UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

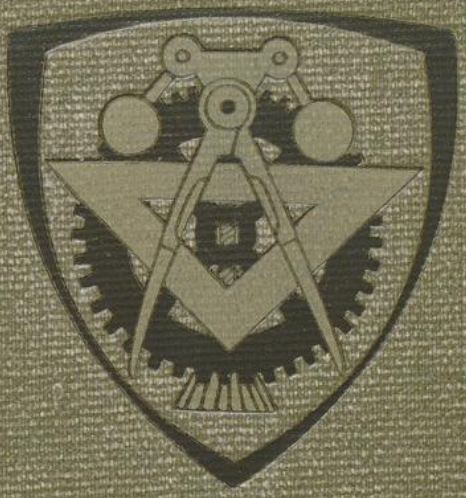
Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1907]

urn:nbn:de:hbz:466:1-83897

Visual Library



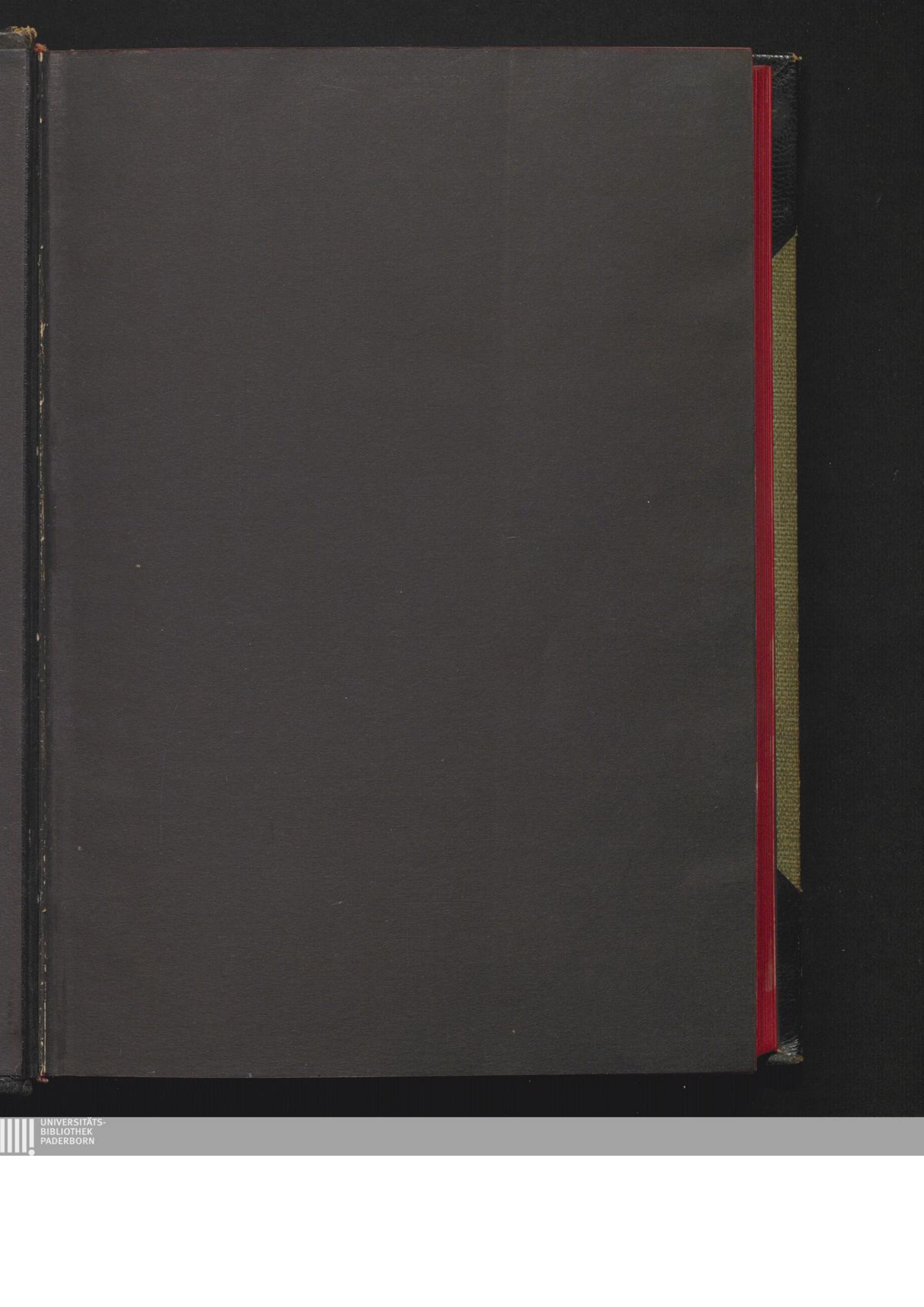
STUTTGART UND LEIPZIG

DEUTSCHE VERLAGS-ANSTALT

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

MAX MOHR
ARCHITEKTUR-
BUCHHANDLUNG
BERLIN-
WILMERSDORF

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN


UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

LEXIKON DER GESAMTEN TECHNIK

UND IHRER HILFSWISSENSCHAFTEN

FÜNFTER BAND

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzfreies Papier

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

EK 4016
HK 1614

LEXIKON
DER GESAMTEN TECHNIK

UND IHRER HILFSWISSENSCHAFTEN

IM VEREIN MIT FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

OTTO LUEGER

BÜCHEREI DER KÖNIGLICHEN BAUGEWERKSCHULE HÖXTER

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN

ZWEITE, VOLLSTÄNDIG NEU BEARBEITETE AUFLAGE

FÜNFTER BAND

HAUSTENNE BIS KUPPLUNGEN

03
M
24134

Staatsbauschule Höxter a. d. Weser
Bücherei
Fachschule für Hoch- und Tiefbau

STUTTGART UND LEIPZIG
DEUTSCHE VERLAGS-ANSTALT

EK 2528
A VII / L 18

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Alle Rechte, besonders die der Uebersetzung, vorbehalten

Druck der Deutschen Verlags-Anstalt in Stuttgart
Papier von der Papierfabrik Salach in Salach, Württemberg

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

H

Haustenne, Vorhaus oder Tenne vorn im Haus in den Bauernhäusern mancher Landesgegenden.

Haut, s. Leder, Schiffbau.

Hauteliffe, s. Baffeliffeweberei und Weberei.

Hautrelief (Hochrelief) läßt ein Bildwerk ſtark über den Grund hervortreten, im Gegenſatz zum flachen Relief oder Basrelief.

Hauwerk, s. Aufbereitung.

Hauyn, ein Mineral, Kalk-Natron-Tonerde-Silikat und Kalk-Natron-Sulfat $3\,Na_2CaAl_2Si_2O_8 + (Na_2Ca)SO_4$, von Noſëan nur durch höheren Kalkgehalt unterſchieden.

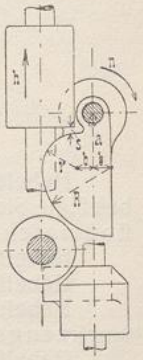
Kriſtalliſiert regulär. Meiſt blau, ſelten grün, rot oder farblos; glas- bis fettglänzend, unvollkommen durchſichtig. Spaltbar. Härte 5—5½, ſpez. Gew. 2,4—2,5. Mit Salzſäure gekocht, ſcheidet ſich gelatinoſe Kieſelſäure aus. Beim Schmelzen entfärbt es ſich. Beſtandteil einiger Laven in jungen Vulkanen (Albaner Gebirg, Laacher See u. ſ. w.). Vereinzelt als Halbedelſtein verwendet. *Leppla.*

Hauynophyr, eine aus Augit, Nephelin, Leucit und Hauyn zuſammengeſetzte Lava von Melfi (Unteritalien).

Havanaholz, Haytiholz, s. Nutzhölzer.

Hebebaum (Gleisheber), s. Oberbaugeräte.

Hebedaumen ſitzen als einzelne oder mehrfache Zähne auf einer Welle und dienen zum Heben der Stempel an Pochwerken oder zum Anheben des Bärs an Holmhämmern.



Man unterſcheidet [1] Evolventendaumen, die mit gleichmäßiger Geſchwindigkeit heben, und halbzylindriſche Triebſtöcke, die den Hub mit ſanfterem Anſchlage einleiten. Beide Arten laſſen ſich nach der hier beigefügten Skizze ſo vereinigen, daß der Bogen vom Radius r mit mäßiger Aufwärtsgeſchwindigkeit an den Hebling des Pochſtempels anſchlägt und eine Kurve oder der Bogen vom Radius R den Hub vollendet. Die Steighöhe beträgt hierbei $h = 2\,a + R - r - s$, z. B. $400 = 2 \cdot 160 + 200 - 100 - 20$ mm; die Hubdauer bei $n = 60$ Uml./Min. die Hälfte der Umlaufzeit $= 60/n \cdot 2 = 0{,}5$ Sekunden; die Falldauer 0,3 Sekunden; das Aufſitzen 0,2 Sekunden. Die mittlere Hubgeſchwindigkeit iſt $0{,}400/0{,}5 = 0{,}8$ m/sek, die Anſchlag- und Endgeſchwindigkeit $\omega\, b = 0{,}1\, n\, b = 0{,}1 \cdot 60 \cdot 0{,}05 = 0{,}3$ m/sek; die größte Geſchwindigkeit $\omega \sqrt{a^2 + b^2} = 0{,}1 \cdot 60 \cdot 0{,}167 = 1$ m/sek.

Die Schlagexzenter an Webſtühlen [2], die das Fortſchnellen der Webſchütze bewirken, treiben mit konkav gekrümmter Vorderfläche die Schlagwelle ſo an, daß deren Drehgeſchwindigkeit mit konſtanter (oder noch geſteigerter) Beſchleunigung zunimmt.

Literatur: [1] Weisbach-Herrmann, Mechanik, 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte, S. 19—47. — [2] Ebend., 2. Hälfte, S. 1905—1910. *Lindner.*

Hebel, im allgemeinen der um eine feſte Achſe oder Kante (Stützpunkt, Ruhepunkt) drehbare, von Kräften ergriffene Stab.

Als einfache ſchwere eiſerne Stange wird der Hebel beſonders in Steinbrüchen und auf Bauſtellen (Hebeiſen) zum Bewegen der Laſten benutzt. Im Maſchinenbau kommen Hebel als Balancier, Geſtängekreuz, Händel, Steuerhebel, Schwinghebel an Pumpen und Hebeladen, Wagebalken u. ſ. w. je in beſonders zu behandelnden Formen vor. Mathematiſchen Hebel nennt man den gewichtslos gedachten Hebel. In der Vorausſetzung, daß die einwirkenden Kräfte mit der Achſe des Hebels eine Ebene bilden, müſſen

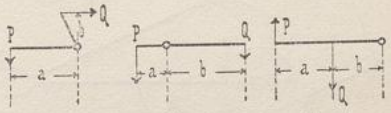
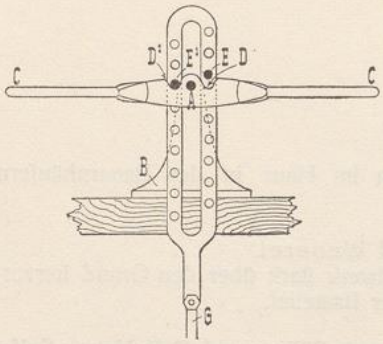


Fig. 3. Fig. 2. Fig. 1.

die Momentenſummen, d. h. die Produkte aus den Kräften in die von dem Stützpunkt (Drehpunkt) nach den Richtungen der Kräfte gefällten Perpendikel (Hebelarme) gleich Null ſein. Es iſt z. B. für den einfachen Hebel (Fig. 1): $P(a+b)-Qb=0$; für den zweiarmigen Hebel (Fig. 2): $Pa-Qb=0$; für den Winkelhebel oder Kniehebel (Fig. 3): $Pa-Qb=0$, die Hebel als gewichtslos gedacht.

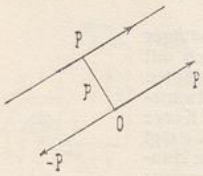
Hebelade, Vorrichtung zum Heben von Laſten, z. B. ſchweren Steinen, zum Stockroden u. ſ. w., beſteht in der Hauptſache aus einem Hebel, der durch abwechſelndes ſtufenweiſes Höherrücken zweier Stützpunkte die Hebung einer Laſt ermöglicht, wobei der Hebel während des Verſetzens des einen Stützpunktes auf dem zweiten Stützpunkt ruht.



Bei der deutſchen Hebelade werden die verſtellbaren Drehpunkte des Hebels durch zwei Umſteckbolzen gebildet, die in übereinander angeordnete Löcher zweier ſtarken in einem Bockgeſtell aufrecht ſtehenden Pfoſten geſteckt werden. Bei der franzöſiſchen Hebelade werden die Auflager der Hebeldrehpunkte durch Einſchnitte einer an zwei gegenüberliegenden Seiten verzahnten Stange gebildet. Gegenüber dieſen Bauarten, die beide den Nachteil beſitzen, daß ſie die zu hebende Laſt beim Aufſteigen des Kraftangriffspunktes wieder etwas ſinken laſſen und daher Kraftverluſt zur Folge haben, beſteht die ſchwediſche Hebelade aus vier Säulen, die derart mit Löchern verſehen ſind, daß ein ununterbrochenes Emporheben des Hebels ermöglicht iſt. Die letztere Bauart findet man häufig in zweckmäßig abgeänderter Form als Aufzugsvorrichtung für Schützen bei Schleuſen u. ſ. w. In der Figur bezeichnen *A* Zapfen des Geſtells *B*, um den der Doppelhebel *C C* ſchwingt; *D D*¹ Ausſchnitte, die abwechſelnd unter die verſetzbaren Bolzen *E E*¹ greifen und ſo die Zugſtange *G* mit der Schütze anheben. Der Wirkungsgrad beträgt im Mittel 96 %.

Hebelade, die am Papierholländer angewendete Vorrichtung, die durch genau zu bemeſſendes Heben und Senken der Meſſerwalze die gegenſeitige Stellung dieſer zum Grundwerk in entſprechender Weiſe zu regulieren geſtattet (ſ. Papierfabrikation); Wechſellade, bei der die Schützenkäſten übereinander angeordnet ſind und die von oben gehoben wird (ſ. Weberei). — Vgl. a. Steiglade (Hub- oder Fallkäſten), Winde. *Kraft.*

Hebelarm. Unter dem Momente einer Kraft *P* in bezug auf einen Punkt *O* verſteht man das Produkt aus der Intenſität der Kraft, als Strecke auf ihrer Richtungslinie aufgetragen, und dem Abſtande *p* des Punktes *O* von der Richtungslinie der Kraft (ſ. die Figur). Den Abſtand *p* nennt man den Hebelarm oder kurz den Arm der Kraft *P*. Reduziert man die Kraft *P* auf den Punkt *O*, indem man ſie dort in ihrem und in entgegengeſetztem Sinne, als *P* und $-P$, zufügt, ſo erſcheint das Produkt *Pp* als das Moment des Reduktionspaares und *p* iſt der Arm desſelben.



(Schell) Finſterwalder.

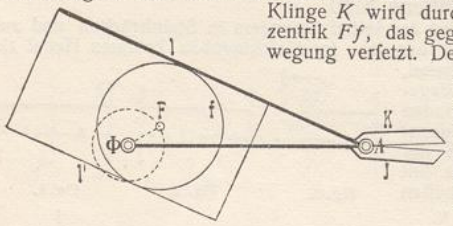
Hebeldurchſchnitt, ein Durchſchnitt, bei welchem der in dem Schieber befeſtigte Stempel mittels Hebelverbindungen bewegt wird (vgl. die Art. Durchſtoßmaſchine, Lochmaſchine).

Hebelhämmer, ſ. Aufwerfhämmer, Bd. 1, S. 371.

Hebelluppenpreſſe, -luppenquetſche, ſ. Luppenbearbeitung.

Hebelnietmaſchinen (beſſer Kniehebelnietmaſchinen), ſ. Druckluftwerkzeuge und Druckluftmaſchinen, Bd. 3, S. 127.

Hebelſchere, wird beim Schneiden ſtarker Metallſtücke oder -platten verwendet. Sie beſteht, wie in der Figur ſchematiſch dargeſtellt iſt, aus einem feſten Gliede ΦJ mit der Klinge *J* und einem um die feſte Achſe *A* drehbaren Hebel *l* mit der Klinge *K*. Dieſe Klinge *K* wird durch ein um die feſte Achſe Φ rotierendes Exzentrik *Ff*, das gegen den Hebel *l* drückt, zum Schneiden in Bewegung verſetzt. Der Hebel *l* kann beim Leergang entweder durch ſeine Schwere oder durch Aufdrücken mit der Hand an das Exzentrik gelehnt werden. Wird aber der Hebel mit einem Rahmen verſehen, deſſen beide Seiten *l*, *l'* das Exzentrik berühren, dann erfolgt die Bewegung der Klinge *K* beim Leergang durch den Druck des Exzentriks gegen die Rahmenſeite *l'*. *Burmeſter.*



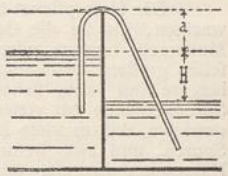
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hebelfchneider, zum Querfchneiden des fogenannten endlofen Papiers verwendete Schneidvorrichtung, bei der das bewegte Meffer (der Schneider) an einem Hebel befeftigt ift; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

Hebemafchinen (Hebezeuge), Vorrichtungen zur Bewegung von Laften in fenkrechter oder fchräg emporfteigender Richtung: Aufzüge, Elevatoren, Flafchen-, Gicht-, Handaufzüge, Krane, Paternofter-, Sack-, Schräg-, Transmiffionsaufzüge, Winden u. f. w.; vgl. die Einzelartikel und Maffentransport.

Heber. Eine im Sinne der untenftehenden Figur mit beiden freien Enden in Flüffigkeit getauchte Röhre nennt man Heber. Der Luftdruck (die atmofphärifche Preffung) geftattet, unter Umftänden die Flüffigkeit bis zu einer beftimmten Höhe a über den oberen Spiegel zu heben, alfo über ein beftehendes Hindernis hinweg Bewegung aus dem höheren nach einem tieferen Behälter mittels der Ueberdruckhöhe H in der Röhre zu erzeugen.

Ift p die Preffung der Flüffigkeit pro Flächeneinheit in der Röhre, p_0 die Preffung auf die Flächeneinheit beider Flüffigkeitsfpiegel (d. h. die atmofphärifche Preffung auf den Quadratmeter in Kilogrammen), B die dem Leitungswiderftand fowie dem Waffereintritts- und -austrittswiderftand infolge der Bewegung des Waffers im Rohr und der Erzeugung diefer Bewegung entfprechende Druckhöhe, fo muß, wenn H (f. die Figur) pofitiv, die Bedingung erfüllt fein (vgl. Rohrleitungen): $a = B - (p_0 - p) : \gamma$, unter γ das Gewicht eines Kubikmeters Flüffigkeit in Kilogramm verftanden. Die Preffung p in der Heberröhre kann äußerftenfalls auf jene herabfinken, die dem Dampfe der bewegten Flüffigkeit bei der entfprechenden Temperatur gleichkommt (f. Dampf, gefättigter Bd. 2, S. 539). Nennt man h die der letztgenannten Preffung entfprechende Druckhöhe, fo wird $a = B + h - p_0 : \gamma$ und ergibt die (negative) Höhe a des Heberfcheitels, bei welcher die gedachte Bewegung noch möglich ift. Für Waffer ift bei den gewöhnlichen Temperaturen h fehr klein, $p_0 : \gamma = 10{,}33$, alfo annähernd $a = B - 10{,}33$. Pofive Werte von a ergeben die Unmöglichkeit der Anwendung eines Hebers. S. a. Berg, H., Die Pumpen, Berlin 1906, S. 502 ff., und Rohrleitungen.



Heber, anatomifcher, eine lange, oben offene, unten umgebogene Röhre, deren umgebogener Teil in ein weites, durch eine Membran oben gefchloffenes Gefäß mündet. Beim Füllen mit Waffer wird die Membran durch den hydroftatifchen Druck ftark ausgedehnt, fo daß deren anatomifche Befchaffenheit leicht erkenntlich wird. Demonftrationsapparat für den hydroftatifchen Druck. *Aug. Schmidt.*

Heberad, f. Zwifchentransport.

Heberfchreiber, auch Siphonrekorder genannt, ein für den Betrieb langer Unterfeekabel dienender Telegraphenapparat; f. Telegraphie.

Heberwafcher, die zum ftetigen Austragen des Schmutzwaffers aus den Holländern zur Anwendung gebrachte Vorrichtung, bei der diefes Austragen durch eine in die Wafchtrommel hineinreichende Heberkonftruktion zur Ausführung kommt; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

Hebevorrichtung, für Munition, f. Munitionsaufzug.

Hebewerke, vertikale, f. Schiffshebewerke, Hebemafchinen.

Hebezeuge, f. Hebemafchinen.

Hebling, in der Aufbereitung derjenige Teil an den Pochftempeln (f. Pochwerk), an dem die Daumen der Antriebswelle angreifen.

Hebungen und Senkungen, fäkulare, in der Geologie, äußerft langfam fich vollziehende Niveauveränderungen größerer Teile der Erdrinde, z. B. von Infeln und Kontinenten.

Solche Schwankungen des Landes oder des Meeresfpiegels will man an der Küfte von Schweden (Hebung von ungefähr 1 m innerhalb 100 Jahren) und von Grönland (Senkung), auch in der Nähe von Vulkanen (Italien, griechifcher Archipel) beobachtet haben. Als ein befonders merkwürdiges Beifpiel wird die in hiftorifche Zeit fallende Hebung und Senkung des Serapistempels bei Puzzuoli (Neapel) bezeichnet. Der Bau, urfprünglich zweifellos auf dem Land errichtet, muß, den zahlreichen Anbohrungen der Bohrmufcheln an feinen Säulen entfprechend, fpäter unter das Meeresniveau gefunken fein, wenn die Tiere ihre Arbeit verrichten konnten. Heute ragen die Säulen wieder über den Meeresfpiegel empor. Indes find auch andre Erklärungen diefer Erfcheinung verfucht worden.

Den Niveauveränderungen wurde lange Zeit die Verteilung von Waffer und Land in den verfchiedenen geologifchen Zeiträumen zugefchrieben. Dem Untertauchen des Landes entfpricht eine vermehrte Ausdehnung des Meeres und die Bildung neuer Sedimente. Die Hebungen und Senkungen des Feftlandes konnten aber als allmähliche und langfam vorfchreitende Erfcheinungen keineswegs die Urfache der Veränderungen in der Ausdehnung von Land und Waffer auf der Erde fein. Die neueren Forfchungen über Schichtenftörungen und Tektonik im allgemeinen beweifen, daß den letztgenannten Veränderungen plötzlich oder zumeift unvermittelt vor fich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehende Kraftäußerungen in der Erdrinde zugrunde liegen, die in der Hauptſache tangentiale Bewegungen (Faltung) und in geringerem Ausmaß vertikale (Einbrüche, Abſenkungen) waren. — In der Hauptſache iſt die Bedeutung der ſäkularen Hebungen und Senkungen für die Geologie durch die neueren Forſchungen erheblich vermindert und verändert worden. Die ihnen zugrunde liegenden Beobachtungen ſind keineswegs exakt.

Literatur: Reyer, Theoretiſche Geologie, Stuttgart 1888, S. 795. *Leppla.*

Hechel, Hechelmaſchine, ſ. Flachsſpinnerei, Bd. 4, S. 51.

Hechelabfall, ſ. Wergſpinnerei.

Heck eines Schiffes, der achterſte Teil des Schiffsrumpfes, der nach hinten über den Hinterſteven ausladet und eine Vergrößerung der Deckflächen bezweckt.

Heckfeuer, im Gegenſatz zum Bugfeuer, der Schußbereich der Schiffsgeſchütze über das Heck hinweg.

Heckraddampfer, Dampfertypen, Flußſchiffahrt.

Hede (Heede), ſ. v. w. Werg, ſ. Flachsſpinnerei, Wergſpinnerei.

Hefe, zur Familie der Saccharomyceten gehörige Pilze, die ein Enzym, die Zymaſe, enthalten und dadurch imſtande ſind, verſchiedene Zuckerarten in Alkohol und Kohlenſäure zu zerlegen, ein Prozeß, den man als Gärung (ſ. d.) bezeichnet.

Die Hefe pflanzt ſich meiſtens durch Sproſſung fort. Es bilden ſich Ausſtülpungen, die wachſen, bis ſie die Größe der Mutterzelle erreicht haben, und ſich dann entweder von der Mutterzelle trennen oder damit Sproßverbände bilden. Dieſe Sproßverbände erreichen jedoch ſelten größere Ausdehnung. Läßt man Hefe in geeigneter Nährlöſung, am beſten Bierwürze, längere Zeit ruhig ſtehen, ſo bildet ſich eine ſogenannte Kahmhaut, in der ſich oft größere Sproßverbände mit vielen Zellen von bedeutender Streckung bilden. Hanſen [1] hat nachgewieſen, daß es viele Heferaſſen gibt. Von dieſen bilden einige unter geeigneten Umſtänden Sporen, und zwar beſonders wenn ſie bei reichlichem Luftzutritt auf einem feuchten, feſten Nährboden ausgeſät werden. In Nährlöſungen gebracht, gehen die Sporen wieder zur Sproßbildung über. Zur Charakteriſtik der verſchiedenen Heferaſſen zieht Hanſen die Temperaturgrenzen und die Zeitverhältniſſe für die Sporenbildung, namentlich aber die Temperatur heran, bei der ſich die Sporen am ſchnellſten bilden. Ferner laſſen ſich zur Differenzierung der Heferaſſen die Temperaturgrenzen und die Zeitverhältniſſe für die Bildung der Kahmhäute heranziehen. Auch das Verhalten zu den verſchiedenen Zuckerarten iſt in Betracht zu ziehen. In der Technik verhalten ſich die verſchiedenen Heferaſſen ſehr verſchieden. In der Bierbrauerei verurſachen verſchiedene Hefen direkt Krankheiten des Bieres, in der Spiritusfabrikation bedingen ſie eine mehr oder weniger vollſtändige Vergärung, bei der Weinbereitung ſind ſie von weſentlichem Einfluß auf die Eigenſchaften (Bouquet, Geſchmack) des fertigen Weines. Deshalb wird in allen dieſen Induſtriezweigen dahin geſtrebt, möglichſt rein gezüchtete Heferaſſen zu verwenden. Die Methoden der Reinkultur kommen immer darauf hinaus, die Hefe ſo weit zu verdünnen, daß man eine einzelne Zelle iſoliert. Bringt man z. B. von einer mit einer Nährlöſung ſtark verdünnten Hefe mit einer Feder Tröpfchen auf ein Deckgläschen und betrachtet dieſe auf einer ſogenannten feuchten Kammer unter dem Mikroſkop, ſo kann man die Tröpfchen leicht herausfinden, die nur eine einzige Zelle enthalten. Nach einiger Zeit haben ſich dieſe Zellen zu Kolonien ausgewachſen, die man mit einem ſterilen Platindraht leicht in einen mit ſteriler Würze beſchickten Paſteurſchen Kolben überimpfen kann. Die hier gewonnene Hefe wird in immer größere Gefäße übergeimpft. Bei ſorgfältiger Arbeit, die natürlich ſtändig kontrolliert werden muß, erhält man ſo nur Hefezellen, die alle von einer Zelle abſtammen, d. h. eine Reinkultur. Eine namentlich für die Praxis der Bierbrauerei (ſ. d.) wichtige Einteilung der Heferaſſen iſt die in untergärige und obergärige. Die Obergärung geht bei höherer Temperatur (14—20°) vor ſich, verläuft ſchnell und ſtürmiſch und iſt durch Anſammlung der Hefe an der Oberfläche charakteriſiert. Im Gegenſatz dazu verläuft die Untergärung bei 5—10°, langſamer, unter Abſetzung der Hefe auf dem Boden.

Die Hefe, die in der Trockenſubſtanz zu 50—60% aus ſtickſtoffhaltigen Stoffen beſteht, hat für ihre Vermehrung daher ein großes Bedürfnis an ſtickſtoffhaltigen Stoffen. Am geeignetſten ſind Peptone und Amide, auch Ammoniakſalze werden aſſimiliert. Doch auch Aſchenbeſtandteile, namentlich Phosphorſäure, müſſen in genügender Menge vorhanden ſein. Von den in den Nährlöſungen vorhandenen Kohlehydraten (ſ. d.) wird nur wenig (ca. 1%) zum Aufbau von Zellſubſtanz verwendet. Der Reſt wird von der Zymaſe zerlegt. Doch werden nur Glukoſe und Fruktoſe direkt vergoren. Rohrzucker wird zunächſt von einem andern in der Hefe vorhandenen Enzym, der Invertaſe, in Glukoſe und Fruktoſe, die Maltoſe in Glukoſe zerlegt; vgl. a. Kunſthefe, Preßhefe.

Literatur: [1] Jörgenſen, Die Mikroorganismen der Gärungsinduſtrie, 4. Aufl., Berlin 1898. *Herzfeld.*

Hefengut, -kühler, -maiſchapparate, ſ. Kunſthefe.

Hefenpreſſe, -ſchaum, ſ. Preßhefe.

Hefeſchwarz, ſ. Rebenſchwarz.

Heftblech, kleiner Blechſtreifen, 4—6 cm breit, der zur loſen Befeſtigung der Tafeln bei Blechdächern (ſ. Bd. 2, S. 47) dient.

Die Heftbleche ſind umzufalzen und in die Fälze der einzelnen Tafeln einzuhängen; jedes Heftblech iſt durch zwei Nägel zu befeſtigen (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*

Heftmaſchinen, ſ. Buchbindereimaſchinen.

Heidengebirge, derjenige Teil des Hafelgebirges (ſ. d. und Sinkwerksbau), in dem die Kelten in prähiſtoriſcher Zeit Salzgewinnung betrieben haben.

Heine-Keſſel, ſ. Dampfkeſſel, Bd. 2, S. 569.

Heiß, ein Jollentau oder eine Talje zum Heißen, d. h. in die Höhe ziehen von Segeln, Rundhölzern, Booten u. ſ. w.

Heißbolzen der Schiffsboote dienen zur Befeſtigung der Heißaugſchienen, von welchen die Heißſtropps zum Anſchlagen der Heißtaljen ausgehen, an dem Kiel und den Steven; ſ. Bootsbau. *T. Schwarz.*

Heißdampfmaſchinen. Die erſten, mit praktiſchem Erfolge verbundenen Verſuche, Maſchinen mit überhitztem Dampf (ſ. Bd. 2, S. 544 ff.) zu treiben, reichen bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück; doch kann von einer allgemeinen Verwendung des überhitzten Dampfes im Maſchinenbetriebe erſt ſeit dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts geſprochen werden. Der überhitzte Dampf gewährt gegenüber der Verwendung geſättigten Dampfes im Maſchinenbetriebe hauptſächlich zwei Vorteile:

1. Die in einer theoretiſch vollkommenen Maſchine in Arbeit umſetzbare Wärmemenge iſt im Verhältnis zur ganzen im Keſſel bei der Dampfbildung aufgewendeten Wärme bei Verwendung überhitzten Dampfes eine größere als bei Verwendung geſättigten Dampfes (Verminderung des Nutzdampfverbrauches bezw. Nutzwärmeverbrauches).

2. Die in der wirklichen Maſchine durch den Wärmeaustauſch zwiſchen Zylinderwandung und Dampf veranlaßten Dampf- und Wärmeverluſte ſind bei Verwendung überhitzten Dampfes kleiner als bei Verwendung geſättigten Dampfes (Verminderung der Dampf- bezw. Wärmeverluſte).

A. Der Arbeitsprozeß der theoretiſch vollkommenen Maſchine.

Man denke ſich eine Maſchine mit 1 qm Kolbenfläche, ohne ſchädlichen Raum und ohne Verluſte infolge von Dampfdroſſelung, Abkühlung und Undichtigkeiten. Der Zylinder dieſer vollkommenen Maſchine werde mit 1 kg Dampf von der Spannung p_a in Kilogramm/Quadratmeter gefüllt. Der Dampf expandiere adiabatiſch von der Spannung p_a bis auf den äußeren Gegendruck p_0. Der expandierte Dampf werde hierauf mit konſtantem Druck p_0 aus dem Zylinder ausgeſtoßen. Für dieſen Arbeitsprozeß der theoretiſch vollkommenen Maſchine erhält man dann die graphiſche Darſtellung der Fig. 1.

1. Geſättigter Dampf. Für geſättigten Dampf gilt das Diagramm $a\,b\,c\,d\,a$. Es iſt hierbei $s_a = \frac{1}{\gamma_a}$ das ſpezifiſche Volumen des geſättigten Dampfes bei der Einlaßſpannung p_a. Der Wert γ_a, d. h. das ſpezifiſche Gewicht des geſättigten Dampfes bei der Spannung p_a, kann der Tabelle III (Bd. 2, S. 540 und 541) entnommen werden, womit dann auch s_a beſtimmt iſt. An die mit konſtanter Spannung p_a erfolgende Füllung $a\,b$ ſchließt ſich die adiabatiſche Expanſion $b\,c$ an. Nach Zeuner [1] gilt dabei zwiſchen dem ſpezifiſchen Volumen w in Kubikmeter/Kilogramm und der Spannung p in Kilogramm/Quadratmetern für anfangs trocken geſättigten Dampf ($w_a = s_a$) die Beziehung $p\,w^{1,135} = p_1\,w_1{}^{1,135} = \text{konſtant}$. 1.

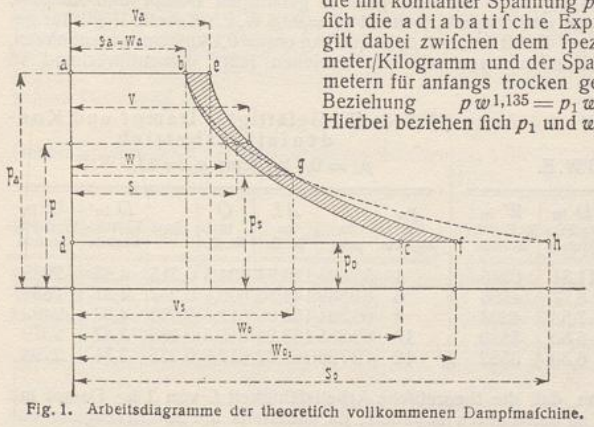


Fig. 1. Arbeitsdiagramme der theoretiſch vollkommenen Dampfmaſchine.

Hierbei beziehen ſich p_1 und w_1 auf einen beliebigen Zwiſchenzuſtand. Der Endzuſtand der adiabatiſchen Expanſion wird in Fig. 1 durch Punkt c mit den Koordinaten p_0 und w_0 dargeſtellt. Die Linie $c\,d$ in Fig. 1 entſpricht dem mit konſtanter Spannung p_0 erfolgenden Auslaß des Dampfes.

Erfolgt die Expanſion nicht adiabatiſch, ſondern unter der Vorausſetzung, daß der Dampf ſtets trocken geſättigt bleibt, ſo gilt die Expanſionslinie $b\,g\,h$, für die nach Zeuner die Gleichung

$$p\,s^{1,0646} = p_1\,s_1{}^{1,0646} = \text{konſtant} \qquad 2.$$

benutzt werden kann. Die Linie $b\,g\,h$ heißt Grenzkurve, weil ſie den Grenzzuſtand zwiſchen naſſem und überhitztem Dampf kennzeichnet. Vergleicht man in Fig. 1 die Adiabate $b\,c$ für anfangs trocken geſättigten Dampf mit der Grenzkurve $b\,g\,h$, ſo erkennt man, daß bei adiabatiſcher Expanſion geſättigten Dampfes eine Kondenſation eintreten muß, denn das ſpezifiſche

Volumen w bei adiabatiſcher Expanſion iſt ſtets kleiner als das ſpezifiſche Volumen s nach der Grenzkurve bei gleicher Spannung p. Aus dem bei der Spannung p_a anfangs vorhanden geweſenen Gewicht von 1 kg trocken geſättigten Dampf ſind bei der adiabatiſchen Expanſion bis zum Druck p geworden: $x = \frac{w}{s}$ kg Dampf und $(1-x) = \frac{s-w}{s}$ kg Waſſer. Die Grenzkurve bietet hiernach eine Handhabe zur Beurteilung des Dampfzuſtandes während der Expanſion.

Die Arbeit L in Meterkilogramm, die 1 kg geſättigter Dampf in der theoretiſch vollkommenen Maſchine bei adiabatiſcher Expanſion vom Druck p_a auf p_0 leiſten kann, wird durch den Inhalt des Diagramms $abcda$ dargeſtellt; es iſt [3]:

$$L = 8{,}407\, p_a s_a \left[1 - \left(\frac{p_0}{p_a}\right)^{0{,}119}\right] \qquad 3.$$

Nach Mollier [5] iſt auch annähernd

$$L = \frac{\log p_a - \log p_0}{6{,}87 - 0{,}9 \log p_0} \cdot \frac{637}{A}. \qquad 4.$$

In Gleichung 4. ſind die Spannungen p_a bezw. p_0 in Kilogramm/Quadratzentimeter einzuſetzen; A iſt das Wärmeäquivalent.

Die in der Keſſelanlage zur Erzeugung von 1 kg geſättigten Dampf erforderlich geweſene Wärmemenge ſei $Q = \lambda - q_0$. Hierin iſt λ die Geſamtwärme (ſ. Bd. 2, S. 539, Gleichung 1. und 2. ſowie Tabelle III, S. 540) und q_0 die der Speiſewaſſertemperatur t_0 entſprechende Flüſſigkeitswärme. Da nun die in der theoretiſch vollkommenen Maſchine in Arbeit umſetzbare Wärme AL iſt, ſo ſtellt das Verhältnis

$$\eta_1 = \frac{AL}{Q} = \frac{\text{in Arbeit umſetzbare Wärme}}{\text{aufgewendete Wärme}} \qquad 5.$$

den thermiſchen Wirkungsgrad der vollkommenen Maſchine dar. Die zahlenmäßige Berechnung von η_1 nach Gleichung 5. ſetzt die Kenntnis der Speiſewaſſertemperatur t_0 voraus. Für die Beurteilung der vollkommenen Maſchinen iſt es nach Anſicht des Verfaſſers [3] das Richtigſte, für t_0 die Temperatur des Auslaßdampfes, entſprechend der Spannung p_0 (Fig. 1), feſtzuſetzen. Dies würde einen vollkommenen Vorwärmer vorausſetzen, in dem die Wärme des Auslaßdampfes auf das Speiſewaſſer ohne Temperaturverluſt übertragen würde. Bei dieſer Feſtſetzung von t_0 erfährt die Auspuffmaſchine gegenüber der Kondenſationsmaſchine eine gerechtere Beurteilung, indem der Möglichkeit einer höheren Vorwärmung des Speiſewaſſers durch den Abdampf der Auspuffmaſchine Rechnung getragen iſt.

Es iſt nun auch leicht, den Dampf- und Wärmeverbrauch der vollkommenen Maſchine für 1 PS.-Stunde zu berechnen. Da 1 PS.-Stunde eine Arbeitsleiſtung von $75 \cdot 60 \cdot 60$ mkg darſtellt und da 1 kg Dampf eine Arbeit von L mkg leiſten kann, ſo iſt der Dampfverbrauch für 1 PS.-Stunde der theoretiſch vollkommenen Maſchine in Kilogramm:

$$D = \frac{75 \cdot 60 \cdot 60}{L} = \frac{270\,000}{L}. \qquad 6.$$

Der Wärmeverbrauch für 1 PS.-Stunde der vollkommenen Maſchine iſt in Wärmeeinheiten:

$$W = D \cdot Q = D(\lambda - q_0). \qquad 7.$$

Um den Einfluß der Spannungsgrenzen p_a und p_0 auf die Größe von L, η_1, D und W zur Darſtellung zu bringen, ſind hier die beiden Tabellen I und II wiedergegeben [3], die unter Benutzung der Gleichungen 3.—7. berechnet wurden. Tabelle I gilt für geſättigten Dampf und Auspuff; es iſt $p_0 = 10\,000$ kg/qm $= 1$ kg/qcm und dementſprechend $q_0 = 99{,}6$ W.E.; Tabelle II gilt für geſättigten Dampf und Kondenſation. Es iſt hierbei $p_0 = 1000$ kg/qm $= 0{,}1$ kg/qcm angenommen, ein Wert, der ſich in guten Kondenſatoren wirklich erreichen läßt; dementſprechend iſt $q_0 = 45{,}6$ W.E.

Tabelle I. Geſättigter Dampf und Auspuffbetrieb.

$p_0 = 1$ kg/qcm; $q_0 = 99{,}6$ W.E.

p_a in kg/qcm	L in mkg	AL in W.E.	Q in W.E.	η_1	D in kg/PS.-Stunde	W in W.E./PS.-Stunde
4	23 802	55,61	550,5	0,101	11,31	6246
6	30 804	71,97	555,1	0,130	8,77	4866
8	35 884	83,84	558,2	0,150	7,53	4203
10	39 688	92,73	561,5	0,165	6,80	3820
12	42 865	100,15	563,9	0,178	6,30	3552

Tabelle II. Geſättigter Dampf und Kondenſationsbetrieb.

$p_0 = 0{,}1$ kg/qcm; $q_0 = 45{,}6$ W.E.

p_a in kg/qcm	L in mkg	AL in W.E.	Q in W.E.	η_1	D in kg/PS.-Stunde	W in W.E./PS.-Stunde
4	55 608	129,93	604,5	0,215	4,85	2935
6	61 869	144,56	609,1	0,237	4,37	2658
8	66 364	155,06	612,6	0,253	4,07	2492
10	69 865	163,24	615,5	0,265	3,87	2379
12	72 726	169,92	617,9	0,275	3,71	2294

Aus beiden Tabellen erkennt man, daß die theoretiſche Arbeitsfähigkeit L von 1 kg Dampf mit der Höhe der Anfangsſpannung p_a beträchtlich zunimmt; da anderſeits die zur Erzeugung von 1 kg Dampf erforderliche Wärmemenge Q nur ſehr langſam mit p_a wächſt, ſo ergibt ſich hieraus der große Nutzen der hohen Anfangsſpannungen, der ſich am beſten in den Werten η_1 und W widerſpiegelt.

Den Einfluß der Auslaßſpannung p_0 erkennt man durch den Vergleich der Werte aus Tabelle I mit den Werten der Tabelle II. Der außerordentliche Nutzen, den die Kondenſation

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Auslaßdampfes bietet, kommt in den beträchtlich höheren Werten η_1 bezw. den beträchtlich kleineren Werten W der Tabelle II deutlich zum Ausdruck. Immerhin darf nicht überſehen werden, daß der ſelbſt in einer vollkommenen Maſchine theoretiſch in Arbeit umwandelbare Wärmebetrag nur ein verhältnismäßig geringer iſt.

2. Ueberhitzter Dampf. Durch die Verwendung überhitzten Dampfes erfährt nun der thermiſche Wirkungsgrad η_1 der vollkommenen Maſchine eine gewiſſe Verbeſſerung. Nach Fig. 1 erhält man für überhitzten Dampf das theoretiſche Diagramm $aegfda$. Zunächſt iſt das Volumen v_a von 1 kg überhitztem Dampf größer als das entſprechende Volumen s_a bei geſättigtem Dampfe. Der Wert v_a iſt von p_a und der abſoluten Dampftemperatur $T_a = 273 + t_a$ abhängig. Allgemein kann nach Zeuner [1] geſetzt werden:

$$p\,v = 50{,}93\,T - 192{,}5\,\sqrt[4]{p}. \qquad 8.$$

Die Volumenvergrößerung $be = v_a - s_a$ bedingt nun nach Fig. 1 eine Vergrößerung der theoretiſchen Arbeitsfähigkeit des Dampfes, die der ſchraffierten Fläche $begfcb$ entſpricht. Es iſt eg die Adiabate für überhitzten Dampf, für die nach Zeuner [1] geſetzt werden kann:

$$p\,v^{1{,}333} = p_1\,v_1^{1{,}333} = \text{konſtant}. \qquad 9.$$

Während der adiabatiſchen Expanſion überhitzten Dampfes nimmt die Ueberhitzung immer mehr ab, bis ſchließlich in g der Sättigungszuſtand erreicht wird. Die Linie gf in Fig. 1 iſt demnach auch eine Adiabate für geſättigten Dampf entſprechend Gleichung 1. Den Sättigungspunkt g erhält man als Schnittpunkt der Adiabate eg für erhitzten Dampf mit der Grenzkurve bh. Letztere Linie geſtattet auch durch den Vergleich der beiden Volumenwerte v und s für gleiche Spannung p einen Schluß auf die jeweilige Höhe der Ueberhitzung zu ziehen. Den Sättigungspunkt g kann man rechnungsmäßig beſtimmen, indem man für ſeine Koordinaten v_s und p_s die beiden Gleichungen 2. und 9. zugleich in Anſatz bringt. Es ergibt ſich [3]:

$$v_s = \frac{v_a^{4{,}96}}{s_a^{3{,}96}} \text{ und } p_s = p_a \left(\frac{v_a}{v_s}\right)^{1{,}133}. \qquad 10.$$

Die Arbeit $L\bar{a}$ in Meterkilogramm, die 1 kg überhitzter Dampf in der vollkommenen Maſchine leiſten kann, entſpricht der Fläche $aegfda$. Es iſt [3]:

$$L\bar{a} = 4\,p_a v_a + 4{,}407\,p_s v_s - p_0 w_{01}. \qquad 11.$$

Dabei iſt das Endvolumen [3]:

$$w_{01} = v_s \left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{0{,}881}. \qquad 12.$$

Tritt während der Expanſion der Sättigungszuſtand nicht ein, d. h. liefert die Gleichung 10. den Wert $p_s < p_0$, ſo gilt die folgende Gleichung [3]:

$$L\bar{a} = 4\,(p_a v_a - p_0 v_0). \qquad 11\text{a}.$$

Dabei iſt:

$$v_0 = v_a \left(\frac{p_a}{p_0}\right)^{0{,}75}. \qquad 12\text{a}.$$

Nach Mollier [5] kann $L\bar{a}$ auch annähernd beſtimmt werden aus:

$$L\bar{a} = L + 204\left[(T_a - T_s) - T_0\,ln\frac{T_a}{T_s}\right]. \qquad 13.$$

Hierin iſt L durch Gleichung 3. bezw. 4. beſtimmt; ferner iſt T_a die abſolute Ueberhitzungstemperatur bei der Anfangsſpannung p_a; T_s die zu p_a, und T_0 die zu p_0 gehörige abſolute Sättigungstemperatur.

Die zur Erzeugung von 1 kg überhitztem Dampf in der Keſſel- und Ueberhitzeranlage benötigte Wärme iſt: $Q\bar{a} = Q + c_p\,(T_a - T_s)$. 14.

Hierbei hat Q die auf S. 6 angegebene Bedeutung; c_p iſt die mittlere ſpezifiſche Wärme des Dampfes für konſtanten Druck. Für mäßige Ueberhitzung (260°) iſt $c_p = 0{,}48$; für höhere Ueberhitzung iſt c_p größer bis 0,6, doch iſt die Abhängigkeit zwiſchen c_p und T_a noch nicht genau bekannt. Der thermiſche Wirkungsgrad der vollkommenen Maſchine wäre für überhitzten Dampf gemäß Gleichung 5.:

$$\eta'_1 = \frac{A\,L\bar{a}}{Q\bar{a}}. \qquad 15.$$

Der Dampfverbrauch der vollkommenen Maſchine für 1 PS.-Stunde wäre entſprechend Gleichung 6.:

$$D\bar{a} = \frac{270\,000}{L\bar{a}}. \qquad 16.$$

Schließlich iſt noch der Wärmeverbrauch für 1 PS.-Stunde nach Gleichung 7:

$$W\bar{a} = D\bar{a}\,Q\bar{a} = D\bar{a}\,[\lambda - q_0 + c_p\,(T_a - T_s)]. \qquad 17.$$

Die beiden Tabellen III und IV (S. 8) enthalten die nach den Gleichungen 8.—17. berechneten Werte $L\bar{a}$, $Q\bar{a}$, η'_1, $D\bar{a}$ und $W\bar{a}$ für Auspuff- und Kondenſationsbetrieb, für verſchiedene Anfangsſpannungen p_a und für verſchiedene Ueberhitzungstemperaturen t_a.

Man erkennt ſofort, in welchem Maße die Arbeitsfähigkeit $L\bar{a}$ von 1 kg überhitzten Dampf mit der Ueberhitzungstemperatur t_a zunimmt und wie ſich infolgedeſſen auch der theoretiſche Dampfverbrauch $D\bar{a}$ für 1 PS.-Stunde vermindert. Aber auch der theoretiſche Wärmeverbrauch $W\bar{a}$ für 1 PS.-Stunde erfährt mit wachſender Ueberhitzung eine zunehmende Verminderung, was gleichbedeutend mit einer entſprechenden Verbeſſerung des thermiſchen Wirkungsgrades η'_1 der vollkommenen Maſchine iſt. Um dieſe Einflüſſe der Dampfüberhitzung noch beſſer überſehen zu können, ſind die Tabellen V und VI (S. 8) berechnet worden, welche die mit der Ueberhitzung verbundene Verringerung des theoretiſchen Dampf- und Wärmeverbrauches in Prozenten des Verbrauches bei geſättigtem Dampfe wiedergeben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tabelle III. Ueberhitzter Dampf und Auspuffbetrieb.
$p_0 = 1$ kg/qcm; $q_0 = 99{,}6$ W.E.

p_a in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur t_a 200°	250°	300°	350°
4	L_a	25 538	28 392	31 000	33 985
	Q_a	577,9	601,9	625,9	649,9
	η'_1	0,103	0,110	0,116	0,122
	D_a	10,57	9,51	8,71	7,94
	W_a	6 110	5 724	5 451	5 163
6	L_a	32 176	34 628	37 823	41 462
	Q_a	575,3	599,3	623,3	647,3
	η'_1	0,131	0,135	0,142	0,150
	D_a	8,39	7,80	7,14	6,51
	W_a	4 828	4 673	4 449	4 215
8	L_a	36 847	39 262	42 429	46 203
	Q_a	573,3	597,3	621,3	645,3
	η'_1	0,150	0,154	0,160	0,167
	D_a	7,33	6,88	6,36	5,84
	W_a	4 200	4 108	3 954	3 771
10	L_a	40 445	42 819	45 970	49 743
	Q_a	571,6	595,6	619,6	643,6
	η'_1	0,165	0,168	0,173	0,181
	D_a	6,68	6,31	5,87	5,43
	W_a	3 816	3 756	3 639	3 493
12	L_a	43 370	45 714	48 835	52 602
	Q_a	570,2	594,2	618,2	642,2
	η'_1	0,178	0,180	0,185	0,191
	D_a	6,23	5,91	5,53	5,13
	W_a	3 550	3 510	3 418	3 296

Tabelle IV. Ueberhitzter Dampf und Kondenſationsbetrieb.
$p = 0{,}1$ kg/qcm; $q_0 = 45{,}6$ W.E.

p_a in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur t_a 200°	250°	300°	350°
4	L_a	58 818	62 761	66 776	71 589
	Q_a	631,9	655,9	679,9	703,9
	η'_1	0,217	0,223	0,229	0,238
	D_a	4,59	4,30	4,04	3,77
	W_a	2 901	2 822	2 749	2 655
6	L_a	64 298	67 898	72 159	76 931
	Q_a	629,3	653,3	677,3	701,3
	η'_1	0,239	0,243	0,249	0,256
	D_a	4,20	3,98	3,74	3,51
	W_a	2 643	2 598	2 534	2 461
8	L_a	68 164	71 710	75 926	80 679
	Q_a	627,3	651,3	675,3	699,3
	η'_1	0,255	0,257	0,263	0,270
	D_a	3,96	3,77	3,56	3,35
	W_a	2 485	2 452	2 401	2 340
10	L_a	71 141	74 632	78 822	83 564
	Q_a	625,6	649,6	673,6	697,6
	η'_1	0,266	0,268	0,273	0,280
	D_a	3,80	3,62	3,43	3,23
	W_a	2 374	2 350	2 307	2 254
12	L_a	73 565	77 017	81 165	85 894
	Q_a	624,2	648,2	672,2	696,2
	η'_1	0,276	0,278	0,282	0,288
	D_a	3,67	3,51	3,33	3,14
	W_a	2 291	2 272	2 236	2 188

Durch Dampfüberhitzung veranlaßte Verminderung des theoretiſchen Dampf- und Wärmeverbrauches in Prozenten des Verbrauches beim geſättigten Dampf.

Tabelle V. Auspuffbetrieb.

p_a in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur t_a 200°	250°	300°	350°
4	Verminderung von D_a	6,5	15,9	23,0	29,8
	Verminderung von W_a	2,2	8,4	12,7	17,4
6	Verminderung von D_a	4,3	11,1	18,6	25,8
	Verminderung von W_a	0,8	4,0	8,6	13,4
8	Verminderung von D_a	2,7	8,6	15,5	22,4
	Verminderung von W_a	0,1	2,3	5,9	10,3
10	Verminderung von D_a	1,8	7,2	13,7	20,1
	Verminderung von W_a	0,1	1,7	4,7	8,6
12	Verminderung von D_a	1,1	6,2	12,2	18,6
	Verminderung von W_a	0,1	1,2	3,8	7,2

Tabelle VI. Kondenſationsbetrieb.

p_a in kg/qcm		Ueberhitzungstemperatur t_a 200°	250°	300°	350°
4	Verminderung von D_a	5,4	11,4	16,7	22,2
	Verminderung von W_a	1,2	3,9	6,3	9,6
6	Verminderung von D_a	3,9	8,9	14,4	19,7
	Verminderung von W_a	0,6	2,3	4,7	7,4
8	Verminderung von D_a	2,7	7,4	13,5	17,7
	Verminderung von W_a	0,3	1,6	3,7	6,1
10	Verminderung von D_a	1,8	6,5	11,4	16,5
	Verminderung von W_a	0,2	1,2	3,0	5,2
12	Verminderung von D_a	1,1	5,4	10,3	15,7
	Verminderung von W_a	0,1	1,0	2,5	4,6

Aus den Tabellen V und VI iſt zunächſt zu erſehen, daß die Dampferſparnis ſtets erheblich größer als die Wärmeerſparnis iſt. Dies erklärt ſich aus der Tatſache, daß 1 kg überhitzter Dampf zu ſeiner Erzeugung eine merklich größere Wärmemenge erfordert als 1 kg geſättigter Dampf, was ſich aus dem Vergleich der Werte Q_a der Tabellen III und IV mit den Werten Q der Tabellen I und II ſofort ergibt. Hieraus folgt aber, daß der geringere Dampfverbrauch einer mit überhitztem Dampf arbeitenden Maſchine an ſich noch kein Beweis für den vorteilhafteren Betrieb iſt; maßgebend kann in dieſer Hinſicht nur der geringere Wärme- bezw. Brennſtoffverbrauch ſein.

Die Verminderung des Dampf- und Wärmeverbrauchs iſt nach den Tabellen V und VI bei höheren Ueberhitzungstemperaturen größer als bei niederen, bei niederen Dampfſpannungen größer als bei höheren und beim Auspuffbetrieb größer als beim Kondenſationsbetrieb. Wichtig iſt vor allen Dingen aber der Umſtand, daß die Verringerung des Wärmeverbrauches, auf den es doch im weſentlichen allein ankommt, bei höheren Spannungen und mäßiger Ueberhitzung faſt gleich Null iſt. Selbſt bei der höchſten üblichen Ueberhitzung auf etwa 350° beträgt die Erſparnis bei Spannungen von 10—12 kg/qcm nur etwa 5% bei Kondenſation und etwa 8% bei Auspuff. Dieſes Ergebnis der Theorie der vollkommenen Dampfmaſchine ſteht indeſſen nicht völlig im Einklang mit den Erfahrungen, die man bezüglich der Wärme- und Brennſtofferſparnis an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ausgeführten Maſchinen mit der Dampfüberhitzung gemacht hat. Selbſt bei mäßiger Ueberhitzung bis zu etwa 250° ſind in Wirklichkeit Wärmeerſparniſſe bis zu 20% und darüber durch Ueberhitzung feſtgeſtellt worden. Dies rührt daher, daß der Dampf- und Wärmeverbrauch der wirklichen Maſchine ſtets größer als der in den Tabellen I—IV angegebene theoretiſche Dampf- und Wärmeverbrauch der vollkommenen Maſchine iſt. Zum theoretiſchen Dampfverbrauch der vollkommenen Maſchine treten bei der wirklichen Maſchine noch Dampfverluſte, von denen der durch den Wärmeaustauſch zwiſchen Dampf und Wandung veranlaßte der bedeutendſte iſt. Durch die Dampfüberhitzung wird nun nicht nur der theoretiſche Dampfverbrauch der vollkommenen Maſchine, ſondern auch der Dampfverluſt der wirklichen Maſchine günſtig beeinflußt, wie dies unter B. ausführlich dargelegt werden wird. Die in den Tabellen I—VI niedergelegten Werte der vollkommenen Maſchine behalten natürlich auch gegenüber den tatſächlichen Verhältniſſen der wirklichen Maſchine ihre Bedeutung, denn ſie ermöglichen in jedem Falle feſtzuſtellen, inwieweit bei der tatſächlichen Verringerung des Dampf- und Wärmeverbrauchs einerſeits eine Verbeſſerung der theoretiſchen Verhältniſſe der vollkommen gedachten Maſchine, anderſeits eine Verminderung des Dampfverluſtes der wirklichen Maſchine mitgewirkt hat.

B. Die Dampf- und Wärmeverluſte.

Die Wandung des Dampfzylinders nimmt beim Beharrungszuſtande der Maſchine eine nahezu konſtante Temperatur an, die zwiſchen der Temperatur des Einlaßdampfes und derjenigen des Auslaßdampfes liegt. Der Füllungsdampf trifft daher im Zylinder auf Flächen mit geringerer Temperatur, ſo daß Wärme vom Dampf auf die Wandung übertritt. Handelt es ſich um geſättigten Dampf, ſo iſt mit dieſem Vorgange notwendigerweiſe eine Kondenſation verbunden. Die Waſſerbildung dauert auch im erſten Teile der Expanſion an. Erſt gegen Hubende, wenn infolge der Expanſion Druck und Temperatur des Arbeitsdampfes entſprechend weit geſunken ſind, kann von der jetzt heißeren Wandung Wärme an den Dampf zurückgegeben und das niedergeſchlagene Waſſer teilweiſe wieder verdampft werden. Man nennt die Waſſerbildung im erſten Hubteil die Anfangs- oder Eintrittskondenſation und das Wiederverdampfen des Waſſers im Zylinder das Nachdampfen. Ein nennenswerter Nutzen iſt mit dem Nachdampfen am Hubende nicht verbunden, denn die geringe Erhöhung des Druckes gegenüber einer Expanſion ohne Nachdampfen iſt belanglos. Der durch die Eintrittskondenſation veranlaßte Wärmeverluſt erfährt alſo keine bemerkenswerte Einſchränkung. Wohl aber kann das Nachdampfen erheblich nachteilig wirken, wenn es vorwiegend während des nächſten Hubes, alſo während des Auslaſſes, erfolgt. Nicht allein, daß infolge der beim Auslaß bedeutenden Temperaturdifferenz zwiſchen Wandung und Dampf der Wärmeübergang an den Auslaßdampf bedeutend iſt, es wird auch durch das Nachdampfen der Gegendruck im Zylinder erhöht. Dieſer Nachteil kann beſonders empfindlich bei Kondenſationsdampfmaſchinen auftreten, indem das Vakuum im Zylinder gegenüber dem Vakuum im Kondenſator durch das Nachdampfen beträchtlich verſchlechtert wird. — Zur Verringerung dieſer Dampf- und Wärmeverluſte kommen beim geſättigten Dampfe hauptſächlich zwei Hilfsmittel zur Anwendung:

1. Die Heizung des Zylinders durch einen Dampfmantel (ſ. Bd. 2, S. 596);
2. die Verbundwirkung, d. h. die nacheinander erfolgende Expanſion ein und derſelben Dampfmenge in mehreren Zylindern (ſ. Bd. 2, S. 603, unter b, Mehrfachexpanſionsmaſchinen).

Durch die Mantelheizung wird die Temperatur der Zylinderwandung erhöht, die Temperaturdifferenz zwiſchen Eintrittsdampf und Wandung vermindert und die Zeit bis zum Eintritt der Temperaturgleichheit entſprechend abgekürzt. Die Eintrittskondenſation wird daher durch den Dampfmantel tatſächlich verkleinert, doch ſteht dem ein gewiſſer Dampfverbrauch der Mantelheizung gegenüber. Ein Gewinn iſt nur dann vorhanden, wenn die Verminderung der Eintrittskondenſation größer als der Verbrauch an Dampf im Mantel iſt, was nicht unter allen Umſtänden zuzutreffen braucht; im allgemeinen iſt aber der Dampfmantel bei geſättigtem Dampf nützlich.

Auch die Verbundwirkung bezweckt im weſentlichen eine Verringerung der Eintrittskondenſation, indem durch die mehrmalige Expanſion in getrennten Räumen für jeden einzelnen Zylinder ein geringeres Temperaturgefälle des Arbeitsdampfes und damit auch eine geringere Temperaturdifferenz zwiſchen Eintrittsdampf und Wandung erreicht wird. Obwohl durch die Hinzufügung eines oder mehrerer Zylinder die geſamte Abkühlungsfläche der Verbundmaſchine gegenüber der gleich ſtarken Einzylindermaſchine erheblich vergrößert wird, fallen die Abkühlungsverluſte infolge der erwähnten günſtigeren Temperaturverhältniſſe der Verbundmaſchine doch erfahrungsmäßig erheblich geringer aus.

Ein drittes Hilfsmittel zur Verringerung der Eintrittskondenſation iſt nun der Dampfmaſchine in der Anwendung überhitzten Dampfes erſtanden. Zwar wird durch die Ueberhitzung die Temperaturdifferenz zwiſchen Eintrittsdampf und Wandung erhöht, trotzdem tritt aber aus folgenden zwei Gründen eine Verminderung der Eintrittskondenſation ein:

1. Der überhitzte Dampf iſt ein erheblich ſchlechterer Wärmeleiter als geſättigter Dampf. Der überhitzte Dampf gibt daher in ſich die Wärme ſchwer weiter; aber auch der Widerſtand beim Uebergang der Wärme vom überhitzten Dampf auf die Wandung des Zylinders iſt beträchtlich größer als beim geſättigten Dampf. Der überhitzte Dampf iſt deshalb auch zu Heizzwecken nicht gut geeignet.
2. Der überhitzte Dampf kann eine gewiſſe Wärmemenge, die Ueberhitzungswärme $c_p (T_a - T_s)$ (ſ. Gl. 14., S. 7), abgeben, ohne zu kondenſieren. Durch die Wärmeentziehung ſeitens der Wandung wird der überhitzte Füllungsdampf zwar abgekühlt, ſeine Temperatur wird ſich vermindern, doch wird er nicht kondenſieren, ſofern nur die Ueberhitzung eine ausreichend hohe iſt. Die Waſſerbildung während der Füllung läßt ſich demnach vollſtändig beſeitigen. Während der folgenden Expanſion iſt dies nicht ganz zu erreichen. Schon in der vollkommenen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maſchine tritt nach der vorher unter A. entwickelten Theorie während der Expanſion des überhitzten Dampfes der Sättigungszuſtand durch Arbeitsleiſtung ein (Punkt *g* in Fig. 1). Infolge der Wärmeabgabe an die Wandung wird in der wirklichen Maſchine der Sättigungszuſtand natürlich entſprechend früher als nach dem theoretiſchen Diagramm Fig. 1 eintreten müſſen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß ſelbſt bei verhältnismäßig hoher Ueberhitzung aber kleiner Füllung der Sättigungspunkt gleich am Anfang der Expanſion eintritt. Nur bei hoher Ueberhitzung und großer Füllung wird der Sättigungspunkt erſt in der zweiten Hubhälfte erreicht. Aber auch bei frühzeitig eintretendem Sättigungszuſtand wird die Waſſerbildung im Zylinder nur klein ſein, weil ſehr bald Gleichheit von Dampf- und Wandungstemperatur erreicht wird. Mit der Verminderung der Niederſchläge verkleinert ſich auch in entſprechender Weiſe der ſchädliche Einfluß des Nachdampfens. Nur hierdurch kann die oft durch Verſuche feſtgeſtellte bedeutende Verminderung des Wärmeverbrauches der Heißdampfmaſchine gegenüber der Sattdampfmaſchine erklärt werden. Anderſeits muß daraus aber auch gefolgert werden, daß die Erſparniſſe, die durch Anwendung von Heißdampf erreicht werden können, um ſo kleiner ausfallen werden, je geringer die Wärmeverluſte der betreffenden Sattdampfmaſchine ſind, d. h. je vollkommener dieſelbe gebaut iſt. Bei einer mit hochgeſpanntem Dampf arbeitenden, vorzüglich konſtruierten, ſorgfältig ausgeführten und gewarteten Dreifachexpanſionsdampfmaſchine iſt daher bei Einführung von Heißdampf auf eine geringere Wärmeerſparnis zu rechnen als bei wenig gut gebauten und weniger gut erhaltenen Einzylindermaſchinen.

C. Bau der Heißdampfmaſchinen.

Die höchſte Ueberhitzung, die eine bisher mit geſättigtem Dampfe geſpeiſte Maſchine gerade noch verträgt, iſt nach Bauart und Betriebszuſtand der Maſchine ſehr verſchieden; es empfiehlt ſich, die Temperatur im Betriebe nur allmählich zu erhöhen, der Maſchine alſo Zeit zum Einlaufen zu laſſen. Maſchinen mit nicht entlaſteter Schiebersteuerung oder mit weichen Stopfbüchſenpackungen vertragen keine nennenswerte Ueberhitzung. Für hohe Ueberhitzung kommen als Steuerorgane nur entlaſtete Ventile oder entlaſtete einfache Kolbenſchieber und für die Stopfbüchſen nur bewegliche Metallpackungen in Frage. Dabei iſt ſowohl bei Ventilen als auch bei Kolbenſchiebern daran zu erinnern, daß eine befriedigende Dichtheit dieſer Organe nur bei beſtimmten Temperaturverhältniſſen möglich iſt. Ventile oder Kolbenſchieber, die bei 350° gut dichten, werden dies bei 150° nicht mehr in gleicher Güte bewirken. Deshalb iſt auch bei der Ausführung vergleichender Verſuche mit Heißdampf und Sattdampf an ein und derſelben Maſchine beſondere Vorſicht nötig, da die Maſchine ohne beſondere Vorbereitung gewöhnlich nur für den einen Betriebsfall den günſtigſten Betriebszuſtand beſitzen kann.

Bei der Formgebung der Schieber und Ventile iſt auf möglichſt gleichmäßige Verteilung des Materials zu achten. Materialanhäufungen in der Form von Rippen, Verſtärkungsringen u. dergl. ſind möglichſt zu vermeiden, da hierdurch infolge ungleichmäßiger Erwärmung leicht Verſpannungen der betreffenden Teile eintreten könnten. Aus demſelben Grunde ſind ineinander gebaute Doppelkolbenſchieber zur Steuerung von Heißdampfmaſchinen nicht zu gebrauchen, da bei denſelben leicht Klemmungen in den Gleitflächen eintreten würden. Man verwendet entweder nur einen einfachen Kolbenſchieber für Ein- und Auslaß oder wie bei der Maſchine Fig. 5—10 zwei für Ein- und Auslaß getrennte einfache Kolbenſchieber oder endlich nach Dörfel zwei nebeneinanderliegende Kolbenſchieber, Fig. 2, von denen der eine (Fig. 2 rechts) als Verteilungsſchieber, der andre (Fig. 2, links) als Expanſionsſchieber dient; der letztere wird durch einen Achſenregler beeinflußt. Der Expanſionsſchieber, Fig. 2, zeigt dort, wo die Rippen an den Mantel anſchließen, Eindrehungen, ſo daß das Hervorquellen des Materials bei der Erwärmung an dieſen Stellen keine Nachteile verurſacht. Auch bei der Formgebung der übrigen Maſchinenteile, insbeſondere des Zylinders, ſind dieſelben Rückſichten auf die Wärmedehnungen zu nehmen.

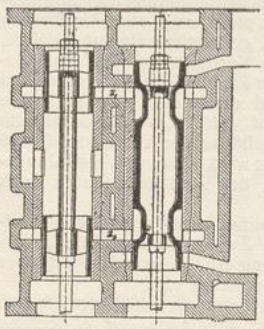


Fig. 2. Kolbenſchiebersteuerung für Heißdampf nach Dörfel.

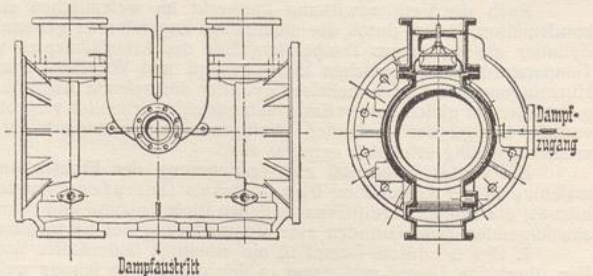


Fig. 3 und 4. Heißdampfzylinder der Aſchersleben er Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft vorm. W. Schmidt & Co.

Die Fig. 3 und 4 zeigen einen Heißdampfzylinder nach der Ausführung der Aſchersleben er Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft vorm. W. Schmidt & Co. (D.R.P.). Um dem Zylinder die erforderliche Ausdehnung zu ermöglichen, ohne daß ſich Nachteile für die Steuerung ergeben, ſind die Einlaßventile in getrennte Käſten eingebaut, die durch ein vom Zylinder unabhängiges federndes Rohr mit der Dampfleitung in Verbindung ſtehen. Die Ventilſitze erhalten eine derartige Form, daß ſie möglichſt allſeitig vom Dampfe umſpült werden (D.R.P.); ſie können daher die gleiche Temperatur wie die Ventile annehmen, ſo daß

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Temperaturänderungen auf die Dichtheit der Ventile einen weniger ungünſtigen Einfluß ausüben. Der Dampfmantel wird bei hoher Ueberhitzung ſtets weggelaſſen, da er hier eher ſchädlich als nützlich iſt. Nur am Nieder- oder Mitteldruckzylinder von Verbundmaſchinen benutzt man den Dampfmantel, wenn eine Zwiſchenüberhitzung des vom Hochdruckzylinder abſtrömenden Dampfes nicht erfolgt.

Die Stopfbüchſen der Kolbenſtange ſind möglichſt weit vom Deckel anzuordnen; man verſenke dieſelben alſo nicht in tiefe oder geheizte Deckel. Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Stopfbüchſe mit beweglicher Metallpackung (D.R.P. Nr. 112020 der Crimmitſchauer Maſchinenfabrik), die ſich für Heißdampf ſehr gut bewährt hat.

Gegen die Grundbüchſe *a* des Stopfbüchſenkörpers *o* wird eine Aſbeſtſcheibe *b* gelegt, die durch das Einſatzrohr *d* dampfdicht angepreßt wird. Dies geſchieht durch Anziehen der im Stopfbüchſenkörper *o* befeſtigten Schrauben *f*, wobei jedoch zwiſchen *d* und den Muttern der Schrauben *f* noch die Ringkammer *e* liegt, die gegen das Einſatzrohr *d* angepreßt wird. Dieſes iſt am inneren Ende ausgedreht; in dieſe Kammer wird ein Ring *c* aus Weißmetall oder Gußeiſen eingeſetzt, der ſich möglichſt dicht gegen die Kolbenſtange legt. Dem Ringe *c* werden dabei radiale Bewegungen geſtattet, falls die Kolbenſtange ſich nicht genau zentral führen ſollte. Während die Aſbeſtſcheibe *b* einen vollſtändigen Dampfabſchluß nach der Außenfläche des Einſatzrohres *d* hin bewirkt, veranlaßt der Ring *c* einen gewiſſen, wenn auch nicht vollſtändigen Dampfabſchluß nach der Innenfläche des Einſatzrohres. Das Einſatzrohr *d* ſelbſt hat den Zweck, den hauptſächlich abdichtenden Teil, das Syſtem der Spannringe, möglichſt weit vom Zylinderdeckel entfernt zu verlegen, wo die Temperatur der einzelnen Teile vom Arbeitsdampf nicht mehr direkt beeinflußt werden kann und infolgedeſſen entſprechend niedrig iſt. Die Ringkammer *e* umſchließt das aus den Ringen *h, i, k* und *l* beſtehende Ringſyſtem. Der äußere Ring *h* legt ſich in einer Kugelfläche gegen die Ringkammer; er hat den Zweck, dem Ringſyſtem eine gewiſſe Beweglichkeit mit der Kolbenſtange gegen die feſtliegende Ringkammer *e* zu ermöglichen. Der Ring *h* iſt daher ebenſo wie der folgende Ring *i* etwas weiter als die Kolbenſtange ausgedreht. Die Dichtung wird von den drei enganliegenden Ringen *k* gebildet. Die Konſtruktion derſelben iſt aus Fig. 6 erſichtlich. Der innere Teil iſt aus Weißmetall oder Gußeiſen und an einer Seite aufgeſchlitzt, um ein dichtes Anpreſſen an die Kolbenſtange zu ermöglichen. Die Schlitzſtellen ſind bei den aufeinander folgenden Ringen verſetzt. Der innere Ring wird von einem äußeren, ebenfalls einſeitig offenen Ringe umſchloſſen, der durch die Schraube *n* unter Mitwirkung zweier Federn zuſammengepreßt wird. Durch eingeſetzte Stifte iſt Sorge getragen, daß ſich der Kernring nicht gegen den äußeren Ring verdrehen kann, ebenſo iſt eine Verdrehung der aufeinander folgenden Ringe gegeneinander verhindert. Das Ringſyſtem wird unter Vermittlung des Druckringes *l* durch die Spannung der Federn *m* zuſammengehalten. Die Anwendung von Federn an dieſer Stelle macht nicht nur die Zuſammenpreſſung der Ringe ganz unabhängig von den Schrauben *f*, es wird auch die Beweglichkeit des ganzen Ringſyſtems erhöht. Da die Ringkammer *e* mit dem Zylinderdeckel feſt verſchraubt wird, ſo iſt es bei den hintereinander liegenden Zylindern von Tandemmaſchinen auch möglich, die durchgehende Kolbenſtange durch ein zweiteiliges Rohr zu ſchützen. Dieſe Verkleidung verhindert nicht nur die Wärmeausſtrahlung der Kolbenſtange, ſie beeinflußt auch die Dampfläſſigkeit. Um noch den Durchgang verſchlichenen Dampfes zwiſchen die Flanſchflächen von *d* und *e* zu verhindern, wird zwiſchen dieſe Teile einerſeits und dem Stopfbüchſenkörper *o* anderſeits ein kupferner Dichtungsring *g* eingelegt, der durch die Schrauben *f* mit angezogen wird.

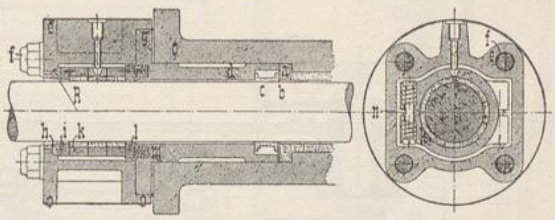


Fig. 5 und 6. Stopfbüchſe mit beweglicher Metallpackung für Heißdampf von der Crimmitſchauer Maſchinenfabrik.

Beſondere Rückſicht verlangt auch die Konſtruktion des Dampfkolbens. W. Schmidt, dem es zuerſt gelang, betriebsfähige Heißdampfmaſchinen für 350—400° zu bauen, wandte dabei einen einfach wirkenden Tauchkolben nach Art der Gasmotoren an. Die Fig. 7—10 (S. 12) geben eine zweizylindrige, einfach wirkende Heißdampfmaſchine Schmidtſcher Bauart nach der Ausführung von J. E. Chriſtopf in Niesky wieder. Um die Kolbenringe der Einwirkung der größten Hitze zu entziehen, iſt der Kolben entſprechend weit verlängert. Bei einfach wirkender Bauart kommt auch die Stopfbüchſe der Kolbenſtange in Wegfall. — Es iſt *a* die Dampfzuleitung, *b* das Abſperrventil, *c* ein Thermometer, *d* der Einlaßſchieber für beide Zylinder, e_1 der Dampfkanal für Zylinder I, e_2 der Dampfkanal für Zylinder II, *f* der Auslaßſchieber für beide Zylinder, *g* die Dampfableitung.

Eine einfach wirkende Verbundheißdampfmaſchine Schmidtſcher Bauart, ausgeführt von der Aſchersleben er Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft, zeigen die Fig. 11—15 (S. 13). Es iſt *H* der Hochdruckzylinder, *R* der Aufnehmer, *N* der Niederdruckzylinder, *a* Abſperrventil, *b* Steuereinlaßventil von *H*, *c* Auslaßventil von *H*, *d* Einlaßventil von *N* und *e* Auslaßventil von *N*. Die Wirkungsweiſe dieſer eigentümlichen Maſchine iſt folgende:

Erſter Hub. Der Heißdampf tritt durch das Abſperrventil *a* und das Einlaßventil *b* in den Hochdruckzylinder ein; es findet Füllung und Expanſion ſtatt. Kurz vor dem Hubwechſel wird durch Oeffnung des Auslaßventils *c* die Vorausſtrömung eingeleitet, ſo daß ſich die Spannung im Hochdruckzylinder mit der Aufnehmerſpannung ausgleichen kann (obere Linie des Hochdruckdiagramms, Fig. 16, S. 14).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zweiter Hub. Der Kolben bewegt ſich zurück und drückt den Dampf durch das Ventil *c* aus *H* in den Aufnehmer *R*. Das Einlaßventil *d* für den Niederdruckzylinder *N*, der durch den ringförmigen Raum zwiſchen großen und kleinen Kolben gebildet wird, bleibt bei dieſem Hube geſchloſſen. Da ſich das Dampfvolumen während dieſes Vorganges vergrößert, muß die Spannung abnehmen. Kurz vor dem Hubwechſel wird das Auslaßventil *c* im Hochdruckzylinder geſchloſſen, um Kompreſſionsdampf für den letzteren zurückzubehalten. Das

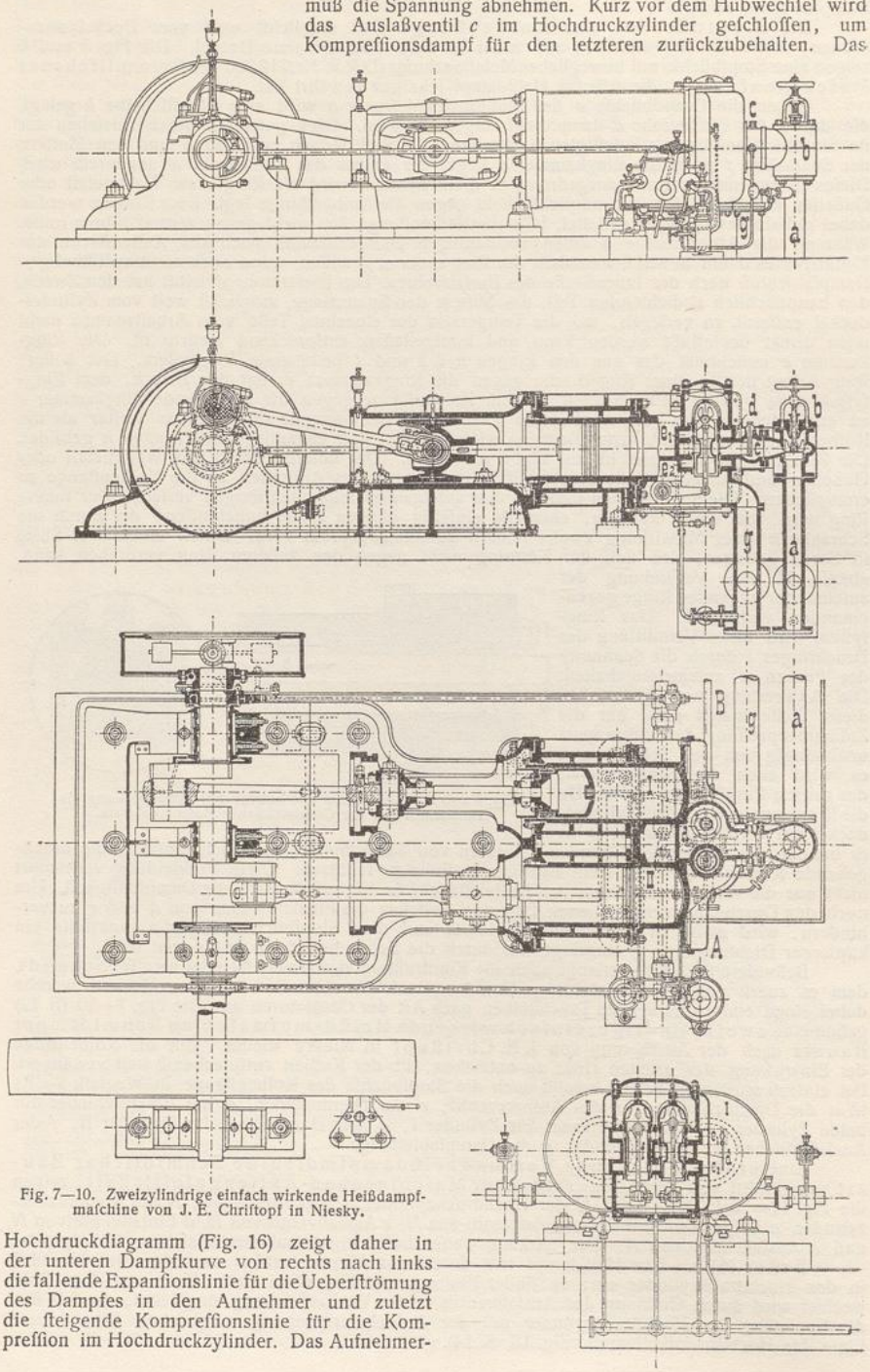


Fig. 7—10. Zweizylindrige einfach wirkende Heißdampfmaſchine von J. E. Chriſtopf in Niesky.

Hochdruckdiagramm (Fig. 16) zeigt daher in der unteren Dampfkurve von rechts nach links die fallende Expanſionslinie für die Ueberſtrömung des Dampfes in den Aufnehmer und zuletzt die ſteigende Kompreſſionslinie für die Kompreſſion im Hochdruckzylinder. Das Aufnehmer-

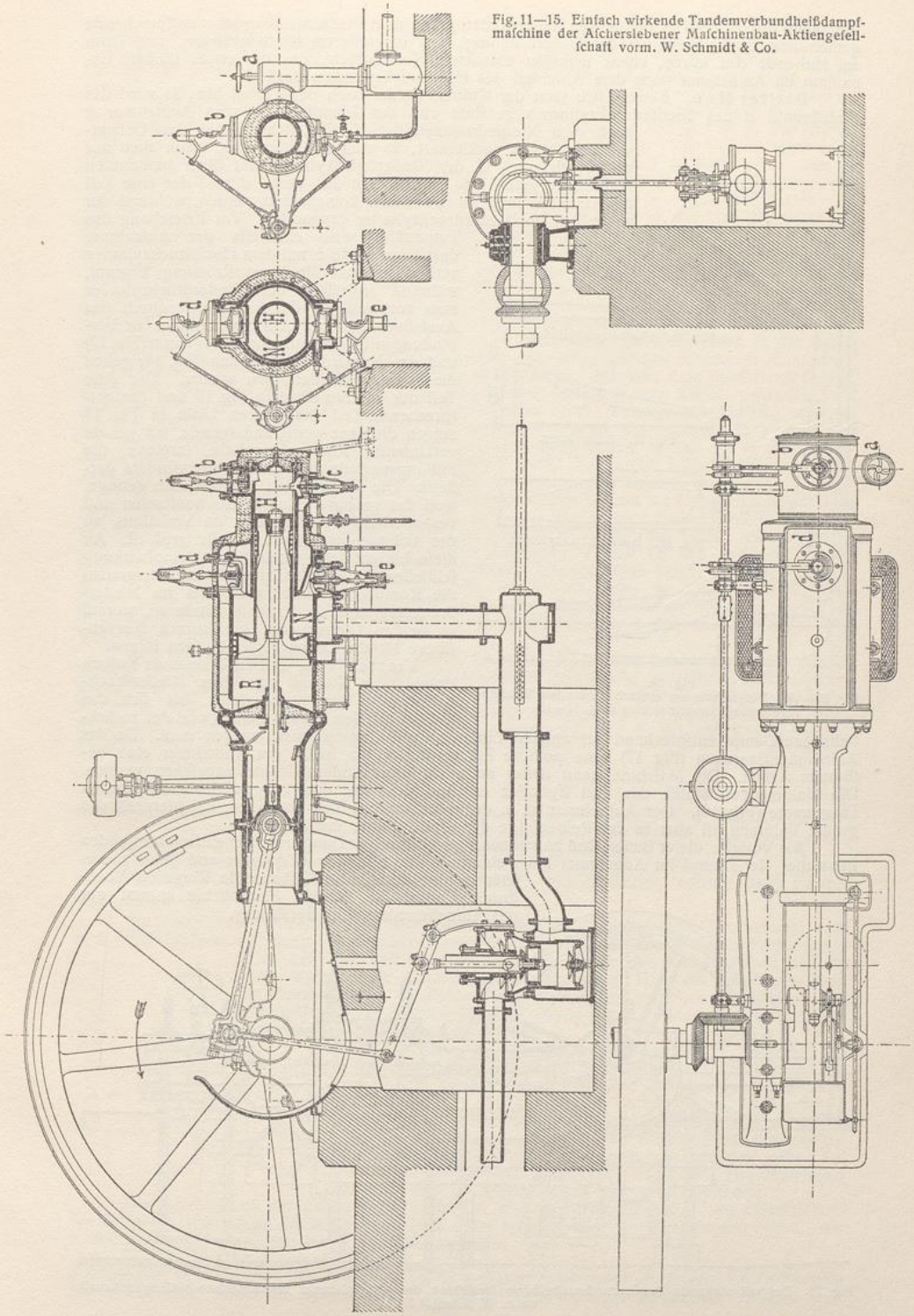


Fig. 11—15. Einfach wirkende Tandemverbundheißdampfmaſchine der Aſchersleben er Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft vorm. W. Schmidt & Co.

diagramm Fig. 17 zeigt in der oberen Linie wiederum die dem Hochdruckdiagramm entſprechende gemeinſame Expanſionskurve der Ueberſtrömung, nur in größerem Kräftemaßſtabe, und dann am Hubende das kurze, etwas ſchneller abfallende Kurvenſtück, das die etwas ſtärkere Expanſion im Aufnehmer nach dem Abſchluß des Hochdruckzylinders darſtellt.

Dritter Hub. Bewegt ſich jetzt der Kolben wieder nach der Kurbel hin, ſo wird das Einlaßventil *d* des Niederdruckzylinders geöffnet und der Dampf ſtrömt vom Aufnehmer *R* nach dem Niederdruckzylinder *N*. Da ſich hierbei das Geſamtvolumen etwas verkleinert, ſo muß die Spannung, wenn auch nur wenig, ſteigen. Iſt der Niederdruckzylinder auf einer beſtimmten Hubſtrecke gefüllt, ſo ſchließt ſich das Ventil *d* und der eine Teil des Dampfes muß im Aufnehmer komprimiert werden, während der andre Teil im Niederdruckzylinder expandiert. Vor Erreichung des Totpunktes wird einerſeits der Aufnehmer durch das Ventil *b* mit dem Hochdruckzylinder verbunden, wo die Vorausſtrömung beginnt, während anderſeits der Niederdruckzylinder zum rechtzeitigen Druckausgleich durch das Auslaßventil *e* mit dem Kondenſator in Verbindung tritt. Das Aufnehmerdiagramm (Fig. 17) und das Niederdruckdiagramm (Fig. 18) geben die Spannungsänderungen wieder. Der erſte Teil der unteren Linie in Fig. 17 und der entſprechende Teil der oberen Linie in Fig. 18 zeigen die ganz wenig anſteigende, faſt gerade verlaufende Kompreſſionslinie, welche die Füllungsperiode des Niederdruckzylinders darſtellt. Die Kompreſſion iſt nur eine geringe, weil das geſamte Volumen des konſtanten und veränderlichen Aufnehmers im Verhältnis zu der Volumenverminderung ſehr groß iſt. An dieſe Linien der gemeinſamen Dampfwirkung ſchließen ſich einerſeits im Aufnehmerdiagramm die Kompreſſionslinie, anderſeits im Niederdruckdiagramm die Expanſionslinie an, worauf in beiden Diagrammen die kurzen Kurvenſtücke für die Druckausgleichungen folgen.

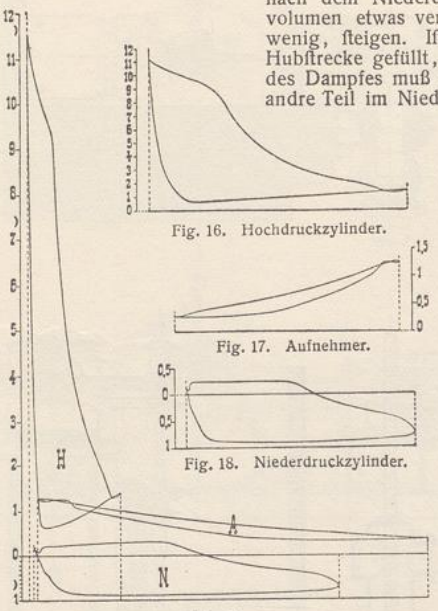


Fig. 16. Hochdruckzylinder.

Fig. 17. Aufnehmer.

Fig. 18. Niederdruckzylinder.

Fig. 19.

Fig. 16—19. Diagramme zur einfach wirkenden Tandemverbundheißdampfmaſchine (Fig. 11—15).

Vierter Hub. Der zurückeilende Kolben drückt den Dampf aus dem Niederdruckzylinder in den Kondenſator, bis ſich das Ventil *e* für den Auslaß ſchließt und der zurückbehaltene Dampf entſprechend der unteren Linie in Fig. 18 komprimiert werden muß. Da das Aufnehmerdiagramm (Fig. 17) eine poſitive Fläche liefert, ſo leiſtet der Aufnehmer eine beſtimmte Arbeit. Die Maſchine kann daher auch als Dreizylindermaſchine angeſehen werden. Die Volumenverhältniſſe der drei Zylinder ergeben ſich aus den Längen der rankiniſierten Diagramme (Fig. 19). Der Aufnehmer, d. h. der veränderliche Teil desſelben, hat hiernach das größte Volumen, iſt aber in der Reihenfolge der drei Zylinder der zweite.

Als Vorteile dieſer Bauart ſind zu nennen: gleichförmiger Gang trotz der einfach wirkenden Bauweiſe; der Dampf im Aufnehmer heizt einerſeits den Niederdruckzylinder und kühlt anderſeits infolge des hohlen Kolbens die Ringe im Hochdruckzylinder; die einzige Stopfbüchſe kommt nur mit Aufnehmerdampf in Berührung.

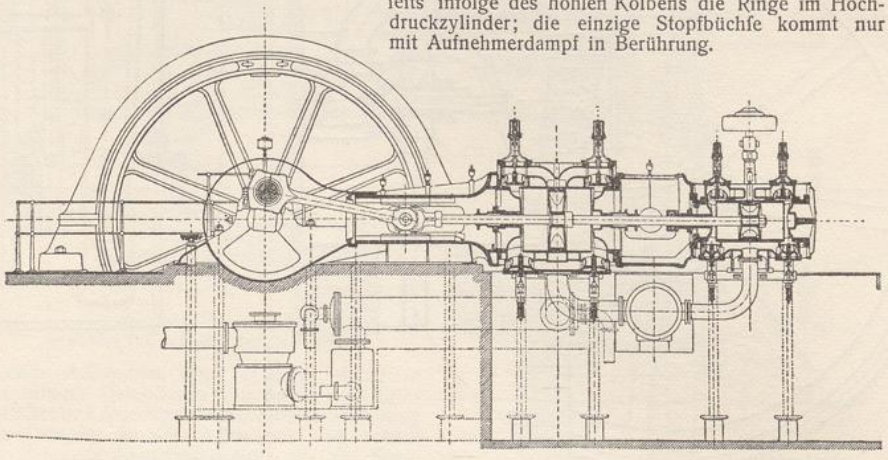


Fig. 20. Doppelt wirkende Tandemverbundheißdampfmaſchine der Aſchersleben er Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft vorm. W. Schmidt & Co.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Nachteile der einfach wirkenden Bauart (vgl. Bd. 2, S. 597, unter A) der Heißdampfmaſchine führten ſehr bald dazu, auch die doppelt wirkende Bauart für hohe Ueberhitzung zu erproben; es zeigte ſich, daß mit geringen Abänderungen (längerer Kolben u. ſ. w.) die doppelt wirkende Maſchine ſehr gut auch für die höchſten üblichen Temperaturen (350°) brauchbar iſt. Sehr beliebt iſt hierbei die liegende Tandemmaſchine (Fig. 20) geworden.

Erwähnt ſei hier noch die von W. Schmidt für doppelt wirkende Maſchinen angegebene Füllungsüberhitzung. Für die Erhaltung guter Gleitflächen im Zylinder iſt es wünſchenswert, daß die Kolbenringe möglichſt in der Sättigungszone arbeiten. Der Kolben wäre demnach nach beiden Seiten über die Kolbenringe hinaus genügend weit zu verlängern. Nun iſt aber der Eintritt der Sättigung im Zylinder bei gleicher Anfangsſpannung und Anfangstemperatur abhängig von der Füllung. Die Sättigung tritt um ſo ſpäter ein, je größer die Füllung iſt. Bei ſehr großen Füllungen würden demnach die Kolbenringe noch in der Ueberhitzungszone arbeiten müſſen. Um dies zu verhindern, müßte man die Ueberhitzungstemperatur erniedrigen. Nach dem Prinzip der Füllungsüberhitzung ſoll nun die Regelung der Anfangstemperatur im Verhältnis zur Füllung ſtets ſo erfolgen, daß der Sättigungszuſtand immer möglichſt an derſelben Stelle eintritt, ſo daß die Sättigungszone ihre Größe nahezu behält. Bei ſehr kleinen Füllungen bis 15 und 20% kann nach den gemachten Erfahrungen die volle Ueberhitzung von rund 350° C. angewandt werden. Steigt die Füllung, ſo muß die Ueberhitzungstemperatur erniedrigt werden, was in ſehr verſchiedener Weiſe erfolgen kann. Die Temperatur am Keſſel wird in der Regel möglichſt in gleicher Höhe von 350—380° gehalten. Bei einzylindrigen Maſchinen iſt es dann am einfachſten, die Eintrittstemperatur dadurch herabzuſetzen, daß man dem überhitzten Dampf geſättigten zumiſcht. Zu dieſem Zwecke iſt eine direkte Zuleitung vom Keſſel vorhanden, die durch ein vom Regler beherrſchtes Ventil abgeſchloſſen wird. Solange die Füllung weniger als 20% beträgt, wird nur überhitzter Dampf verwendet. Steigt die Füllung, ſo beginnt der ſich herabſenkende Regler das Ventil der Naßdampfleitung zu öffnen, ſo daß um ſo mehr Kühldampf zum Heißdampf tritt, je größer die Füllung wird. Bei tiefſter Lage des Reglers wird dann zur einen Hälfte mit Heißdampf, zur andern mit geſättigtem Dampfe gearbeitet.

Bei Verbundmaſchinen verwendet man die überſchüſſige Wärme zur Ueberhitzung des Aufnehmerdampfes. In die Hauptdampfleitung iſt eine vom Regler beeinflußte Droſſelklappe eingeſchaltet. Bei kleinen Füllungen iſt dieſelbe ganz geöffnet, ſo daß der Dampf unmittelbar in den Hochdruckzylinder einſtrömt, bei größeren Füllungen ſchließt ſie ſich und zwingt den Dampf, ein Abzweigerohr zu paſſieren, das zu einem Heizrohrſyſtem führt, das in den Aufnehmer eingebaut iſt. Je größer die Füllung iſt, um ſo mehr muß der Dampf dieſes Rohrſyſtem paſſieren und ſeine Ueberhitzungswärme an den Aufnehmerdampf abgeben, bevor er in den Hochdruckzylinder eintreten kann. Dieſe Ausführungsart beſitzt demnach noch den Vorteil einer Zwiſchenüberhitzung.

Literatur: [1] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, Bd. 2: Die Lehre von den Dämpfen, Leipzig 1901. — [2] Hrabák, J., Theorie und praktiſche Berechnung der Heißdampfmaſchinen, Berlin 1904. — [3] Herre, O., Anwendung des überhitzten Dampfes im Dampfmaſchinenbetriebe, Mittweida 1899. — [4] Schenkel, Der überhitzte Dampf, Wien 1897. — [5] Mollier, R., Ueber die Beurteilung der Dampfmaſchine, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 685; vgl. a. die Literaturangaben unter Dampfmaſchinen, Bd. 2, S. 609 u. 610. *O. Herre.*

Heißlaufen, ſ. Warmlaufen.

Heißluftmaſchinen (kaloriſche Maſchinen, Luftexpanſionsmaſchinen, Heißluft-, Luftmotoren) dienen dazu, die Spannung erwärmter Luft arbeitsverrichtend nutzbar zu machen. Dadurch, daß geſpannte Luft in einen Zylinder tritt und ſich ausdehnt, treibt ſie einen Kolben arbeitsverrichtend vor ſich her. — Man unterſcheidet geſchloſſene, offene und Feuerluftmaſchinen.

Geſchloſſene Maſchinen. Bei jedem Doppelhub, während jeder Umdrehung, wird eine abgeſchloſſene Luftmenge abwechſelnd erwärmt und abgekühlt: in der Erwärmungsperiode dehnt ſich die Luft aus und überträgt durch den Kolben Arbeit auf die Welle, während der Abkühlungszeit wird ſie mit Hilfe der lebendigen Kraft des Schwungrades verdichtet. Der Unterſchied zwiſchen Expanſions- und Kompreſſionsarbeit iſt die indizierte Leiſtung der Maſchine. Die geſchloſſenen Maſchinen bedürfen des Kühlwaſſers.

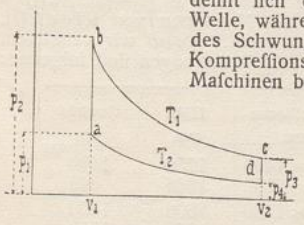


Fig. 1.

Offene Maſchinen werden bei jeder Umdrehung mit einer neuen Menge erhitzter Luft gefüllt und ſtoßen dieſelbe aus, ſobald ſie ihre Arbeit verrichtet hat. Sie gebrauchen alſo kein Kühlwaſſer, dafür aber eine Luftpumpe.

Feuerluftmaſchinen ſind offene Maſchinen, bei denen die Verbrennung nicht in einer offenen Feuerung, ſondern in einem luftdicht abgeſchloſſenen Raume vor ſich geht. An Stelle der Betriebsluft treten die Feuergaſe. Die Maſchinen beſtehen alſo aus Pumpe, Ofen und Arbeitszylinder.

Die geſchloſſene Heißluftmaſchine entſpricht alſo der Dampfmaſchine mit Oberflächenkondenſation, die offene der Auspuffmaſchine. Der erſteren liegt der Kreisprozeß Fig. 1, der letzteren derjenige, welchen Fig. 2 darſtellt, zugrunde.

Fig. 1: Die Luftmenge v_1 wird bei konſtantem Volumen von der Spannung p_1 bis zur Spannung p_2 erwärmt ($a\,b$) und dehnt ſich bei fortgeſetzter Erwärmung arbeitsverrichtend iſotherm bis v_2 aus ($b\,c$), wobei die Spannung auf p_3 ſinkt. Dann wird bei konſtantem Volumen und

bei bis p_4 ſinkender Spannung abgekühlt ($c\,d$) und endlich die Luft bei fortdauernder Abkühlung arbeitsverbrauchend bis zum Anfangszuſtande verdichtet ($d\,a$).

Fig. 2: Die Luftmenge v_1 wird bei konſtanter Spannung (naturgemäß 1 Atmoſphäre) angeſaugt ($a\,b$), dann adiabatiſch verdichtet ($b\,c$) und in einen Erhitzer oder geſchloſſenen Ofen gedrückt ($c\,d$). Hier, bei konſtanter Spannung erhitzt, ſtrömt ſie in den Arbeitszylinder ($d\,e$), dehnt ſich arbeitsverrichtend adiabatiſch aus ($e\,f$) und wird endlich bei konſtanter Spannung ausgetrieben ($f\,a$). Diagramm $a\,d\,e\,f\,a$ des Arbeitszylinders weniger Diagramm $a\,b\,c\,d$ des Pumpenzylinders gibt die gewonnene Arbeitsmenge (Diagramm $b\,c\,e\,f$) an. Die für dieſen Fall geltenden Gleichungen ſind folgende [1]:

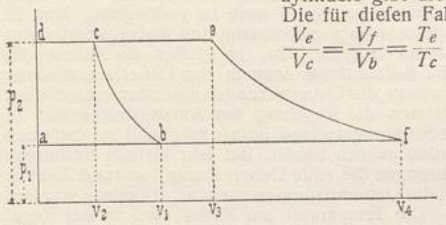


Fig. 2.

$$\frac{V_e}{V_c}=\frac{V_f}{V_b}=\frac{T_e}{T_c}=\frac{T_f}{T_b},\quad \frac{T_c}{T_b}=\frac{T_e}{T_f}=\left(\frac{V_b}{V_c}\right)^{k-1}=\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\text{ und}$$

$$L=\frac{1}{A}\cdot G\cdot c_p\,(t_e-t_c-t_f+t_b)\text{ und}$$

$$\eta=\frac{A\cdot L}{Q_{ce}}=1-\frac{T_f}{T_e},$$

worin die beigefügten Indizes die Punkte des Kreisprozeſſes in Fig. 2, L die von der bei ce zugeführten Wärme Q_{ce} geleiſtete Arbeit und η den thermiſchen Wirkungsgrad bei dieſem Kreisprozeß bedeutet.

Selbſtverſtändlich werden in ausgeführten Maſchinen dieſe Prozeſſe nicht ſtreng, ſondern nur annähernd durchgeführt. Geſchloſſene Maſchinen finden ſich in dreierlei Ausführung:

1. Als zweizylindrige Verdrängermaſchinen (Fig. 3). Die Erwärmung und Abkühlung der Luft geſchieht in dem langen Verdrängerzylinder, in welchem ein ſogenannter

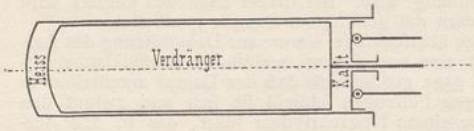


Fig. 4.

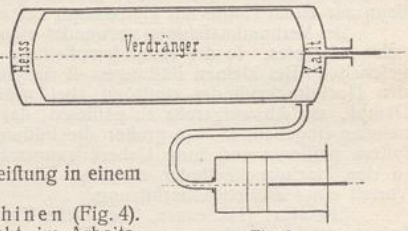


Fig. 3.

Verdränger die Luft hin und her ſchiebt, die Arbeitsleiſtung in einem kleineren, einfach wirkenden Arbeitszylinder.

2. Als einzylindrige Verdrängermaſchinen (Fig. 4). Die Erwärmung und Abkühlung der Luft geſchieht im Arbeitszylinder ſelbſt; der Boden des kalten Raumes wird vom Arbeitskolben gebildet, die Kolbenſtange des Verdrängers geht durch den Arbeitskolben in einer Stopfbüchſe, letzterer iſt durch zwei ſymmetriſch eingreifende Stangen mit der Welle verbunden.

3. Als Kolbenmaſchinen (Fig. 5). Die Erwärmung der Luft wird in einem geheizten, die Abkühlung in einem gekühlten Zylinder bewirkt, beide ſind in ununterbrochener Verbindung. Die Kolben ſind ſo geſteuert, daß die Luft abwechſelnd aus einem in den andern Zylinder übertritt; befindet ſie ſich im heißen, ſo iſt die Spannung hoch, befindet ſie ſich im kalten, ſo iſt die Spannung niedrig. Der Unterſchied der beiden Indikatordiagramme gibt die indizierte Leiſtung an; er entſteht dadurch, daß bei hoher Spannung der Kolben des heißen Zylinders ſich ſchnell, der des kalten ſich langſam bewegt, bei niedriger Spannung die Bewegungsverhältniſſe entgegengeſetzt ſind. Beide Indikatordiagramme haben alſo dieſelben Ordinaten, doch gehören dieſe zu verſchiedenen Abſziſſen.

Geſchloſſene Heißluftmaſchinen ſind am häufigſten erfolgreich ausgeführt, die offenen ſind nie über den Verſuch hinausgekommen, Feuerluftmaſchinen jedoch trotz der größeren praktiſchen Schwierigkeiten, welche die Feuergaſe als Betriebsflüſſigkeit bedingen, mehrfach brauchbar geworden. Näheres über die Theorie dieſer Maſchine findet ſich in [2]—[6], [8], [10].

In der Zeitſchrift des Vereins deutſcher Ingenieure ſind die Maſchinen von Rider [7], Lehmann [9] und Bénier [11], [12] beſchrieben (mit Abbildungen), worauf wir verweiſen. Die Maſchine von Buſchbaum findet ſich in [1] dargeſtellt. Die Abmeſſungen ſind folgende:

Gattung	Benennung nach Pferdeſtärken	Umdrehungszahl	Grundfläche mm	Höhe mm	Gewicht kg
Lehmann	½	110	1250 × 1400	1750	1400
Rider	½	120	770 × 915	1885	600
Lehmann	1	100	1300 × 1500	2000	1850
Rider	1	100	850 × 1400	1075	1350
Buſchbaum	1		1100 × 1100	2200	
Lehmann	2	100	1800 × 2100	2700	2900
Buſchbaum	2		1380 × 1380	2600	
Bénier	4	120	1200 × 2600	2100	2400
Bénier	6	110	1300 × 2900	2300	3000
Bénier	12	100	1500 × 3300	2700	4500
Bénier	20	90	1700 × 3600	3000	6000

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Den Brennſtoffverbrauch älterer Lehmannſcher Maſchinen liegender Anordnung fanden Brauer und Slaby zu 4—7 kg Zwickauer Steinkohlen für die Pferdeſtunde, doch gebrauchten dieſe Maſchinen mit aufgemauertem Ofen viel Brennſtoff zum Anheizen. Nach Verſuchen von Schöttler gebrauchte eine 2—3pferdige Rider-Maſchine 11—12 kg böhmiſche Braunkohlen oder halb ſo viel Gaskoks, nach Verſuchen von Slaby eine 4pferdige Bénier-Maſchine 2,4 kg Koks für die Pferdeſtunde. Bei den größeren Ausführungen letzteren Syſtems ſoll der Koksverbrauch bis auf 1 kg ſinken.

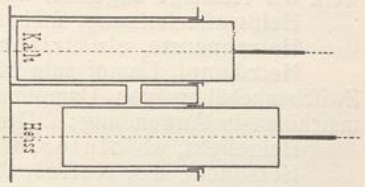


Fig. 5.

Grundſätzlich kann Luft zum Betriebe von Kraftmaſchinen nicht vorteilhafter ſein als Dampf. Da für große Arbeitsleiſtungen die Abmeſſungen der Heißluftmaſchinen ungeheuerlich werden, ſo führt man ſie nur bis zur Stärke weniger Pferde aus. Für den Kleinbetrieb haben ſie ſich da und dort gut bewährt. So baut z. B. die Firma Zenker & Quabis in Breslau kleine ſtationäre und fahrbare Heißluftpumpmaſchinen zur Waſſerverſorgung für verſchiedene Zwecke. Die Leiſtungen, Ausführungen und Preiſe der Maſchinen dieſer Firma ſind aus der nachfolgenden Tabelle zu erſehen.

Größenbezeichnung	2	3	4	5	6	7	8	9	
Waſſerleiſtung pro Stunde bei 25 m Förderhöhe	1300	2200	3000	4300	5500	8500	12000	15000	l
Waſſerleiſtung pro Stunde bei 7 m Förderhöhe	2500	4500	6300	8500	12000	15000	22000	35000	l
Fußbodenraum Länge	640	820	860	1060	1160	1350	1400	1400	mm
Fußbodenraum Breite	390	620	620	650	725	780	820	820	mm
Höhe einſchließlich Schwungrad	1065	1560	1630	1820	1900	1900	2200	2400	mm
Innerer Durchmeſſer der Saugrohre	32	35	40	45	52	65	76	88	mm
Innerer Durchmeſſer der Druckrohre	32	35	40	45	52	65	76	88	mm
Verbrauch an Koks in 10 Stunden ca.	15	20	25	30	35	40	50	75	kg
Preis der vollſtändigen Maſchine	600	750	850	1050	1250	1450	1750	1950	*M.*
Gewicht der vollſtändigen Maſchine	365	630	730	945	1225	1475	1935	2088	kg
Preis des Saugekorbes mit Fußventil	8	10	10	12	15	20	25	28	*M.*

Die reine Nutzleiſtung in gehobenem Waſſer berechnet ſich danach für die kleinſte und größte Nummer zu 0,067 bis 1,5 PS. Als Hauptvorzüge ihrer Maſchinen gibt die vorgenannte Firma folgendes an: Keine Konzeſſion erforderlich, an jedem Orte aufſtellbar, ſehr geringer Raumbedarf. Außerordentliche Einfachheit und Solidität. Leichtverſtändlich und zugängig in allen Teilen. Keine Exploſionsgefahr. Vollkommene Betriebsſicherheit. Feuerung wie bei gewöhnlichen Stubenöfen. Jederzeit betriebsfertig nach kurzem Anheizen. Größte Dauerhaftigkeit. Gleichmäßiges ruhiges Arbeiten. Billigſter Motor in Anſchaffung und Unterhaltung. Bedienung kann von jeder beliebigen Perſon nebenbei erfolgen, alſo kein gelernter Maſchiniſt nötig.

Weiter werden Heißluftmaſchinen für kleine Leiſtungen, Laboratoriumszwecke u. ſ. w. gebaut von der Aerogengas-Geſellſchaft m. b. H. in Hannover. Zu erwähnen ſind ferner die neueren Patentſchriften über offene Heißluftmaſchinen Nr. 123039 von v. Knorring und Nadrowski in Dresden; Nr. 152957 von Godoy in Granada, und von geſchloſſenen Heißluftmaſchinen Nr. 113750 von Lindh in Stockholm; Nr. 114346 und Nr. 136257 von E. Fränkel in Guben; Nr. 131434 von Eiſenhuth in New York; Nr. 137320 von Siemens & Halske in Berlin.

Als rotierende Maſchinen haben die Heißluftmaſchinen und Heißluftdampfmaſchinen eine große Zukunft in Geſtalt der Gasturbinen, welche durch geſpannte heiße Luft allein oder Gemiſche derſelben mit Waſſerdampf und Heizgaſen getrieben werden. Praktiſche Ausführungen haben dieſe Gasturbinen noch nicht erhalten; in zahlreichen Patentſchriften dagegen ſind verſchiedene Konſtruktionen beſchrieben, ſo von Lemale in Paris in Nr. 138407, von Veith in Zürich in Nr. 152448 und von C. Semmler in Dortmund in Patentſchrift Nr. 163843. Ueber die Theorie der Gasturbinen ſ. [16]. Näheres über Detailkonſtruktionen u. ſ. w. in [1]—[15].

Literatur: [1] Hüttentaſchenbuch, 18. Aufl., 1902, Bd. 1, S. 295. — [2] Bork, Die Kraftmaſchinen für das Kleingewerbe, Berlin 1880. — [3] Hirſch, Théorie des machines aérothermiques, Ann. des ponts et chaussées, 1874, S. 409. — [4] Slaby, Theorie der geſchloſſenen Heißluftmaſchinen, Verhandl. f. Gewerbfleiß 1878. — [5] Brauer u. Slaby, Verſuche über Leiſtung und Kraftbetrieb von Kleinmotoren, Berlin 1879. — [6] Weyrauch, Zur Beurteilung von Luft- und Gasmaſchinen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1880, S. 185. — [7] Schöttler, Die Heißluftmaſchine von Rider, ebend. 1881, S. 633. — [8] Schröter, Regeneratoren bei Heißluftmaſchinen, ebend. 1883, S. 449. — [9] Schöttler, Heißluftmaſchinen der Berlin-Anhalt. Maſchinenbau-A.-G., ebend. 1885, S. 935. — [10] Köchy, Theorie der geſchloſſenen Heißluftmaſchinen, Verhandl. f. Gewerbfleiß. — — [11] Lahmeyer, Die Feuerluftmaſchinen von Bénier, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1888, S. 1158. — [12] Slaby, ebend. 1889, S. 89. — [13] Diesel, Theorie und Konſtruktion eines rationellen Wärmemotors, Berlin 1893. — [14] Knoke, Die Kraftmaſchinen des Kleingewerbes, 2. Aufl., Berlin 1902. — [15] Lehmann, Regenerator für geſchloſſene Heißluftmaſchinen, Maſch.-Konſtr. 33, 1899, S. 75; Heißluftpumpmaſchine der Rider-Ericſon Engine Co., ebend. 34, 1900, S. 84/85; Heißluftmotor Syſtem Rider-Lehmann, ebend. 34, 1900, S. 167/168. — [16] Neilſon in Engineering 28/10 1904, danach in Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſorg. 1905, S. 640 ff.; Reeve, El. Review 1905, S. 947, Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſorg. 1905, S. 967.

v. Ihering.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Heißmaſchine, ſ. Bootsausſetzvorrichtung.

Heißſäge, beſondere Art von Metallkreisſägen, vielfach verwendet in Walzwerken zum Durchteilen und Abſchneiden der Enden von Trägern, Schienen und ähnlichen Werkſtücken, die in glühendem Zuſtand unmittelbar vom Walzwerk der Heißſäge zugeführt werden (ſ. Sägen). *Dalchow.*

Heißwaſſerheizung, ſ. Heizung geſchloſſener Räume.

Heizapparate, elektriſche, ſ. Kochapparate.

Heizdampf, Dampf zum Heizen des Zylindermantels, der Deckel und des Zwiſchenbehälters von Dampfmaſchinen, namentlich bei Mehrfachexpanſionsmaſchinen in Anwendung; ſ. Dampfmaſchinen, Bd. 2, S. 608.

Heizeffekt, abſoluter, ſ. Brennſtoffe.

Heizfläche der Keſſel, ſ. Dampfkeſſel, Schiffskeſſel.

Heizgaſe, -kraft, -materialien, ſ. Brennſtoffe.

Heizraum, an Bord der Schiffe die waſſerdichte Abteilung, in welcher die Schiffskeſſel aufgeſtellt ſind.

Heizrohrkeſſel, Dampfkeſſel mit Heiz- oder Rauchröhren, durch welche die auf dem unter oder vor dem Keſſel liegenden Roſt entwickelten Heizgaſe ſtreichen, wodurch die Heizfläche des Keſſels nicht unbeträchtlich vergrößert wird. S. Dampfkeſſel, Bd. 2, S. 565.

Heizung geſchloſſener Räume, Erwärmung der Aufenthaltsräume der Menſchen auf eine für den Stoffwechſel derſelben günſtige Temperatur. Das erforderliche Maß der Heizung ergibt ſich aus der in den Räumen durch den Lebensprozeß, künſtliche Beleuchtung u. ſ. w. auftretenden Wärmeentwicklung und dem durch die Wärmeabgabe der Wände, Decken, Fußböden, Fenſter und Türen ſowie durch den Luftwechſel entſtehenden Wärmeverluſt.

Die Wärmeabgabe (Wärmetransmiſſion) der Umſchließungswände hängt von deren Form, Ausdehnung, Dicke, Zuſammenſetzung und Lage und von dem Unterſchied der Innentemperatur t_i und der Außentemperatur t_a ab; die in einer Stunde nach außen oder nach kälteren Nebenräumen überführte Wärmemenge iſt in Wärmeeinheiten $W_1 = F(t_i - t_a)\,k$. F iſt die Größe der wärmeabgebenden Fläche in Quadratmetern, k ein Koeffizient, der von der Art und Lage der Wand abhängt und durch Verſuche ermittelt wird. Werte von k enthalten [1]—[3], [8], [14], [16] und [18] ſowie der für Staatsbauten in Preußen maßgebende Erlaß des Miniſters der öffentlichen Arbeiten vom 24. März 1901. Durch Luftwechſel entſteht in einer Stunde ein Wärmeverluſt in Wärmeeinheiten: $W_2 = 0{,}237\,L\,(t_i - t_e)$. L iſt die mit der Temperatur t_e ein- und mit der Temperatur t_i austretende Luftmenge in Kilogramm. Der Wärmebedarf eines Gebäudes ergibt ſich für ununterbrochenen Betrieb aus der Summe der nach den angegebenen Formeln zu berechnenden Wärmeverluſte der geheizten Räume; findet keine ununterbrochene Heizung ſtatt, ſo iſt zu dem berechneten Wärmebedarf ein Zuſchlag von 10—50 % — je nach Dauer der Unterbrechung und Lage des Gebäudes — zu rechnen, damit die Heizungsanlage imſtande iſt, die kalten Räume in verhältnismäßig kurzer Zeit anzuheizen.

Die Deckung des Wärmebedarfs eines Raumes erfolgt durch unmittelbar gefeuerte Oefen oder durch mit heißem Waſſer oder Dampf geſpeiſte Heizkörper oder durch Einführung erwärmter Luft. Im erſten Fall bezeichnet man die Anlage als Lokalheizung (Einzelheizung, örtliche Heizung), in den andern Fällen als Zentralheizung (Sammelheizung), wobei dann von einer Feuerſtelle aus die Erwärmung mehrerer oder ſämtlicher Räume eines Gebäudes, auch wohl von einer Anzahl von Gebäuden (Fernheizung, Diſtriktsheizung) durch Vermittlung eines Wärmeträgers (erhitztes Waſſer, Dampf, erhitzte Luft) bewirkt wird. Zur Lokalheizung kann auch die Kanalheizung gerechnet werden, bei welcher die Rauchgaſe eines für den zu heizenden Raum aufgeſtellten Ofens durch im Fußboden oder an den Wänden angeordnete gemauerte oder aus Eiſen- oder Tonröhren gebildete Kanäle geleitet werden. Wegen der Schwierigkeit des Anheizens, des Dichthaltens der langen Rauchwege, der ungleichen Wärmeabgabe infolge des Abnehmens der Temperatur der Rauchgaſe auf dem langen Weg vom Ofen bis zum Schornſtein wird die Kanalheizung nur noch ſelten ausgeführt; ſie eignet ſich auch nur für ebenerdige Räume mit feuerſicherem Fußboden, z. B. Kirchen, Gewächshäuſer, Werkſtätten.

Lokalheizung.

Man unterſcheidet Oefen mit offener und ſolche mit geſchloſſener Feuerung. Erſtere, die **Kamine,** werden in Deutſchland wegen ihrer geringen Heizwirkung ſelten und dann mehr zur Annehmlichkeit als zu regelmäßiger Erwärmung der Räume angewendet. Durch Anordnung mehrerer Züge, durch welche die Feuergaſe ſtrömen, während außen die Raumluft vorbeigeleitet wird, läßt ſich das Brennmaterial beſſer ausnutzen. — Neuerdings finden Kamine mit Gasheizung häufig Verwendung, wie ſie ſchon ſeit langer Zeit in England und Frankreich benutzt werden. Die Vorzüge der Gasheizung gegenüber der Heizung mit feſten Brennſtoffen beſtehen in 1. einfacher Bedienung, Wegfall der Brennmaterialzuführung; 2. Reinlichkeit, durch Vermeidung von Rauch, Ruß und Aſche; 3. raſchem Anheizen; 4. leichterer Anpaſſung des Brennſtoffaufwands an den Wärmebedarf durch Regelung der Gaszuführung. Dagegen werden folgende Bedenken geltend gemacht: 1. große Betriebskoſten; 2. zu hohe Temperatur der Heizflächen;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Möglichkeit des Austretens von Leuchtgas in die zu heizenden Räume oder in den Ofen oder in den Schornſtein und dadurch entſtehende Exploſions-, im erſten Fall auch Vergiftungsgefahr; 4. Möglichkeit des Austretens von Verbrennungsprodukten in die zu heizenden Räume; 5. Durchroſten von Ofenteilen und Durchfeuchten der Rauchrohrwandung infolge ſich abſetzenden, bei der Verbrennung des Leuchtgaſes entſtehenden Kondenſationswaſſers (1 l aus 1 cbm Gas). Die bedeutenden Betriebskoſten entſtehen durch den hohen Gaspreis. Neuerdings geben viele Gaswerke das zum Heizen und Kochen gebrauchte Gas billiger ab als das zur Beleuchtung benutzte, um die erſtere Verwendung zu erleichtern. Die andern genannten Nachteile können durch geeignete Bauart und Verwendung des Gasofens ſowie durch Anwendung von Sicherheitshähnen aufgehoben werden; zur Verhütung des Erlöſchens der Gasflammen und des dann entſtehenden Austritts unverbrannten Gaſes in die zu heizenden Räume empfiehlt es ſich, nur Oefen mit leuchtenden Flammen zu verwenden und den Abzug der Verbrennungsprodukte durch Vermeidung fallender Züge, durch Schutz der Abzugsröhren vor Windeintritt und zu ſtarker Abkühlung zu ſichern. Gasöfen ohne Abzug der Verbrennungsprodukte ſollen nur in Räumen mit ſtarker Luftbewegung, z. B. Treppenhäuſern, Kirchen, großen Hallen, angewendet werden. — Die in Deutſchland in neuerer Zeit benutzten Gaskamine ſind gewöhnlich mit Reflektoren aus poliertem Kupferblech und faſt durchgängig auch mit Zügen verſehen, durch welche die Verbrennungsgaſe behufs beſſerer Ausnutzung ziehen und an denen die Raumluft vorbeiſtreicht und ſich erwärmt. Die äußere Form der Gaskamine wird, der Aufſtellung entſprechend, mehr oder weniger reich ausgeſtattet; Fig. 1 zeigt ein Beiſpiel. Die innere Einrichtung iſt ſehr verſchieden. J. G. Houben Sohn Carl in Aachen liefern Kamine, bei welchen über dem Reflektor, der die Wärmeſtrahlen der Gasflammen in den zu heizenden Raum ſendet, anſteigende Blechkanäle angebracht ſind, welche von der Raumluft durchzogen und von den Verbrennungsgaſen umſpült werden (Fig 2). Aehnlich iſt der von Rob. Kutſcher in Leipzig nach der Angabe von Zſchetzſchinck gebaute Ofen eingerichtet; die Luftkanäle ſind hier durch Röhren gebildet, welche in den oberen Ofenraum eingeſetzt ſind (Fig. 3).

Fig. 1.

Auch bei dem von Friedrich Siemens in Dresden gelieferten Gaskamin wird die Raumluft durch anſteigende Kanäle geleitet (Fig. 4), ebenſo bei dem Gaskamin der Warſteiner Gruben- und Hüttenwerke und dem von der Aktiengeſellſchaft Schäffer & Walcker in Berlin (Fig. 5). Reflektoröfen, bei denen auch eine Wärmeabgabe der Verbrennungsgaſe an die quer durch den Ofen ziehende Zimmerluft und eine Vorwärmung der Verbrennungsluft ſtattfindet, liefern u. a. F. Butzke & Co. in Berlin, Joh. Vaillant in Remſcheid, Junkers & Co. in Deſſau und die Deutſche Kontinental-Gasgeſellſchaft in Deſſau.

Die äußere, manchmal für beſſere Räume gewünſchte Geſtalt des Kamins und die innere Einrichtung des Ofens mit geſchloſſener Feuerung vereinigt der **Kaminofen;** das Feuer wird durch Glimmerplatten ſichtbar gemacht. Für Füllfeuerung (vgl. unten) mit Anthracit oder Gaskoks iſt der in Fig. 6

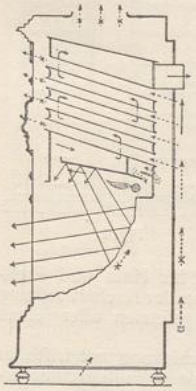


Fig. 5.

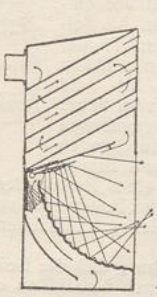


Fig. 2.

Fig. 3.

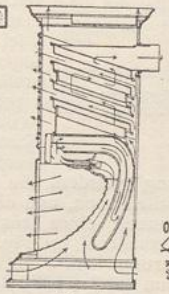


Fig. 4.

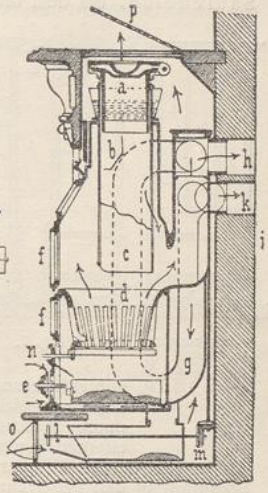


Fig. 6.

veranſchaulichte Kaminofen eingerichtet, der von E. Wille & Co. in Berlin in den Handel gebracht wird. Das Brennmaterial wird durch den Deckel *a* in den Füllſchacht *b* geſchüttet, aus deſſen Mündung *c* es in den Korbroſt *d* rutſcht, in dem die Verbrennung ſtattfindet; die hierzu notwendige Luftzuführung erfolgt durch Einſtellung des Ventils *e*. Die Feuergaſe durchziehen die ſeitlich angebrachten Rohrzüge *g* und gelangen ſchließlich durch den Stutzen *h* in den Schornſtein *i*. Beim Anheizen werden die Rauchgaſe unmittelbar durch *k* nach *i* geführt, indem durch Handgriff *l* und das Zahngetriebe *m* eine in *k* angebrachte Klappe geöffnet wird. Zur

Entfernung der Aſche wird der untere Teil des Korbroſtes mittels eines Griffs *n* gerüttelt. Je nach Einſtellung der Klappe *o* wird Zimmerluft an dem Ofen vorbeigeführt; ſie tritt durch Klappe *p* in das Zimmer zurück. Die Glimmerfenſter *f* machen das Feuer ſichtbar.

Bei den für feſten Brennſtoff gebauten Oefen mit geſchloſſener Feuerung unterſcheidet man je nach der Häufigkeit der Beſchickung: Oefen mit gewöhnlicher, Halbfüll- oder Füllfeuerung. Die letzten beiden Arten werden für ſtetige Verbrennung des in großer Menge auf einmal in einen Füllſchacht eingeſchütteten Brennmaterials verwendet (Dauerbrand, Immerbrand). Von einem guten Ofen iſt zu verlangen: möglichſt vollkommene Verbrennung, Möglichkeit der Regelung derſelben, dem wechſelnden Wärmebedarf des zu heizenden Raumes entſprechend; Wärmeabgabe durch Leitung und milde Wärmeſtrahlung derart, daß der Raum mit ſeinen Einſchließungswänden möglichſt gleichmäßig erwärmt wird; ſicherer Abzug der Rauchgaſe und Verhinderung des Austritts derſelben in den zu heizenden Raum; einfache und ſichere Bedienung; Möglichkeit der bequemen Reinigung der Heizflächen und der Entrußung der Rauchwege; ferner ſoll Erglühen der von der Raumluft beſpülten Ofenflächen ausgeſchloſſen und Ablagern von Staub auf dieſen möglichſt verhindert ſein.

Für Wohnräume werden Oefen aus Ton wegen ihrer geringen Oberflächentemperatur und ihres Wärmeaufſpeicherungsvermögens, das den bei der gewöhnlichen Feuerung leicht eintretenden Wechſel in der Wärmeerzeugung ausgleicht, gern angewendet. Jedoch haben dieſe Oefen den Mangel des langſamen Anheizens, ungenügender Regelungsfähigkeit der Wärmeabgabe und der gegenüber den eiſernen Oefen geringeren Wärmeabgabefähigkeit. Für große Räume und wenn behufs Lüftung des Raumes große Friſchluftmengen erwärmt werden ſollen, eignen ſich Tonöfen nicht.

Eiſerne Oefen erhalten für gleiche Wärmeabgabe kleinere Heizflächen als Tonöfen; jedoch muß zu ſtarkes Erhitzen der vom Feuer getroffenen Flächen durch Ausfütterung mit feuerfeſtem Material (Schamotte) oder durch geeignete Formung (Rippen) verhütet werden. Läſtige Wärmeſtrahlung läßt ſich durch Vorſetzen von Blechſchirmen oder durch Ummantelung beſeitigen; letztere wird aus Blech, Gußeiſen, Kacheln hergeſtellt und zur Durchleitung der Raumluft oder friſcher, von außen zugeführter Luft behufs Erwärmung derſelben vor ihrem Eintritt in den Raum (Lüftungsofen) verwendet.

Die Regelung der Wärmeabgabe eines Ofens kann nur durch Aenderung der Wärmeerzeugung im Feuerraum erfolgen, was durch größere oder geringere Zuführung von Brennſtoff und durch Regelung der Verbrennung bezw. der Zuführung der Verbrennungsluft mittels der Ofentüren oder beſonderer Schieber, Klappen, Ventile geſchieht; vielfach iſt die Handhabung dieſer Vorrichtungen zu umſtändlich und erfordert beſondere Sachkenntnis, welche das die Oefen gewöhnlich bedienende Perſonal nicht beſitzt, weshalb nicht ſelten dabei Fehler gemacht werden, die entweder zu einer Ueberhitzung oder ungenügenden Erwärmung führen. Einfache Regelungsvorrichtungen, die nur die Handhabung eines Griffes erfordern, ſind daher vorzuziehen.

Die einfachſte Form des Ofens mit **gewöhnlicher Feuerung** hat der Kanonen- oder Säulenofen, bei dem die Feuergaſe vom Roſt aufwärts einen eiſernen Zylinder durchziehen und am oberen Ende desſelben in das Rauchrohr treten. Die Ausnutzung des Brennmaterials iſt gering; ſie wird verbeſſert durch Anordnung von Zügen, die den Weg der Feuergaſe verlängern. Je nach der Form dieſer Züge entſtehen zahlreiche im Handel vorkommende Ofenformen. Als Beiſpiel eines Tonofens ſei der ſogenannte Berliner Ofen erwähnt, deſſen lot- und wagerechte Züge vom Feuer in der in Fig. 7 angegebenen Nummernfolge durchzogen werden. Stein- und Braunkohlenfeuerung erfordern die Anbringung eines Roſtes, der für Holz und Preßkohlen wegfallen kann, und die Iſolierung des Feuerraums von der Kachelwandung durch Einbauung eines aus Schamotteplatten zuſammengeſetzten oder eines eiſernen Feuerkaſtens (vgl. Fig. 8).

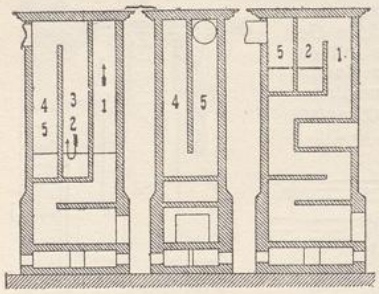


Fig. 7.

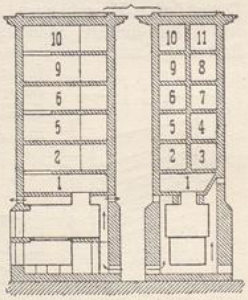


Fig. 8.

Oefen mit Füllfeuerung werden entweder ſo gebaut, daß die Beſchickung mit friſchem Brennſtoff in den Feuerraum ſelbſt (Halbfüllofen) oder durch Nachfüllen eines Füllſchachtes erfolgt, aus welchem die Brennſtoffſtücke allmählich in den Feuerraum rutſchen (Füllofen). Die einfachſte Form des Halbfüllofens iſt der Meidinger Ofen, ein aus einzelnen eiſernen, auch wohl mit feuerfeſtem Ton ausgefütterten, im erſten Fall auch mit Außenrippen verſehenen Ringen zuſammengeſetzter Zylinder mit oder ohne Roſt und mit einer unten an einem Hals angebrachten, zur Entfernung von Schlacken und Aſche dienenden Türe, die zur Regelung der Zuführung der Verbrennungsluft mit Schieber oder Klappe verſehen iſt. Der Zylinder wird bis zur Höhe des Rauchrohrs mit Anthracit oder Koks gefüllt; die Entzündung erfolgt von oben, das Brennmaterial brennt nach unten ab, kann aber bei ſtetigem Heizen nach Belieben nachgefüllt werden. Eine vom Eiſenwerk Kaiſerslautern ausgeführte Form dieſes Ofens zeigt Fig. 9. Um

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zur beſſeren Ausnutzung der Feuergaſe den Weg derſelben bis zum Rauchabzug zu verlängern, wird bei vielen Ofenformen die Füllöffnung weiter nach unten gerückt und über ihr ſowie auch ſeitlich vom Füllſchacht eine Reihe von Feuerzügen angeordnet. Solche Oefen mit niedrigem Füllſchacht werden auch für Steinkohlenbrand gebaut. Bei dem niedrigen ſogenannten irifchen Ofen, der auch in vielen Bauarten hergeſtellt wird, von denen Fig. 10 eine des Kgl. württemberg. Hüttenwerks Waſſeralfingen ver-

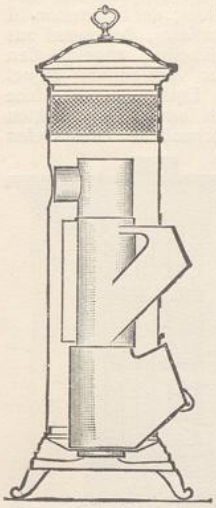


Fig. 11.

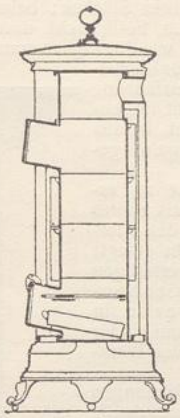


Fig. 9.

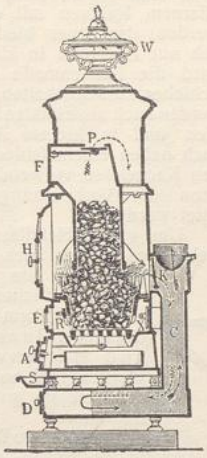


Fig. 12.

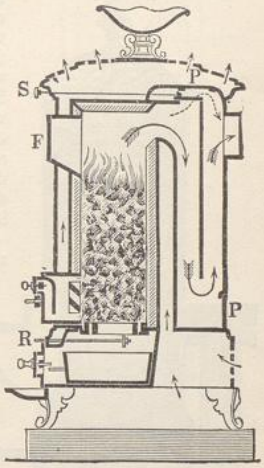


Fig. 10.

anſchaulicht, liegen die Züge hintereinander; beim Anheizen wird durch Herausziehen der Stange *S* über der Fülltür *F* ein Schieber geöffnet, ſo daß ein unmittelbarer Zug vom Feuerraum nach dem Rauchrohr entſteht; iſt die Koksfüllung ins Glühen gekommen, ſo wird *S* geſchloſſen, ſo daß die Feuergaſe durch die Feuerzüge ziehen müſſen. Das Entfernen der auf dem Drehroſt ſich anſammelnden Aſche geſchieht durch Rütteln des Roſtes mittels der Stange *R*; zur Reinigung der Züge ſind Putzdeckel *P* angebracht. Aehnliche Konſtruktion zeigen die von Rießner & Co. in Nürnberg gebauten Britannia-Oefen, die auch in runder Form hergeſtellt werden. Oefen, bei denen die Feuerzüge über dem mit Schamotte ausgekleideten niedrigen Füllſchacht angeordnet ſind, werden von vielen Fabrikanten gebaut. Während bei dieſen Oefen die Feuerzüge lotrecht auf und ab ſteigen, bilden ſie bei andern Formen, wie ſie z. B. Ernſt Effers in München-Gladbach herſtellt, nur einen lotrecht hochgehenden, weiten, von einem Mantel umgebenen Kanal oder verlaufen zickzackförmig nach aufwärts, wie die von der Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft Union in Eſſen angefertigten, beſonders für die Heizung großer Räume ſich eignende Bauart, bei welcher die Raumluft durch einen Mantel mit ſchrägen Kanälen gezwungen wird, an den Heizflächen der Feuerzüge entlang zu ſtreichen.

Eine beſondere Art der Füllöfen bilden die Schachtöfen, in welchen magere Steinkohle, Anthracit, Koks, Braunkohle, Torf, Lohkuchen verbrannt werden können. Die Brennſtoffſtücke werden in einen ſchrägen Schacht geſchüttet und rutſchen dann gegen den Roſt; ſie brennen alſo unten ab. Auch für dieſe Ofenart gibt es viele Formen; eine derſelben zeigt Fig. 11 nach einer Ausführung des Eiſenwerks Kaiſerslautern und wird als Pfälzer Schachtofen bezeichnet.

Die mit lotrechtem Füllſchacht ausgerüſteten Füllöfen eignen ſich nur zur Verfeuerung von magerer Steinkohle, Anthracit und ſchlackenarmem Koks; fette Steinkohle würde im Feuerherd zuſammenſintern und das Nachrutſchen friſchen Brennſtoffes hindern. Die erſte Form dieſer Oefen wurde von Perry angegeben und unter der Bezeichnung „Crown jewel“ von Amerika nach Deutſchland gebracht, wo dieſe amerikaniſchen Oefen vielfach in Gebrauch genommen und insbeſondere durch die bequeme Bedienung und die Sichtbarkeit des Feuers beliebt geworden ſind. Im Laufe der Zeit ſind die Füllöfen vielfach geändert worden und werden jetzt von vielen Fabrikanten in zahlreichen Formen hergeſtellt, die ſich meiſtens von der urſprünglichen amerikaniſchen Bauart durch beſſere Ausnutzung der Feuergaſe in zweckmäßig angelegten Feuerzügen, durch Vermeidung unangenehm wirkender Wärmeſtrahlung, durch Vereinfachung der Bedienung und auch wohl dadurch auszeichnen, daß die Zimmerluft oder von außen zugeführte Friſchluft mittels beſonderer im Ofen angeordneter Kanäle oder einer Ofenummantelung an den Heizflächen vorbeigeführt wird. Fig. 12 veranſchaulicht als Beiſpiel einen vom Kgl. württembergiſchen Hüttenwerk Waſſeralfingen ausgeführten Füllofen nach verbeſſertem amerikaniſchen Syſtem. Die durch die Fülltüre *F* eingeſchütteten Koksſtücke verbrennen über dem Korbroſt; die Feuergaſe werden beim Anheizen durch Wagerechtſtellen der Klappe *K* unmittelbar in den Schornſtein geleitet, im regelmäßigen Betrieb aber durch den doppelten Kanal *C* geführt, der mit Putztüre *D* verſehen iſt. Zur Regelung des Brandes ſind die Roſette *A* und ein Schieber *X* angebracht; beim Anheizen können die im Füllſchacht entſtehenden Gaſe durch Oeffnen des Schiebers *P* abgeleitet werden. Zur

Reinigung des Roſtes iſt eine Türe *E* vorgeſehen. Das Feuer iſt durch Glimmerfenſter *H* ſichtbar. C. Rießner & Co. in Nürnberg bauen Füllöfen mit Regelungsvorrichtungen, die je nach ihrer Einſtellung dem Feuer mehr oder weniger Verbrennungsluft zuführen und den Zug unmittelbar oder auf Umwegen leiten (ſtürzen), verſtärken oder abſchwächen. — Eine neuerdings häufig zur Anwendung kommende Ofenform iſt von Cadé angegeben (Fig. 13); der Roſt wird durch einige Eiſen- und Schamotteſtäbe gebildet; der Feuerraum iſt nach vorne offen, kann aber durch einen Vorhang, beſtehend aus eiſernem Rahmen mit eingeſetzter Glimmerſcheibe, abgeſchloſſen werden; das Feuer bleibt dann ſichtbar. Zur Verbrennung eignet ſich nur Anthracit in kleinen Stücken; beim Entfernen der Aſche wird die Kohlenmaſſe im Füllſchacht durch einen eingeſteckten Schieber zurückgehalten, wie die Figur veranſchaulicht Dieſe Oefen werden auch als Einſätze für Kachelöfen und in kleiner Ausführung auch neben einem ſchlecht heizenden Kachelofen verwendet, in den dann die Verbrennungsgaſe geleitet werden.

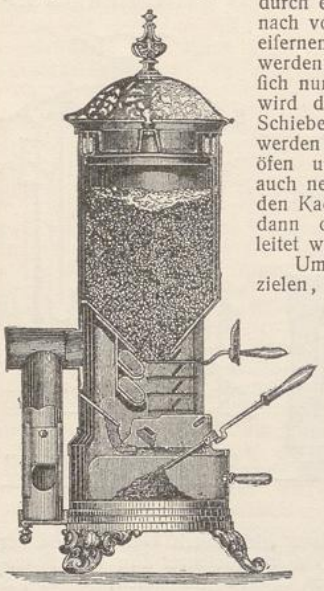


Fig. 13.

Um große Heizfläche zu erzielen, wird dieſe auch als weites Spiralrohr um den lotrechten Füllſchacht gelegt; eine ſolche Form verfertigen die Warſteiner Gruben- und Hüttenwerke in Warſtein i. W. beſonders für die Heizung großer Werkſtatträume.

Für kleinere Wohnungen iſt es häufig notwendig, den Ofen gleichzeitig auch zum Kochen zu benutzen; es iſt dann dafür zu ſorgen, daß im Sommer die Heizwirkung möglichſt beſeitigt wird. Dies kann durch kleinere Brennmaterialfüllung geſchehen. Fig. 14 zeigt eine ſolche bei einer Ausführungsform der von Emil Wille & Cie. in Berlin gelieferten Germania-Oefen vorhandene Einrichtung. Dieſe Oefen ſind mit Füllfeuerung verſehen; die Schamotteausfütterung *e* des Füllſchachts enthält Kanäle zum Hochziehen der aus dem Brennmaterial (Kohle, Koks, Torf, Holz u. ſ. w.) ſich entwickelnden Gaſe. Für die Sommerfeuerung wird der Roſt bei *a*, für die Winterfeuerung bei *c* eingelegt; die Feuergaſe ziehen durch die Räume *g* unter den Kochringen und ſtrömen dann hinter der Wand *b* nach dem Rauchrohr. Dieſe Germania-Oefen werden auch ohne Kochplatte ausgeführt. Einem Kochherd ähnlicher iſt der Zimmerkochofen, der vom Eiſenwerk Kaiſerslautern hergeſtellt wird und 1891 bei einer die beſte Bauart eines Ofens für Arbeiterwohnungen betreffenden Preisbewerbung ausgezeichnet wurde. Näheres ſ. in den Katalogen dieſer Firma.

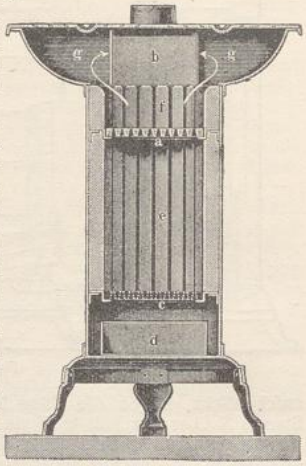


Fig. 14.

Wegen der bei aufmerkſamer Bedienung erzielbaren Regelungsfähigkeit der Verbrennung und damit der Wärmeabgabe werden die Füllöfen häufig auch Regulierfüllöfen genannt. Soll das Brennmaterial nicht von dem zu heizenden, ſondern von einem andern Raum aus in den Ofen gebracht werden, ſo wird der Schürraum oder der Füllſchacht durch die Trennungswand der Räume geführt. Die Regelung des Ofens erfolgt dann aber gewöhnlich von dem zu heizenden Raum aus. Um die Oefen auch zur Lufterneuerung (Ventilation) zu benutzen, werden ſie ſo gebaut, daß friſche Luft von außen durch einen Kanal in den geſchloſſenen Ofenſockel und aus dieſem durch den Raum zwiſchen dem eigentlichen Heizofen oder den Rauchzügen und einem Mantel tritt, um dann erwärmt gewöhnlich durch den Deckel in den zu heizenden und zu lüftenden Raum zu ſtrömen. Auch zur Abſaugung der Luft aus den Räumen, wodurch gleichfalls eine Lüftung derſelben entſteht, werden die Oefen eingerichtet. (Vgl. den Art. Lüftung geſchloſſener Räume.)

In den Oefen für Grudefeuerung (ſ. a. Grudeherde) wird der bei der Braunkohlendeſtillation verbleibende Koksrückſtand, Grude genannt, in feinkörnigem Zuſtand verbrannt, indem ſie in einem ausziehbaren Kaſten auf eine Unterlage von Aſche gebracht wird, welche als ſchlechter Wärmeleiter die zu ſtarke Abkühlung des Brennſtoffs und damit deſſen Erlöſchen verhindert. Die Grude glimmt unter Luftzutritt; die entſtehenden Rauchgaſe ſind wie bei allen Oefen andrer Ort nach einem Rauchrohr (Schornſtein, Kamin) abzuleiten.

Für Verwendung des Leuchtgaſes zum Heizen werden neuerdings Oefen verwendet, in denen die Verbrennungsgaſe der Gasflammen in ſchmalen Kanälen hochziehen, die von der Raumluft und bei Lüftung auch von der aus dem Freien zugeführten friſchen Luft umſpült werden. Dieſe Einrichtung zeigt z. B. der von Meidinger und Reichard konſtruierte, von den Warſteiner Gruben- und Hüttenwerken gebaute ſogenannte Karlsruher Schulofen (Fig. 15), bei dem die Verbrennungsgaſe eines Ringbrenners durch einen engen, rohrförmigen Raum ziehen, der innen von friſcher oder von Zimmerluft, außen von letzterer umſpült wird. Gleichfalls mit engen Zügen für die Verbrennungsgaſe iſt der vom Eiſenwerk Kaiſerslautern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hergeſtellte Ofen (Fig. 16) ausgerüſtet; ſoll derſelbe zur Erwärmung zweier benachbarter Räume benutzt werden, ſo wird die erwärmte Luft durch einen oben an den Ofen ſeitlich anſchließenden Kanal in den zweiten Raum geleitet. Das genannte Werk liefert auch Oefen mit Wärmeaufſpeicherung, die ſonſt bei den Gasöfen nicht vorgeſehen und hier durch Ausfüllung der aus Wellblech hergeſtellten Gaszüge mit Tonplatten hergeſtellt wird (Fig. 17). Die eine dieſer Ofenformen enthält zwei Kanäle aus Weißblech, in welche Tonplatten mit Zwiſchenraum eingeſetzt ſind, durch den die Verbrennungsgaſe ziehen; die andre Form beſitzt einen Blechmantel mit eingeſetztem Wellblechſchacht, zwiſchen beiden ziehen die Verbrennungsgaſe hoch. Die Raumluft beſpült in beiden Fällen die Wellblechwandung. Für die Unterbringung in Fenſterniſchen oder, wenn überhaupt niedere Ofenform erfordert wird, baut genanntes Eiſenwerk Gliederöfen, welche aus zickzackförmigen, engen, gerippten Gußeiſenelementen zuſammengeſetzt ſind, die von den Verbrennungsgaſen durchzogen und von der Raumluft umſpült werden; dieſe Heizkörper werden von einem Vorſetzer umgeben. Aus hufeiſenförmigen Gliedern iſt der Batteriegasofen der Hannoverſchen Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft in Linden vor Hannover zuſammengeſetzt; dieſe Glieder ſtehen auf einem Sockel mit zwei Kammern; unter der vorderen liegt das Gaszuleitungsrohr, das mit Brennern verſehen iſt, die durch Löcher in die Kammer ragen. Die Verbrennungsgaſe durchſtrömen die Glieder und gelangen aus der hintern Kammer in das Abzugsrohr.

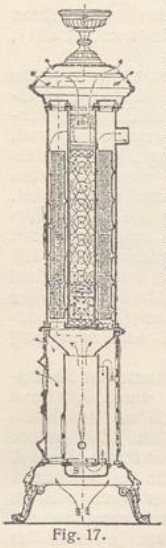


Fig. 17.

Fig. 18.

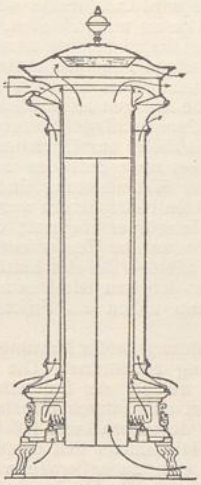


Fig. 15.

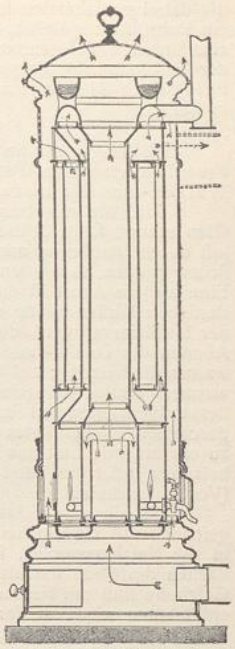


Fig. 16.

Die Zentralwerkſtatt der Deutſchen Kontinental-Gasgeſellſchaft in Deſſau baut Gasöfen, in denen die Verbrennungsgaſe durch eingeſetzte Bleche gezwungen werden, einen zickzackförmigen Weg zu machen (Fig. 18). Der von Rob. Kutſcher in Leipzig hergeſtellte Ofen iſt ähnlich dem bereits beſprochenen Gaskamin, jedoch ohne Reflektor gebaut. Einen Ofen, der im Sockel auch mit Reflektorblechen verſehen wird und bei dem die Verbrennungsgaſe wie bei dem Karlsruher Schulofen durch einen engen rohrförmigen Raum ziehen, liefert die Firma J. G. Houben Sohn Carl in Aachen unter der Bezeichnung Aachener Schulofen. Andre ähnliche Ofenkonſtruktionen werden von den Warſteiner Gruben- und Hüttenwerken nach den Angaben von O. Krell in Nürnberg (Nürnberger Schulofen), ferner von Friedrich Siemens in Dresden, der Aktiengeſellſchaft Schäffer & Walcker in Berlin u. a. geliefert. Näheres ſ. in den Katalogen dieſer Firmen. — Röhrenförmige Gasradiatoren, mit und ohne Ableitung der Verbrennungsprodukte, baut Friedrich Siemens in Dresden. Der Nutzeffekt der Gasöfen kann bei guter Bauart und ſorgſamer Regelung derſelben ſehr hoch, bis zu 80 %, werden. Nach den bei der Heizung von Schulen in Karlsruhe und Frankfurt a. M. gemachten Erfahrungen betrug der jährliche Gasverbrauch 4,5—5,5 cbm Gas für 1 cbm zu heizenden Schulraum. Um die Raumtemperatur nicht über ein gewiſſes Maß ſteigen zu laſſen, werden an den Gasöfen ſelbſttätige Wärmeregler angebracht, welche die Ausdehnung von Metallſpiralen, Flüſſigkeiten oder Luft benutzen, um bei einer zu hohen Erwärmung des Raumes den Gaszufluß zu den Brennern durch ein Ventil oder durch Queckſilber zu vermindern. Solche Apparate werden von Friedrich Siemens in Dresden, Robert Kutſcher in Leipzig, J. G. Houben Sohn Carl in Aachen, der Aktiengeſellſchaft Schäffer & Walcker in Berlin u. a. geliefert. Spiritus-Gasheizöfen finden wegen der durch den Spirituspreis bedingten erheblichen Betriebskoſten nur ſelten aushilfsweiſe Verwendung. Aus einem am Ofen angebrachten Behälter fließt der Brennſtoff nach einem Brenner, in dem er vergaſt und aus deſſen Löchern dann das Gas ausſtrömt, um zu verbrennen. Oefen mit Petroleumheizung werden meiſt nur in kleineren Formen und zur gelegentlichen Verwendung benutzt, z. B. wenn im Frühjahr und Herbſt die vorhandene Zentralheizung nicht in Betrieb genommen werden ſoll oder wenn die vorhandene Heizungseinrichtung verſagt oder ſelten benutzte Räume raſch erwärmt werden ſollen; in ſolchen Fällen kann die Ableitung der Verbrennungsgaſe unterbleiben, die aber bei regelmäßiger Benutzung notwendig iſt. Die Petroleumöfen werden in verſchiedenen Bauarten hergeſtellt, mit leuchtender oder entleuchteter Flamme, mit und ohne Zylinder. Nach der Bauart von Grube liefert Emil Wille & Cie. in Berlin Oefen, bei denen das Petroleum in einem großen Brenner zur Verbrennung kommt;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die dabei entſtehenden heißen Gaſe werden durch ein längeres lotrechtes Blechrohr oder durch ein Rohrſyſtem geleitet, welches von der Raumluft umſpült wird. Die der Petroleumflamme zuzuführende Verbrennungsluft wird vorgewärmt. Die Oefen werden mit und ohne Ableitung der Verbrennungsgaſe gebaut. Andre ähnliche Formen werden von Ludolphi in Hamburg, Friedrich Siemens in Dresden u. a. gebaut. Einen Petroleum-Gasofen liefert Reinhold in Berlin.

Zentralheizung.

Als Träger der an einer für mehrere oder ſämtliche Räume eines Gebäudes angebrachten Feuerſtelle erzeugten Wärme wird Luft, Waſſer oder Waſſerdampf verwendet und hiernach Luft-, Waſſer- und Dampfheizung unterſchieden.

Wird die zur Heizung dienende Luft unmittelbar durch einen mit Feuerung verſehenen Ofen erhitzt, ſo heißt die Anlage Feuerluftheizung oder kurzweg **Luftheizung.** Wird die Heizluft durch Berührung mit Heizkörpern erwärmt, welche von heißem Waſſer oder Dampf durchſtrömt werden, ſo werden die Anlagen als Waſſerluftheizung bezw. Dampfluftheizung bezeichnet. Eine weitere Abart iſt die Dampfwaſſerluftheizung, wenn zunächſt Dampf erzeugt, dann mittels desſelben Waſſer erhitzt und dieſes zur Erwärmung der Heizluft benutzt wird. Bei allen Arten der Luftheizung wird die erwärmte Luft den zu heizenden Räumen durch Kanäle zugeleitet. Abarten der Dampf- und der Waſſerheizung ſind die Dampfwaſſerheizung und die Heißwaſſerwarmwaſſerheizung; bei beiden Heizſyſtemen werden die Räume durch in ihnen aufgeſtellte, mit warmem Waſſer geſpeiſte Heizkörper erwärmt; die Erwärmung dieſes Heizwaſſers erfolgt bei der erſtgenannten Art durch an der Zentralfeuerſtelle erzeugten Dampf, beim andern Syſtem durch dort hocherhitztes Waſſer. — Bei der Luftheizung und ihren erwähnten Abarten wird die zu erwärmende Luft aus den Räumen ſelbſt entnommen: Heizung mit Luftumlauf (Zirkulationsheizung), oder ſie wird von außen als Friſchluft eingeführt: Heizung mit Lufterneuerung (Ventilationsheizung).

Die allgemeine Anordnung beider Heizungsarten zeigt Fig. 19; für die Räume des Sockelgeſchoſſes iſt Umlaufsheizung angeordnet. Die Luft tritt aus dieſen Räumen durch Kanäle *a* in die Heizkammer *A*, in welcher der Luftheizungsofen *B* ſteht, erwärmt ſich an den Heizflächen desſelben und ſtrömt dann durch Kanäle *b* wieder in die Räume zurück. Die andern Geſchoſſe ſind mit Heizung durch erwärmte friſche Luft verſehen, die von außen durch Kanal *C* entnommen wird, in der Heizkammer ſich erwärmt und durch Kanäle *c* in die zu heizenden Räume gelangt. Die aus dieſen zu entfernende Luft wird durch Kanäle *d* über Dach oder in den mit Oeffnungen verſehenen Dachboden geleitet (ſ. Lüftung). Die Anordnung zweier, von entgegengeſetzter Seite zugeführter Friſchluftkanäle *C* erfolgt häufig, um je nach der Windrichtung nur den Kanal benutzen zu können, bei dem durch Windanfall die Luftbewegung nach der Heizkammer *A* nicht gehemmt wird. Die Luft wird in letzterer zweckmäßig auf nicht mehr als 50° C. erwärmt. Die Regelung der Wärmezuführung zu den Räumen entſprechend deren wechſelndem Wärmebedarf erfolgt durch Aenderung der Menge der zugeführten Luft mittels in die Kanäle eingeſetzter Klappen oder Schieber oder durch Aenderung der Lufttemperatur durch Miſchen von erwärmter und kalter Luft, wie die Fig. 19 an dem Kanal *e* zeigt. Wird mit Friſchluft geheizt, ſo wird vielfach eine Reinigung derſelben vor ihrem Eintritt in die Heizkammer durch Filter aus feinen Drahtgittern oder Tüchern (ſ. Lüftung geſchloſſener Räume) vorgenommen; gewöhnlich wird auch noch die erwärmte Luft durch Waſſerbrauſen oder -verdunſtungsgefäße befeuchtet. Die mit Feuerung verſehenen Luftheizungsöfen (Kalorifer) werden gewöhnlich aus Gußeiſen hergeſtellt; der Feuerherd wird dann gemauert oder auch aus gußeiſernen, mit feuerfeſtem Ton ausgefütterten Teilen zuſammengeſetzt. Die zur Ausführung kommenden Ofenformen ſind ſehr verſchieden; ein Beiſpiel nach einer Ausführung von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover zeigen Fig. 20 u. 20a. Die Feuergaſe durchziehen vom Feuerherd *A* aus, der mit Schachtfeuerung *T* verſehen iſt, einen ausgefütterten Verteilungskanal *B* und gelangen dann durch mehrere gerippte Feuerkanäle *C* in die Kanäle *D*, welche in den Rauchkanal *S* münden; die zu erwärmende Luft umſpült auf ihrem Weg vom Kanal *K* durch die Heizkammer die heißen Ober-

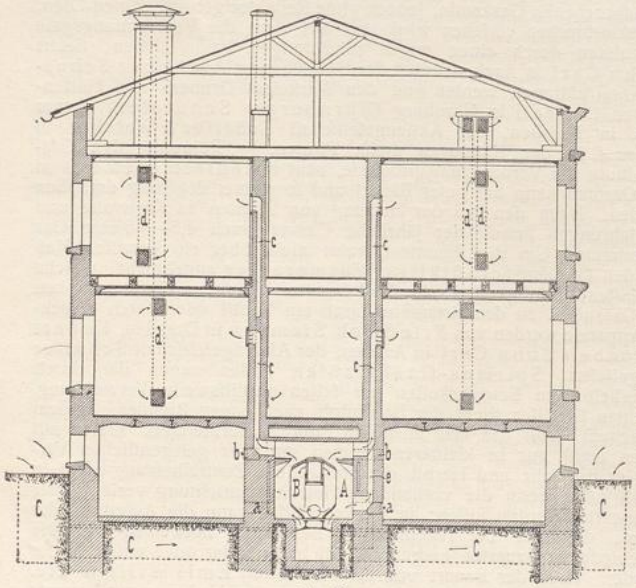


Fig. 19.

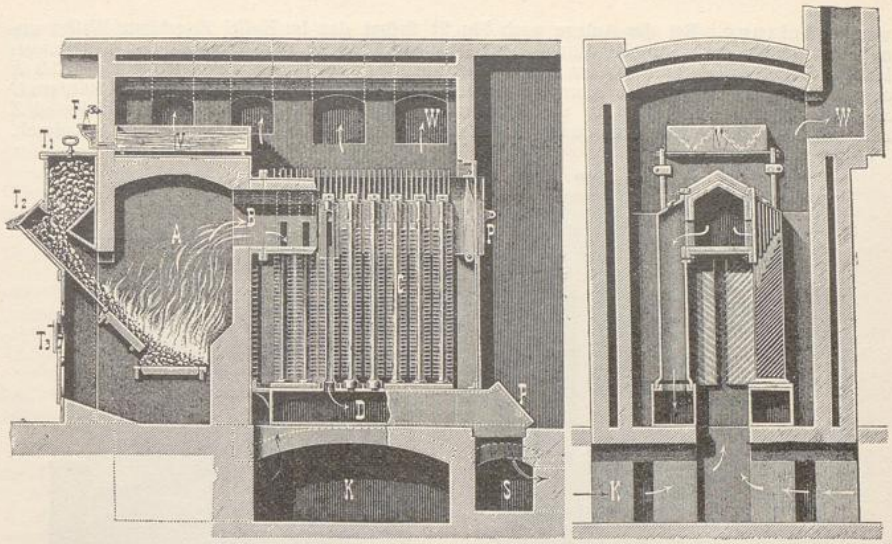


Fig. 20.

Fig. 20a.

flächen und ſtrömt durch die an der Decke mündenden Kanäle *W* nach den zu heizenden Räumen; zur Luftbefeuchtung iſt auf den Ofen eine mit Waſſer gefüllte Schale *V* geſetzt; zur Reinigung der Feuerzüge ſind Türen *P* angebracht. Bei der Luftheizung wird die Bewegung der Heizluft von der Heizkammer nach den Räumen nur durch den Auftrieb erzeugt, der aus dem Unterſchied der ſpezifiſchen Gewichte der kalten und der erwärmten Luft entſteht. Reicht dieſer Auftrieb nicht aus, ſo muß die Luft durch Gebläſe (Ventilatoren) nach den zu heizenden Räumen getrieben werden. Bei dem Kalorifer von H. Kori in Berlin ſind ſtrahlenförmig um den ausgemauerten Feuerherd Heizkäſten angeordnet, deren Querſchnitt nach unten zu abnimmt; die Feuergaſe durchziehen dieſe Käſten von oben nach unten, ſammeln ſich in einem unter dem Feuerherd in der Einmauerung angebrachten Raum und treten aus dieſem in den Schornſtein. Die eigenartige Form dieſer Feuerzüge ergibt eine vorteilhafte Ausnutzung der Verbrennungsgaſe.

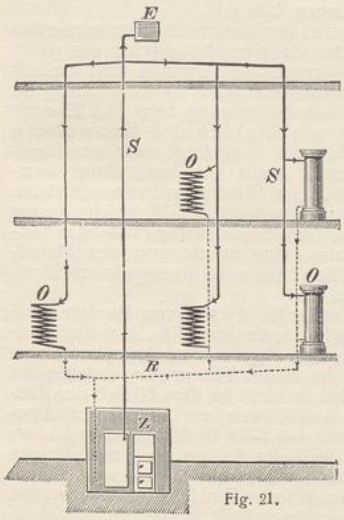


Fig. 21.

Die Luftheizung eignet ſich für kleinere Wohnhäuſer, Schulen, Krankenhäuſer und Kirchen, aber wegen der anzubringenden Kanäle im allgemeinen nur für Neubauten; ſie eignet ſich ferner, wenn ſtarke Lüftung verlangt iſt und die Anlagekoſten niedrig ſein ſollen, dagegen nicht für ausgedehnte Gebäude, wenn nicht Gebläſe zur Luftbewegung benutzt werden.

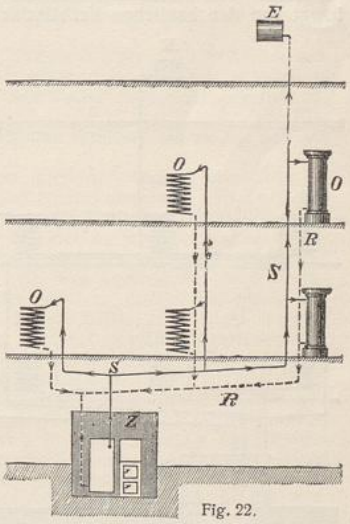


Fig. 22.

Bei der **Waſſerheizung** wird je nach der Temperatur *t*, auf welche das Waſſer im Heizkeſſel erhitzt wird, unterſchieden: Niederdruck- oder Warmwaſſerheizung, *t* bis 90° C.; Mitteldruckwaſſerheizung, *t* = 100—130° C.; Hochdruck- oder Heißwaſſerheizung, *t* = 150—200° C. Sämtliche Syſteme gleichen ſich darin, daß das Waſſer in einem Heizkeſſel erhitzt, dann nach den in den Räumen aufgeſtellten Heizkörpern geleitet wird, dort Wärme abgibt und dann wieder in den Keſſel zurückfließt; es entſteht alſo während des Betriebes ein ſtetiger Umlauf in der ganzen Anlage, der durch den Unterſchied in dem Gewicht des Waſſers im ſteigenden und im fallenden Teil der Leitung hervorgebracht wird.

Die Fig. 21 und 22 veranſchaulichen die gebräuchlichen Anordnungen bei der Warm-

wafferheizung. Bei der Anlage nach Fig. 21 ſtrömt das im Keſſel *Z* erhitzte Waſſer unmittelbar durch das Hauptſteigrohr *S* nach dem Dachboden; dort zweigen die Verteilungsleitungen ab, an deren höchſtem Punkt das offene Ausdehnungs- oder Expanſionsgefäß *E* angeſchloſſen iſt. Von den Verteilungsleitungen führen Fallſtränge das Waſſer den Heizkörpern *O* zu, aus denen es abgekühlt in die Rücklaufleitungen *R* gelangt, die es in den Keſſel *Z* zurückführen. Von dieſer Anordnung unterſcheidet ſich die in Fig. 22 angedeutete dadurch,

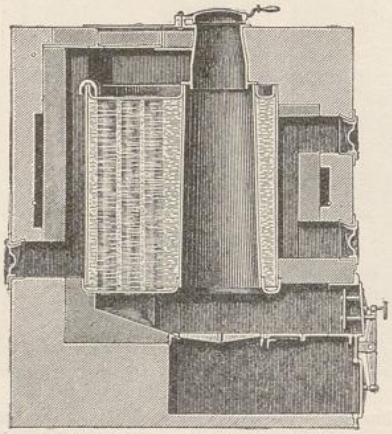


Fig. 23.

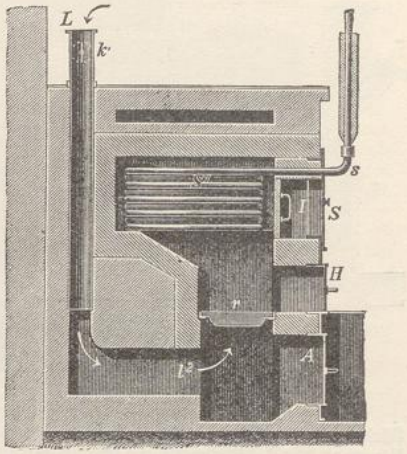


Fig. 25.

daß die Verteilung des warmen Waſſers an der Kellerdecke erfolgt; einzelne Steigrohre *S* führen zu den Heizkörpern *O*; das abgekühlte Waſſer fließt wieder durch die Rücklaufleitungen *R* in den Keſſel *Z* zurück. Die höchſten Punkte der Steigrohre ſtehen durch Luftleitungen mit dem Ausdehnungsgefäß *E* in Verbindung, oder es werden einige Entlüftungsventilchen an den Heizkörpern angebracht. Eine dritte Anordnung iſt ähnlich der erſten; die Fallſtränge dienen aber nicht nur zur Zuleitung des heißen Waſſers zu den Heizkörpern, ſondern ſie nehmen auch das aus dieſen abfließende Waſſer wieder auf und leiten es zu den darunter ſtehenden Heizkörpern. — Welche von dieſen drei Anordnungen im einzelnen Fall für die Ausführung zu wählen iſt, hängt von den baulichen Verhältniſſen ab. Andre Anordnungen ſ. in [17].

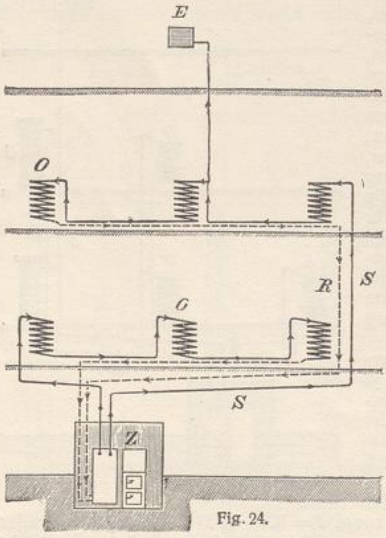


Fig. 24.

Die Heizkeſſel der Warmwaſſerheizung werden aus Schmiede- oder Gußeiſen hergeſtellt; die dabei zur Anwendung kommenden Formen ſind äußerſt mannigfaltig. Einen ſtehenden Zylinderkeſſel mit Feuerröhren und Koksfüllfeuerung zeigt Fig. 23 nach einer Ausführung von Rietſchel & Henneberg in Berlin. Beiſpiele der neuerdings nach amerikaniſchem Vorbild immer mehr zur Anwendung kommenden, aus gußeiſernen Gliedern zuſammengeſetzten Heizkeſſel zeigen die in Bd. 4, S. 570, beſchriebenen Gliederkeſſel, und zwar eine Ausführung vom Strebelwerk in Mannheim, eine zweite von den Metallwerken Bruno Schramm in Ilversgehofen-Erfurt, worauf wir verweiſen.

Die Heißwaſſerheizung, von Perkins zuerſt angegeben, wird in der durch Fig. 24 veranſchaulichten oder in etwas abgeänderter Anordnung ausgeführt. Wegen der hohen Temperatur, auf die das Waſſer erhitzt wird, entſteht in dem Keſſel, den Leitungen und den Heizkörpern bei 150° Waſſertemperatur 4 Atmoſphären, bei 200° 15 Atmoſphären Ueberdruck; ſämtliche Teile der Anlage werden daher aus geſchweißten ſchmiedeeiſernen Röhren von 23 mm innerem und 33 mm äußerem Durchmeſſer, ſogenannten Perkinsröhren, hergeſtellt. Die Heizkeſſel *Z* (Fig. 24) enthalten je nach der Ausdehnung der Anlage eine oder einige Rohrſchlangen, von denen die Steigröhren *S* nach als Rohrſchlangen gebildeten Heizkörpern *O* führen, aus denen das Waſſer nach den Feuerſchlangen durch die Rücklaufleitungen *R* zurückfließt. Um die infolge der Erhitzung des Waſſers entſtehende Volumvergrößerung desſelben aufzunehmen, iſt wieder ein Ausdehnungsgefäß *E* mit dem Rohrſyſtem zu verbinden; das Gefäß iſt aber hier geſchloſſen. Dieſer Abſchluß wird auch durch ein Sicherheitsventil bewirkt und kann dann durch Veränderung der Belaſtung desſelben der Druck und damit die Temperatur des Waſſers im Heizſyſtem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geregelt werden. Das Beiſpiel eines Heizkeſſels zeigt Fig. 25 nach einer Ausführung von Gebr. Poensgen in Düſſeldorf. An die über dem Roſt *r* liegende Feuerſchlange S^1 ſchließt oben das Steigrohr *s* und unten die nicht angegebene Rücklaufleitung an; der Feuerraum iſt mit Türen *S* und *H*, der Aſchenfall mit der Türe *A* und der durch eine Klappe *k'* regelbaren Luftzuführung *L* verſehen.

Die Mitteldruckwaſſerheizung wird gewöhnlich der Heißwaſſerheizung nachgebildet und unterſcheidet ſich von dieſer dann nur durch die geringere Waſſertemperatur und dementſprechend durch geringeren, im ganzen Syſtem herrſchenden Druck. Die Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper der Waſſerheizung erfolgt durch eingeſchaltete Ventile oder Hähne; neuerdings werden bei Warmwaſſerheizungen auch Apparate angewendet, z. B. nach der Angabe von Porges, die ſelbſttätig, entſprechend der Raumtemperatur, den Waſſerzufluß zum Heizkörper ändern. Die Warmwaſſerheizung eignet ſich für Wohnhäuſer beſſerer Art, für Schulen, Gewächshäuſer, Krankenhäuſer und öffentliche Gebäude, überhaupt überall da, wo ungeſtörter und billiger Betrieb ſowie milde Wärme verlangt wird und die größeren Anlagekoſten nicht geſcheut werden; bei ſehr ausgedehnten Gebäuden müſſen mehrere Keſſel verteilt angeordnet werden. Bei kleineren Wohnhäuſern (Villen) wird der Keſſel auch gern mit dem Küchenherd verbunden, um die Bedienung zu vereinfachen; ſolche Anlagen werden in der neueren Zeit vielfach unter dem Namen Etagenheizung eingerichtet. Die Heißwaſſerheizung eignet ſich wegen der leichteren Unterbringung der engen Leitungen auch für alte Gebäude, ferner, wenn billige Anlage gefordert wird und die hohe Temperatur der Heizſchlangen nicht läſtig iſt. Bei allen Waſſerheizungen iſt die Gefriergefahr zu beachten.

Die Warmwaſſerheizung erfordert wegen der geringen Geſchwindigkeit, mit der das Waſſer durch die Leitungen und Heizkörper zirkuliert, weite Röhren und geſtattet nicht, Heizkörper tiefer als den Keſſel zu ſtellen und weitausgedehnte Gebäude von einer Keſſelanlage aus mit Wärme zu verſorgen. Zur Beſeitigung dieſer Nachteile ſind daher neuerdings Anordnungen angegeben und ausgeführt worden, bei denen der Waſſerumlauf erheblich beſchleunigt wird. Die meiſten dieſer neueren, als Schnellumlauf- oder Ueberſtromheizung bezeichneten Syſteme wirken dadurch, daß Dampf dem Waſſer beigemiſcht und damit das mittlere ſpezifiſche Gewicht der aufſteigenden Waſſerſäule ſehr vermindert, der Auftrieb, der aus dem Gewichtsunterſchied dieſer und der abgekühlten fallenden Waſſerſäule entſteht, alſo ſtark erhöht wird. Bei der von Reck angegebenen, vom Strebelwerk in Mannheim u. a. ausgeführten Warmwaſſerheizung wird der Dampf in einem kleinen Niederdruckkeſſel erzeugt und dem Waſſer des Steigrohrs in einem unter dem Ausdehnungsgefäß angebrachten Miſchgefäß geräuſchlos zugeführt; das Gemiſch gelangt durch ein Auftriebsrohr in das Ausdehnungsgefäß; der dort ſich wieder abſcheidende Dampf wird in einer meiſt unter dem Miſchgefäß angebrachten Kondenſationsheizfläche verdichtet, durch die das vom Waſſerheizkeſſel nach dem Miſchgefäß ſtrömende Waſſer fließt. Das Kondenſationswaſſer wird dem Heizkeſſel zugeleitet, in den wie gewöhnlich die Sammelleitungen münden, die das in den Heizkörpern abgekühlte Waſſer aufnehmen. Johannes Haag, A.-G. in Augsburg, führt Dampf von unten in das Steigrohr ein, der durch einen im Waſſerheizkeſſel oder in deſſen Feuerzug angebrachten Verdampfer erzeugt wird, der auch beſonders aufgeſtellt werden kann.

Brückner in Wien, Gebr. Körting in Körtingsdorf, Bruun & Sorenſen in Aarhus u. a. führen Waſſerheizungen aus, bei denen das Waſſer im Keſſel etwas über 100° erhitzt wird, ſo daß ſich in einer gewiſſen Höhe über letzterem Dampf aus dem Waſſer entwickelt, der ſich mit dieſem miſcht und dadurch die erhöhte Umlaufgeſchwindigkeit erzeugt; durch beſondere Einrichtung (Verdichter, Kühler u. ſ. w.) wird mittels des abgekühlten Rücklaufwaſſers der ſich aus dem Gemiſch wieder abſcheidende Dampf verdichtet.

David Grove in Berlin baut Schnellumlaufheizungen nach der Angabe von Göbel, der zur Beſchleunigung des Umlaufs einen beſonderen Antriebskreislauf anordnet. Die Zentralheizungswerke in Hannover-Hainholz u. a. erzeugen die erhöhte Umlaufgeſchwindigkeit mit Hilfe von Pumpen, welches Mittel ſchon vor vielen Jahren bei Heißwaſſerverſorgungen amerikaniſcher Städte zur Bewegung des Waſſers verwendet worden iſt. Die erſtgenannten Werke benutzen elektriſch angetriebene Zentrifugalpumpen oder beſonders konſtruierte Niederdruckdampfpulſometer und regeln die Umlaufgeſchwindigkeit des Waſſers durch Einſtellung der treibenden Waſſerſäule, indem zwei übereinander ſtehende offene Gefäße angeordnet werden, von denen das obere mit dem Vorlauf, das untere mit dem Rücklauf der Heizungsanlage verbunden wird, ſo daß die Entfernung der Waſſerſpiegel in den beiden Gefäßen die treibende Waſſerhöhe ergibt. Durch Pumpwirkung können natürlich Warmwaſſerheizungen mit beliebiger Temperatur im Vorlauf des Heizſyſtems und geringem Temperaturunterſchied zwiſchen Vor- und Rücklauf betrieben werden. Auch andre Mittel zur Erzeugung größerer Umlaufgeſchwindigkeit ſind angegeben und verwendet worden. Bruun & Sorenſen in Aarhus bauen Warmwaſſerheizungen nach der Angabe von Jörgenſen, bei denen in das Steigrohr Luft mit Hilfe einer Dampfſtrahlpumpe eingeblaſen und dadurch ein Gemiſch von geringerem ſpezifiſchen Gewicht erzeugt wird. Zum Betrieb der Pumpen iſt Dampf notwendig, der einer vorhandenen Dampfleitung zu entnehmen iſt oder in einem Keſſel erzeugt werden muß, der dann auch zur Erwärmung des zur Heizung benutzten Waſſers verwendet werden kann. Janeck & Vetter in Berlin verwenden ebenfalls Dampf zur Vergrößerung der Geſchwindigkeit des Waſſerumlaufs, indem das beliebig erwärmte Waſſer aus dem Ausdehnungsgefäß durch einen mit Niederdruckdampf betriebenen Pulſator in ein 1—2 m höher ſtehendes Staugefäß gehoben wird, von dem es durch das Heizrohrſyſtem dem Ausdehnungsgefäß wieder zufließt.

Die **Dampfheizung** wirkt dadurch, daß der in einem Keſſel erzeugte Waſſerdampf nach in den Räumen aufgeſtellten Heizkörpern geleitet wird, dort Wärme abgibt und ſich dabei kondenſiert. Je nach der Dampfſpannung wird Hochdruck- oder Niederdruckdampfheizung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unterſchieden; bei erſterer wird in konzeſſionspflichtigen Dampfkeſſeln (ſ. d.) Waſſerdampf von einigen Atmoſphären Spannung erzeugt, die dann gewöhnlich durch ein Druckverminderungsventil auf die als Betriebsdruck zweckmäßige Spannung von 1—2 Atmoſphären Ueberdruck gemindert wird. Die Anordnung der Leitungen erfolgt wie bei der Waſſerheizung derart, daß die Verteilung der Zuführung auf dem Dachboden oder im Keller erfolgt (vgl. Fig. 21 und 22), Steigſtränge dann den Dampf zu den Heizkörpern führen und das Kondenſationswaſſer zurückgeführt wird, um gewöhnlich wieder zur Keſſelſpeiſung verwendet zu werden. Die Scheidung des Dampfes vom Kondenſationswaſſer erfolgt durch Dampfwaſſerableiter, auch Niederſchlagswaſſer-, Kondenſationswaſſerableiter, Kondenstopf, Selbſtleerer, Automat genannt (vgl. Kondenſationswaſſerableiter und Waſſerabſcheider).

Bei der Niederdruckdampfheizung wird die Betriebsſpannung des Dampfes nicht über 0,3 Atmoſphären Ueberdruck genommen, gewöhnlich ſogar erheblich geringer; der Dampf kann daher in nicht konzeſſionspflichtigen Keſſeln erzeugt werden, die aber mit einem Standrohr oder einer andern behördlich zugelaſſenen Sicherheitseinrichtung, die den Keſſeldruck nicht über 0,5 Atmoſphären Ueberdruck ſteigen läßt, verſehen ſein müſſen. Die Niederdruckdampfheizungen werden entweder im weſentlichen wie die Hochdruckdampfheizungen ausgeführt, wobei dann die Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper durch Aenderung der in dieſelben ſtrömenden Dampfmenge mittels Ventilen oder Hähnen bewirkt wird, oder es werden beſondere Syſteme angewendet, die als offene oder geſchloſſene bezeichnet werden. Bei zahlreichen, nach der zuerſt von Bechem & Poſt in Hagen angegebenen Einrichtung ausgeführten Anlagen erfolgt die Verteilung des Dampfes im Keller; die von dort nach den Heizkörpern gehenden Dampfzuleitungen dienen aber zugleich als Rückleitung des niedergeſchlagenen Waſſers, das unmittelbar wieder in den Keſſel fließt.

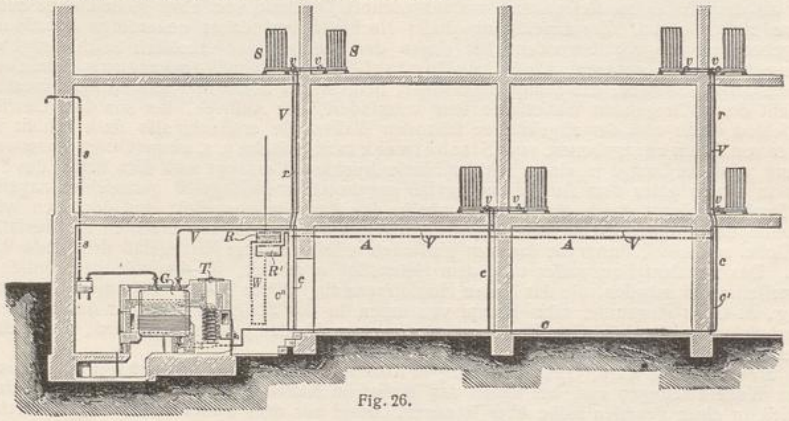


Fig. 26.

Die Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper erfolgte bei dieſen älteren Anlagen vielfach durch Umkleidung der Heizkörper mit einem wärmedichten Mantel (Iſoliermantel), der mit Klappe oder Schieber verſehen wurde, um je nach Bedarf mehr oder weniger Raumluft oder friſche Außenluft an der Heizfläche vorbeiſtrömen und ſich erwärmen zu laſſen. Neuerdings wird dieſe Einrichtung wegen des hygieniſchen Nachteils der ſchwierigen Reinigung der ſchnell verſtaubenden Heizkörper ſelten ausgeführt. Die neueren Heizungsſyſteme bedingen beſondere Anordnungen der Leitungen für den Dampf, das niedergeſchlagene Waſſer und gegebenenfalls für die aus den Heizkörpern zu entfernende Luft. Die Entlüftung erfolgt durch an den Heizkörpern angebrachte ſelbſttätig wirkende Entlüftungsventile oder zentral durch ein gemeinſames, ins Freie mündendes Rohr oder durch einen zentralen Entlüftungsapparat, der das Durchblaſen von Dampf durch das Entlüftungsrohr verhindert. Bei Niederdruckdampfheizungen, deren Heizkörper mit der Kondensleitung in offener Verbindung ſtehen, muß dafür geſorgt werden, daß nicht Dampf aus den Heizkörpern in die Kondensleitung und durch dieſe auch in die andern Heizkörper ſtrömen kann, da ſonſt Störungen und Geräuſch im Heizſyſtem entſtehen. Hierzu werden entweder Regelungsventile verwendet, die in jeden Heizkörper nicht mehr Dampf eintreten laſſen, als in ihm kondenſiert wird; oder es werden Dampfſtauer (Kondensſtauer) angebracht, die in verſchiedener Bauart hergeſtellt werden und nur das niedergeſchlagene Waſſer und Luft durchlaſſen. Eine Regelungsart beſteht darin, daß die Heizkörper zum Teil mit Waſſer gefüllt werden; da der mit Dampf gefüllte Teil eine größere Wärmeabgabefähigkeit beſitzt als der mit Waſſer gefüllte, ſo wird der Heizkörper um ſo weniger Wärme an den zu heizenden Raum abgeben, je mehr Waſſer er enthält. Die Füllung mit Waſſer erfolgt nun durch den Dampfdruck aus einem Waſſergefäß, das an jedem Heizkörper oder gemeinſam für alle angebracht iſt; je weiter ein in die Dampfzuleitung eingeſchaltetes Ventil geöffnet wird, deſto größer wird die Spannung im Heizkörper und deſto weniger hoch kann der Dampf aus dem Waſſergefäß Waſſer nach dem Heizkörper preſſen. Solche Einrichtungen wurden von W. Schweer u. a. angegeben und ausgeführt. Die ſelbſttätige Regelung der Heizkörper zur Erhaltung einer gleichmäßigen Raumtemperatur wird neuerdings angeſtrebt. Fritz Kaeferle in Hannover benutzt dazu elektriſchen Strom, der durch ein Elektrothermometer beeinflußt wird und auf das hierzu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beſonders geſtaltete Dampfeinlaßventil des Heizkörpers wirkt. Eine wirkſame Entlüftung und damit gleichmäßige Ausbreitung des Dampfes im Heizkörper erzielt dieſelbe Firma durch die Einführung des Dampfes mittels eines einfachen Injektors. Dieſer ſaugt die Luft an und treibt ſie mit dem Dampf durch alle Teile des Heizkörpers, bis die Luft aus dieſem nach der Entlüftungsleitung verdrängt iſt.

Bei den bisher erwähnten Arten der Niederdruckdampfheizung treten die Heizkörper und Leitungen beim Stillſtand des Betriebs mit der Atmoſphäre in Verbindung; im Gegenſatz zu dieſen ſogenannten offenen Heizſyſtemen kennzeichnen ſich die geſchloſſenen dadurch, daß ſie gegen die Außenluft immer abgeſperrt bleiben. Es geſchieht dies in der Abſicht, das Roſten der Leitungen möglichſt zu vermindern, hauptſächlich aber, um durch teilweiſe Füllung der Heizkörper mit Luft in derſelben Weiſe eine Aenderung der Wärmeabgabe zu erzielen, wie dies bei der erwähnten Schweerſchen Anordnung unter Zuhilfenahme von Waſſer geſchah. Solche ſogenannte geſchloſſene Heizſyſteme werden zurzeit von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover, Käuffer & Cie. in Mainz, Schäffer & Walcker A.-G. in Berlin u. a. ausgeführt. Fig. 26 zeigt die Körtingſche Anordnung. Von dem Keſſel *G*, der mit Füllfeuerung *T* und Standrohr *s* ausgerüſtet iſt, ſtrömt der Dampf durch die Leitungen *V* in die Oefen *S* je nach der Einſtellung der an dieſen angebrachten Ventile *v*. Die aus den Heizkörpern *S* verdrängte Luft und das Niederſchlagswaſſer werden durch die Leitungen *r* abwärts geführt; das Waſſer fließt durch die Röhren *c* in den Keſſel, die verdrängte Luft geht durch ein Rohr *A* in das Luftgefäß R^1, aus dem dann eine entſprechende Waſſermenge durch die Rohrſchleife *W* in das Gefäß *R* verdrängt wird. Je nach der Einſtellung der Ventile *v* wird ein Teil des Heizkörpers ſich mit Dampf füllen, alſo heiß werden, der andre Teil wird mit Luft gefüllt, alſo kalt bleiben; die wärmeabgebende Fläche läßt ſich daher in einfacher Weiſe ändern. Gewöhnlich aber läßt Körting den durch die Ventile *v* in die Heizkörper eintretenden Dampf ſich mit der in dieſen befindlichen Luft miſchen, indem der Dampf aus feinen Düſen in die einzelnen Glieder der Heizkörper ſtrömt. Hierdurch wird das Gemiſch von Dampf und Luft in ſtetem Umlauf gehalten und der Heizkörper erhält eine gleichmäßige Temperatur, deren Höhe von der Menge des einſtrömenden Dampfes, alſo von der Einſtellung des Ventils *v* (Fig. 26), abhängt. Dieſes Luftumwälzungsverfahren ergibt demnach eine je nach dem Wärmebedarf genau regelbare mäßige Temperatur der Heizkörper wie die Warmwaſſerheizung. Statt des Standrohrs *s* wird am Keſſel gewöhnlich ein Apparat (Standrohrregulator) angebracht, durch den die Luftzuführung zur Keſſelfeuerung und damit die Dampferzeugung nach dem Wärmebedarf ſelbſttätig geregelt wird, durch deſſen Einſtellung aber auch der Dampfdruck geändert und die Heizwirkung generell geregelt werden kann. Bei der Käufferſchen Anordnung (Fig. 27) wird die Luft nach einem gaſometerartigen Gefäß *C* verdrängt und fließt aus dieſem wieder in die Heizkörper *B* zurück, wenn durch Engerſtellen der Dampfventile *e* an denſelben weniger Dampf in die Heizkörper treten kann, die Spannung alſo in ihnen ſinkt. Die von Schäffer & Walcker ausgeführte Anordnung benutzt einen als geſchloſſenes Gefäß hergeſtellten Luftdruckregler, der oben mit der Dampfzuleitung, unten mit der Niederſchlagswaſſerleitung in Verbindung ſteht, ſo daß im Gefäß das Niederſchlagswaſſer eine gewiſſe Höhe einnimmt. Hierdurch wird ein Schwimmer bewegt, der auf ein an der Dampfzuführung angebrachtes Ventil wirkt. Wird ein Heizkörper angeſtellt, ſo treibt der Dampf die Luft aus dieſem nach dem Luftdruckregler, der Waſſerſpiegel und der Schwimmer ſinken, letzterer ſchließt den Dampfzutritt ab, ſo daß der im Gefäß ſich noch befindliche Dampf verdichtet und der verdrängten Luft Platz macht. Wird ein Heizkörper abgeſtellt, ſo bewirkt die in ihm durch die Kondenſation entſtehende, ſich nach dem Regler fortpflanzende Druckverminderung, daß der Waſſerſpiegel ſich hebt, der Schwimmer ſteigt und dieſer das Dampfventil öffnet; der nun einſtrömende Dampf drückt einen Teil der im Regler enthaltenen Luft durch ein über dem Waſſerſpiegel mündendes, nach der Niederſchlagswaſſerleitung führendes Rohr und durch dieſe nach dem abgeſtellten Heizkörper, der hierdurch erkaltet.

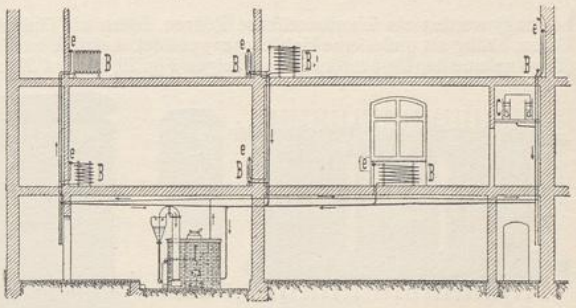


Fig. 27.

Die Dampfkeſſel der Niederdruckheizung werden in zahlreichen Formen ausgeführt; ſie erhalten meiſt Füllfeuerung zur Vereinfachung der Bedienung und ſind gewöhnlich wie die neueren Warmwaſſerheizkeſſel aus gußeiſernen Gliedern (Elementen, ſ. Gliederkeſſel) oder für größere Anlagen auch aus einem ſchmiedeeiſernen Röhrenkeſſel und einem gußeiſernen Gliederkeſſel zuſammengebaut. Zur ſelbſttätigen Regelung der Verbrennung werden ſie mit beſonderen Apparaten (Zug- oder Verbrennungsregler) ausgerüſtet. Ein Beiſpiel eines ſolchen Keſſels zeigt Fig. 28 nach einer Ausführung von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover; der Füllſchacht beſteht aus mehreren ſenkrecht ſtehenden, in zwei Reihen angeordneten, untereinander verbundenen Elementen, die oben mit dem Dampfraum des Röhrenkeſſels in Verbindung ſtehen und unten einen hohlen, vom Keſſelwaſſer durchfloſſenen Roſt bilden. Vor dem Schachtroſt iſt ein Standrohrregulator angebracht, der eine Verbindung der Standrohreinrichtung mit der Verbrennungsregelung darſtellt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine Abart der Niederdruckdampfheizung bildet die Abdampfheizung, bei welcher der Abdampf von Dampfmaſchinen zur Heizung verwendet wird, wie dies beſonders in Fabriken manchmal geſchieht; es iſt jedoch darauf zu achten, daß dieſe Benutzung des Abdampfes die Leiſtung der Maſchine nicht ungünſtig beeinflußt.

Die Heizkörper der Waſſer- und Dampfheizung (mit Ausnahme der Heißwaſſer-

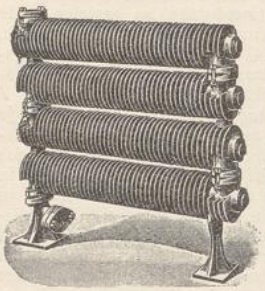


Fig. 31.

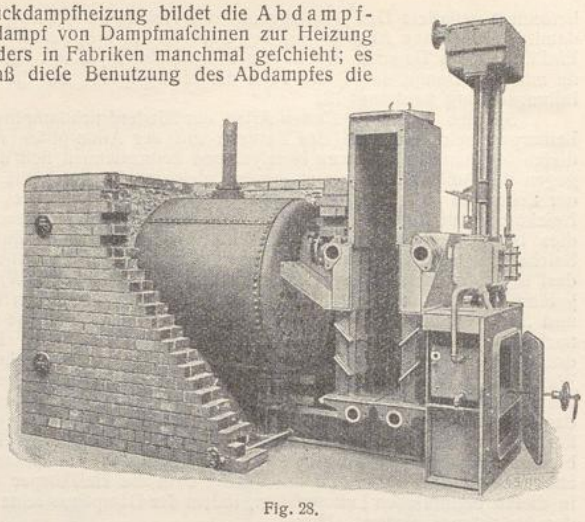


Fig. 28.

heizung) werden als ſchmiedeeiſerne Röhren, ſelten als ſäulenförmige, von Röhren durchzogene Oefen, häufig als gußeiſerne Hohlkörper gebildet. Letztere werden meiſt mit Außenrippen verſehen (Rippenelemente, Rippenrohre) und zeigen Fig. 29, 30 und 31 einige der gebräuchlichen Formen.

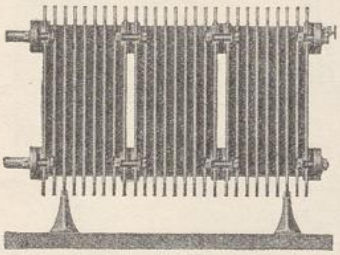


Fig. 33.

Fig. 33 a.

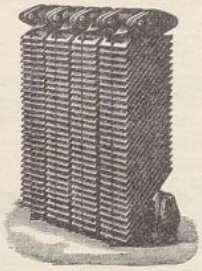


Fig. 30.

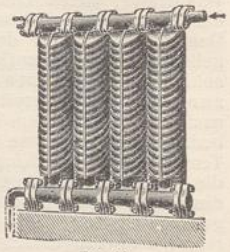


Fig. 29.

In neuerer Zeit werden nach amerikaniſchem Vorbild glatte, nur mit aufgegoſſenen Verzierungen verſehene Heizkörper (Radiatoren, Reihenglieder) immer mehr angewendet, da ſie nicht unſchön wirken und daher ohne Umkleidung in den Räumen aufgeſtellt werden können. Fig. 32 zeigt einen ſolchen Heizkörper (Käuffer & Co.), die auch emailliert, lackiert und in andrer Weiſe verziert zur Anwendung kommen. Neuerdings werden auch kaſtenförmige Heizkörper mit ſenkrechten Rippen (Kaſtenheizkörper) angewendet, von denen Fig. 33 und 33a eine Ausführung vom Strebelwerk in Mannheim veranſchaulichen. Einfach geſtaltete Heizkörper werden häufig mit Verkleidungen oder Mänteln aus Eiſenblech, Kunſtſchmiedearbeit, Meſſing, Marmor, Majolikafliſen u. ſ. w verſehen, die Oeffnungen für den Zu- oder Austritt der Raumluft beſitzen.

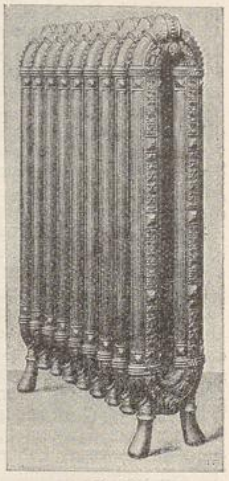


Fig. 32.

Die Hochdruckdampfheizung eignet ſich für ausgedehnte Gebäudeanlagen und kann dann in Verbindung mit der Dampfwaſſer- und Dampfluftheizung gebracht werden, wenn es ſich empfiehlt, einzelne Räume mit warmem Waſſer oder heißer Luft zu heizen. Wegen der konzeſſionspflichtigen Dampfkeſſel iſt die Anlage nicht immer ausführbar. Die Niederdruckdampfheizung eignet ſich für Wohngebäude, Schulen, Krankenhäuſer, Verwaltungsgebäude und wird wegen ihrer guten Regelungsfähigkeit und des gefahrloſen Betriebs viel angewendet.

Für die zuläſſige größte Ausdehnung der Zentralheizungsrohre in wagerechter Richtung gelten im allgemeinen folgende Werte: Luftheizung, wagerechte Entfernung der Luftkanäle vom Ofen aus bis 12 m; Warmwaſſerheizung, wagerechte Entfernung der Rohrleitung vom Keſſel aus bis 100 m; Heißwaſſerheizung, Geſamtlänge eines Rohrſyſtems vom Keſſel nach den Heizkörpern und wieder zurück nicht über 200 m; Dampfheizung, wagerechte Ausdehnung vom Keſſel aus faſt unbeſchränkt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Verwendung des **elektrischen Stromes** zur Heizung ist zurzeit noch wegen der hohen Betriebskosten nur in Ausnahmefällen gerechtfertigt. Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin liefert elektrische Heizkörper in verschiedenen Formen, bei denen die Umwandlung der Elektrizität in Wärme dadurch erfolgt, daß der beim Durchströmen eines Metalldrahtes entstehende Leitungswiderstand eine Erhitzung des Drahtes hervorruft. Diese Drähte werden in Spiralen um lotrechte Messingröhren gewickelt, die zur Isolation mit Asbest umhüllt sind und durch welche die Raumluft behufs Erwärmung streicht. Durch Einschaltung der Drahtumwicklungen mittels zweier Griffe wird die Wärmeabgabe geregelt. Die Gesellschaft Prometheus in Frankfurt a. M. verwendet statt der Drähte leitende Edelmetallösungen, die in breiten Streifen auf dünnen Glimmerplatten aufgebrannt werden, um große Heizflächen zu erzielen. Unter dem Namen Leuchtende Heizöfen (Radiatoren), System Dowsing, stellt diese Gesellschaft Heizkörper her, die aus einigen großen Glühlampen mit Reflektor bestehen und hauptsächlich durch Wärmestrahlung wirken. Die Kryptol-Gesellschaft in Berlin baut Oefen und Kamine in verschiedener Form, welche einen Heizeinsatz besitzen, der die Kryptolpatronen enthält; das sind Glasröhren, welche mit einer aus Graphit, Kohle und andern Materialien hergestellten Masse gefüllt sind, durch welche der elektrische Strom behufs Erzeugung von Wärme geleitet wird. Vgl. a. Beheizung der Eisenbahnwagen (Bd. 3, S. 340) und Dampfheizung (auf Schiffen).

Literatur: [1] Peclet, E., Traité de la chaleur considérée dans ses applications, nach der 3. Aufl. deutsch von C. Hartmann, 1861. — [2] Ferrini, R., Technologie der Wärme, deutsch von Schröter, Jena 1887. — [3] Paul, F., Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik, Wien 1885. — [4] Deny, E., Chauffage et ventilation rationelle des écoles, habitations etc., deutsch mit einem Anhang von E. Haefecke, 1886. — [5] Rietschel, H., Lüftung und Heizung von Schulen, Berlin 1886. — [6] Fanderlik, F., Elemente der Lüftung und Heizung, Wien 1887. — [7] Fischer, F., Feuerungsanlagen für häusliche und gewerbliche Zwecke, Karlsruhe 1889. — [8] Fischer, H., Heizung und Lüftung der Räume, 3. Teil, Bd. 4 des Handbuchs der Architektur, Darmstadt 1890. — [9] Haefecke, E., Die Schulheizung, Berlin 1893. — [10] Hartmann, K., Heizung und Lüftung der Arbeitsräume, Handbuch der praktischen Gewerbehygiene, 2. Aufl., Berlin 1894. — [11] Fischer, H., Heizung der Theater- und Versammlungsäle, Darmstadt 1894. — [12] Grove, D., Ausführung von Heizungs- und Lüftungsanlagen, Berlin 1895. — [13] Haase, F. H., Die Heizungsanlagen, Leipzig 1895. — [14] Schmidt, K., Heizung und Ventilation, 21. Lieferung des Handbuchs der Hygiene von Th. Weyl, Jena 1896. — [15] Rietschel, H., Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen, 3. Aufl., Berlin 1902. — [16] Hartmann, K., Heizung und Lüftung der Gebäude, Bd. 1, 2. Teil der Baukunde des Architekten, Berlin 1903. — [17] Wolpert, A. und H., Die Heizung, Berlin 1905. — [18] Wieprecht, Entwerfen und Berechnen von Heizungs-, und Lüftungsanlagen, 3. Aufl., Halle a. S. 1905. — [19] Scholtz, A., Heizungs-, Lüftungs- u. s. w. Anlagen, Bd. 4 der Allg. Baukonstruktionslehre von Breymann, Leipzig 1905. *K. Hartmann.*

Heizung auf Schiffen, s. Dampfheizung.

Heizwert, die bei der Verbrennung eines Brennstoffs frei werdende, in Wärmeeinheiten ausgedrückte Wärmemenge; s. Brennstoffe.

Hektar, Bodenflächenmaß im metrischen System = 100 ar = 10000 qm.

Hektogramm, Gewicht im metrischen System = 100 g. In die deutsche Maß- und Gewichtsordnung ist die Bezeichnung nicht aufgenommen. *Plato.*

Hektograph (Autograph, Chromograph, Kilograph, Multigraph, Polygraph, Schapirograph). Alle diese Namen bezeichnen einfache Vervielfältigungsapparate, die darauf beruhen, daß ein Schriftstück oder eine Zeichnung mit ausgiebiger Tinte (aus Anilinfarbstoffen) verfertigt und sodann auf eine elastische Leimmasse durch Auflegen und Reiben übertragen wird. Es können nun auf glattes Papier, das z. B. durch Ueberfahren mit einer Walze auf den Leimziegel angedrückt wird, so lange Abzüge gemacht werden, als die Uebertragung, der kein Farbstoff weiter zugeführt wird, solchen abzugeben vermag.

Eine der einfachsten Anweisungen zur Herstellung von Hektographenmasse ist folgende: 100 Teile Vergolderleim werden in Wasser aufquellen gelassen, bis sich dessen Platten in weiche, hautartige Massen verwandeln, die beim Aufheben leicht zerreißen; man schmilzt ihn dann vorsichtig, kocht ihn auf und entfernt allen an der Oberfläche sich bildenden Schaum. In diesem Zustande werden 500 Teile Glyzerin (28°) unter fortwährendem, vor Anbrennen schützendem Rühren zugesetzt. Die Masse läßt man noch etwas stehen, damit die Luftblasen entweichen können, und gießt sie schließlich in Blechkästchen. Eine sehr gute, aber teurere Masse erhält man aus 100 Teilen Hausenblase, 600 Teilen wasserfreiem Glyzerin und 400 Teilen heißem Wasser; ihre Herstellungsart ist die gleiche wie soeben angegeben, jedoch muß vor dem Eingießen in die Form durchgeseiht werden, und es ist bei der Füllung besonders darauf zu achten, daß sich keine Luftblasen bilden. Der Vorteil dieser Masse besteht darin, daß die Anilintinte nicht tief einsinkt. In Frankreich empfahl das Ministerium für öffentliche Arbeiten die Erzeugung der Hektographenmasse aus 100 Teilen gewöhnlichem Leim, 500 Teilen Glyzerin, 25 Teilen feinem Bariumsulfat oder Kaolin und 375 Teilen Wasser. Als Kopiertinte für diese Masse eignet sich am besten eine konzentrierte Lösung von Methylviolett, doch kann diese nach geschehenem Druck nur mit Wasser, dem man etwas Salzsäure zugesetzt, entfernt werden; auch muß man noch mit kaltem Wasser nachwaschen, um jede Spur von Säure zu entfernen. Eine blaue Tinte kann man herstellen aus 10 g wasserlöslichem Anilinblau, 10 g Glyzerin und ca. 100 g Wasser. Rote Kopier-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

tinte läßt ſich aus 10 g Diamantfuchſin, 10 g Glyzerin, 10 g Alkohol und 50 g Waſſer erzeugen. Manchmal wird der Tinte ein wenig Gummiarabikum zugefügt. Um den Hektographen nach Gebrauch zu reinigen und die Schrift zu entfernen, genügt Abwaſchen mit warmem Waſſer, doch iſt die Maſſe dann mit Fließpapier gut abzutrocknen. Bei den verbeſſerten Apparaten wird eine größere Rolle mit elaſtiſcher Leimmaſſe verſehenen Zeuges verwendet und allmählich abgewickelt. Dadurch entfällt das Waſchen der benutzten Maſſe, weil die Tinte während der Zeit, in der das betreffende Stück unbenutzt bleibt, unwirkſam wird. Hektographenpapier zum ſteten Wechſel wird auf maſchinellem Wege durch Ueberziehen ſtarken Papiers mit Hektographenmaſſe hergeſtellt, indem das von einer Trommel laufende Papierband den regulierbaren Auslauf des durch ein Waſſerbad warm erhaltenen Maſſebehälters paſſiert. Nach dem Erſtarren wird zur Vermeidung des Anklebens der Rolle die Schichtſeite mit Federweiß beſtaubt, das vor der Benutzung mittels feuchten Schwammes zu entfernen iſt. Im Sommer iſt der Hektograph an einem kühlen Orte, im Winter an einem mäßig warmen Orte aufzubewahren. Erklärlicherweiſe beſteht bei allen hektographiſchen Apparaten der große Nachteil, daß nach verhältnismäßig ſehr wenigen ſatten Abzügen die Drucke immer bläſſer, ſchließlich faſt unleſerlich werden. Ferner ſind alle mit Anilintinten hergeſtellten Drucke nicht lichtbeſtändig. Lichtbeſtändige und rückſichtlich der Farbſtoffintenſität ſtets gleich kräftige Drucke dagegen liefert der von ſeinem Erfinder Jacobſen Kollograph genannte, aber als Autokopiſt bekanntere Apparat, der ſich vom Hektographen dadurch weſentlich unterſcheidet, daß die Schrift oder Zeichnung mit Campechetinte oder mit einer aus Gummiarabikum, Eiſenvitriol und Galläpfelextrakt hergeſtellten Tinte angefertigt und in der gewöhnlichen Weiſe durch Anreiben auf die ſchwach angefeuchtete Hektographenmaſſe übertragen, dieſe an den von der Tinte berührten Stellen gerbt, wodurch dieſe Maſſenteile fähig werden, von einer über die Platte geführten Walze die fette Druckfarbe anzunehmen, während die übrigen Partien, durch Wiſchen nach jedem Drucke feucht erhalten, ſie abſtoßen. Es kann eine ziemlich große Anzahl Abzüge hergeſtellt und die Platte ſodann durch Behandeln mit heißem Waſſer wieder neuerlich gebrauchsfähig gemacht werden.

Literatur: [1] Teelen, Anleitung zur Selbſtanfertigung eines verbeſſerten Hektographen, Barmen 1883. — [2] Lehner, Die Tintenfabrikation und die Herſtellung der Hektographen und Hektographiertinten, 4. Aufl., Wien 1890. *A. W. Unger.*

Hektoliter, Hohlmaß für Flüſſigkeiten und trockene Körper im metriſchen Syſtem = 100 l. *Plato.*

Hektometer, Längenmaß, Feldmaß im metriſchen Syſtem = 100 m. In die deutſche Maß- und Gewichtsordnung iſt die Bezeichnung nicht mit aufgenommen.

Helder, allgemeine Bezeichnung für das mit Pflanzenwuchs bedeckte Watt, von dem der Groden den höher liegenden, mit feſter Grasnarbe beſtandenen Teil bildet. *Frühling.*

Helgen, ſ. v. w. Helling (ſ. d.).

Heliochromie (Photochromie), ſ. Photographie.

Heliographie, ſ. Heliogravüre.

Heliogravüre oder Photogravüre (Sonnenätzung), wird als allgemeine Bezeichnung für jene graphiſche Methoden zur Herſtellung geätzter Druckplatten gebraucht, bei welchen mittels des Sonnenlichts das Bild auf den Aetzgrund derartig übertragen wird, daß man es mittels geeigneter Aetzmittel erhöht oder vertieft ätzen kann.

Auch das Wort Heliographie wird in derſelben Bedeutung gebraucht, ſo daß man von heliographiſcher Zinkotypie, Kupferätzung u. ſ. w. ſprechen kann. Unter Heliogravüre oder Photogravüre im engeren Sinne des Wortes wird aber gegenwärtig ein ganz beſtimmtes Verfahren der Herſtellung von Kupferdruckplatten für Halbtonbilder, die in der Kupferdruckpreſſe gedruckt werden, verſtanden. Dieſes Verfahren ging von Fox Talbot aus; es wurde von Karl Klič in Wien in ſeiner gegenwärtig gebräuchlichen Form verbeſſert und allgemein eingeführt.

Eine polierte Kupferplatte wird mit Aſphaltkorn (Aquatintakorn) verſehen und dasſelbe angeſchmolzen. Auf dieſe Fläche wird ein auf Pigmentpapier von einem photographiſchen Diapoſitive kopiertes Bild aufgequetſcht und übertragen. Dieſes negative Bild wird nach dem Trocknen unter Verwendung mehrerer (raſcher oder langſamer ätzender) verſchieden konzentrierter Eiſenchloridlöſungen geätzt, wodurch eine Tiefätzung reſultiert, die im Druck ein poſitives Bild liefert. Zur Verhinderung einer raſchen Abnutzung der Platte wird dieſelbe vor dem Drucke verſtählt. Die zuerſt mit Benzol, dann mit einer Miſchung von Schlämmkreide, Alkohol und etwas Ammoniak gereinigte Kupferplatte wird mit Aſphaltpulver geſtaubt und bis zum Anſchmelzen des Kornes erhitzt, erkalten gelaſſen und das auf Hanfſtänglſchem Aetzpapier oder Pigmentpapier Nr. 105 der Londoner Autotype-Co. kopierte Pigmentbild übertragen, dieſes dann zuerſt in einer Taſſe mit Waſſer von 35° C, nachher in einer zweiten Taſſe mit Waſſer von 42° C entwickelt, mit kaltem Waſſer abgeſpült, 5 Minuten in wäſſerigen Spiritus gelegt und getrocknet. Rückſeite und Rand der Platte werden mit Aſphaltlack abgedeckt und das Pigmentbild nachher in vier oder drei Bädern einer Eiſenchloridlöſung geätzt, die durch Zuſatz von Kupfer (bei Lichtzutritt) abgeſtumpft worden iſt. Methode mit fünf (drei) Aetzbädern: Eiſenchloridlöſung: erſte Aetze 1,400, zweite 1,370, dritte 1,340, vierte 1,310, fünfte 1,280 ſpez. Gew. Temperatur der Löſung I 12° C, die übrigen ſukzeſſive ſteigend bis ca. 20° C. Bei dieſer Methode werden drei Bäder verwendet, und zwar in der Weiſe, daß bei lauen Uebertragungen die Aetzung mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Löfungen I—III, bei ſtärkeren aber mit II—IV ſtattfindet; nur im Falle beſonderer Umſtände, wie z. B. bei zu langſam verlaufender Aetzung, wird ein viertes Bad (Bad IV bezw. V) als Hilfsbad verwendet. Mit den konzentrierten Löſungen I—III können auch ſtärkere Uebertragungen geätzt werden, jedoch müſſen dieſe Löſungen etwas wärmer verwendet werden, etwa bei 15, 17 und 20° C. Die Geſamtdauer der Aetzung ſoll 15—20 Minuten nicht überſchreiten. Bei einer normalen Uebertragung iſt die Aetzdauer in den einzelnen Bädern ungefähr 3 Minuten in der erſten, 5—7 Minuten in der zweiten und 7—10 Minuten in der dritten Aetze; in dem ſich daran ſchließenden Waſſerbade wird nur bis zum Schließen des höchſten Lichtes einige Sekunden geſchwenkt.

Der Aetzvorgang wäre ungefähr folgender: In der erſten Aetze werden die kräftigeren Schattenpartien geätzt, in der zweiten die dunkleren Mitteltöne bis zum Beginn der helleren Partien, dieſe werden dann im dritten Bade weitergeätzt bis nahe zu den höchſten Spitzlichtern; mit der Platte wird ſodann etwas Aetze in eine Schale mit kaltem Waſſer überführt und damit das höchſte Licht geſchloſſen. Man ſpült mit Waſſer ab, entfernt die Pigmentſchicht mit einem feuchten Fließpapierbauſchen, reinigt die Platte vom Aſphalt mit Steinkohlenteerbenzol mittels weicher Leinenlappen. Das bei dem Aetzprozeß entſtandene Kupferchlorür wird mit einer Miſchung von Schlämmkreide, Alkohol und Ammoniak entfernt und die Platte zur Retuſche gebracht. Schließlich wird verſtählt.

Rembrandt-Heliogravüre nennt man eine Kombination der Heliogravüre mit dem Raſterverfahren (ſ. Autotypie), wobei Kupferdruckplatten mit zarter Netzſtruktur erzeugt und in Schnellpreſſen gedruckt werden. Das Verfahren iſt gleichfalls von Karl Klič erfunden worden und wird derzeit hauptſächlich in England für den Kunſtverlag benutzt.

Die heliographiſch hergeſtellten Landkarten und andre Reproduktionen linearer Zeichnungen werden häufig (z. B. im k. u. k. Militär-geographiſchen Inſtitute in Wien) auf photogalvaniſchem Wege (durch galvaniſches Abformen eines photographiſchen Pigmentreliefs) erzeugt.

Die Farbenheliogravüre (Chromo- oder farbige Heliogravüre). Als ſogenannte „reine“ Farbenheliogravüre werden diejenigen vielfarbigen Abdrucke bezeichnet, die mittels eines, nicht mehrmaligen Druckes erzielt werden. Die geätzte Heliogravüreplatte wird mittels entſprechender verſchiedener Farben und Tampons eingefärbt, wobei das Original als Vorbild dient, ſo zwar, daß die Platte förmlich übermalt wird und in der Farbegebung dem Original möglichſt gleichkommt. Da dies in manchen Fällen nicht erreichbar iſt, ſo muß an den gemachten Abdrücken noch eine Nachhife (Retuſche) vorgenommen werden. Dieſes vornehme, jedoch durch die komplizierte Herſtellung teure Druckverfahren wird mehrfach durch die verſchiedenen Kombinationsdrucke (ſ. d.) zu erſetzen geſucht.

Literatur: [1] Scamoni, Handb. der Heliographie, Berlin 1872. — [2] Husnik, Die Heliographie, Wien 1888. — [3] Geymet, Traité pratique de gravure héliographique, Paris 1885. — [4] Moock, Traité pratique d'impression photographique aux encres grasses, Paris 1888. — [5] Volkmer, Die Photogravüre zur Herſtellung von Tiefdruckplatten in Kupfer, Zink und Stein, Halle a. S. 1895. — [6] Eder, Handb. der Photographie, Bd. 4: Das Pigmentverfahren und die Heliogravüre, Halle a. S. 1899. — [7] Derſ., Rezepte und Tabellen, 4. Aufl., 1905. — [8] Vogel, Handb. der Photographie, Bd. 2, 4. Aufl., Berlin 1899. *J. M. Eder.*

Heliometer, bezeichnet eine beſtimmte Art der zu aſtronomiſchen Meſſungen verwandten Mikrometer. Es iſt ein ſogenanntes Doppelbildmikrometer, bei dem die Verdopplung des Bildes mittels Durchſchneidens des Objektivs hervorgebracht wird. Das Heliometer iſt heute eines der genaueſten Meßwerkzeuge, über welche die Aſtronomen verfügen.

Unter dem Stichwort Doppelbildmikrometer iſt ſchon das Nötige über die Geſchichte der Erfindung dieſer Inſtrumente beigebracht worden. Nachdem durch Fraunhofer und ſpäter durch die Repfoldſchen Heliometer die heute gebräuchliche Einrichtung gegeben wurde, ſind gegenwärtig, abgeſehen von den zwei oder drei Fraunhoferſchen Heliometern, die noch vereinzelt benutzt werden, nur noch die Heliometer neuerer Konſtruktion mit ſogenannter Zylinderführung der Objektivhälften in ſtändiger Benutzung. Die Einrichtung dieſer Inſtrumente iſt durch Fig. 1 und 2 näher erläutert, welche das neueſte Inſtrument dieſer Art, das der v. Kuffnerſchen Sternwarte in Wien, darſtellen.

Auf ſtarker, eiſerner Säule ruht das Prisma, welches die Stundenachſe der parallaktiſchen Montierung trägt; am oberen Ende derſelben ſitzt die Deklinationsachſe und dieſe trägt ihrerſeits das Fernrohr mit den ſpeziell heliometriſchen Einrichtungen. Das Objektiv und die Anordnung der Faſſungen *s s* für beide Hälften zeigt die Fig. 2. Die Federn *f f* und die Schienen *h h* mit Regulierſchrauben dienen dieſen Objektivfaſſungen als Führung und Sicherung, während ſie durch die vom Okularende aus zu bewegende Schraube in ihre jeweilige Stellung gebracht werden. Die Bewegung geht auf einer zylindriſch abgehobelten Fläche vor ſich, die bewirkt, daß bei den verſchiedenen Stellungen der Objektivſchieber die Linſenhälften doch ſtets gleiche Entfernung von dem Punkt der geometriſchen Achſe des Fernrohres beibehalten, in dem bei zuſammengeſchraubtem Objektiv das Bild eines Geſtirnes entſteht.

Auf der Rückſeite der Schieber ſind Skalen angebracht mit fehr genauer Teilung von 0,2 oder 0,5 mm Intervall. Dieſe dienen im Gegenſatz zu den früher benutzten Schrauben direkt zur Meſſung der gegenſeitigen Stellung der Objektivhälften, die ſich durch eine ſinnreiche Kupplung bei der Einſtellung auf die Geſtirne zueinander ſymmetriſch bewegen. Früher wurde die Bewegungsſchraube auch gleichzeitig zum Meſſen der Diſtanz der optiſchen Mittelpunkte der Objektivhälften benutzt, in den neueren Heliometern dient ſie nur zur Fortbewegung, während die Meſſung an den Skalen mittels Mikrometermikroſkopen vom Okular aus erfolgt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

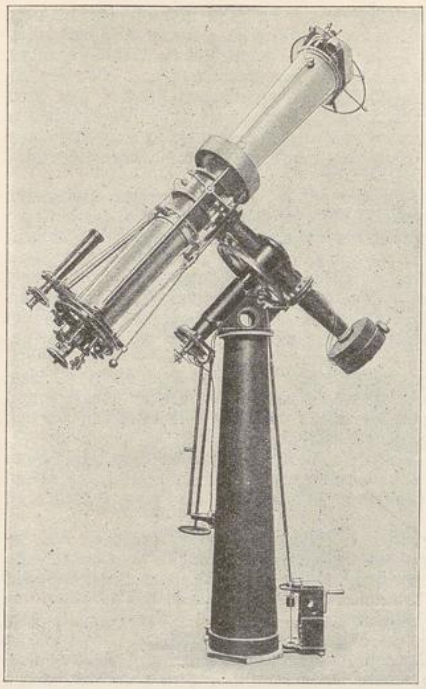


Fig. 1.

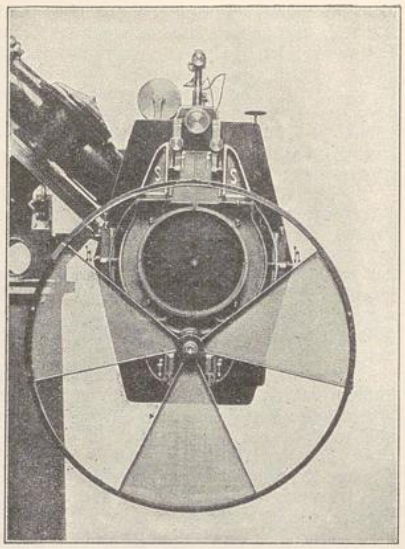


Fig. 2.

Da die Schnittlinie des Objektivs ſtets in die Richtung der beiden Punkte des Himmels gebracht werden muß, deren angulare Diſtanz beſtimmt werden ſoll, ſo muß das ganze Fernrohr außer ſeiner parallaktiſchen Bewegung auch noch eine ſolche um ſeine geometriſche Achſe haben (früher bewegte ſich nur der Objektivkopf). Die Größe dieſer Bewegung bezw. die Stellung der Schnittlinie gegen den Stundenkreis, welcher durch die Mitte der Verbindungslinie der Geſtirne geht, kann an einem beſonderen Poſitionskreis abgeleſen werden. — Bezüglich der ganz ſpeziellen Einrichtungen muß aber hier auf die Fachliteratur, beſonders auf [1], hingewieſen werden, wo ſich ſehr ausführliche Angaben und viele Abbildungen der verſchiedenen Konſtruktionen des Heliometers finden.

Um die Art der Meſſung mittels eines ſolchen Heliometers klarzumachen, denkt man ſich am beſten die beiden die Sonne abbildenden Linſenhälften ſo weit auseinander geſchoben, daß ſich die beiden Sonnenbilder berühren; dann lieſt man die gegenſeitige Stellung der Schieberſkalen mittels des Mikroſkopes ab. Nun ſchraubt man die Linſenhälften zurück über ihre Koinzidenzſtellung nach der andern Seite hinaus bis zur wiederum ſtattfindenden Berührung der Sonnenbilder und lieſt wieder die Skalenſtellung ab. Dann wird offenbar die Differenz der Skalenableſungen, dividiert durch die Brennweite des Objektivs, den doppelten Betrag der Tangente der angularen Diſtanz der beiden Sonnenränder (des Sonnendurchmeſſers) darſtellen. Denkt man ſich an die Endpunkte des Sonnendurchmeſſers zwei Sterne und dazwiſchen dann die Sonne hinweg, ſo hat man ſofort auch die Vorſtellung für den Gang der Meſſung bei angularen Sterndiſtanzen. Da ſolche Sterne aber nicht immer gleich hell ſein werden, ſo iſt vor dem Objektiv noch ein Ring angebracht, welcher vermöge dreier verſchiedener Gazeſchirme, die auf ihm ausgeſpannt ſind, die den helleren Stern abbildende Objektivhälfte entſprechend abblenden kann.

Heliometer neuerer Konſtruktion befinden ſich jetzt in Leipzig, Göttingen, Bamberg, Newhaven (Vereinigte Staaten), Kapſternwarte und in Wien (v. Kuffnerſche Sternwarte). Aeltere Inſtrumente von nahezu gleicher Größe, aber meiſt veralteter Konſtruktion ſtehen in Königsberg (durch Beſſels Meſſungen und grundlegende Unterſuchungen [2] berühmt), in Bonn, Pulkowa und ein Repſoldſches in Oxford. Die Objektivöffnungen der genannten Inſtrumente ſchwanken zwiſchen 160 und 216 mm (Wien), die Brennweite zwiſchen 2,50 und 3,20 m.

Die Winkel, welche mit dieſen Heliometern noch ſicher gemeſſen werden können, betragen etwa 2^0. Für Winkel unter 4—5 Bogenſekunden ſind ſie aber mit Vorteil nicht mehr anwendbar, dort treten beſſer Doppelbildmikrometer andrer Konſtruktion an ihre Stelle.

Literatur: [1] Ambronn, L., Handbuch der aſtronom. Inſtrumentenkunde, Bd. 2, S. 552 ff., Berlin 1898. Dort findet ſich auch alle einſchlägige Literatur. — [2] Beſſel, W., Aſtronomiſche Unterſuchungen, Bd. 1, Königsberg. Dieſe Abhandlungen enthalten die grundlegenden Meſſungen und Unterſuchungen des Königsberger Heliometers, welche vorbildlich geworden ſind für alle ſpäteren Arbeiten mit dem Heliometer. Beſonders ſind es die Meſſungen der Gruppe der Plejaden, die Beſtimmung der Maſſe des Planeten Jupiter und der Bahnelemente der helleren Saturnmonde. — Weiterhin ſind Angaben über die Arbeiten mit dem Heliometer enthalten in den Publikationen der Leipziger und der Göttinger Sternwarte (Heft 3 und 4), und die Methoden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

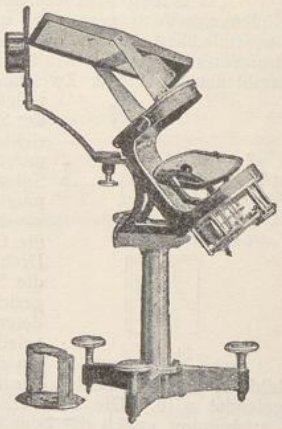
der Meſſungen behandelt ein kleiner Artikel im Jahrgang 1893 der Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde, S. 17 ff. *Ambronn.*

Helioplaſtik, Verfahren zur Herſtellung von metalliſchen Druckformen für die Buchdruckpreſſe mit Hilfe der Photographie und des Aetzens. Es wird dieſe Bezeichnung indes meiſt nur auf die Anfertigung von Stempeln, Monogrammen u. ſ. w., nicht auf größere bildliche Darſtellungen angewendet. *Y. M. Eder.*

Helioſkop, ſ. Blendgläſer.

Helioſtat, ein um zwei Achſen drehbarer Spiegel, der dazu dient, das Licht der Sonne unabhängig von dem veränderlichen Stand der Sonne in konſtanter Richtung des Experimentierraumes zu reflektieren.

Beim Handhelioſtaten, einem vor dem Fenſterladen drehbar befeſtigten Spiegel (vgl. die Beſchreibung bei [1]), wird der Zweck in unvollkommener Weiſe durch von Zeit zu Zeit von Hand wiederholte Veränderungen der Spiegelrichtung erreicht. Beim Uhrhelioſtat wird durch eine Uhr der Spiegel ſo gedreht, daß der reflektierte Strahl eine unveränderliche Richtung behält. Man kann zwei Hauptſyſteme von Uhrhelioſtaten unterſcheiden, ſolche, die das Licht in der Richtung der Himmelsachſe reflektieren und für die Reflexion in beliebiger Richtung eines zweiten Spiegels bedürfen, und ſolche, welche das Sonnenlicht mittels eines Spiegels in beliebige feſte Richtung ſenden. Eine mittlere Gattung [2] (Auguſt, Littrow) fixiert zwar die Sonnenſtrahlen in einer beliebigen Richtung, dieſe muß aber innerhalb der vom Strahl der Sonne in den nächſten 24 Stunden beſchriebenen Kegelfläche liegen, für andre Richtungen iſt ebenfalls ein zweiter Spiegel erforderlich.



Zum erſten Hauptſyſtem gehören die Helioſtaten von Fraunhofer, Fahrenheit, Meyerſtein, Reuſch, zum zweiten die von Foucault, S'Graveſande, Gambey, Silbermann, Joonſton, Fueß. Der Gebrauch eines einzigen Spiegels bringt den Vorteil eines geringeren Lichtverluſtes durch Reflexion, erfordert aber eine komplizierte Mechanik, bringt den Nachteil einer unter Umſtänden ſehr ſchiefen Stellung des Spiegels gegen die Strahlen, ein Nachteil, der durch Anwendung eines in Richtung nach der Sonne verlängerten Spiegels nur teilweiſe ausgeglichen wird. Dagegen wird beim erſten Syſtem der Lichtverluſt durch Reflexion bei Anwendung von Silberſpiegeln auf ein kleines Maß zurückgeführt. Als beſonders ausgezeichnet durch die Bequemlichkeit einer ſcharfen Einſtellung iſt der in der obigen Figur abgebildete Helioſtat nach Reuſch zu erwähnen, näher beſchrieben in [3]. Ein (beiſtehend abgebildetes) Diopter dient zur Einſtellung. Nachdem mittels Libelle die Stativachſe vertikal geſtellt, dann der Index des parallaktiſch aufgeſtellten Uhrwerks mit Stundenkreis auf die wahre Zeit eingeſtellt iſt, wird das auf den Stundenkreis aufgeſetzte Diopter mit ſeinen zwei parallelen Fäden nach der Sonne orientiert und nun der untere Spiegel ſo eingeſtellt, daß eine im Boden des Dioptergeſtells gefaßte Linſe auf die ihr gegenüberſtehende matte Glasſcheibe genau in deren Mitte ein Sonnenbildchen entwirft. Nun iſt die Einſtellung fertig und wird das Dioptergeſtell abgenommen, worauf man dem Strahl mittels des oberen Spiegels die gewünſchte Richtung gibt. Univerſitätsmechaniker Albrecht in Tübingen liefert den Apparat zum Preiſe von 350 *M.* Ueber die Konſtruktion, die Preiſe und die Bezugsquellen der beſten andern Apparate vgl. [1]. Eingehende theoretiſche Behandlungen der verſchiedenen Syſteme enthalten [2] und [3].

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Phyſikaliſche Technik I, 7. Aufl., S. 208 f., Braunſchweig 1904. — [2] Radau, Zur Theorie der Helioſtaten, Carls Repertorium für phyſikaliſche Technik II (1867), S. 1 ff. und S. 234 ff. — [3] Zech, Ueber Helioſtaten, ebend., S. 10 f. und Katalog von Leybolds Nachfolger, Köln. *Aug. Schmidt.*

Heliotrop, ein aus einem oder zwei ſtellbaren, kleinen Spiegeln und einer Zielvorrichtung (Fernrohr oder Diopter) beſtehendes Inſtrument, mit dem bei trigonometriſchen Meſſungen entfernte Dreieckspunkte durch Reflexion des Sonnenlichts ſignaliſiert werden.

Eine der einfachſten und zweckmäßigſten, daher vielfach angewendeten Konſtruktionen zeigt Fig. 1. Von der Sonne *S* wird durch den Heliotropenſpiegel *H* (in Fig. 1 parallel zur Zeichenebene gedreht) Licht zum Zielpunkt *Z* geſendet, wenn die Spiegelebene rechtwinklig zur Strahlebene *SHZ* eingerichtet iſt und der Winkel *SHZ* durch das Einfallslot halbiert wird. Der Strahl *HZ* wird nach *Z* gelenkt mit Hilfe der Abſehlinie *mf*, welche gebildet wird durch ein Diopter, deſſen Okular ein in der Spiegelmitte befindliches Schauloch *m* und deſſen Objektiv ein Fadenkreuz *f* iſt. Um den Strahl *SH* nach *HZ* zu richten, muß daher die Spiegelfläche ſo gerichtet werden, daß ein vor *f* aufgeſtellter Schirm *R* Sonnenlicht erhält. Dies iſt der Fall, wenn der infolge der Durchbrechung *m* auf dem Schirm *R* ſich zeigende unbeleuchtete Fleck die auf dem Schirm markierte Ziellinie *f* zentriſch deckt. Die Anordnung des Inſtrumentes ergibt ſich aus der Figur. Der um zwei Achſen drehbare Spiegel *H*

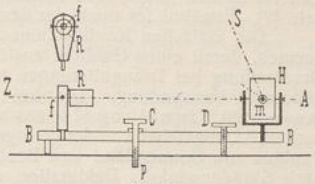


Fig. 1.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und das Diopter werden getragen von einem Brett *B*. Dieſes Brett wird mit der Zentralſchraube *C* auf dem Signalpunkt *P* aufgeſtellt. Die Abſehlinie *mf* (welche zu *C* zentriſch iſt) wird durch Drehung um *C* und Neigung durch die Stellſchraube *D* auf *Z* gerichtet. Ein Röhrchen *R*, welches in ſeinem Innern den Schirm mit der Ziellinienmarke trägt, wird in die Ziellinie heruntergeklappt und der Spiegel gerichtet, wie oben angegeben.

Wegen der Aenderungen, welche die Richtung der Sonnenſtrahlen gegenüber der Spiegelfläche fortwährend erfährt, muß der Spiegel, ihrer Bewegung folgend, fortwährend nachgeſtellt werden. Dazu iſt ein den Heliotrop bedienender Gehilfe notwendig. Da der ſcheinbare Sonnendurchmeſſer rund $^1/_8{}^0$ beträgt und ſomit der Spiegel innerhalb dieſes Spielraumes Sonnenlicht erhält, iſt ſowohl dieſe Einſtellung des Spiegels leicht zu erzielen, als auch die Zielgenauigkeit eines Diopters hinreichend. Wenn der Stand der Sonne zur Ziellinie ein derartiger iſt, daß nicht direkt Sonnenlicht auf den Spiegel *H* fällt, wird ein Hilfsſpiegel zur indirekten Leitung erforderlich. Eine Zugabe ſind farbige Gläſer zur Zeichengebung (optiſche Telegraphie) bezw. zur Dämpfung des Lichtes.

Die beſchriebene Anordnung iſt zuerſt bei der oſtpreußiſchen Gradmeſſung und preußiſchen Küſtenvermeſſung verwendet und von Bertram angegeben worden (vgl. [1]), um die Unbequemlichkeit, welche die Korrektion des urſprünglichen, von Gauß 1821 erfundenen Inſtrumentes ([2], [3]) mit ſich bringt, zu vermeiden. Die Konſtruktion des Gaußſchen Inſtrumentes ergibt ſich aus Fig. 2. Zwei ſich rechtwinklig ſchneidende Spiegelebenen, ein Spiegelkreuz *Hh*, reflektiert bei entſprechender Stellung der Spiegelebenen Licht von der Sonne *S* in die Linie *AZ* nach der Richtung *A* und *Z*. Zur Einrichtung der Linie *AZ* auf den Zielpunkt *Z* dient ein um ſeine geometriſche Achſe drehbares Fernrohr *F*, vor deſſen Objektiv das Spiegelkreuz angebracht iſt. Wird der kleine Spiegel *h* annähernd parallel zur Fernrohrachſe gerichtet, ſo kann der Zielpunkt eingeſtellt werden. Bei feſtſtehendem Fernrohr wird dann die Okularſonnenblende vorgelegt und durch Drehung des Fernrohrs um ſeine Längsachſe die Spiegelachſe rechtwinklig zur Strahlebene gerichtet, was mit Hilfe der Schattenſcheibe *B*, deren Schattenbild eine Linie bilden muß, beurteilt wird. Sodann wird das Spiegelkreuz um die Achſe *C* ſo gedreht, daß ein Sonnenbild im Fernrohr zentriſch zum Fadenkreuz erſcheint und demnach auch zum Zielpunkt *Z* geſendet wird. Die erforderliche Stellung von Spiegelkreuz und Fernrohrachſe wird durch Berichtigung erzielt ([2] oder [4]). Noch vor der Fertigſtellung dieſes Inſtrumentes verwendete Gauß [3] und [5] aushilfsweiſe einen Sextanten als Heliotrop (Vize-Heliotrop); vgl. a. [4].

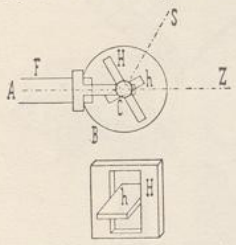


Fig. 2.

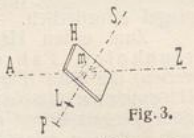


Fig. 3.

Eine etwas abweichende Anordnung hat Steinheil [4] bei ſeinem Inſtrument angewendet. Hierbei dienen (Fig. 3) zur Richtung des Spiegels *H* (mit Achſe und Kugelgelenk) die durch die unbelegte Mitte *m* (kleiner unbelegter Kreis) desſelben gehenden Strahlen, welche durch eine Sammellinſe *L* zu einer im Brennpunkt derſelben aufgeſtellten weißen Fläche *P* (Papierſcheibe, Kreide) geführt, dann von hier zurück, aus der Linſe *L* parallel austretend, und von der Rückſeite der Spiegelmitte *m* nach *A* (Auge) reflektiert werden. Das Inſtrument iſt ſo einzuſtellen, daß das auf dieſem Wege in *A* erſcheinende matte Bild von *P* dem Auge *A* in der Zielrichtung *Z* erſcheint.

Eine Vereinfachung dieſes Prinzips weiſt der Galtonſche Heliotrop auf [6].

Eine von Reitz [7] angegebene Konſtruktion zeigt Fig. 4. Vor dem Objektiv eines Fernrohrs *F* befindet ſich der zentriſch bei *m* durchbrochene Heliotropenſpiegel *H*, welcher Strahlen von *S* nach *Z* ſenden ſoll (*H* iſt in der Figur parallel zur Zeichenebene gedreht). In der Fernrohrziellinie und rechtwinklig dazu ſteht die Ebene eines zweiten kleinen Spiegels *h*, welcher die von *H* reflektierten Strahlen in das Fernrohr ſendet, ſo daß *Z* Licht erhält, wenn *H* ſo um ſeine zwei Achſen gedreht wird, daß ein Sonnenbild (geſchwächt durch ein Blendglas vor dem Okular oder dem kleinen Spiegel) zentriſch zum Fadenkreuz in der Ziellinie geſehen wird [8]. Zur Sichtbarmachung von Punkten nach allen Richtungen hin (z. B. zur Rekognoszierung bei Dreiecksnetzen oder für Küſtenſtationen) gab Reitz beſondere Konſtruktionen an, die er als Periheliotrop bezeichnete [9]. Erwähnt ſei noch der dem Bertramſchen nachgebildete Heliotrop von Stanley [10].

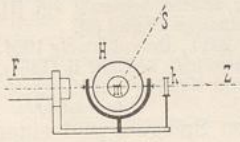


Fig. 4.

Die einfachen Konſtruktionen, wie beſonders die Bertramſche, fanden wegen der bequemen, durch einen Gehilfen ausführbaren Handhabung ſeit der hannoverſchen und preußiſchen Gradmeſſung bei Triangulierungen mit großen Zielweiten (erſter, ſeltener zweiter Ordnung) ausgedehnte Verwendung. Die bei der oſtpreußiſchen Gradmeſſung von Beſſel zuerſt angewendeten Signalkugeln aus verſilbertem Kupfer haben keine allgemeine Anwendung gefunden, da, abgeſehen von der geringeren Sichtbarkeit, die Abhängigkeit der Lage des reflektierenden Punktes von Sonnenſtand und Beobachtungszeit eine umſtändliche Zentrierung der Richtungen nach Stundenwinkel, Deklination der Sonne, Polhöhe und Signalkugelhalbmeſſer erforderlich machen [11].

Das Heliotropenlicht erſcheint bei der Entfernung, wie ſie ein Dreiecksnetz erſter Ordnung (ſ. Triangulierung) bietet (rund 60 km), bei günſtiger Beleuchtung als eine kleine, helle, ſternähnliche Scheibe und iſt ſehr ſcharf einſtellbar. Bei ungünſtigen Beleuchtungsverhältniſſen (Dunſt) und beſonders bei ſtarkem Sonnenſchein und Lichtwallung (Flimmern) ſowie ſchlechtem Hintergrund (Wald) kann die Einſtellung ſchwierig und ganz unbrauchbar werden. Zu ſtark

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erfcheinendes Licht kann durch Verkleinern der Spiegelfläche (dazu Zeichengebung erforderlich) oder beffer durch Verwendung von Gitterblenden aus Flortuch vor dem Beobachtungsfernrohr gelindert werden [12]. Die geeignetften Beobachtungszeiten find die Stunden vor Sonnenuntergang oder nach Sonnenaufgang. Erfahrungsgemäß find bei fonnenheller Witterung täglich nicht mehr wie durchfchnittlich zwei Stunden zum Heliotropieren geeignet. Für kürzere Entfernungen (Dreieckspunkte zweiter und dritter Ordnung) werden daher Pyramiden- oder Scheibenfignale (f. Triangulierung) zur Sichtbarmachung verwendet und nur ausnahmsweife Heliotropen. Anderfeits reicht das Heliotropenlicht (bei kleinen Spiegeln von wenigen Zentimetern Durchmeffer) für die meiften meßbaren Richtungen (100 km) aus; nur in befonderen Fällen (z. B. die trigonometrifche Verbindung zwifchen Spanien und Algier) find Nachtbeobachtungen erforderlich geworden und dementfprechend eine anderweite Signalifierung durch Reflektoren oder Linfen (optifche Kollimatoren), in deren Fokus ein Leuchtkörper (Lampe, Magnefium- oder elektrifches Licht) angebracht ift; vgl. hierüber [13]. Neuerdings find Nachtbeobachtungen mit derartigen Signallampen, befonders in Nordamerika, wieder mehr in Gebrauch gekommen.

Literatur: [1] Zeitfchr. f. Vermeffungsw. 1878, S. 34 u. 193; 1885, S. 122; 1895, S. 26; Zeitfchr. f. Inftrumentenkunde, 1897, S. 1 u. 201; Beffel und Baeyer, Gradmeffung in Oftpreußen, Berlin 1838, S. 65; Baeyer, Die Küftenvermeffung, Berlin 1849, S. 52. — [2] Aftronom. Nachr., Bd. 5, S. 329. — [3] C. F. Gauß' Werke, Göttingen 1903, Bd. 9, S. 461. — [4] Bauernfeind, Elemente der Vermeffungskunde, Stuttgart 1890, Bd. 1, S. 174; Jordan, Handbuch der Vermeffungskunde, Stuttgart 1906, Bd. 3, S. 30. — [5] Aftronom. Nachr., Bd. 1, S. 106, und Zeitfchr. f. Vermeffungsw., 1885, S. 125. — [6] Bericht über die wiffenfchaftl. Apparate auf der Londoner internationalen Ausftellung 1876, Braunfchweig 1878, S. 163. — [7] Protokolle über die Verhandlungen der allgemeinen Konferenz der europäifchen Gradmeffung, Neuchâtel 1871. S. 21. — [8] Zeitfchr. f. Inftrumentenkunde 1881, S. 338. — [9] Ebend. 1883, S. 265. — [10] Stanley, Surveying and levelling instruments, London 1895, S. 482. — [11] Beffel und Baeyer, Gradmeffung in Oftpreußen, Berlin 1838, S. 64. — [12] Zeitfchr. f. Inftrumentenkunde, 1883, S. 308, — [13] Ebend. 1883, S. 225. *Reinhertz.*

Heliotrop, Mineral, f. Quarz.

Heliotropin, f. Riechftoffe, künftliche.

Heliotropfignale, f. Längenbeftimmung.

Heliotypie, f. Heliogravüre.

Heliozentrifch. Mit diefem Worte als Zufatzbezeichnung belegt man alle Diftanzen, Winkel u. f. w., fobald fie fich auf das Zentrum der Sonne als Urfprung beziehen, während die Refultate der direkten Meffungen faft ftets auf den auf der Oberfläche der Erde gelegenen Beobachtungsort bezogen find.

Nachdem die Erkenntnis, daß nicht die Erde der Mittelpunkt des Weltalls fei, fondern die uns direkt wahrnehmbaren Bewegungen der Geftirne richtiger als um die Sonne als Gravitationszentrum vor fich gehend aufzufaffen feien, allgemeine Anerkennung gefunden hat, pflegt man auch die Koordinaten der Planeten und Kometen auf das Zentrum der Sonne oder ftrenger auf das allgemeine Gravitationszentrum des Sonnenfyftems zu beziehen. Durch befondere Rechnungsvorfchriften und gewiffe in den aftronomifchen Jahrbüchern enthaltene Beftimmungsftücke wird es ermöglicht, alle Beobachtungsrefultate zunächft von der Wirkung der Refraktion und der Parallaxe (f. d.) zu befreien, fie als geozentrifche darzuftellen und diefe fodann auf Grund der jeweiligen Koordinaten der Erde bezogen auf die Sonne als Urfprung auch auf ihre heliozentrifchen Werte zurückzuführen. *Ambronn.*

Helium, der Gruppe der Edelgafe angehörend, *He* = 3,94 At.-Gew. Spez. Gew. 0,137 (Luft = 1), ein von Ramfay und Travers in der Atmofphäre aufgefundenes Element.

Von Normann Lockyer auf Grund fpektralanalytifcher Beobachtungen auf vielen Fixfternen, insbefondere aber auf der Sonne vermutet, woher der Name Helium. Dasfelbe ift bei gewöhnlicher Temperatur ein farblofes Gas. Seine Verflüffigung ift bis jetzt nicht gelungen. Verbindungen des Heliums find nicht bekannt. In Waffer löslich (bis 14 ccm in 1 l). Ift außer in der Atmofphäre als Begleiter des Argon (f. d.) in einigen uranhaltigen Mineralien fowie in Mineralquellen angetroffen worden. *Bujard.*

Helle (Hölle), f. v. w. Ofenwinkel, bei alten Kachelöfen der Raum zwifchen Ofen und Wand, breit genug, um für einen Menfchen Sitz zu bieten.

Hellegat, an Bord der Schiffe ein Raum zur Aufbewahrung von Inventar und Material.

Die Hellegats auf Kriegsfchiffen werden nach den einzelnen Details getrennt in Bootsmanns-, Zimmermanns-, Steuermanns-, Verwalter-, Feuerwerks- und Torpedohellegat. *T. Schwarz.*

Heller, Kupfermünze = 0,01 Krone (f. d.).

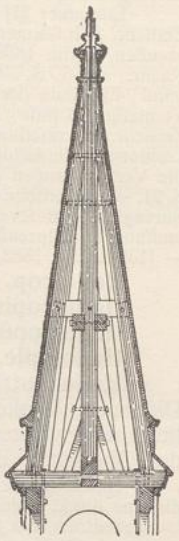
Hellhoffit, f. Sprengftoffe.

Helling oder Helgen, der Bauplatz eines Schiffes; derfelbe befteht aus einer gegen die Waffer kante geneigten Ebene, deren Fundament durch Pfahlroffe oder Betonklötze hergeftellt wird (f. Dock). Man unterfcheidet zwifchen Helling, welche den eigentlichen Bauplatz bildet und den Landftapel aufnimmt, und Vorhelling, auf welcher der zum Stapellauf (f. d.) erforderliche Seeftapel fich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auffetzt. Ferner fpricht man von Längs- und Querhelling, je nachdem die Schiffe winkelrecht zur Wafferkante oder parallel derfelben auf Stapel gefetzt werden.

Die Neigung der Längshelling richtet fich nach der Größe und dem Gewicht der zu erbauenden Schiffe; fie beträgt für kleine Schiffe 1 : 12 bis 1 : 14, für mittelgroße Schiffe 1 : 15 bis 1 : 18 und für große Schiffe 1 : 20 bis 1 : 24. Die Vorhelling erhält meift eine größere Neigung (f. Dock). Land- und Seeftapel müffen in einer Kurve ineinander übergehen, auch baut man bisweilen den ganzen Stapel in einer Kurve — Kreisftapel. Die Höhe der Stapelklötze richtet fich nach der Neigung der Ablaufsbahn (f. Stapellauf). Ift α die Neigung der Helling, β diejenige der Ablaufsbahn und die Länge der Helling vom oberften Stapelklotz bis zum Ende des Seeftapels L, fo muß die Höhe des Stapelklotzes am Kopf der Helling fein: $H = L \operatorname{tg} (\beta - \alpha)$. Die Richtung der Helling ift für Holzfchiffe möglichft von Nord nach Süd zu legen, desgleichen für ftählerne Schiffe, doch muß dann die Wafferfront nach Norden gerichtet fein. Bei Schiffswerften an Flußläufen find die Hellinge meift in fchräger Richtung zur Wafferkante angeordnet, um im Waffer größeren Spielraum für den Ablauf zu erhalten. Die Querhelling wird bei fchmalen Flußläufen und im befonderen auch für Schiffe von großer Länge und leichter Bauart erforderlich; die Neigung derfelben beträgt 1 : 5 bis 1 : 8. Die Höhe der Stapelklötze ift von der Ablaufsbahn unabhängig.



Literatur: [1] Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Haufer, Cours de construction navale, Paris 1886. — [3] Laroche, Les ports maritimes, Paris 1894. *T. Schwarz.*

Helm, im Bauwefen, f. Turm; im Bergbau, f. Gewinnungsarbeiten; in der Wappenkunde, f. Heraldik. Auch f. v. w. Stiel an Hämmern, Aexten u. f. w.

Helmftange (Kaiferftiel), bei einem Turmdach (f. Dach 5.) der fenkrechte Ständer, an den fich die Sparren anfchließen.

Unten durch Querzangen oder Kehlbalken gehalten, reicht fie über das übrige Holzwerk hinauf und trägt, mittels Stangen verbunden, einen Eifenftab, der die oberfte Spitze bildet und in einer Fahne, einem Knopf oder Kreuze u. dergl. endigt (f. die Figur; vgl. a. Dachreiter, Bd. 2, S. 508).

Literatur: [1] Viollet-le duc, Dictionnaire raisonnée de l'Architecture française etc., Paris 1861; Artikel Flèche, Bd. 5, S. 444. — [2] Schönermark und Stuber, Hochbaulexikon, Berlin 1903; Artikel Helm, S. 523 ff. *Weinbrenner.*

Helmftock, die Pinne zum Drehen des hölzernen Ruders (f. Ruder).

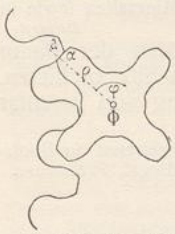
Hemd, f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 362.

Hemimorphit, f. v. w. Kiefelzinkerz (f. d.).

Hemlockrinde, f. Gerbftoffe.

Hemmräder find zwei ineinander greifende Zahnräder, bei denen die Zahnformen fo geftaltet find, daß die entgegenwirkende Kraft von dem getriebenen Rade auf das treibende Rad durch die feite Achfe dieles Rades aufgehoben wird und eine Selbfthemmung eintritt, wenn die Kraftwirkung am treibenden Rade aufhört. Durch die Anwendung der Hemmräder bei Hebezeugen, Flafchenzügen und Winden wird vermittelft der Laftwirkung der Rückgang der Räder verhindert, fo daß die Laft in jeder gehobenen Höhe verbleibt, wenn die Kraftwirkung am treibenden Rade aufhört.

Zur Erläuterung diefer Hemmräder ift in der Figur das treibende Rad mit vier Zähnen, das getriebene Rad mit 26 Zähnen verfehen, von denen drei Zähne gezeichnet find. Treibt das vierzähnige Rad gleichförmig im Sinne des Pfeiles φ, fo wird das 26zähnige Rad von Zahn zu Zahn größtenteils gleichförmig bewegt, aber nur fo lange, als die Zahnformen dies geftatten, denn zum Zwecke der Selbfthemmung müffen die Zahnformen an dem Kopfteile der Zähne von der für gleichförmige Bewegung richtigen Geftalt abweichen, damit in der gezeichneten Stellung der Räder der Zahn a des 26zähnigen getriebenen Rades fich gegen den Kopf des Zahnes α des vierzähnigen treibenden Rades derart ftützt, daß die Richtung ϱ der rückwirkenden Kraft von dem getriebenen Rade durch die feite Achfe Φ des treibenden Rades geht und diefe Kraft von der Achfe Φ aufgehoben wird. Demzufolge wird bei gleichförmiger Bewegung des treibenden Rades eine teilweife ungleichförmige Bewegung des getriebenen Rades eintreten, aber diefe Ungleichförmigkeit der Bewegung ift bei Handhebezeugen ohne Nachteil. Die Hemmräder wurden zuerft von E. Brauer angegeben [1] und E. Becker hat die Anwendung derfelben beim Flafchenzug mitgeteilt [2].



Literatur: [1] D.R.P. Nr. 5583. — [2] Becker, E., Flafchenzug mit E. Brauers patentierten Hemmrädern, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1879, Bd. 23, S. 451. *Burmefter.*

Hemmung, f. Uhren.

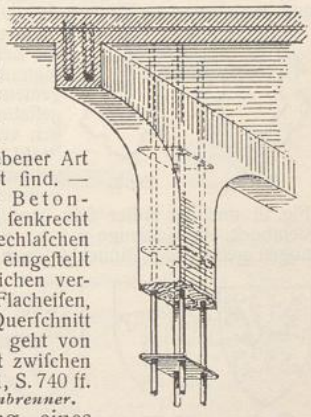
Henna, f. Farbftoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 637.

Hennebiquefche Bauweife ift eine weitere Ausbildung der Monierfchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betoneisenkonstruktion (s. Bd. 1, S. 738, Fig. 3) zur Erstellung von feuersicheren Decken und von ganzen Gebäuden (D.R.P. Nr. 126312 vom 2. September 1897).

Das Wesen des Hennebiquesschen Gedankens besteht in der Anwendung von zwei Reihen Rundeisenstäben in Betonumhüllung; die untere Reihe ist gerade, die zweite Reihe ist an den beiden Enden hochliegend, gegen die Mitte gesenkt, so daß sie im mittleren Drittel neben der unteren Reihe liegt, wodurch ein Mittel gegen Schubspannung geschaffen ist (s. Bd. 2, S. 686 ff., Fig. 50, und Literatur daselbst [21]–[26]). Die Hennebiquesschen Deckenbalken folgen dem gleichen Gedanken, nur werden, um an Breite zu sparen, die Rundeisenreihen nicht neben-, sondern übereinander gelegt und durch einen Flacheisenbügel umfaßt. Je nach der Beanspruchung liegen mehrere Paare nebeneinander. — Zur Ueberdeckung von weiten Räumen werden diese in entsprechende Felder geteilt, die, von Haupt- und Nebenbalken vorbeschriebener Art aufgenommen, auf allen vier Seiten aufliegen und verspannt sind. — Die Zwischenunterstützungen dieses Systems bestehen aus Betonpfeilern (s. die Figur), innerhalb welchen eine Anzahl (vier) senkrecht stehender Rundeisenstäbe, die in kurzen Abständen durch Blechlaschen oder Flachbügel zusammengefaßt, in der Nähe des Umfangs eingestellt sind, so daß sie den umgebenden Beton am seitlichen Ausweichen verhindern. Als Unterlage dient den Eisenstäben ein Rost von Flacheisen, der den Druck auf eine größere Betonfläche überträgt. Der Querschnitt dieser Pfeiler ist vier-, sechs- und achtseitig oder rund und geht von 15/15 bis 50/50 cm. Der Durchmesser der Eisenstäbe schwankt zwischen 14 und 40 mm. Ueber die eingehenden Berechnungen s. Bd. 1, S. 740 ff.



Weinbrenner.

Hennegat, runde Oeffnung in der Gillung eines Schiffshecks zur Aufnahme des Ruderkokers.

Henry oder Quadrant, Einheit des Koeffizienten der Selbstinduktion. Dieser Koeffizient ist dann 1 Henry, wenn bei sekundlicher Aenderung der induzierenden Stromstärke um 1 Ampère eine elektromotorische Kraft von 1 Volt induziert wird. *O. Jentsch.*

Henze-Dämpfer, s. Spiritusfabrikation.

Hepatische Luft, s. v. w. Schwefelwasserstoff (s. d.).

Heraldik, im allgemeinen die Lehre von den Wappen; der Name leitet sich von Herold ab. Unter Wappen versteht man die nach bestimmten Grundsätzen gestalteten Abzeichen, die Personen, Familien oder Körperschaften verliehen wurden. Die Heraldik selbst ist später entstanden und wird in die Wappenkunde und Wappenkunst eingeteilt; erstere beschäftigt sich mit den Regeln der Wappendarstellung und Wappenführung, letztere mit dem Entwerfen und Zeichnen der Wappen [1].

Man unterscheidet Urwappen, die zu der Zeit entstanden sind, als die Wappenführung aufkam und die sich der Besitzer selbst beilegte, und Briefwappen, die von fürstlichen Personen mittels eines Wappenbriefes erteilt wurden. Die Führung des Wappenwesens wurde den Herolden übertragen. In der Entwicklungszeit der Heraldik (vom 11. bis 13. Jahrhundert) stellte der Schild allein mit seinem Zeichen das Wappen dar; in der Blütezeit (vom 13. bis 15. Jahrhundert) bestand das Wappen aus Schild, Helm und Helmschmuck zum tatsächlichen Gebrauche; in der Verfallzeit (vom 16. Jahrhundert bis heute) hörte das Tragen des Helmes und Schildes mit den Abzeichen auf. Die Bildung der Wappen paßte sich an die Stilrichtung der Zeit an, und in diesem Sinne muß man gotische, Renaissancewappen, moderne

Fig. 1.

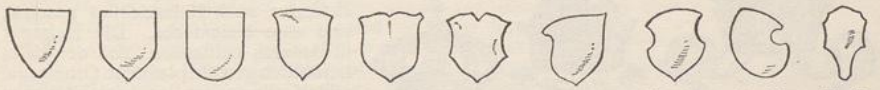


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 5a. Fig. 5b. Fig. 6. Fig. 6a. Fig. 6b. Fig. 6c.

Wappen u. s. w. unterscheiden. — Zur Farbengebung (Tinktur) wurden in der guten heraldischen Zeit zwei Metalle (Gold und Silber) und vier Farben (Rot, Blau, Schwarz und Grün) verwendet. Später kamen dann noch die sogenannten Naturfarben hinzu, insbesondere Aschgrau, Eisenfarbe, Purpur und Braun. Wo die Wappen nicht in Farben durchgeführt sind, z. B. in den Büchern, wurden die Tinkturen durch Punktieren und Schraffieren angedeutet (Fig. 1). Aehnliche Bezeichnungen erhielt auch das bei Wappen übliche Pelzwerk. Zuweilen erhielten einzelne Felder ein geometrisches oder ein Rankenornament, welche Zeichnung Damaszierung genannt wurde. — Die **Formen der Wappenschilde** waren sehr verschieden. Die älteste ist die Dreiecksform (Fig. 2), die im 12.—14. Jahrhundert im Gebrauch war. Später erhielt dieser Schild einige Abänderungen

nach Fig. 3 und 4. Rein heraldiſcher Natur und nicht geeignet zum Tragen ſind die Formen nach Fig. 5—5 b. Später kamen die Stich- und Rennſchilde, die ſogenannten Tartſchen, auf, die einen ſeitlichen Ausſchnitt beſitzen, der zum Einlegen der Lanze beſtimmt war (Fig. 6—6 c). Zu Ende des 15. Jahrhunderts beherrſchen die ſogenannten Kartuſchenſchilde die Heraldik; ſie waren keine Gebrauchsſchilde mehr, ſondern nur Ornament (Fig. 7 und 7 a).

Das auf den Wappen Dargeſtellte teilt ſich in Heroldsbilder oder Heroldsſtücke und in gemeine Figuren. Unter Heroldsbildern verſteht man die geometriſchen Figuren, die den Schild teilen (Fig. 8 und 8 a), während unter gemeinen Figuren die Zeichnungen in den einzelnen Schildfeldern zu verſtehen ſind. Man unterſcheidet natürliche, erdichtete und künſtliche Figuren. Die gemeinen Figuren erſcheinen ſtreng ſtiliſiert und geſtalten ſich nach der Stilrichtung der Zeit weſentlich verſchieden; der Gegenſtand wird, zumeiſt im Profil, energiſch konturiert und in einer Farbengebung, die der Naturform nicht entſpricht, dargeſtellt. Von Tieren kommen namentlich der Löwe (Fig. 9) und der Adler ſehr häufig vor, außerdem noch der Eber, der Delphin, das Pferd, der Steinbock, die Schlange u. ſ. w. Seltener wird die menſchliche Geſtalt verwendet; als Beiſpiele mögen gelten: der Mönch (Münchner Kindl, Fig. 10), der Mohrenkopf und das Triquetra (Don Bemo mit gebogenem Knie), ferner Engel, Jungfrauen, Ritter, Arme, Beine, Schwurhände u. ſ. w. Von Pflanzen kommen namentlich häufig die Roſe als Roſette (Fig. 11), die Lilie, das Kleeblatt, der Granatapfel, die Diſtel, der Pinienzapfen u. ſ. w. vor. Aber auch Phantaſiegebilde ſind nicht ſelten im Gebrauch; dazu gehören insbeſondere der Greif, der Drache, der Doppeladler, das Meerweib u. ſ. w. Der Kreis der gemeinen Figuren erweitert ſich durch Verwendung von Himmelskörpern und Naturerſcheinungen, ſo kommen namentlich ſehr häufig die Sonne, der Mond und die Sterne vor, außerdem noch Wolken und der Regenbogen. Schließlich werden auch Geräte, Kriegs- und Handwerkszeuge nicht ſelten angewendet, z. B. zwei gekreuzte Schwerter, die Axt, der Eiſenhut, das Rad, das Malteſerkreuz u. ſ. w. [2].

Fig. 7a.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 8a.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

In der älteſten Heraldik findet ſich bloß der Schild, ſpäter enthielt das vollſtändige Wappen noch den **Helm mit der Helmzier**. Unter den verſchiedenen Helmformen finden namentlich die Turnierhelme die häufigſte Anwendung. Zu unterſcheiden ſind: der Topfhelm (Fig. 12), der die Geſtalt eines Topfes annimmt; der Kübelhelm (Fig. 13), dem erſteren ähnlich, jedoch im unteren Teile zylindriſch, im oberen abgeſtutzt koniſch; der Stechhelm (Fig. 14), bereits einen größeren Schwung in der Formenbildung zeigend und der Rundung des Kopfes beſſer angepaßt, auch mit horizontalem Spalt zum Durchſehen; der Spangenhelm, der ſich von dem vorigen namentlich dadurch unterſcheidet, daß der Sehausſchnitt ſich zu einer breiten Oeffnung umgeſtaltet, die mit ſenkrechten Spangen vergittert erſcheint; der Roſthelm (Fig. 15), dem vorigen ſehr ähnlich, nur daß die Sehöffnung noch eine Quervergitterung erhält; der Viſierhelm (Fig. 16) mit Viſier, aber als unheraldiſch geltend und ſelten vorkommend [3]. Ein vollſtändiger heraldiſcher Helm erhält überdies noch eine Helmzier, auch Helmkleinod genannt, und eine Helmdecke. Die Helmzier iſt dadurch entſtanden, daß der Helm tatſächlich gewiſſe plaſtiſche Ornamente erhielt, die in der Regel im bildlichen Zuſammenhange ſtehen mit den Darſtellungen auf dem Wappen; namentlich häufig werden angewendet: Flügel, Hörner, Hüte, menſchliche Halbfiguren (Fig. 17) u. ſ. w. Die Helmdecke hat den weſentlichen Zweck, eine ornamentale Verbindung des Helmes mit dem Schilde herzuſtellen. In der älteſten Zeit wurden Tücher oder Bänder zur Helmdecke verwendet; ſpäter wurden die Decken aus ausgeſchnittenem, geſtreiftem Zeug, aus Leder oder Blech hergeſtellt. In der Renaiſſancezeit aber wurden die Helmdecken bandartig geſchnitten und als Blattwerk, namentlich akanthusblattartig, behandelt (vgl. Fig. 17); dabei ſind die Helmdecken ſelten ein- oder mehrfarbig, am häufigſten zweifarbig gehalten.

Fig. 17.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Zur Heraldik gehören ferner die Rang- und Würdezeichen, als da ſind: Rangkronen,

Hüte, Mützen, Stäbe, Schwerter, Schlüssel, Orden u. s. w. Alle Abzeichen, die auf das Haupt gesetzt werden können, werden an Stelle des Helmes auf den Schild gesetzt. Die Rangzeichen haben in der Regel eine konventionelle Form; in einzelnen Fällen erhalten sie aber auch eine besondere Gestalt, wie dies namentlich bei der deutschen und österreichischen Kaiserkrone der Fall ist. Die hervorragendsten oder am häufigsten vorkommenden Rangzeichen sind: die deutsche Kaiserkrone (Fig. 18), die österreichische Kaiserkrone (Fig. 19), die allgemeine Königskrone (Fig. 20), die großherzogliche Krone (Fig. 21), der Herzogshut (Fig. 22), der Fürstenhut (Fig. 23), die Erlauchtkrone (Fig. 24), die Grafenkrone (Fig. 25), die Freiherrnkrone (Fig. 26), die Adelskrone (Fig 27). Hierzu kommen noch die Rangzeichen der geistlichen Würdenträger.

Fig. 28.

Fig. 21.

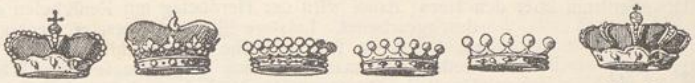


Fig. 23. Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 22.

Schließlich wären noch die sogenannten heraldischen Prachtstücke zu erwähnen, die nicht wesentlich zu dem Wappen gehören, sondern als ornamentale Ausschmückungen derselben anzusehen sind; dazu gehören insbesondere die Schildhalter, Zelte, Wappenmäntel, Devisen, Sinnsprüche und andres dekoratives Beiwerk (Künstlerwappen, Fig. 28).

Literatur: [1] Handb. der Ornamentik von Franz Sales Meyer, Leizig 1888. — [2] Warnecke, F., Heraldisches Handbuch, illustr. von Döpler d. J., 6. Aufl., Frankfurt a. M. 1893. — [3] Sacken, E. v., Katechismus der Heraldik, 5. Aufl., Leipzig 1893.

Herberge, im allgemeinen s. v. w. Gasthaus, Unterkunft, im besonderen Gasthaus für die auf der Wanderschaft befindlichen Gesellen einer Handwerkerinnung früherer Zeit. Dieselben hatten ihren gesonderten Tisch, über dem das Innungszeichen aufgehängt war, das auch oft äußerlich das Haus kenntlich machte. *Weinbrenner.*

Herbstwässerung, s. Bewässerung des Bodens, Bd. 1, S. 756.

Hercynit, s. Spinell.

Herd, in der Aufbereitung, s. Herdarbeit; Herd des Schmelzofens, s. Flußeisen, Bd. 4, S. 107 ff., Roheisen, Schweißeisen, Blei, Kupfer, Silber, Oefen, metallurgische.

Herdarbeit ist derjenige nur bei der Verarbeitung der Erze angewendete Teil der nassen Aufbereitung (s. Aufbereitung), welcher das feinste Korn behandelt.

Dieses entsteht entweder bei der Arbeit in der Grube und wird mit dem Grubenklein (s. Erz) gefördert oder es wird bei der Aufbereitung absichtlich durch Zerkleinerung sehr fein eingesprengter (in andre Masse verteilter) Erze erzeugt. Das feine Korn gelangt mit Wasser gemischt als sogenannte Trübe zur Verarbeitung, die entweder bei der nassen Zerkleinerung gebildet oder, sofern es sich um Weiterverarbeitung von Zwischenprodukten handelt, durch Anrühren mit Wasser in besonderen Hilfsapparaten, den Gumpen oder Mehlkästen, hergestellt wird. Sind diese mit Rührwerken versehen, so heißen sie Rührgumpen; die Drehgumpe (s. a. *d* in Fig. 6) besteht aus einem sehr flachen Kegel von etwa 0,5 m Durchmesser mit aufgesetzten radialen Rippen; sie dreht sich an einer vertikalen Welle unter einem Vorratskasten hinweg, dabei füllen sich die Zwischenräume der Rippen mit Mehl. Dieses wird durch einen Wasserstrahl abgespritzt und zu Trübe angerührt.

Fließt die Trübe von einem Zerkleinerungsapparat, Pochwerk oder einer Mühle ab, so wird sie für die Herdarbeit besonders vorbereitet (s. Sortieren der Trübe), indem die Körner nach der größeren oder kleineren Fallgeschwindigkeit in verschiedene Gruppen (Sorten) getrennt werden. Jede derselben enthält kleine, aber spezifisch schwerere und größere spezifisch leichtere Körner. So würden sich z. B. die Bleiglanzkörnchen von 0,25 mm Durchmesser mit den Quarzkörnchen von 1,0 mm Durchmesser in derselben Sorte vereinigt finden. Die Herdarbeit bezweckt, ein derartiges Korngemenge nach dem spezifischen Gewichte zu trennen, so daß die schwersten aber kleinsten von den leichteren und diese wieder von den leichtesten aber größten Körnchen gesondert werden. In der Erzaufbereitung sind fast immer die schwersten Körner die erzhaltigen, also auch die wertvollsten, während die leichtesten taub sind, also aus Bergen bestehen. Der Herd bildet eine (meistens) ebene, mäßig glatte, dabei wenig geneigte Fläche; über diese fließt die Trübe in sehr dünnem Strome. Es haben nun wegen der Reibung die an der Herdfläche strömenden Wasserschichten die geringste Geschwindigkeit *v*; nach der Oberfläche zu steigert sich diese allmählich (s. Fig. 1). Daher erhalten die kleinen und schweren Körner *a* nur schwächere Stöße, während die größeren und leichteren Körner *b* auch in die schneller fließenden oberen Wasserschichten hinaufragen und dadurch auch stärkeren Wasserstößen ausgesetzt werden. Die Größe der gestoßenen Fläche spielt hierbei keine Rolle, da sich bei gleichfälligen Körnern die Massen verhalten wie die gestoßenen Flächen. Man kann nun durch Aenderung der Herdneigung die Wassergeschwindigkeit so bemessen, daß die schwersten Körnchen am oberen Teile, die von mittlerem spezifischen Gewicht am unteren Teile der Herdfläche liegen bleiben, dagegen

Fig. 1. Wirkung des Wasserstromes auf dem Herde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die leichteſten, die Berge, vom Waſſer über den Herd hinweggeführt werden, alſo auf demſelben nicht zur Ablagerung gelangen. Beim Freiberger Stoßherd (Fig. 6) wird dieſes Abtragen der Berge durch die Stoßbewegung befördert, man ſagt daher auch: die Berge abſtoßen.

Die Herdarbeit zerfällt meiſtens in die folgenden drei Arbeitsvorgänge: Zunächſt wird eine Zeitlang Trübe über den Herd geführt und es belegt ſich deſſen Fläche mit einer dünnen Schicht Material (Herdbelag). Dabei ſollen reine Berge den Herd verlaſſen; die abfließende Trübe nennt man Herdflut oder wilde Flut, ſie wird in Klärteiche geführt und ſetzt dort die feſten Beſtandteile ab. Vermutet man, daß auch etwas Erz den Herd verläßt, ſo führt man die Herdflut zunächſt durch einen Kaſten (Unterfaß), welcher unter das Herdende geſtellt wird, in dieſem gelangen die ſchwereren Teilchen zum Abſatz und können ſpäter nochmals verarbeitet werden. Auf dem Herde finden ſich die Körnchen von oben bis unten nach abnehmendem ſpezifiſchen Gewichte abgelagert. Nach Abſtellen der Trübe führt man einen Klarwaſſerſtrom über den Herd; dabei wird der Herdbelag mit Reiſigbeſen oder mit der Kiſte durchgearbeitet. Letztere iſt ein dünnes, rechteckiges Stück Brett, das an einem zu ſeiner Fläche rechtwinkligen Stiele befeſtigt iſt. Zuweilen läßt man auch aus einer Brauſe feine Waſſerſtrahlen auf den Herdbelag ſpritzen. Den Körnchen wird hierbei Gelegenheit zu erneuter Umlagerung gegeben, und zwar arbeitet man ſo, daß nur die ſchwerſten Körner (reines Erz) auf dem Herde verbleiben, dagegen die von mittlerem ſpezifiſchen Gewicht (Zwiſchenprodukt oder weniger gutes Erz), auch After oder Schwänzel genannt, den Herd verlaſſen, um ſich in beſonderen Sammelkäſten abzuſetzen. Dieſen zweiten Vorgang nennt man Abläutern oder Abtreiben. Darauf wird endlich unter erneutem Klarwaſſerzufluß das reine Erz durch Abkehren (man ſagt auch Einkehren) vom Herde entfernt und ebenfalls durch Gerinne einem Sammelbehälter zugeführt. Das Erz in dieſer Form nennt man Schliech (Schlieg). Bei den einfachſten Herden, z. B. dem liegenden Herde (Fig. 2), finden dieſe drei Arbeiten, das Belegen, Abläutern und Abkehren, nacheinander auf der ganzen Herdfläche ſtatt; die Arbeit iſt daher eine ununterbrochene, und es iſt zweckmäßig, mehrere Herde nebeneinander zu benutzen, von denen der eine belegt wird, während auf dem andern abgeläutert und abgekehrt wird.

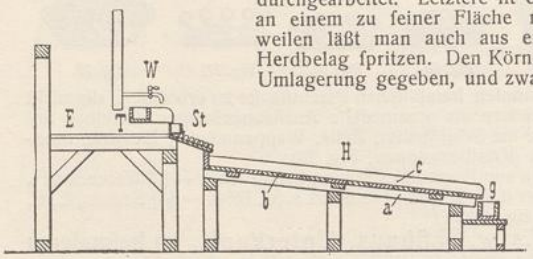


Fig. 2. Liegender Herd.

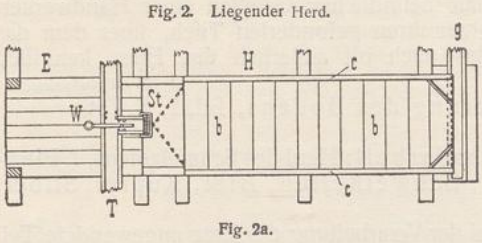


Fig. 2a.

Nach Einrichtung und Arbeitsweiſe teilt man die Herde ein in ſolche, bei denen nur ein dünner Herdbelag gebildet und bald wieder entfernt wird (Leerherde); zu dieſer Gruppe gehören die ſämtlichen neueren Bauarten; im Gegenſatz dazu ſtehen die Vollherde (z. B. Schlämmgraben, Freiberger Stoßherd), bei denen ſich der Herd mit einer dicken Schicht belegt. Es fällt bei letzteren das Abläutern fort; der Herdbelag wird je nach feiner Zuſammenſetzung in mehreren Poſten mit der Schaufel abgeſtochen und jede derſelben in gleicher Weiſe wiederholt behandelt. Jede Poſt heißt auch ein Abſtich; die am oberen Teile des Herdes abgelagerte auch die Stirn, in Oeſterreich Köpfel. — Da man das gröbere Korn auch röſches und das feinere Korn auch zähes nennt, unterſcheidet man auch die röſchen Herde oder Sandherde von den zähen Herden oder Schlämmherden. Anderſeits werden die Herde in feſte und bewegte eingeteilt; die Bewegung bezweckt einerſeits eine beſſere Abſonderung auf dem Herde, z. B. bei dem Freiberger Stoßherde, anderſeits aber die Durchführung der Arbeit ohne Unterbrechung. In dieſem Falle wird das Belegen, Abläutern und Abkehren zu gleicher Zeit auf verſchiedenen Teilen der Herdfläche ausgeführt. Bei jedem Herde bezeichnet man die Richtung, in welcher die Trübe darüber ſtrömt, als Längsrichtung (Länge), die dazu rechtwinklige als Querrichtung (Breite). Um einen guten Herdgang zu erzielen, muß die Trübe über die Herdbreite in gleichmäßiger Schicht aufgetragen werden; dies wird durch die Stelltafel oder das Happenbrett *St* in Fig. 2 und 6 bewirkt. Auf demſelben bilden die Stellklötzchen oder Happen mit der Unterkante des Brettes ein gleichſchenkliges Dreieck. An der Spitze des letzteren ſtrömt die Trübe zu, zwiſchen den Klötzchen fließen Teilſtröme hindurch und breiten ſich über die Stelltafel gleichmäßig aus. Die Klötzchen können etwas gedreht werden, um die richtige Verteilung zu erreichen. Ferner muß die Herdfläche in der Querrichtung wagerecht liegen, damit der Trübeſtrom in gleich ſtarker Schicht über den Herd fließt; andernfalls drängt ſich die Trübe nach der einen Seite, und es entſteht auf dieſer eine ſtärkere Strömung. Die meiſten Herde ſind eben; nur die Rundherde beſtehen aus ſehr ſtumpfen Kegelflächen, auch die paraboliſche Fläche kommt vor.

Zu den **feſten Herden** gehören der liegende Herd und der Schlämmgraben. Erſterer (Fig. 2) wird von dem Kehren mit Reiſigbeſen auch Kehrherd oder Einkehrherd und, da man ſtatt verwaſchen auf dem Herde wohl ſchlämmen ſagt, auch Schlämmherd genannt. Der ebene Herd *H* beſteht aus den durch Querleiſten verbundenen Herdbäumen *a*, darauf iſt die Dielung *b* aus Brettern von feinjährigem Holze genagelt, ſeitlich begrenzen den Herd die Bordbretter *c*. Am unteren, durch aufgenagelte Leiſten zuſammengezogenen Ende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nimmt ein Gerinne *g* die Herdflut auf; am oberen Herdende (Herdkopf) befindet sich eine Arbeitsbühne *E*, von welcher aus die Zuführung der Trübe in einem Gerinne *T* und die Klarwasserzuführung durch die Rohrleitung W geregelt werden kann. Die Trübe fließt zum Zurückhalten etwaiger Unreinlichkeiten durch ein kleines Sieb und über die Stelltafel *St* auf den Herd. Für röschES Korn erhält der Herd, welcher etwa 1 m Breite und 4 m Länge hat, 10—15° Neigung, für zähes Korn etwa 6°. Man vermindert die Neigung durch Unterlegen von Keilen am unteren Herdende. Ein Mann bedient zwei Herde; jeder derselben kann in einer Stunde etwa dreimal 2 mm dick belegt, darauf geläutert und abgekehrt werden. Der röscheften Trübe gibt man etwa einen Mehlgehalt von 0,8 kg auf 1 l, der zäheften nur 0,15 kg. Erfahrungsgemäß ist der beschriebene liegende Herd nicht zur Abscheidung solcher Erzteilchen geeignet, welche sich wegen ihrer Form als dünne Plättchen trotz hohen spezifischen Gewichtes (Bleiglanz, gediegenes Silber und Gold) längere Zeit im Wasser schwimmend erhalten. Um auch hier zum Ziele zu gelangen, belegt man den Herd mit Tüchern (Plane, Planne oder Plache genannt, davon Planenherd oder Plachenherd), in deren rauher Oberfläche sich die feinen Erzteile festsetzen, während die Berge vom Wasser darüber hinweggerollt werden. Die Planen werden von Zeit zu Zeit abgenommen und in Sammelkästen gut gespült, die Arbeit ist also unterbrochen. — (Ueber die kontinuierlichen Planenherde vgl. weiter unten).

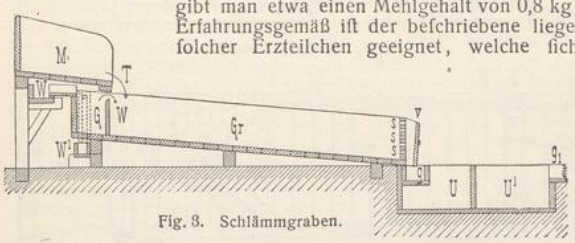


Fig. 3. Schlämmgraben.

Der Schlämmgraben, oft kurzweg Graben genannt (Fig. 3), unterscheidet sich der Bauart nach vom liegenden Herde wesentlich nur durch die größere Tiefe, da sich in ihm der Schliech zu einer dicken Schicht ansammeln soll; er gehört also im weiteren Sinne zu den Vollherden. Die Trübe *T* wird im Mehlkasten *M* angerührt und ohne weiteres dem Graben zugeführt; das zur Verdünnung nötige Klarwasser gelangt aus dem Gerinne *W* in einen Behälter, das Gefälle *G*, und dann, während etwaiger Wasserüberschuß in das Gerinne W^1 abfließt, über eine wagerechte Kante auf die ganze Breite gleichmäßig verteilt, zum Graben. Dieser wird, wie sich der Belag anhäuft, am unteren Ende durch Spunde, welche in die Oeffnungen *s* des Fußbrettes passen, nach und nach geschlossen; das vorgesetzte Brett *v* führt die Herdflut in das Gerinne *g*. Durch die Unterfässer *U* und U^1 gelangt sie weiter in das Gerinne g^1 und von dort in Klärsümpfe. Während der Arbeit wird mittels einer Kiste die Oberfläche des Belages eben gehalten. Der Schlämmgraben dient hauptsächlich für röscheres Korn und wird nur bei einfachen und kleinen Verhältnissen angewendet. Der angesammelte Schliech wird nach seinem Gehalte in Posten abgestochen.

Die Anfänge der **bewegten Herde** sind in den Sichertrögen zu erblicken, welche jetzt nur zur mechanischen Probe der Ergebnisse der Herdarbeit und zuweilen zur letzten Anreicherung sehr wertvoller, z. B. goldhaltiger Schlieche Verwendung finden. Die Formen der Sicherträge sind örtlich verschieden, Fig. 4 zeigt den Freiberger, Fig. 5 den Salzburger Sichertrog; letzterer wird auch Sachse oder Handsachse genannt. Man bringt den zu verwaschenden Schliech mit etwas Wasser auf den Sichertrog und schwingt diesen mit einer Hand so hin und her, daß das Wasser jedesmal lebhaft nach dem einen Ende strömt, dabei die Bergeteilchen mitnimmt, jedoch langsamer zurückfließt. Mit dem Ballen der andern Hand werden dabei Stöße auf die Rückseite *r* des Troges gegeben, wodurch die Ansammlung der schwersten Teilchen wie beim Freiberger Stoßherde befördert wird. Es gehört viel Uebung dazu, um die nötige Geschicklichkeit zu erlangen. Größere Salzburger Sichertröge werden zur leichteren Handhabung in einfacher Weise aufgehängt und heißen Hängesachse. Feinjähriges Lärchenholz soll das beste Material für Sichertröge sein; auch in schüsselförmig kreisrunder Form aus Holz oder Metallblech kommen sie vor unter dem Namen Waschschüssel.

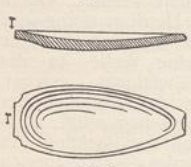


Fig. 4. Freiberger Sichertrog.

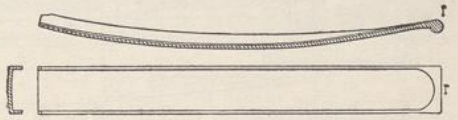


Fig. 5. Salzburger Sichertrog oder Handsachse.

Der älteste eigentliche bewegte Herd, der an vielen Orten auch heute noch wegen seiner Vielseitigkeit Anwendung findet, ist der Langstoßherd. Allgemein ist bei den bewegten Herden zu unterscheiden: der Herd selbst, das Herdgerüst, die Einrichtungen für das Auf- und Abtragen und die Bewegungsvorrichtungen. Fig. 6 und 6a zeigt die Freiberger Ausführung des Langstoßherdes. Der Herd *H* ist stets aus Holz, ähnlich, jedoch stärker gebaut als der liegende Herd; namentlich der Herdkopf *k* ist kräftig gehalten, da er die Stöße aufnehmen soll. Das Herdgerüst ruht auf einem gemauerten Fundament und besteht der Hauptsache nach aus dem Schwellwerk und drei Paar Säulen, von denen im vorliegenden Falle *S* und S^1 aus Gußeisen, S^2 aus Holz gefertigt sind. An den Säulenpaaren *S* und S^1 ist der Herd mittels zweier Kettenpaare *K* und K^1 aufgehängt; *K* sind die Stellketten, sie werden an der Herdwelle *w* befestigt und können nachgelassen und angezogen werden, um die Herdneigung zu ändern. K^1 sind die Spannketten; durch dieselben erhält der Herd das Bestreben, nachdem er vorgestoßen wurde, wieder zurückzufallen. Um die Spannung zu vergrößern oder zu verkleinern, kann der untere Befestigungspunkt dieser Ketten mehr oder weniger nach vorn verlegt werden. Auch sind an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Ketten selbst Stellschrauben angebracht, um die Herdfläche in der Querrichtung wagerecht stellen zu können. Die Arbeitsbühne *E* stützt sich auf die beiden Säulenpaare S^1 und S^2; auf derselben befinden sich der Mehlkasten *M*, die Drehgumpe *d* und die Klarwasserzuführung *W*. Die angerührte Trübe fließt durch ein Sieb und über die Stelltafel *St* auf den Herd; anderseits kann aber auch aus Spitzkästen u. dergl. fortierte Trübe in Gerinnen zugeführt werden. Am unteren Ende des Herdes gelangt die Herdflut in das Gerinne *g*. Die Stoßbewegung des Herdes wird folgendermaßen erzeugt: die Daumen der Welle *D* drücken auf den einen Arm des Winkelhebels oder Drückels *Dr*; dadurch schiebt die in dem andern Hebelarme befestigte Schubstange *h* den Herd vor, der durch sein Eigengewicht gegen die Stauchvorrichtung *C*, C^1 wieder zurückfällt. Die Länge des Drückelarmes, auf den die Daumenwelle wirkt, und dadurch die Länge des Ausschubes kann mittels der Stellvorrichtung *st* geändert werden. Durch die Herdbewegung wird bei jedem Stoße eine kleine Welle in der Trübeschicht erzeugt, die das Abstoßen der Berge begünstigt, während der Rückstoß des Herdes die abgelagerten Teilchen zu einem festen Herdbelage vereinigt. Da die Neigung der Herdfläche, die Spannung des Herdes und auch die Länge des Ausschubes stellbar sind, so kann der Stoßherd allen Verhältnissen angepaßt werden; er ist, wie oben bereits erwähnt, ein Vollherd; man läßt den Schliech sich zu einer bis 12 cm starken Schicht ansammeln und sticht ihn mit der Schaufel dann ab. Die Bauart des Salzburger Stoßherdes weicht insofern von der geschilderten ab, als die Daumenwelle unmittelbar, ohne Drückelein-

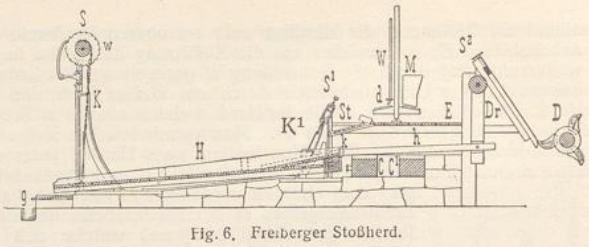


Fig. 6. Freiberger Stoßherd.

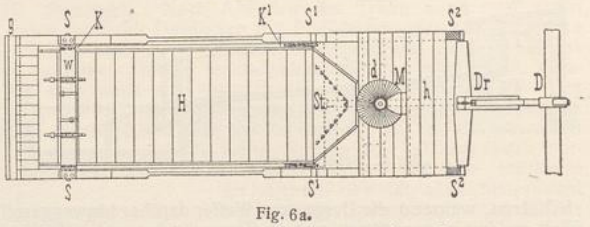


Fig. 6a.

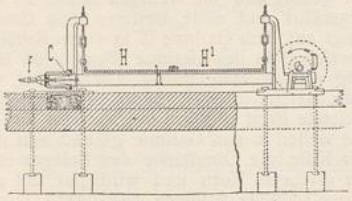


Fig. 7. Rittinger Stoßherd.

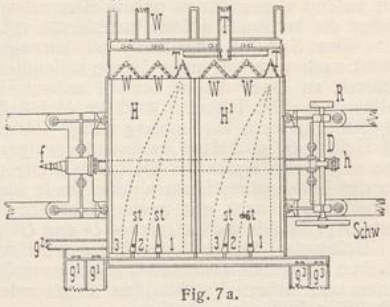


Fig. 7a.

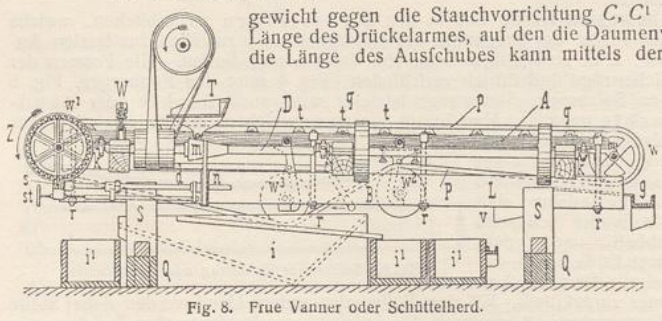


Fig. 8. Frue Vanner oder Schüttelherd.

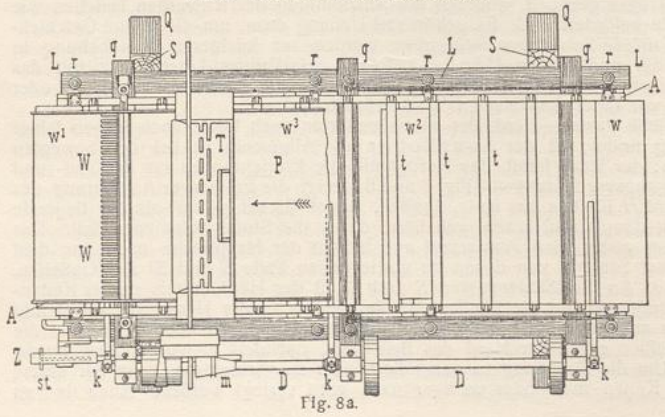


Fig. 8a.

richtung, auf die Schubſtange wirkt. Der Rittinger-Herd iſt ein kontinuierlicher Querſtoßherd (Fig. 7 und 7a). Gewöhnlich ſind zwei Herdflächen *H* und H^1 zu einer Platte vereinigt; die Trübe wird über eine Stelltafel *T* an einer Seite nur auf etwa ein Viertel der Herdbreite, über die andern drei Viertel Klarwaſſer *W* aufgetragen. Die Aufhängung des Herdes iſt aus der Figur erſichtlich; die Bewegung findet folgendermaßen ſtatt: ein Querriegel, die ſogenannte Zunge *h*, iſt unter dem Herde befeſtigt; dieſer wird in der Ruhelage durch eine Zugſtange und die Feder *f* gegen den im Herdgerüſt feſtgelegten Stauchklotz *C* gezogen. Gegen den Federdruck ziehen die Daumen *D* der Welle, die in eine Ausſparung der Zunge eingreifen, den Herd nach rechts, und dieſer ſtößt dann durch den Federzug gegen den Stauchklotz. Während die in der Trübe vorhandenen Bergeteilchen auf ziemlich geradem Wege ſchnell über den Herd in das Bergegerinne g^1 hinweggeführt werden, erhalten die auf dem Herde zur Ablagerung gelangenden Erzteilchen unter dem zweifachen Einfluſſe des Waſſerſtromes und der Herdſtöße parabolifche Bahnen. Diejenigen von mittlerem ſpezifiſchen Gewicht verlaſſen den Herd bei 2 und gelangen in das unter dem Herde befindliche Zwiſchenproduktgerinne g^2, die ſchwerſten, welchen der Waſſerſtrom die geringſte Geſchwindigkeit erteilt, bleiben während der längſten Zeit den Querſtößen ausgeſetzt; die Krümmung ihrer paraboliſchen Bahn iſt daher am ſtärkſten, ſie verlaſſen den Herd bei 3 und werden von dem Erzgerinne g^3 aufgenommen. Die Breite der Ströme 1, 2 und 3 kann durch die ſtellbaren Teiler *st* je nach der Zuſammenſetzung der Trübe bemeſſen werden. Dem Vorteil der kontinuierlichen Arbeit ſteht der Nachteil gegenüber, daß der Rittinger-Herd erheblich geringere Trübemengen verarbeitet als der Freiberger Stoßherd.

Bei den **kontinuierlichen Planenherden** wird eine über Führungswalzen geſpannte Plane ohne Ende mit fortſchreitender Längs- oder Querbewegung benutzt, um den Schliech aus dem Trübeſtrom zu entfernen, dem Läuterwaſſer zuzuführen und dann abzutragen. Zur Planenbewegung kommt zuweilen noch eine Stoß- oder Schüttelbewegung hinzu, um die Beweglichkeit der Schliechteilchen zu erhöhen. Die jetzt am meiſten angewendeten Planenherde ſind der Schüttelherd (Frue Vanner) und der Steinſche Herd.

Beim erſteren (Fig. 8 und 8a) hat die Plane *P* eine Längsbewegung, dem Trübeſtrom entgegen; ſie beſteht aus Gummiſtoff und hat an den Seiten aufrecht ſtehende Ränder. Die Führung der Plane geſchieht durch die vier Walzen *w*, w^1, w^2 und w^3; von dieſen iſt *w* mit einer Spannvorrichtung verſehen, w^1 erteilt die Bewegung, w^2 und w^3 liegen auf der Unterſeite und führen die Plane durch den Waſſerkaſten *i*; außerdem wird der obere Teil der Plane durch Tragwalzen *t* geſtützt. Sämtliche Walzen ſind im Herdrahmen *A* verlagert und dieſer ruht auf dem Schwellwerk (*Q* Querſchwellen, *S* Herdſäulen, *L* Längsſchwellen, *q* obere Querſchwellen) mittels der Stützſtangen *r*; durch Keile *v* kann die Herdneigung geändert werden. Die Bewegung der Plane wird von der ſeitlich angeordneten Welle *D* vermittelt, und zwar durch den Konus *m*, die Schnurrolle *n* auf der Welle *d*, die Schnecke *s* und durch das auf der Welle der Walze w^1 befeſtigte Schneckenrad *Z*. Durch die Stellvorrichtung *st* kann die Schnurrolle *n* am Konus *m* entlang verſchoben und die Geſchwindigkeit der Plane geregelt werden. Außerdem erhält der ganze Herdrahmen durch die auf *D* angebrachten drei Kurbeln *k* Querſchüttelbewegung. Die Trübe wird von dem Happenbrett *T* über die Plane verteilt; die ſich abſetzenden Teilchen werden unter der Brauſe *W* geläutert, gelangen um die Walze w^1 herum auf die Unterſeite und werden im Unterfaſſe *i* und durch die Brauſe *B* abgeſpült; die aus dem Kaſten *i* beiderſeits überfließende Erztrübe findet in den Käſten i^1 Gelegenheit zu weiterer Klärung. Die abgetragenen Berge fließen über die Plane abwärts in das Gerinne *g*. Der Herd beſitzt demnach die Eigentümlichkeit, daß er die aufgegebene Trübe nur in zwei Produkte zerlegen kann. Der Frue-Vanner ſtammt aus Nordamerika und wird in der Goldaufbereitung ſehr viel angewendet.

Dagegen iſt der Steinſche Herd (Fig. 9, 9a, 9b), der in Freiberg zuerſt gebaut wurde, zur Aufbereitung zuſammengeſetzter Erze geeignet. Das Herdgerüſt beſteht außer dem Schwellwerk aus den Säulenpaaren *S* und S^1 und wird durch die Strebe *s* verſtärkt. Der Herdrahmen *A* iſt mittels vier Stangen *r* an den Armen *q* aufgehängt, welch letztere um die Hilfsſtrebe s^1 drehbar ſind und in der richtigen Neigung durch die Schraubenmuttern *st* an beſonderen Stangen feſtgeſtellt werden können. Auf dem Herdrahmen iſt die Herdplatte *H* befeſtigt und über dieſe und die beiden Walzen *w* und w^1 die glatte Plane geſpannt; der untere Teil wird durch die Hilfswalzen *t* getragen. Die Querbewegung der Plane wird bei der neueſten Bauart durch die Schnurrolle *n* bewirkt, welche auf der Achſe von w^1 ſitzt; der Querſtoß des ganzen Herdes iſt wie beim Rittinger-Herde durch die Daumenwelle *D* — mit Schwungrad *Schw* und Riemenſcheiben *R* — durch Zugſtangen und Feder *F* erreicht; der Herd wird nach rechts herausgezogen und ſtößt gegen den Stauchklotz *C* an der linksſeitigen Säule. Unabhängig von dem Herde iſt die Aufgabevorrichtung in Form eines Gerinnes an den Hilfsſäulen S^1 befeſtigt; in der Abteilung *T* wird die Trübe zugeführt und dann mittels der Stelltafel *St* über etwa ein Drittel der Herdbreite verteilt; der entſtehende Belag wird durch die Planenbewegung nach links geleitet, wo aus den beiden andern Abteilungen des Gerinnes *W* Läuterwaſſer über den Herd ſtrömt und überdies die diagonal gelegte Brauſe *B* das allmähliche Abſpülen der Produkte beſorgt. Dieſe werden von einem mehrteiligen Gerinne *g* für die Berge, g^1 für das ärmere, g^2 für das reichere Zwiſchenprodukt und g^3 für das Erz aufgenommen; Abfallutten führen die Schlieche in die Sammelkäſten *i*, i^1, i^2 und i^3. Um die Bewegung der Plane zu erleichtern, wird unter derſelben auf der Herdplatte ein Waſſerbett erzeugt, indem durch den Behälter und das Rohr *u* das Klarwaſſer zugeführt und mittels Diagonalrillen, die von einer Querrille ausgehen, gleichmäßig verteilt wird. Bei der Freiberger Aufbereitung [1] erhält der Herd 80 mm Planengeſchwindigkeit und 150 Stöße, beides in der Minute; in derſelben Zeit werden 14 l Trübe mit 0,15 kg feſter Beſtandteile auf 1 l aufgegeben und dabei 60 l Klarwaſſer verbraucht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Herd beanſprucht 0,5 PS. Betriebskraft; acht Herde können von einem Manne beaufſichtigt werden. — Der neuerdings vielfach angewendete Ferraris-Herd [2] iſt ein Querſtoßherd etwa von den Abmeſſungen des Steinſchen Herdes. Die Herdfläche wird von Linoleum gebildet, welches in der Querrichtung für röſches Korn mit ſchmalen, dünnen Leiſten benagelt, für zähes Korn mit Querrillen verſehen iſt. Hierdurch bewegt ſich das Korn langſamer über die Herdfläche als beim Steinſchen Herde. Das Auftragen der Trübe findet in gleicher Weiſe wie beim Steinſchen Herde, das Abtragen nicht nur am unteren, ſondern auch (für das ſchwere Korn) am linken Rande der Herdtafel ſtatt. — In den Vereinigten Staaten von Nordamerika iſt der ähnlich gebaute Wilfley-Herd in Gebrauch.

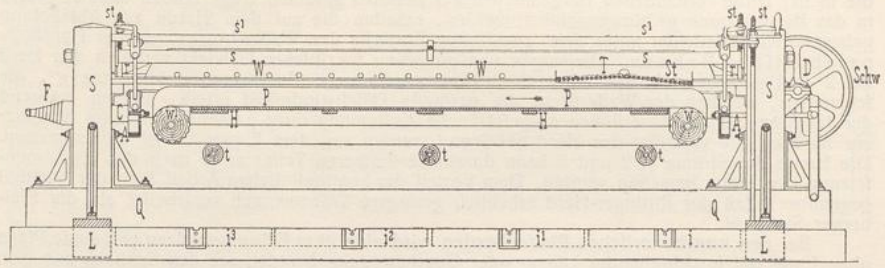


Fig. 9. Steinſcher Herd.

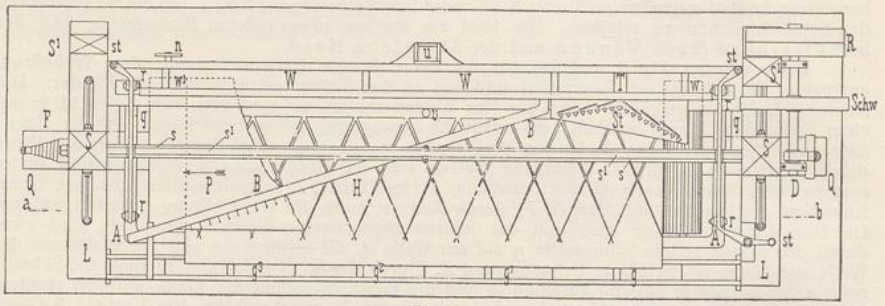


Fig. 9a.

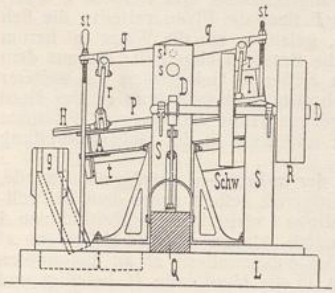


Fig. 9b.

Die kontinuierlich arbeitenden Rundherde haben ſehr ſtumpfe Kegel als Arbeitsflächen; hieraus folgt, daß die Neigung, welche man einem Rundherde einmal gegeben hat, nicht ohne weiteres geändert werden kann. Auch iſt ihnen eigentümlich, daß die Trübe nicht in gleichmäßig dicker Schicht über den Herd ſtrömt und deren Geſchwindigkeit ſich ändert. Die Rundherde (round buddle), wohl auch rotierende Herde, rotierende Herdwäſche oder Drehherde genannt, ſind entweder Kegelherde — die Herdfläche fällt nach außen ab, die Trübe wird nahe der Herdmitte aufgetragen, die Trübeſchicht nimmt beim Fließen über den Herd an Dicke ab und verlangſamt ihre Geſchwindigkeit, da ſie beim Wege über den Herd immer größere Flächen bedeckt, am Umfange verläßt die Trübe den Herd; oder es ſind, wenngleich ſehr viel ſeltener, Trichterherde — die Herdfläche vertieft ſich nach innen, demzufolge wird die Trübe am äußeren Rande aufgetragen, auf ihrem Weg über den Herd wird die Trübeſchicht allmählich ſtärker und ihre Geſchwindigkeit größer. Der Kegelherd eignet ſich beſonders für ſolche Erze, welche in mehrere Poſten getrennt werden ſollen (das Dünnerwerden der Trübeſchicht begünſtigt dies); der Trichterherd dagegen ſollte nur angewendet werden, wenn aus einer großen Menge von Trübe die wenigen noch nutzbaren Beſtandteile auszuſcheiden ſind; er dient daher namentlich zur Weiterverarbeitung armer Zwiſchenprodukte. Soll ein Rundherd ununterbrochen arbeiten (die älteren nach Art der Schlämmherde gebauten Rundherde kommen kaum noch in Betracht), ſo muß entweder bei ſtillſtehendem Herde die Aufgabevorrichtung gedreht werden (dies iſt der Fall bei Herden von großem Durchmeſſer), oder der Herd dreht ſich und die Aufgabevorrichtung ſteht ſtill; letztere Anordnung wird bei kleineren Herden gewählt. In beiden Fällen wird bei jeder Umdrehung der Herd einmal belegt, der Belag dann abgeläutert und endlich abgeſpült; alle drei Vorgänge finden auf drei verſchiedenen Kreisſektoren gleichzeitig nebeneinander ſtatt. Die Rundherde verarbeiten ſehr große Mengen von Trübe, brauchen aber viel Klarwaſſer; ſie werden bis zu 10 m Durchmeſſer gebaut. — Kurz möge hier noch der Rundſtoßherd von Bartſch erwähnt werden, ein Herd mit paraboliſch gekrümmter Oberfläche, der während der Drehung ſchwache Stöße erhält.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Als Beifpiel foll der häufig angewendete Linkenbachfche Rundherd (Fig. 10 und 10a) befchrieben werden; er ift ein feftftehender Kegelherd *H* mit beweglicher Aufgabe- und Abtragevorrichtung. Der Herd wird auf einem Fundament gemauert und dann mit Zementputz verfehen, welcher mittels rotierender Schablone die gewählte Neigung, im Mittel 1 : 10, erhält; am Umfange ift der Herd mit Tropfkante verfehen. In der Mitte wird ein fchachtartiger Raum ausgefpart; in denfelben führt von außen ein Kanal *a*. Die im Mittelpunkt des Herdes ftehende Welle wird durch Schnecke ohne Ende und Schneckenrad *S* in langfame Umdrehung verfetzt; an ihrem unteren Teil ift an einem kleinen Stern von Tragarmen ein kreisrundes Gerinne befeftigt, in welches durch den Kanal *a* und das Rohr *T* beftändig Trübe geleitet wird. Diefe fließt jedoch immer nur auf die eine Herdhälfte, nämlich über die Stelltafel *St*. Das Trübegerinne wird auf der andern Kreishälfte von dem Klarwaffergerinne *v* umgeben, aus welchem das Läuterwaffer über die Stelltafel *W* auf die andre Herdhälfte geführt wird, welche vorher mit Schliech belegt wurde. Die Braufen *B* verftärken die abläuternde Wirkung, während die Braufe B^1 den verbliebenen Erzfchliech vom Herde abfpült. Es fließen daher beftändig von einem Teile des Herdes die Berge, von dem andern das Zwifchenprodukt und von einem verhältnismäßig fchmalen Teile das Erz ab, jedoch drehen fich diefe Sektoren ftändig mit der Aufgabevorrichtung. Dementfprechend ift das Abtragen vorgefehen. An einem großen Stern von Armen *d*, die oben an der fenkrechten Welle befeftigt find, hängt an Tragftangen ein den Herd kreisförmig umgebendes Gerinne, welches durch eingefetzte Zwifchenwände in drei Abteilungen zerlegt ift, g^1 für die Berge, g^2 für die Zwifchenprodukte und g^3 für das Erz; aus diefen werden die Poften getrennt durch angefetzte Rohre (vgl. den fenkrechten Schnitt) drei verfchiedenen Gerinnen zugeführt, welche den Herd konzentrifch umgeben und aus denen weitere Gerinne zu Sammelfümpfen führen. An den Armen *d* hängen auch die Braufen; die Klarwafferzuführung W^1 wird ebenfalls von oben her durch ein kreisförmiges Gerinne vermittelt.

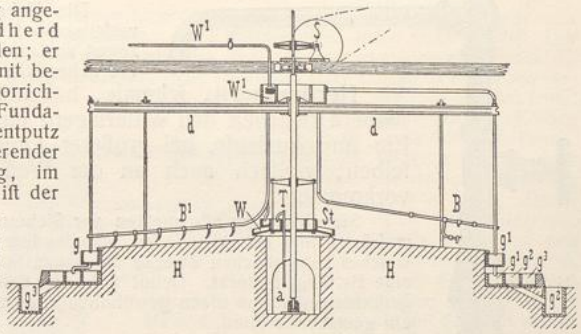


Fig. 10. Linkenbachs Rundherd.

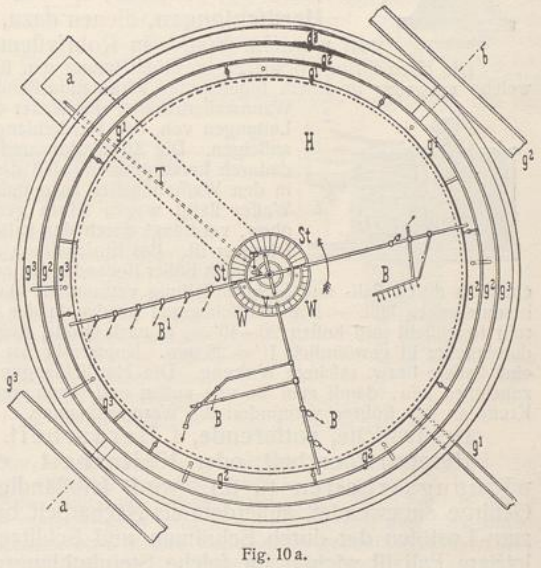


Fig. 10a.

Die Weiterverarbeitung der bei der Herdarbeit fich ergebenden Zwifchenprodukte erfolgte früher immer derart, daß die Schlämme in Sümpfen gefammelt, ausgehoben, in Gumpen wieder zu Trübe angerührt und verwafchen wurden. In neuerer Zeit hat man bei den kontinuierlich arbeitenden Herden das Zwifchenprodukt (gewöhnlich von mehreren Herden vereinigt und nach vorheriger Konzentration) in Trübeform weiter auf einen andern Herd zur Verarbeitung geleitet. Derart zufammenarbeitende Herde nennt man wohl auch Verbundherde. Diefes Verfahren ift namentlich bei Rundherden und auch beim Steinfchen Herde zur Anwendung gebracht worden.

Literatur: Vgl. die unter Aufbereitung, Bd. 1, S. 350, unter [1], [2], [3] u. [5] genannten Werke. — [1] Seemann, Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwefen im Königreich Sachfen, Freiberg 1893, S. 76. — [2] Zeitfchr. für Berg-, Hütten- und Salinenwefen im preußifchen Staate 1903, S. 252, Taf. 28 u. 29.

Treptow.

Herdflut, f. Herdarbeit.

Herdfrifchen, f. Schweißeifen.

Herdguß, f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 356.

Herdhähne, Zapfhähne für kaltes oder warmes Waffer, die über größeren Kochherden in der Regel in Verbindung mit einer auf der Herdplatte befeftigten Säule von Eifen oder Meffing angebracht werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Herdhahn.

Die Hähne können mit der Säule felbſt verſchraubt ſein oder ſie befinden ſich in horizontal ausladenden, meiſt drehbaren Armen (vgl. die nebenſtehende Figur). *Blecken.*

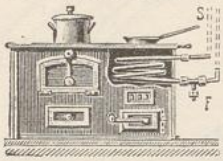
Herdmauern, ſchmale, hakenförmig in die Tiefe greifende Mauern zwiſchen den Widerlagern eines Durchlaſſes, und zwar am Ein- und Auslaufe, bei größerer Objektlänge auch innerhalb derſelben, vielfach auch an der Waſſerſeite von Talſperrenmauern vorkommend.

Sie dienen im allgemeinen zur Sicherung der Fundamente gegen Unterwaſchung und bei Durchläſſen insbeſondere zur Feſthaltung des Herdpflaſters, welches zum gleichen Zwecke die ganze Sohle innerhalb des Durchlaſſes (als eine Bettung) bedeckt. Dehnt ſich die tiefere Herdmauerung über die ganze gedachte Sohle aus (dann gewöhnlich in Form eines Sohlengewölbes), ſo iſt dies ein gemauerter Herd.

Herdöfen, ſ. Oefen, metallurgiſche, ferner Blei, Flußeiſen (Bd. 4, S. 107), Kupfer, Roheiſen, Schweißeiſen, Silber.

Herdſchlangen, dienen dazu, die Herdfeuerung zur Bereitung von warmem Waſſer in Rohrſyſtemen auszunutzen.

Die Herdſchlange (ſ. die Figur) bildet immer den tiefſten Punkt der Doppelleitung, durch welche entweder in einem ſogenannten Zirkulationsſtänder oder in einem höher gelegenen Warmwaſſerbehälter das Waſſer erwärmt werden ſoll; ſtets müſſen die Leitungen von der Herdſchlange aus nach dem Waſſerbehälter hin anſteigen. Die Zirkulation und mit ihr die Waſſererwärmung wird dadurch hervorgerufen, daß das Steigrohr *S* etwa 30—40 cm höher in den Waſſerbehälter ausmündet als das Fallrohr *F*; das erwärmte Waſſer ſteigt wegen ſeines geringeren Gewichts im Steigrohr nach oben, verdrängt durch das kalte Waſſer im Fallrohr, das ſpezifiſch ſchwerer iſt. Bei Einſchaltung eines Zirkulationsſtänders wird dieſer mit einem höher liegenden kleinen Waſſerbehälter (Expanſionsrefervoir) ebenfalls durch Fall- und Steigrohrleitung verbunden, wobei man das Fallrohr möglichſt tief heruntergehen läßt. — Die Herdſchlangen werden in der Regel aus Schmiedeeiſen oder Kupferrohr hergeſtellt und koſten 20—40 ℳ, je nach Größe, Rohrdurchmeſſer und Material; der Rohrdurchmeſſer iſt gewöhnlich $1'' = 25$ mm. Kupferrohr hat vermöge ſeiner geringen Wandſtärke eine beſſere bezw. raſchere Wirkung. Die Herdſchlangen ſollen leicht aus dem Herd herauszunehmen ſein, damit man ſie von außen und innen reinigen kann; jede äußere und innere Kruſte an den Röhren vermindert die Wärmeaufnahme. *Blecken.*



Herdwäſche, rotierende, ſ. Herdarbeit.

Hereintreibearbeit oder Keilarbeit, eine der bergmänniſchen Gewinnungsarbeiten (ſ. d.), wird ſelbſtändig in zerklüftetem (gebrächem) Gebirge angewendet, außerdem als Nacharbeit bei der Keilhauenarbeit (ſ. d.) zum Loslöſen der durch Schrämen und Schlitzen frei gemachten Maſſen. Der letztere Fall iſt wichtig für ſolche Steinkohlengruben, in denen wegen der Entwicklung von Schlagwettern und Kohlenſtaub die Schießarbeit verboten oder nur unter Beobachtung von Sicherheitsmaßregeln geſtattet iſt (ſ. Wetter) [1].

In klüftigem Gebirge werden Keile mittels ſchwerer, langgeſtielter Hämmer (Treibefäuſtel) in die vorhandenen Riſſe hineingetrieben und hierdurch Stücke des Geſteins losgeſprengt. Haben die Klüfte einen regelmäßigen Verlauf, etwa wie die Schichtung oder Schieferung, ſo ſind ſchlanke Flachkeile von rechteckigem Querſchnitt, in eine ſtumpfe Schneide auslaufend, zweckentſprechend; bei unregelmäßiger Zerklüftung werden Spitzkeile (auch Fimmel genannt) von quadratiſchem Querſchnitt, in eine vierſeitige Spitze auslaufend, verwendet. — Im Steinbruchbetrieb wird die Keilarbeit zum Zerlegen größerer Blöcke in Werkſtücke angewendet. In reihenweiſe angeordnete keilnutförmige Löcher werden Keile eingeſetzt und ſehr allmählich eingetrieben, bis ein Sprung in der beabſichtigten Richtung entſteht. Die Keilwirkung wird erhöht, wenn man zwiſchen Keil und Geſtein ſtarke Eiſenbleche (Lageeiſen, Zulagen) beiderſeits einlegt; hierdurch wird der Druck auf größere Flächen gleichmäßig verteilt und auch verhindert, daß ſich der Keil unter Zermalmung von Geſteinsmaterial in dieſes eindrückt. Zuweilen wird ſtatt Keil und Fäuſtel die Brechſtange (ſ. d.) benutzt, indem man ihr kolbiges oder ſchneidenförmiges Ende in die Riſſe einzwängt und dann wuchtet.

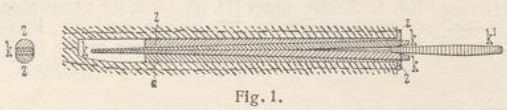


Fig. 1.

Um ſtärkere Wirkungen zu erzielen, wie ſie in Kohlengruben erwünſcht ſind, werden mehrere Keile mit Zulagen, z. B. die patentierten Einſatzkeile Hardypick, angewendet (Fig. 1). In ein etwa 5—8 cm weites Bohrloch legt man zwei Zulagen *z* von halbkreisförmigem Querſchnitt ein und treibt zwiſchen dieſe zwei Keile *k*. Dieſe letzteren ſind ſo geformt, daß, wenn nötig, bequem noch ein weiterer Keil k^1 dazwiſchen eingetrieben werden kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Verbot der Schießarbeit in Schlagwettergruben hat zum Bau von Keilapparaten Veranlaſſung gegeben, bei denen die Keilwirkung durch mechaniſche Mittel erreicht wird. Der bekannteſte dieſer Apparate dürfte Levets Keil ſein (Fig. 2) [1]; er beſteht aus einem Zylinder *C*, in dem ein Doppelſtulpkolben *K* durch den Druck einer Flüſſigkeit (Oel, Glyzerin) rückwärts verſchoben werden kann. Die vorn am Kolben befindliche Kolbenſtange *s* geht in ihrer Verlängerung in einen Keil *k* über. Dieſer wird nebſt Zulagen *z*, deren Form aus den Schnitten erſichtlich iſt, in ein 8—10 cm weites Bohrloch eingebracht, nachdem die zu löſende Maſſe durch Keilhauenarbeit frei gemacht wurde. Mittels des vorderen Zylinderdeckels *d* ſtützt ſich der Apparat gegen die hintere Fläche der Zulagen, ſo daß deren Herausziehen aus dem Bohrloche verhindert wird. Am unteren Teile des Zylinders befindet ſich in einem Behälter eine kleine hydrauliſche Pumpe *P*, welche Flüſſigkeit vor den Kolben drückt, deſſen Bewegung nach rückwärts bewirkt und den Keil zwiſchen die Zulagen zieht. Die hinter dem Kolben befindliche Flüſſigkeit kann durch die Oeffnung *o* in den Saugraum der Preßpumpe entweichen. Um nach

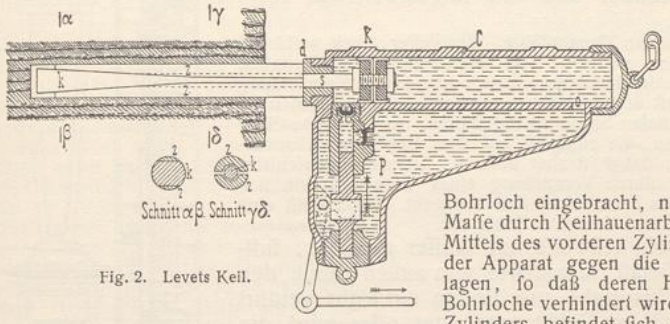


Fig. 2. Levets Keil.

Fig 3. Tonges Apparat.

Vollendung des Hereintreibens den Arbeitskolben *K* zu entlaſten, verbindet ein enger Kanal den vorderen Zylinderraum mit dem Saugraume der hydrauliſchen Pumpe; während der Arbeit iſt er durch eine Verſchlußſchraube abgeſperrt. Der Apparat iſt zweckentſprechend zu unterſtützen, da er mit den abgekeilten Maſſen herabſtürzen würde.

Zeitraubend iſt die Herſtellung der für die Einführung der Zulagen und des Keiles nötigen weiten Bohrlöcher. Der ebenfalls durch hydrauliſchen Druck betätigte Kohlenbrechapparat Walcher [2] dürfte wenig in Aufnahme gekommen ſein.

Mit der von Tonge in Bolton angegebenen hydrauliſchen Preßvorrichtung (hydraulic mining cartridge) ſind auf engliſchen Kohlengruben nennenswerte Erfolge erzielt worden [3]. Die Koſten waren denjenigen bei Anwendung der Schießarbeit gleich, doch erhöhte ſich der Stückkohlenfall um 10—25 %. Auch dieſer Apparat wird ſo verwendet, daß die Kohle zunächſt unterſchrämt wird, und daß am Hangenden etwa 80 mm weite Löcher gebohrt werden, in denen der Druck zur Wirkung gelangt. Die Vorrichtung (Fig. 3) beſteht aus dem Preßzylinder *C* von etwa 50 cm Länge und 75 mm Durchmeſſer; in demſelben ſind acht kleine doppelte Preßkolben *a* und *b* (Fig. 4) ſo angeordnet, daß der Druck unmittelbar auf eine Zulage *d* und eine tunlichſt große Fläche der Kohle ausgeübt wird. Die Preßpumpe *P*, welche mittels Verbindungsrohr *r* mit dem Preßzylinder verbunden iſt, wird mittels Handhebel betätigt, der angehängte Waſſerbehälter *W* iſt durch Gummiſchläuche mit der Preßpumpe verbunden. Durch Oeffnen des Hahnes *g* können die Druckkolben wieder entlaſtet werden. Mit dem Apparat ſoll ein Geſamtdruck von 60 t oder von 500 kg auf 1 qcm ausgeübt werden. Auch hangende gebräche Geſteinsbänke und das Liegende in den Förderſtrecken werden mit dem Apparat hereingenommen. — Namentlich in Belgien wird die Keilarbeit mittels der Bohrmaſchine Dubois und François (auch Boffeyeuſe genannt) ausgeführt. Dieſelbe kann zunächſt zur Herſtellung des Schrames, dann der Bohrlöcher und endlich nach Vertaufchung des Bohrers gegen einen Stahlklotz von 30—40 kg Gewicht auch zum Eintreiben des Keiles zwiſchen die in das Bohrloch gebrachten Zulagen benutzt werden [4].

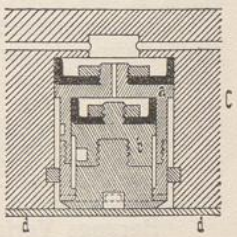


Fig. 4. Doppelkolben zu Tonges Apparat.

Literatur: [1] Zeitſchr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenweſen im preuß. Staate, Bd. 30, 1882, S. 230. — [2] Oeſterr. Zeitſchr. f. Berg- u. Hüttenweſen, Wien 1886, S. 283, und 1887, S. 167. — [3] Eſſener „Glückauf“ 1905, S. 989, und 1906, S. 953; Zeitſchr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenweſen im preuß. Staate, Bd. 54, 1906, S. 352; Guttmann, Handbuch der Sprengarbeit, 2. Aufl., 1906, S. 18. — [4] Eſſener „Glückauf“ 1895, S. 231.

Treptow.

Heringsgrätenwerk (Fiſchgrätenverband), ſ. Aehrenverband, Bd. 1, S. 79.

Heriſſons, ſ. Seidenſpinnerei und Wergſpinnerei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Herme (Hermenſäule). Da der griechiſche Hermes Gott der Herden und des Eigentumes war, ſetzten ihm die Hirten an den Grenzen Markſteine, anfangs ungeſtaltet, ſpäter viereckig gebildet und mit angearbeitetem Kopf verſehen (Hermen).

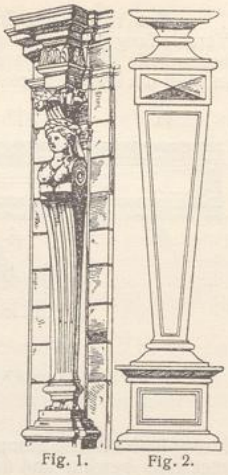


Fig. 1. Fig. 2.

Dieſe Hermen waren Grenzpfähle, Wegweiſer, auch wohl mit frommen Sittenſprüchen verziert. Als architektoniſches Bauglied ſcheinen die Hermen weder in Griechenland noch in Rom Verwendung gefunden zu haben; erſt die Renaiſſance verſtand es, die Hermen im architektoniſch-ornamentalen Sinne umzugeſtalten. Es ſind männliche oder weibliche Geſtalten, die zunächſt auf dem Kopf einen kapitälartigen Aufſatz tragen; dabei iſt aber bloß der Oberleib menſchlich, während der Unterteil durch Vermittlung eines Tuches in ein ſich nach unten verjüngendes Prisma ſamt Fuß übergeht. Fig. 1 ſtellt eine Herme in Stein, Fig. 2 eine ſolche in Holz dar. *Weinbrenner.*

Heronsball, ein teilweiſe mit Waſſer gefülltes, luftdicht ſchließendes Gefäß, in welches von außen durch den Luftraum hindurch bis nahe zum Boden ein Rohr geführt wird. Wird die Luft im Gefäß verdichtet oder wird die das Gefäß umgebende Luft (unter der Luftpumpe) verdünnt, ſo entweicht aus dem Rohr ein Waſſerſtrahl.

In der Feuerſpritze (Ktefibios 150 v. Chr.) wird die Luftverdichtung mittels Druckpumpen bewirkt, welche Waſſer in den Heronsball hineinpumpen, deſſen Funktion iſt, die intermittierenden Stöße der Pumpen in kontinuierlich wirkenden Druck der elaſtiſchen Luft umzuſetzen. In der Spritzflaſche, wie ſie in chemiſchen Laboratorien allgemein im Gebrauch iſt, wird durch ein beſonderes Rohr Luft in den Luftraum eingeblaſen. Bei Springbrunnen, Weinpumpen u. a. dient ein Heronsball als Windkeſſel zur Erzeugung gleichmäßigen Drucks. *Aug. Schmidt.*

Heronsbrunnen, die von Heron in Alexandrien erfundene ſinnreiche Spielerei, manchmal zur Bildung kleiner Springbrunnen für Blumentiſche benutzt, bei welcher einem Heronsball (ſ. d.), der als oberes Gefäß dient, die Druckluft aus einem unteren Gefäß zugeführt wird.

Das von dem Becken des Springbrunnens abfließende Waſſer fließt durch ein ſenkrechtes Abflußrohr ins untere Gefäß, von wo die nach oben gedrängte Luft den Druck der über dem unteren Niveau ſtehenden Waſſerſäule auf das obere Niveau überträgt, ſo daß die Steighöhe des Springbrunnens der Druckhöhe des Waſſers im Abflußrohr über dem Spiegel des unteren Gefäßes entſpricht. Die Vorrichtung kann man umkehrbar machen, ſo daß nach Erſchöpfung des Waſſers im Heronsball das untere, nahezu volle Gefäß, nach oben gekehrt, nun als Heronsball funktioniert, bis alles Waſſer ſich wieder unten geſammelt hat; vgl. Frick-Lehmann, Phyſikaliſche Technik, I, 7. Aufl., Braunſchweig 1904, S. 1393. *Aug. Schmidt.*

Herrenhaus, ſ. Rittergut.

Herreshoff-Keſſel, engrohriger Waſſerrohrkeſſel (ſ. Schiffskeſſel).

Herreshoff-Ofen, ſ. Oefen, metallurgiſche.

Herrnhuterpapier (Kleiſtermarmor), ſ. Buntpapierfabrikation, Bd. 2, S. 402.

Herſumerſchichten, dem oberen Jura (weißen Jura, Malm) in Hannover (Hildesheimer Gegend) angehörige Schichten, die aus oolithiſchen Kalken und kalkigem Sandſtein beſtehen. Ueber ihnen folgen die Kalke des Korallenoolith, unter ihnen lagern Tone des oberen braunen Jura. *Leppla.*

Herz, ſ. Drehherz.

Herzblatt, ſ. Blattwelle.

Herzförmige Scheiben, ſ. Herzſcheiben.

Herzkurve (Kardioide), ſ. Kurven (zykliſche).

Herzogs Verfahren zur Berechnung der Fachwerkſtreben.

Damit in der dritten Strebe des Fachwerkträgers AB (Fig. 1) die größte Spannung auftrete, muß die — gleichförmig verteilt gedachte — zufällige Belaſtung von B aus bis zu einem Punkte E reichen, der ſich ergibt, wenn man die Richtung des oberen Gurtſtabes bis A'' und B'' verlängert und A'' mit A', B'' mit B' verbindet; vgl. Belaſtungsgrenze.

Wenn in E eine einzelne Laſt aufgehängt wird, ſo ruft ſie in der dritten Strebe weder Zug noch Druck hervor. Die Laſt zerlegt ſich nämlich vermittelſt des Zwiſchenträgers in zwei Kräfte A' und B' und dieſen entſprechen zwei Auflagerdrücke A und B. Das Viereck $A''\,A'\,B'\,B''$ kann als das Seilpolygon (ſ. d.) für dieſe vier Kräfte angeſehen werden. Links vom Schnitt wirken die Kräfte A und A'; ihre Mittelkraft geht nach der Theorie des Seilpolygons durch den Schnittpunkt von $A''\,B''$ mit $A'\,B'$. Dieſer Schnittpunkt iſt aber nichts andres als der Drehpunkt (ſ. d.) der betreffenden Strebe. Die Strebenkraft wird ſomit gleich Null; oder, was dasſelbe bedeutet, die Wirkungen von A und A' heben ſich für eine in E liegende Laſt auf.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wir trennen nun die auf dem Träger ruhende verteilte Laſt in zwei Teile von der Größe $p\,b'$ und $p\,b_1$, zerlegen $p\,b'$ in zwei Einzelkräfte, die in E und B' wirken, und ebenſo $p\,b_1$ in zwei Kräfte, die in B' und B wirken (vgl. Fig. 1, oben). Vereinigen wir die beiden in B' liegenden Kräfte, ſo gelangen wir auf drei Einzelkräfte von der Größe $\frac{1}{2}p\,b'$, $\frac{1}{2}p\,b$ und $\frac{1}{2}p\,b_1$, die zuſammen dieſelbe Wirkung auf die Strebe ausüben wie die urſprüngliche Belaſtung. Von dieſen drei Kräften fallen aber die erſte und die dritte außer Betracht, die erſte, weil ſie im Grenzpunkte angreift, die dritte, weil ſie im Auflager liegt. Die geſuchte Strebenkraft tritt daher auch dann auf, wenn man die Einzelkraft $\frac{1}{2}p\,b$ im Punkte P' angreifen läßt. Der Auflagerdruck A ergibt ſich in dieſem Falle nach dem Hebelgeſetze gleich $p\,b\cdot b_1 : 2\,l$. Zerlegt man A in die drei vom Schnitte getroffenen Stabrichtungen O, S und U, ſo bekommt man die geſuchte Strebenkraft S. Nun bleibt der Auflagerdruck A unverändert, wenn man, anſtatt $\frac{1}{2}p\,b$ in B' aufzulegen, $\frac{1}{2}p\,b_1$ in E auflegt. Nach früher iſt in dieſem Falle die Wirkung, die A auf die Strebe ausübt, gleich groß und entgegengeſetzt wie die Wirkung der Kraft A', die man erhält, wenn man $\frac{1}{2}p\,b_1$ in A' und B' zerlegt. Daraus folgt: Um die Größe der geſuchten Strebenkraft S zu erhalten, zerlegt man die in E liegende Laſt $\frac{1}{2}p\,b_1$ in die Komponenten A' und B' und hierauf A' in die Komponenten O, S und U. Bei dieſer Zerlegung wird jedoch $U = 0$, weil A' durch den Schnittpunkt von O und S geht. Die Löſung geſtaltet ſich infolgedeſſen einfacher: Man erſetzt die Kraft A' durch die Laſt E und die (dann nach oben gerichtete) Komponente in B', ſo daß die vier Kräfte $OSEB'$ am linken abgeſchnittenen Fachwerksteil ins Gleichgewicht geſetzt werden können. Es muß dann die Reſultierende von S und E durch den Schnittpunkt G der beiden andern Kräfte hindurchgehen, alſo in die Richtung von FG fallen, und man hat zur Ermittlung von S die Kraft $\frac{1}{2}p\,b_1$ nur nach den Richtungen von FB' und FG zu zerlegen.

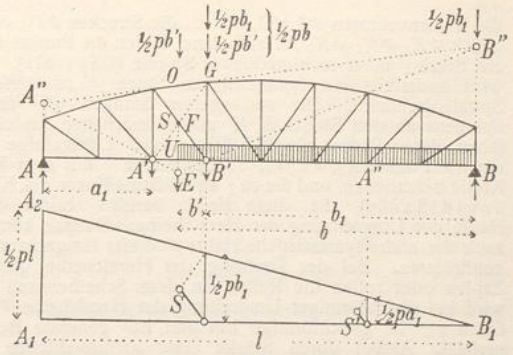


Fig. 1.

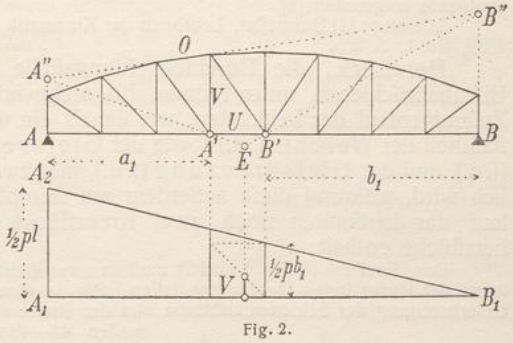


Fig. 2.

Die Größe $\frac{1}{2}p\,b_1$ wird dadurch erhalten, daß man (Fig. 1, unten) lotrecht unter A die Kraft $A_1 A_2 = \frac{1}{2}p\,l$ aufträgt und deren Endpunkt mit dem Punkte B_1 verbindet. Eine weitere Erklärung der Figur dürfte überflüſſig ſein. Soll die kleinſte in der Strebe auftretende Kraft (S') beſtimmt werden, ſo vertauſcht man (Fig. 1) G mit A' und b_1 mit a_1, d. h. man zerlegt die Kraft $\frac{1}{2}p\,a_1$ parallel zu FB' und FA'.

Handelt es ſich um die Ermittlung der größten in einem Pfoſten auftretenden Kraft V, ſo gelten die nämlichen Erwägungen; nur wird in dieſem Falle auch die Kraft $O = 0$, ſo daß A' ſofort die geſuchte Pfoſtenkraft darſtellt. Um ſie zu erhalten, verſchiebt man (Fig. 2) die Kraft $\frac{1}{2}p\,b_1$ um eine Feldlänge nach links, zieht in dem hierbei entſtehenden Rechtecke die Diagonale und lotet den Grenzpunkt E herunter. Soll die kleinſte im Pfoſten auftretende Kraft beſtimmt werden, ſo legt man die Laſt $\frac{1}{2}p\,a_1$ in E auf, zerlegt ſie in A' und B' und hierauf B' in O, V und U. Eine Vereinfachung iſt hier nicht möglich.

Das Herzogſche Verfahren eignet ſich vorzüglich zur graphiſchen Berechnung der Strebenkräfte für gleichförmig verteilte zufällige Belaſtung und bildet zuſammen mit dem Cremonaſchen Verfahren den kürzeſten Weg zur vollſtändigen Berechnung eines Fachwerks; vgl. Halbparabelträger.

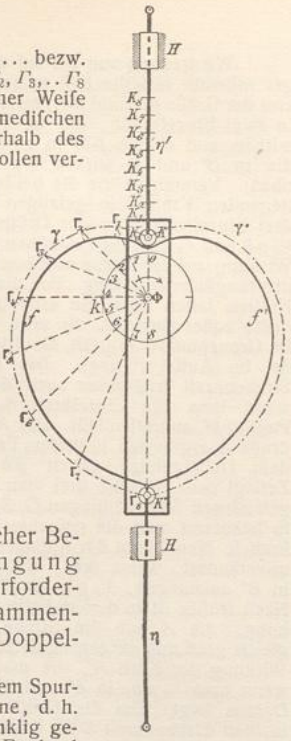
Literatur: Herzog, A., Schweizer. Bauztg., Bd. 15, S. 46; Ritter, W., Anwendungen der graph. Statik, 2. Teil, Zürich 1890.

Mörſch.

Herzſcheiben (herzförmige Scheiben), herzförmig geſtaltete Scheiben, durch deren gleichförmige Umdrehung um eine feſte Achſe eine gleichförmige, geradlinige, hin und her gehende Bewegung eines Gliedes bewirkt wird.

Soll z. B. (ſ. die Figur) ein Glied $\eta\,\eta'$, das aus einem Rahmen und zwei an demſelben befindlichen Stangen η, η' beſteht, die bezw. in den feſten Hülſen H, H' gleiten, vermittelſt einer um die feſte Achſe Φ gleichförmig rotierenden Herzſcheibe $\Phi f f'$ in eine gleichförmige, hin und her gehende Bewegung verſetzt werden, ſo daß die Bewegungsſtrecke gleich $K_0 K_8$ iſt, dann können wir die Umgrenzung der Herzſcheibe in folgender Weiſe konſtruieren: Wir teilen die Strecke $K_0 K_8$ in eine Anzahl (etwa acht) gleiche Teile $K_0 K_1$, $K_1 K_2$, $K_2 K_3$ ... ferner auch die Hälfte $0\,k\,8$ eines um Φ beſchriebenen Kreiſes k in acht gleiche Teile 0 1, 1 2, 2 3 ... und tragen auf

die Radienvektoren $\Phi 1, \Phi 2, \Phi 3 \ldots$ die Strecken $\Phi\Gamma_1, \Phi\Gamma_2, \Phi\Gamma_3 \ldots$ bezw. gleich $\Phi K_1\ \Phi K_2\ \Phi K_3 \ldots$ auf, dann bilden die Punkte $K_0, \Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \ldots \Gamma_8$ ein Stück γ einer archimediſchen Spirale (ſ. Spirale). In gleicher Weiſe wird anderſeits ein ſymmetriſches Stück γ' zu dieſer archimediſchen Spirale beſtimmt. Die verlängerten Stangen η, η' ſind innerhalb des Rahmens an den Stellen K, K' mit zylindriſchen Zapfen oder Rollen verſehen, deren Radius gleich r ſein möge. Demzufolge werden um die Punkte $K_0, \Gamma_1, \Gamma_2, \ldots$ der Kurve γ mit dem Radius r Kreiſe beſchrieben, und die zu γ äquidiſtante Kurve f (ſ. Kurven, äquidiſtante), die dieſe Kreiſe berührt, bildet die eine Hälfte der Umgrenzung der Herzſcheibe. Danach können wir auch die andre ſymmetriſche Hälfte f' dieſer Umgrenzung leicht konſtruieren. Bei der Drehung der Herzſcheibe gleiten die Zapfen oder rollen die Rollen an dem Scheibenrand und es wird bei gleichförmiger Umdrehung der Herzſcheibe $\Phi f f'$ das Glied $\eta\eta'$ in gleichförmige hin und her gehende Bewegung verſetzt. Anſtatt durch Stücke einer archimediſchen Spirale kann man die Herzſcheibe auch durch Stücke einer Kreisevolvente umgrenzen [1].



Herzſcheibe.

Literatur: [1] Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 365. *Burmeſter.*

Herzſtück, die Durchſchneidungsſtelle zweier Eiſenbahnſchienen unter ſpitzem bis rechtwinkligem Zuſammenlauf der Leitkanten, wie ſie als ein weſentlicher Beſtandteil der Weiche (ſ. d.) ſowie der Gleisverſchlingung (ſ. d.) und der Gleiskreuzung (ſ. d.), hier zweimal, erforderlich wird, während dieſe außerdem am ſtumpfen Zuſammenlauf der Leitkanten noch zwei Kreuzſtücke oder Doppelherzſtücke enthält.

Das Herzſtück (ſ. Fig. 1 und 2) muß in zwei Richtungen dem Spurkranz der Räder freien Durchgang laſſen, alſo je eine Spurrinne, d. h. Unterbrechung der Schienenlauffläche von der Breite ε (rechtwinklig gemeſſen 44—49 mm, in England 41 mm) enthalten, deren Ueberſchreitung in der ſchrägen Richtung (Winkel α) eine Unterbrechung der Leitkante von erheblicher Länge darſtellt, z. B. bei den üblichen Weichenwinkeln von 1 : 9 und 1 : 10 den neunfachen bezw. zehnfachen Betrag der Rinnenbreite ($\varepsilon : \sin\alpha$) ausmacht. Hier muß nun, um den Uebergang der Räder trotzdem möglichſt ſtoßfrei zu bewirken, Erſatz geſchaffen werden für die unterbrochene Unterſtützung und Führung des Rades. Die Unterſtützung wird erſetzt durch das Aufruhen des Radreifens mit ſeiner überſchüſſigen Breite auf der einen der beiden Flügel- oder Hornſchienen (auch Kniefchienen genannt), die durch eine Abſchwenkung der unterbrochenen Fahrſchienen gebildet werden. Sie faſſen die Herzſtückſpitze zwiſchen ſich, müſſen jedoch an beiden Seiten derſelben die Spurrinnenbreite begrenzen und ſchließlich mit einer ſchlanken Erweiterung beenden, damit die von dieſer Seite eintretenden Spurkränze ſicher in die Rinne eingeleitet werden. Wenn das Herzſtück, wie früher allgemein und noch viel in Anwendung, als ein

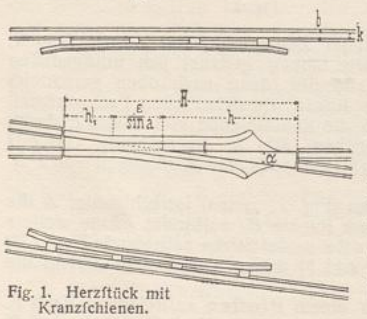


Fig. 1. Herzſtück mit Kranzſchienen.

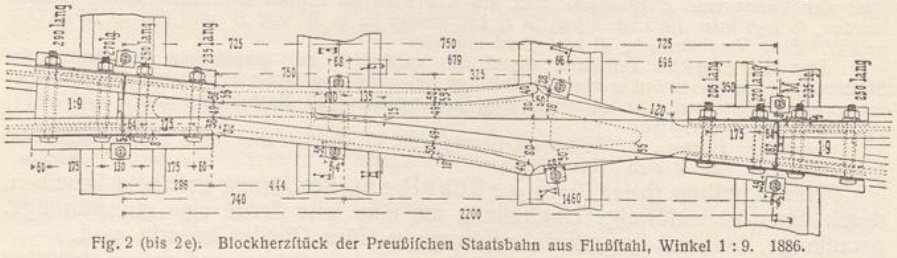


Fig. 2 (bis 2e). Blockherzſtück der Preußiſchen Staatsbahn aus Flußſtahl, Winkel 1 : 9. 1886.

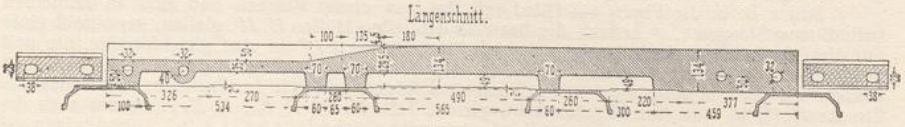


Fig. 2a.

besonders für sich bestehendes Gußstück, sogenanntes „Blockherzstück" aus Eisenhartguß oder später Stahlformguß gebildet, also tunlichst kurz hergestellt wird, so müssen die Flügelschienen vor ihrem Abschwenkungspunkte, dem sogenannten Knie des Herzstücks, mindestens so lang sein (h_1), daß sie mit den anstoßenden Fahrschienen durch die üblichen Laschen (s. Oberbau) gut verbunden werden können (also h_1 gleich der halben Laschenlänge). Am andern Ende des Herzstücks muß die Spitze so lang sein, daß sie die nötige Breite und Länge zum Anschluß der folgenden Fahrschienen durch dieselbe Laschenform erreicht.

Hierzu ist, wenn die Fahrschienen nicht bearbeitet werden sollen, eine Breite nötig, welche zwischen den Leitkanten zweimal die halbe Kopfbreite k und zweimal die halbe Fußbreite b der Fahrschienen darbietet, d. h. eine Breite $= k + b$, beispielsweise $58 + 105 = 163$ mm. Hieraus ergibt sich der dritte Längenteil des Herzstücks $h = \frac{k+b}{2 \sin \alpha/2}$ oder bei kleinem Winkel, z. B. bei Weichenwinkeln genau genug, $\frac{k+b}{\operatorname{tg} \alpha}$. Die Mindestlänge des gesamten Herzstücks beträgt demnach $H = h_1 + \frac{\varepsilon}{\sin \alpha} + \frac{k+b}{2 \sin \alpha/2}$, beispielsweise bei dem Weichenwinkel 1 : 10 $H = 300 + \frac{49}{1/10} + \frac{163}{1/10} = 2420$ mm oder, wenn durch Abschrägung der beiden nach innen gekehrten Schienenfüße die Endbreite der Spitze ermäßigt wird (Preußische Staatsbahn um 17 mm) entsprechend (170 mm) weniger. (Bei kleinen Winkeln ist fehr nahe $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$.)

Der Ersatz der unterbrochenen Führung wird bewirkt durch die gegenüber, neben den andern beiden Schienen, liegenden Zwangschienen oder Radlenker (s. Fig. 1). Da nämlich die beiden Räder einer Achse mit dieser starr verbunden sind, so ist es möglich, durch knappe Führung des gegenüber laufenden Rades an dessen innerer Hinterseite mittels einer gut befestigten, unter Umständen bis 40 mm über die Schienenhöhe hinaufgeführten Zwangschiene das gegen die Herzstückspitze herankommende Rad mit Sicherheit von dieser abzuziehen, so daß es richtig in die Spurrinne einlaufen muß. Die so gebildete Zwangsrinne wird deshalb so eng als möglich bemessen (41 bis 44 mm). Die Zwangschiene wird am besten in einer hochkantigen Winkelform gewalzt und durch Schraubbolzen mit eisernen Zwischenklötzen in ihrer Entfernung von der Fahrschiene genau festgelegt. Sie wird bei den üblichen Weichenwinkeln etwa 3,5 m lang genommen und an den Enden so abgebogen, daß die Rille sich allmählich (z. B. bis auf 75 mm) erweitert. — Der mathematische Schnittpunkt der Leitkanten ist der für die Berechnung der Weichen maßgebende Punkt des Herzstücks. Stofflich kommt er nicht zur Erscheinung, weil es nicht angängig ist, die Spitze, wenigstens bei Weichenwinkeln, so scharf auszuführen (s. Fig. 2 u. 2a). Dadurch wird die wirkliche Länge der Unterbrechung noch vergrößert.

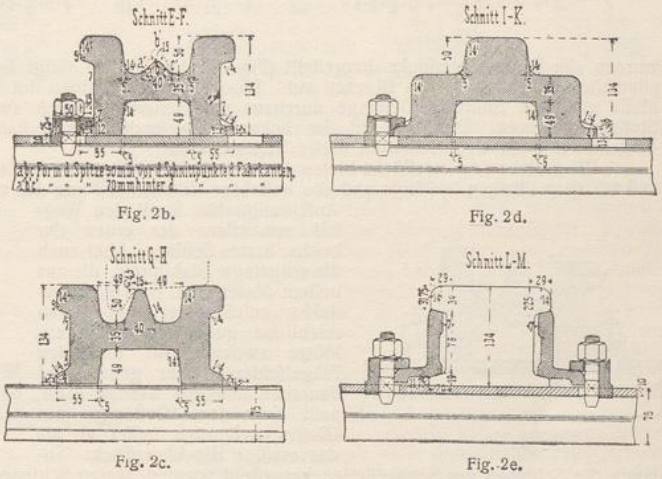


Fig. 2b. Fig. 2d.
Fig. 2c. Fig. 2e.

Bei großem, nahezu rechtem Winkel werden die Herz- und Kreuzstücke der Gleiskreuzung einander mehr und mehr gleich und erreichen die Gleichheit bei rechtem Winkel. Alsdann werden die Flügelschienen zugleich zu Zwangschienen für das benachbarte Kreuzstück. Die (in Fig. 1 zum Art. Gleiskreuzungen angegebenen) Zwangschienen des Kreuzstücks treten dann an allen vier Ecken auf, nunmehr ebenfalls mit rechten (oder nahezu rechten) Winkeln. Dabei ist jedoch ein Ersatz der Führung nicht mehr möglich, weil die beiden Lücken sich nun gegenüber liegen, also von den beiden Rädern einer Achse zugleich überschritten werden. Dagegen ist diese Unterbrechung dann aber sehr kurz, eben nur die rechtwinklige Breite der Spurkranzrinne. Sie kann also leichter durch die lebendige Kraft der Bewegung ohne Richtungsänderung überwunden werden. Dagegen ist auch bei rechtwinkligen Kreuzungen Ersatz der Unterstützung des Rades unentbehrlich und hier dadurch zu schaffen, daß man am Grunde der Rinne dem Spurkranz einen allmählichen Auflauf und Wiederablauf bietet, der das Rad über die Lücke hinwegträgt. Immerhin sind solche Anordnungen nicht erwünscht und werden deshalb in Hauptgleisen vermieden, sind aber in Nebengleisen bei Anwendung von Drehscheiben oder Schiebebühnen nicht ganz zu entbehren.

Die Bauart der einfachen und Doppelherzstücke. Man unterscheidet „Blockherzstücke" (s. oben) (Fig. 2 und 3), die in einem Stück gegossen werden, und „Schienenherzstücke" (Fig. 4 und 5), die aus den regelmäßigen Fahrschienen hergestellt, in Deutschland jedoch (im Gegensatz zu England) bisher meist noch mit einer besonders eingelegten Stahlspitze ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſehen werden. Blockherzſtücke erhalten nur die vorbeſprochene Mindeſtlänge. Sie wurden bei Verwendung von Flußſtahl anfangs „umwendbar", d. h. oben und unten ſymmetriſch, geſtaltet, um nach Abnutzung der oberen Seite die untere verwenden zu können. Das zeigte ſich jedoch als unausführbar, weil inzwiſchen die Auflagerſtellen Abnutzungslücken an der Unterfläche erzeugt hatten. Man iſt deshalb von dieſer Form ganz zurückgekommen, gab vielmehr dem Blockherzſtück ſpäter ſtets einen breiten Fuß mit Ausſparungen (Fig. 2). In ganz gleicher Weiſe

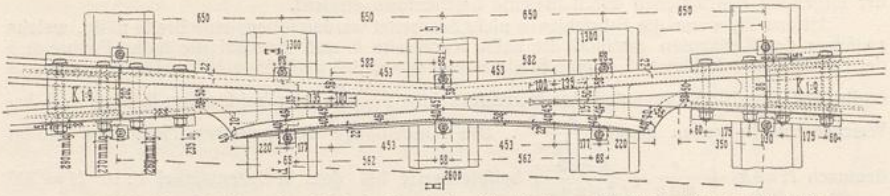


Fig 3 (bis 3c) Blockdoppelherzſtück der Preußiſchen Staatsbahn aus Flußſtahl, Winkel 1:9. 1886.

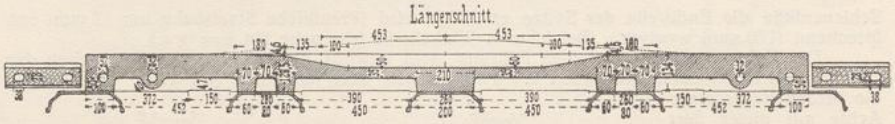


Fig. 3a.

wurden die Doppelherzſtücke hergeſtellt (Fig. 3). Die Spitze ſteigt bei beiden Formen ganz allmählich vom Grunde des Blockes auf. Blockherzſtücke bilden im Gleiſe durch ihre ſtarre Maſſe ein dem ſonſtigen Geſtänge durchaus ungleichartiges Stück zwiſchen zwei ſehr nahen Stoßverbindungen. Die Folge iſt das bekannte zweimalige ſtarke hammerartige Schlagen der Wagenräder beim Ueberſchreiten dieſer Verbindungen.

Die Schienenherzſtücke bieten dagegen den Vorteil größerer Elaſtizität und Gleichmäßigkeit mit dem übrigen Geſtänge und die beliebige Hinausſchiebung des erſten (in England beider) Anſchlußpunkte, ſomit den Wegfall mindeſtens des einen der beiden harten Schläge. Aber auch die eingelegte Stahlſpitze, die aus beſtem Material, z. B. Tiegelgußſtahl, geſchmiedet und durch reichliche gußeiſerne Zwiſchenklötze zwiſchen ihr und den Flügelſchienen ſehr genau und dauerhaft befeſtigt werden kann, paßt ſich dem Geſtänge des Gleiſes weſentlich beſſer an als das maſſige Blockherzſtück. So-

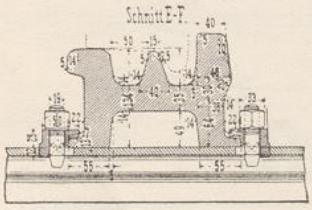


Fig. 3b.

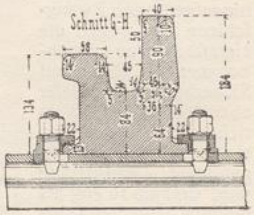


Fig. 3c.

lange die Schienen aus Schweißeiſen hergeſtellt wurden, waren Schienenherzſtücke nicht dauerhaft. Bei dem jetzt ausſchließlich zur Verwendung gelangenden Flußſtahl als Schienenmaterial haben ſich dagegen Schienenherzſtücke längſt gut bewährt (u. a. ſeit reichlich drei Jahrzehnten in Bayern).

Bei den Schienenherzſtücken (ſ. Fig. 4 und 5) beginnt die Spitze mit einer Materialſtärke von etwa 15 mm, und ihre Höhe iſt im vorderen Teile etwas abgeſchrägt. Die Köpfe der Flügelſchienen müſſen ſeitlich etwas abgehobelt werden, weil ſonſt die Leitkanten am Knie nicht nahe genug (49 mm) zuſammenkommen würden. Auch die Doppelherzſtücke werden zurzeit aus Schienen mit zwei eingelegten Stahlſpitzen hergeſtellt (ſ. Fig. 5, wobei das Doppelherzſtück einer Kreuzungsweiche angehört). Beide Schenkel des Herz- und des Doppelherzſtücks ſollen in gerader Linie liegen, um die Sicherheit der Fahrt nicht zu beeinträchtigen und die ohnehin ſchon erhebliche Abnutzung nicht noch zu vermehren. Es ſollen deshalb beide Gleiſe auf die Länge der Herzſtücke und ebenſo die geſamte Gleiskreuzung (abgeſehen von Notfällen) ſtets geradlinig ſein. Bei den Weichenanordnungen wird die Krümmung des abzweigenden Stranges dieſerhalb ſchon 1,5—2,5 m vor der Herzſtückſpitze beendet, ſo daß hier ſchon die „Herzſtückgerade" beginnt und jedenfalls mindeſtens bis zum Ende der Herzſtückſpitze (Anſchluß der Schienen) fortläuft. Nur bei dem Mittelherzſtück der Doppelweichen (ſ. Weichen) pflegt man von der Geraden abzuſehen und ſich auf geradlinige Herſtellung der Spitze ſelbſt zu beſchränken, ſo daß deren Schenkel zwar um ein weniges von der Leitkurve abweichen, aber doch für beide Richtungen der unſymmetriſchen Doppelweiche — rechts und links — benutzbar bleiben (Preußiſche Staatsbahn).

In England geſtattete der 18—20 mm ſtarke Steg der Stahlſchienen ſchon längſt das dort ausſchließlich übliche Zuſammenſpleißen der Schienen auch an der Herzſtückſpitze (ſ. Röll, Encyklopädie der Eiſenbahnen, Art. Weichen, Tafel 77, Fig. 13b, und Zentralblatt der Bauverwaltung 1890, S. 150). Das ließ ſich in Deutſchland bei Stegſtärken von 10—14 mm nicht gut machen. Nachdem jedoch bei den Preußiſchen Staatsbahnen Schienen mit 18 mm Stegſtärke für Blattſtoß und für Tunnelzwecke eingeführt ſind, iſt daſelbſt die Herſtellung auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

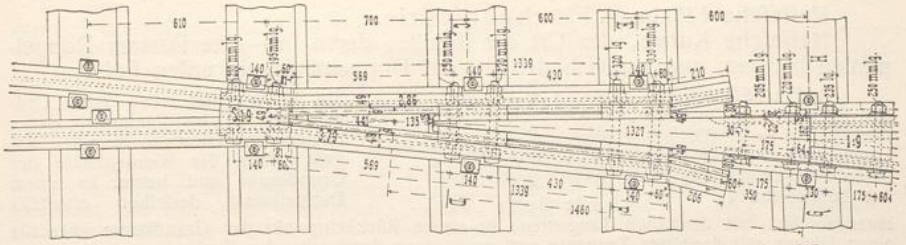


Fig. 4 (bis 4c). Schienenherzſtück der Preußiſchen Staatsbahn aus Flußſtahl, Winkel 1 : 9. 1887.

der Herzſtückſpitzen aus ſolchen Schienen ſeit 1902 mit gutem Erfolg in ſteigendem Maße zur Anwendung gelangt. Auf ſolchen gut ausgeführten Gleiſen engliſcher Schnellzugbahnen erfolgt das Ueberfahren der Herzſtücke ohne jeden fühlbaren Stoß; es dürfte nunmehr gelingen, gleiches auch in Deutſchland zu erreichen, nachdem jetzt auch hier beide Schienenſtöße beſeitigt werden können. Vgl. a. die Muſterzeichnungen der Preußiſchen Staatsbahnen von 1902 und 1903 für „Herzſtücke mit Schienenſpitzen“, desgleichen für „Weichen mit federnden Zungen“, Schienen 8 a.

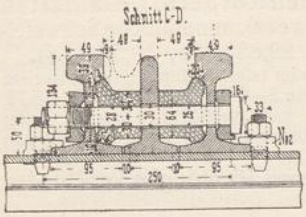
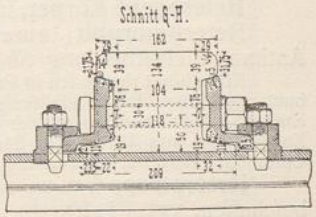


Fig. 4 a.



Schnitt 4 c.

Schienenherzſtücke mit beweglichen Teilen ſind namentlich bei den nordamerikaniſchen Bahnen (u. a. der Pennſylvania-Bahn) in ausgedehnter Anwendung, und zwar ſo, daß die eine Flügelſchiene um ihren vorderen Endpunkt (einige Meter vor der Spitze) zwiſchen den Laſchen ein wenig drehbar iſt und am andern Ende durch eine ſtarke Feder an die Spitze angedrückt wird, dieſe dem Hauptgleis angehörige Seite des Herzſtückes demnach für gewöhnlich ohne Unterbrechung bleibt. Ein auf dem Nebenſtrange herankommendes Fahrzeug drückt ſich dann ſelbſt ſchon vor Erreichen der Spitze die Flügelſchiene beiſeite, öffnet ſich alſo unter dem Einfluß der gegenüber liegenden Zwangſchiene ſelbſt die Spurrinne, die ſich nach Durchfahrt jedes Spurkranzes wieder zu ſchließen ſucht, ſofern nicht eine Umſtellung der Flügelſchiene — in Verbindung mit der Weichenumſtellung — vorgenommen wird. Auch Herzſtücke mit zwei beweglichen Flügelſchienen oder mit beweglicher Spitze ſind in Amerika ausgeführt, haben ſich jedoch nicht bewährt. Ebenſo haben in Europa neuerdings Herzſtücke mit einer beweglichen Flügelſchiene und Federanſchluß nach dem Vorbilde der Pennſylvania-Bahn in einzelnen Fällen Eingang gefunden (vgl. Muſterzeichnungen der Preußiſchen Staatsbahn, Dezember 1901).

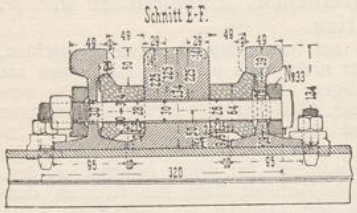


Fig. 4 b.

Herzſtücke mit nur einer Spurrinne für den Hauptſtrang und ſteigendem Auflauf des Spurkranzes zum Ueberſchreiten der Hauptſchiene durch den Spurkranz des im Nebenſtrange kommenden Fahrzeugs ſind auch in Deutſchland bei ſogenannten Kletterweichen (ſ. d.) ausgeführt, u. a. bei der bewährten Blauelſchen Weiche. Sie erſcheinen ſehr wohl geeignet für Abzweigungen auf freier Bahn, da alsdann die Hauptgleisſchiene ohne jede Unterbrechung durchgeht (ſ. Organ f. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1880 und Glaſers Annalen 1884).

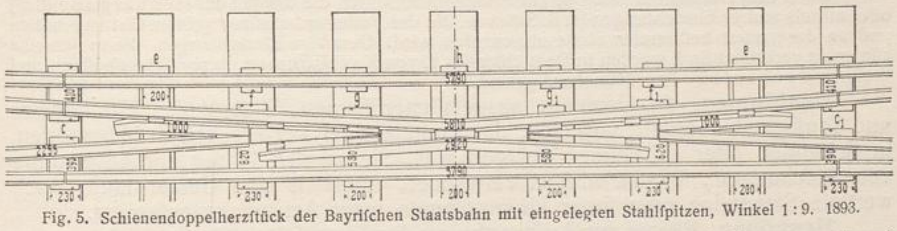


Fig. 5. Schienendoppelherzſtück der Bayriſchen Staatsbahn mit eingelegten Stahlſpitzen, Winkel 1 : 9. 1893.

Literatur: Röll, Encyklopädie d. Eiſenbahnw., Wien 1890 ff., Artikel „Kreuzungen“ und „Weichen“; Organ f. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1884, S. 39 (von Rüppel); ebend., S. 180 u. 190; 1890, S. 151; ferner 1886, S. 230, und 1889, S. 165 (Bewegliche Herzſtücke); dafelbſt Ergänzungsband IX, S. 131, ſowie Tafel 11 u. 12; Glaſers Annalen 1889; Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 5, Leipzig 1898; Eiſenbahnbau der Gegenwart, Abſchn. 3, Wiesbaden 1899. *Goering.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hesseſche Fläche, ſ. Flächentheorie.

Hesseſche Kurve, der Ort der Punkte, deren $(n-2)$te Polaren Doppelpunkte beſitzen, und zugleich der Ort der Doppelpunkte in erſten Polaren.

Die Hesseſche Kurve der Kurve n-ter Ordnung $f(x, y, z) = 0$ (Grundkurve), wo z homogeniſierende Veränderliche iſt, hat die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial z} & \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial z} & \frac{\partial^2 f}{\partial z^2} \end{vmatrix} = 0.$$

Sie iſt von der $3(n-2)$ten Ordnung und hat im allgemeinen weder Doppel- noch Rückkehrpunkte. Sie geht durch die Wendepunkte der Grundkurve und beſitzt in einem Doppelpunkt derſelben ebenfalls einen ſolchen mit denſelben Tangenten, in einem Rückkehrpunkt der Grundkurve ebenfalls einen ſolchen mit derſelben Tangente und noch einen durchgehenden Zweig.

Literatur: [1] Clebſch, A., Vorleſungen über Geometrie, herausg. von Lindemann, Leipzig 1876, Bd. 1, S. 312 ff. — [2] Salmon, G., Analytiſche Geometrie der höheren ebenen Kurven, deutſch von W. Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 71 ff. *Wölffing.*

Heſſians, ſ. v. w. Juteleinen, ſ. Weberei.

Heſſit, ſ. v. w. Tellurſilber (ſ. d.).

Heſſonit, ſ. Granat.

Heterogene Körper, im Gegenſatz zu homogenen Körpern, ſ. Elaſtizität.

Heteromorphit (Jameſonit, Plumoſit, Zundererz), mineraliſche Schwefel-Antimon-Bleiverbindung $Sb_2S_3 + 2\,PbS$ (50,61 % *Pb*, 29,83 % *Sb*, 19,56 % *S*).

Kriſtalliſiert rhombiſch in Prismen, meiſt derb, ſtänglich oder faſerig; dunkelgrau, zuweilen bunt angelaufen. Bruch feinkörnig; mild; wenig glänzend; Härte 2—2½; ſpez. Gew. 5,68—5,72. Erhitzt und geſchmolzen gibt er Antimondämpfe ab und kann ganz verflüchtigt werden unter Entwicklung von ſchwefliger Säure. In heißer Salzſäure wird er zerſetzt unter Bildung von Chlorblei. Wird zur Gewinnung von Blei und Antimon benutzt. *Leppla.*

Heterotrop, ſ. v. w. aniſotrop, in verſchiedenen Richtungen verſchieden beſchaffen, vgl. Licht.

Heterotrope Körper (aniſotrope Körper), im Gegenſatze zu iſotropen Körpern, ſ. Elaſtizität.

Heu, der Sammelbegriff für die unter dem Einfluß der Luft und der Sonnenwärme getrockneten, ſehr verſchiedenartig zuſammengeſetzten Futtermaſſen. Sie können herrühren von Wieſen oder Ackerfutterfeldern und werden dementſprechend Wieſenheu oder Kleeheu, Luzerneheu, Eſparſetteheu u. ſ. w. genannt. 100 kg Grünfutter geben 30—40 kg Heu.

In feuchtem Gebiet trocknet man die Futtermaſſen auf beſonderen Gerüſten (Pyramiden, Heinzen). An ſonnigen Bergwieſen, wo die Pflanzen zwar nicht hoch wachſen, aber einen um ſo dichteren Raſen bilden und die Gräſer mit nährkräftigen und aromatiſchen Kräutern vermiſcht ſind, wird das beſte Wieſenheu gewonnen (Alpenheu). Geringes und wenig nährkräftiges Heu erhält man von ſauren Wieſen, wo Carexarten und Juncaceen vorherrſchen. Gut eingebrachtes und richtig behandeltes Heu von Rotklee, Luzerne und Eſparſette iſt, ſofern die Pflanzen im richtigen Vegetationsſtadium, d. h. vor oder während der Blüte, geerntet werden, proteinreicher und nährkräftiger als Wieſenheu. An Gedeihlichkeit ſteht das Kleeheu dem Wieſenheu nach, weshalb man namentlich für junge Tiere dem letzteren den Vorzug gibt. Das Heu verliert bei 9—12monatiger Aufbewahrung in Scheunen oder Mieten 5—8 % an Gewicht und 15—20 % an Volumen. Zum bequemen Transport des Heues dienen die Heupreſſen (ſ. Preſſe). In einem offenen Eiſenbahnwagen mit einer Bodenfläche von 16 qm können 245 Ballen mit einem Gewichte von 160 dz und 40 cbm Inhalt verladen werden. 1 cbm Preßheu wiegt 400—420 kg.

Heuaufzug, Einrichtung zum mechaniſchen Abladen von Heu und Getreide vom Erntewagen in das Fach der Scheune.

Unter dem Dachfirſt iſt eine Laufkatze angebracht, durch die das mit der Heuharpune (ſ. d.) oder mittels andrer Einrichtungen (z. B. Stricken, die das Fuder unterfaſſen) gefaßte Gut angehoben und an der vorher beſtimmten Stelle abgeworfen wird. Derartige Einrichtungen, die in Amerika allgemein verbreitet ſind, werden in Deutſchland u. a. von Karl Böhmer, Alzey (Rheinheſſen), und Freih. v. Bechtolsheim, München, gebaut. *Wrobel.*

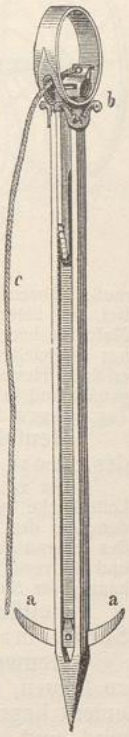
Heublumen, ein Gemenge ausgefallener Samen, Blütenteile, Fruchtſpelze und ſonſtiger Ueberreſte von Heu, das längere oder kürzere Zeit auf Heuböden, in Schuppen oder auf Feimen gelagert war. Sie werden häufig zur Anblümung von Böſchungen, Wieſen u. ſ. w. verwendet, obgleich man Gefahr läuft, auch wertloſe Sämereien oder ſogar Unkrautſamen jeder Art mit auszuſtreuen.

Heuböden, Räume zur Aufbewahrung des Rauchfutters für das Vieh, werden meiſt über den Ställen als Drempelgeſchoſſe, bei ſteilen Dächern auch nur im Dachraum angelegt.

Der Winterbedarf beträgt für ein Haupt Rindvieh 19—23, für ein Pferd 25—30, für ein Schaf 1,4—1,5 cbm Heu. Der Heuboden muß mit dem Stall oder einem Nebenraum (Futter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kammer) des Stalles durch einen Heuſchlot von 1 m im Geviert Weite zum Herabwerfen des Heues in Verbindung ſtehen. Der Schlot iſt mit Steigeiſen befahrbar zu machen, unten und oben mit gutſchließenden Türen zu verſehen, über Dach zu entlüften. Statt des Schlotes wird zuweilen eine bequemere Treppe bevorzugt, die in beſonderem Raum anzulegen iſt, ſo daß die Stalldünſte den Heuboden nicht erreichen können. Zu gleichem Zwecke iſt die Stalldecke unter dem Heuboden dunſtdicht herzuſtellen. Im übrigen ſollen Heuböden luftig, nach ähnlichen Grundſätzen wie Scheunen gebaut werden. In neuerer Zeit hat man zur Erſparung an Baukoſten, Verminderung der Feuersgefahr und Erleichterung der Arbeit in der Ernte Ställe ohne Heuböden und beſondere Futterſcheunen daneben gebaut (ſ. Rindviehſtälle und Schafſtälle).



Literatur: Tiedemann, L. v., Das landwirtſchaftl. Bauweſen, Halle a. S. 1898.

v. Tiedemann.

Heufahrten, ſ. v. w. Heuabfuhrwege.

Heuharpune, ein beſonders in Amerika zum mechaniſchen Abladen von Heufudern benutzter Apparat.

Sie beſteht (ſ. die Figur) aus einer zugeſpitzten ſtarken Röhre, die eine Stange birgt, die zwei Widerhaken *a* aus Schlitzen drückt bezw. in ſie zurückzieht. Stößt man die Heuharpune in das Heu bis zu den Griffen *b* ein, ſo treten die Widerhaken heraus und beim Aufheben bleiben ca. 150 kg Heu hängen, die auf Schienen oder Seil zur Entladeſtelle transportiert werden können. Zum Entleeren braucht man nur an Seil *c* und damit an einem Hebel zu ziehen, worauf die Haken ins Innere treten und das Heu abfällt.

Ueber andre Formen von Heuharpunen ſ. Perels Bericht über die Weltausſtellung in Philadelphia 1876; über zweckmäßigſte Einrichtung des ganzen Apparates je nach Räumlichkeit ſ. Perels Handbuch des landwirtſchaftlichen Maſchinenweſens, Jena 1880, 2. Aufl., Bd. 2, S. 173. *Wrobel.*

Heukorb, öſterreichiſche Bezeichnung für Raufe.

Heulademaſchine dient zum Sammeln und gleichzeitigen Aufladen des Heus auf den Erntewagen.

Mit einem Heurechen iſt ein Elevator derart kombiniert, daß das zuſammengerechte Heu gleich auf den Wagen befördert wird. Man leiſtet mit der Heulademaſchine etwa das Doppelte wie bei gewöhnlichem Aufladen. Trotzdem dürfte der Vorteil der Heulademaſchine wegen der kurzen jährlichen Gebrauchszeit nicht in den geringeren Koſten, ſondern darin zu ſuchen ſein, daß man bei zweifelhaftem Wetter raſcher laden und einfahren kann. Solche Maſchinen werden z. B. von den amerikaniſchen Firmen Walter A. Wood und Osborne gebaut und durch deren Berliner Filialen bei uns eingeführt. *Wrobel.*

Heulbojen, ſ. Bojen, Bd. 2, S. 229.

Heupreſſe, ſ. Preſſe.

Heurechen, Vorrichtung zum reinen Auffammeln von Heu und Grummet auf Wieſen ſowie von Getreidehalmen auf dem Ackerfeld, in ſtarker Ausführung auch zum Zuſammenſchleppen von Dürrfutter.

An Stelle des hölzernen Handrechens, wie er im Kleinbetrieb üblich iſt, tritt in mittleren und größeren Betrieben der mit Entleerungsvorrichtung verſehene Pferderechen, mit dem ein Mann und ein Pferd ſo viel leiſten als 12–15 Arbeiter mit dem Handrechen. Die Pferderechen tragen auf einer durchgehenden Achſe, die zugleich zur Befeſtigung der Zähne dient, zwei Fahrräder; für die Anſpannung dient eine eventuell nach der Größe und Breite des Zugtieres einſtellbare Scherendeichſel. Zum Auffammeln der Halme dient ein Syſtem von Zähnen aus federndem Rund- oder Profilſtahl. Wichtig iſt die Biegung der Zähne; ſtehen ſie ſteil zur Bodenoberfläche, ſo entleert ſich wohl der Rechen leicht, aber die Zähne erhalten einen unruhigen, ſpritzenden Gang und arbeiten nicht rein; ſind ſie gegen die Spitze hin zu ſehr gebogen, ſo wird beim Entleeren das Material allmählich und verzogen abgegeben. Bei der Arbeit müſſen die Zähne in die richtige Höhenlage über dem Boden gebracht werden; ferner ſollen die Zähne beim Entleeren hoch genug gehoben werden. Wird z. B. (ſ. Fig. 1) durch den betreffenden Hebel der Zahn *BC* durch die Querſtange *D* um den Punkt *B* gedreht und auf D_1 gehoben, ſo ſtellt ſich die Spitze C_1 nicht genügend ſenkrecht ein; wird er aber um den Punkt *D* gedreht, ſo daß *B* den Kreisbogen bis *A* beſchreibt, ſo ſtellt ſich der Zahn mit dem Ende C_2 für raſche Entleerung günſtiger. Bei unebenem Boden iſt es nicht zu vermeiden, daß die Zähne z. B. an Maulwurfshügeln u. ſ. w. hängen bleiben. Dann muß der Zahn ſtark genug ſein, um den Widerſtand zu überwinden, oder er muß genügend federn können, um ſich zurückzubiegen, über das Hindernis hinwegzugehen und dann ſeine alte Lage wieder einzunehmen. Statt in ſich federnder Zähne findet man auch ſolche, die durch kleine Spiralfedern in ihrer Lage gehalten werden. Die Vorrichtungen zum Entleeren des in dem Zahnſyſtem ſich anſammelnden Materials beſtehen bei den mit Kutſcherſitz verſehenen Heurechen in einem Hand- oder Fußhebel, durch den die Zähne gleich hoch gehoben werden, oder es befinden ſich von den inneren Nabenſeiten der Räder Zahnradſegmente, die, ſobald durch einen Fußhebel eine Sperrklinke eingerückt wird, eine Achſendrehung und damit ein Heben der Zähne bewirken. Nach Löſen der Sperre fällt der Rechenkorb durch ſein

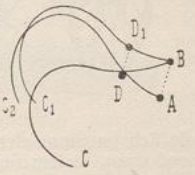


Fig. 1.

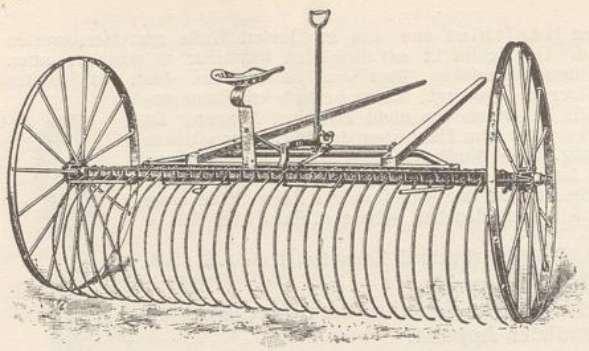


Fig. 2.

Gewicht in die Arbeitslage zurück. Um die hierbei auftretenden Stöße abzuſchwächen, verwendet Eckert-Berlin eine ſelbſttätige Bremſe. Ein Nabenbremsband kann dasſelbe bewirken. Am einfachſten und dauerhafteſten iſt jedoch ein gefchickter Handhebel (ſ. Fig. 2), deſſen Handhabung dadurch erleichtert werden kann, daß er in Verbindung mit dem Wagſcheit des Pferdes gebracht wird oder daß das Gewicht des Kutſchers auf den Rechen derart einwirkt, daß der Hebel zum Entleeren des Heurechens nur über den toten Punkt angehoben werden muß, während die weitere Bewegung durch den Pferdezug oder das Kutſchergewicht erfolgt. Bei den kleineren Heurechen ohne Kutſcherſitz wird das Entleeren durch einen hinter der Maſchine hergehenden Arbeiter bewirkt, wobei das Ausheben auch durch eine Hebelbewegung nur eingeleitet werden kann, während das eigentliche Ausheben durch den Zug der Tiere erfolgt Heurechen werden von faſt allen Fabriken landwirtſchaftlicher Maſchinen und Geräte gebaut und koſten je nach Größe und Ausführung etwa 46—220 *M.* Die Leiſtung beträgt pro Tag bei gewöhnlichen Heurechen 6—8 ha. *Wrobel.*

Heuſchleife dient dazu, größere Heuhaufen zuſammenzubringen, als es der Heurechen (ſ. d.) geſtattet.

Die einfachſte Heuſchleife iſt eine Leiter, an deren Enden etwa rechtwinklig kürzere Leiterſtücke befeſtigt ſind. Zieht man dies Gerät über die Wieſe, ſo ſammelt ſich das Heu in dem von den Leitern gebildeten Hohlraum. Bei andern Heuſchleifen ſind an der Unterkante des leiterartigen Gerüſtes nach vorn ragende wagrechte Zinken befeſtigt, die das Heu unterfahren und ſo verhüten, daß dasſelbe auf dem Boden ſelbſt weitergefchleift wird. Die Heuſchleife kann jeder Stellmacher anfertigen. *Wrobel.*

Heuſinger von Waldegg-Steuerung, ſ. Kuliſſenſteuerungen und Schiffsmaſchinen.

Heuwender hat die Aufgabe, in Schwaden gemähtes Gras gleichmäßig zu ſtreuen, nach erfolgter oberflächlicher Trocknung ſo zu wenden, daß das zu unterſt liegende Gras rein aufgenommen und loſe liegend nach oben gebracht wird, und halbtrockenes Heu in ſchonender Weiſe aufzulockern.

Dieſe Arbeiten werden geleiſtet durch mit Zähnen verſehene rotierende Trommeln (Trommelheuwender) oder durch in Schwingbewegung verſetzte Gabeln (Gabelheuwender). Bei der erſteren Konſtruktion (Fig. 1) tragen die beiden von den Fahrrädern aus angetriebenen Trommeln fünf Rechen, die durch Federn in ihrer radialen Stellung erhalten werden, bei Hinderniſſen jedoch momentan nachgeben können. Gewöhnlich ſind die Trommelheuwender doppelt wirkende Maſchinen, d. h. die Drehrichtung der Trommel kann ſo umgeſchaltet werden, daß die Rechen entweder entgegengeſetzt der Drehrichtung der Fahrräder umlaufen und dabei das Gras nach vorwärts mit herumnehmen, durchlüften und hinten gewendet abwerfen oder ſtreuen, oder daß

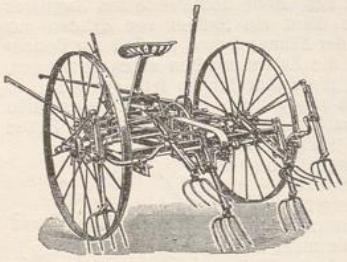


Fig. 2.

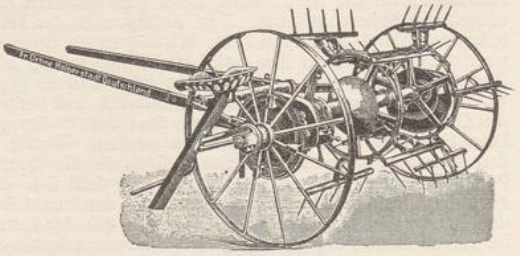


Fig. 1.

ſie ſich im Sinne der Fahrräder drehen, wobei ſie das Heu zunächſt auf dem Boden feſtdrücken und dann, indem ſie es etwas anheben, umwenden. Die Geſchwindigkeit der Drehbewegung iſt im erſteren Falle etwa das Vier- bis Fünffache, im letzteren zirka das Dreifache der Fahrgeſchwindigkeit. Bei Trommelheuwendern mit kleinem Durchmeſſer der Trommel erhalten die Rechen außer ihrer hier nur im Sinne der Fahrräder rotierenden noch eine durch Kurvenführungen oder Exzenter bewirkte ſchwingende Bewegung, um die Rechen während der Drehbewegung ſtets ſo zu ſtellen, daß ſie richtig arbeiten können. Die Einrichtung der Gabelheuwender iſt aus Fig. 2 erſichtlich. Die Wendevorrichtung beſteht hier aus ſechs durch Kurbelkröpfungen und Lenker in Schwingungen verſetzte Gabeln, welche die Bewegung der Gabeln

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch Menſchen nachahmen, aber die Mängel aller hin und her gehenden Bewegungen aufweiſen. Die Gabeln ſelbſt können beim Auftreffen auf Maulwurfshügel u. dergl. entgegen der Wirkung der Federn nachgeben. Um auch bei ſtarkem Winde mit dem Heuwender arbeiten zu können, kann eine leicht abnehmbare Schutzwand vorgeſehen werden. Zur Einſtellung der Entfernung der Zinken vom Boden liegt die Rechendrehachſe hinter der Achſe der Fahrräder in einem Rahmen, der um die Radachſe gehoben oder geſenkt werden kann. Die Arbeitsbreite iſt 1,5—2 m, die Leiſtung pro Tag 6—8 ha; es erſetzt die mit einem Pferd beſpannte und von einer Perſon bediente Heuwendemaſchine 12—20 Arbeiter. Die mittlere Zugkraft pro Meter Arbeitsbreite darf man mit 25—35 kg annehmen, je nach Material, Konſtruktion und Arbeitsweiſe; die Preiſe betragen 200—300 *M.* Bezugsquellen: F. Dehne, Halberſtadt; F. Zimmermann & Co., Halle a. S.; Chr. Very, Zweibrücken; Groß & Co., Leipzig; Vereinigte Fabriken landw. Maſchinen von Epple & Buxbaum, Augsburg; Erzgebirgiſche Maſchinenfabrik Baumann, Schlettau.

Literatur: Jahrbuch der deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft 1893, S. 310. *Wrobel.*

Hewitt-Lampe (Queckſilberdampflampe), ſ. Bogenlampe, Bd. 2, S. 173.

Hexaeder (Würfel), ſ. Polyeder.

Heylandſches Diagramm, ſ. Wechſelſtrom.

Hg, in der Chemie Zeichen für Queckſilber.

Hickory, ſ. Nutzhölzer und Schiffbauhölzer.

Hiddenit, ſ. v. w. Spodumen, ſ. Augit.

Hieb, ſ. Feilen, Feilenfabrikation.

Hiebſeite. 1. ſ. Feilen; 2. untere Seite des Dachſchiefers, die beim Zurichten mehr oder weniger ſplittert; die hierdurch entſtandene Abſchrägung heißt der Hieb. *Weinbrenner.*

Hiel, ſ. Bemaſtung.

Hierlatzer Schichten, in den Nordalpen die der Liasformation angehörigen, weiß und rot geflammten, auch wohl grauen (Salzburg), dickbankigen, marmorartigen, dichten Kalkſteine. Häufig ſind aus roten und weißen Trümmern beſtehende Breccien mit den Kalken vergeſellſchaftet. Manche Lagen ſind als Krinoidenkalke ausgebildet. Die techniſche Verwendung der als Marmor zu benutzenden Lagen iſt noch unbedeutend. *Leppla.*

Hilfsbahn, ſ. Arbeitsgleiſe.

Hilfsbau, ſ. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 652.

Hilfskaſſen, vorwiegend auf Gegenſeitigkeit beruhende und hauptſächlich auf Benutzung durch die Angehörigen der minderbemittelten Kreiſe, namentlich der Arbeiter, berechnete Anſtalten, die gegen Entrichtung von Beiträgen ihren Mitgliedern Unterſtützung im Fall der Krankheit, der Invalidität, des Todes, der Arbeitsloſigkeit u. dergl. gewähren. Im weiteren Sinne ſind auch die mit geſetzlichem Verſicherungszwang ausgeſtatteten deutſchen Krankenkaſſen (ſ. Krankenverſicherung) Hilfskaſſen; im engeren Sinne verſteht man dagegen unter Hilfskaſſen nur auf freier Vereinbarung beruhende Kaſſen, und zwar im beſonderen die freien (nicht unter die Krankenverſicherungsgeſetze fallenden) Krankenkaſſen. Die freien Hilfskaſſen treten ergänzend neben die Zwangskaſſen, inſofern namentlich Perſonen ſich bei ihnen verſichern können, die dem Verſicherungszwang nicht unterworfen ſind oder die ſich durch gleichzeitige Verſicherung bei beiden Kaſſenarten eine höhere Unterſtützung ſichern wollen.

In Deutſchland war ſchon in der früheren Geſetzgebung das Hilfskaſſenweſen dadurch gefördert worden, daß vielfach Geſellen und Lehrlinge bezw. Fabrikarbeiter oder auch Arbeitgeber gezwungen werden konnten, einer Hilfskaſſe beizutreten. Die Reichsgewerbeordnung vom 21. Juni 1869 hob die durch Ortsſtatut oder Anordnung der Verwaltungsbehörde begründete Verpflichtung der ſelbſtändigen Gewerbetreibenden, einer Kranken-, Hilfs- oder Sterbekaſſe beizutreten, auf (§ 140). Ebenſo wurde die Verpflichtung, einer beſtimmten Hilfskaſſe beizutreten, für diejenigen Geſellen, Gehilfen, Lehrlinge und Fabrikarbeiter aufgehoben, welche nachwieſen, daß ſie einer andern derartigen Kaſſe angehören (§ 141). Im übrigen wurde an den beſtehenden Verhältniſſen nichts geändert. Das Geſetz über die eingeſchriebenen Hilfskaſſen vom 7. April 1876 (Reichs-Geſetzblatt S. 125) leitete eine einheitliche Regelung des Kranken- und Hilfskaſſenweſens für das Reich ein. Durch das Geſetz vom 8. April 1876, betr. die Abänderung des Titels VIII der Gewerbeordnung (Reichs-Geſetzblatt S. 134), wurde der § 141 der Gewerbeordnung aufgehoben. Die infolge dieſes Geſetzes an die Stelle desſelben getretenen §§ 141—141 f der Gewerbeordnung, welche die Bildung von Hilfskaſſen nach Maßgabe des Geſetzes vom 7. April 1876 durch Ortsſtatut mit Beitrittszwang und Beiziehung der Arbeitgeber unter beſtimmten Vorausſetzungen zuließen, wurden ihrerſeits wiederum durch § 87 des die Krankenverſicherung der Arbeiter umfaſſend regelnden Krankenverſicherungsgeſetzes vom 15. Juni 1883 (Reichs-Geſetzblatt S. 73, ſ. d.) aufgehoben. Letzteres Geſetz hatte auch eine Reviſion des Hilfskaſſengeſetzes von 1876 zur Folge. Sie geſchah durch das Geſetz vom 1. Juni 1884 (Reichs-Geſetzblatt S. 54). Auch die Krankenverſicherungsnovelle vom 10. April 1892 (Reichs-Geſetz-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

blatt S. 379) brachte eine Abänderung (Aufhebung des § 4 Abſ. 5). Das Hilfskaſſengeſetz enthält allgemeine Normativbeſtimmungen für ſolche Hilfskaſſen, die ſich dem Geſetz zwecks Erwerbung der juriſtiſchen Perſönlichkeit unterwerfen und ihre Zulaſſung als „eingeſchriebene Hilfskaſſe“ erwirken. Es bezieht ſich nur auf ſolche Kaſſen, die auf freier Uebereinkunft beruhen und die gegenſeitige Unterſtützung ihrer Mitglieder für den Fall der Krankheit (eventuell mit Begräbnisfürſorge) bezwecken. Es fallen aber unter das Geſetz nicht nur gewerbliche Hilfskaſſen, ſondern auch ſonſtige auf dem Grundſatz der Gegenſeitigkeit beruhende Krankenkaſſen, ohne Unterſchied in bezug auf die Kreiſe der Bevölkerung, in denen ſie vorwiegend wirken können. Ob eine Kaſſe ſich als eingeſchriebene organiſieren will, iſt ihrem freien Willen überlaſſen. Die Arbeitgeber leiſten keinerlei Beiträge zu dieſen Kaſſen, haben dafür aber auch keine Vertretung im Vorſtand oder in der Generalverſammlung der Hilfskaſſe. Nicht berührt werden durch das Hilfskaſſengeſetz die auf Grund landesrechtlicher Vorſchriften errichteten, im allgemeinen den Beſtimmungen über Vereins- und Verſicherungsweſen unterliegenden (nichteingeſchriebenen) Hilfskaſſen, doch können dieſelben nach dem Hilfskaſſengeſetz durch die Landesregierungen zur Einſendung der vorgeſchriebenen ſtatiſtiſchen Ueberſichten verpflichtet werden. Auf alle Krankenkaſſen mit Beitrittszwang findet das Krankenverſicherungsgeſetz (ſ. d.) Anwendung. Von der Verpflichtung, einer nach Maßgabe des letztgenannten Geſetzes errichteten Krankenkaſſe oder der Gemeindekrankenverſicherung anzugehören, ſind die Mitglieder der eingeſchriebenen Hilfskaſſen oder ſolcher auf Grund landesrechtlicher Vorſchriften errichteter Hilfskaſſen, deren Statut von einer Staatsbehörde genehmigt iſt und über die Bildung eines Reſervefonds beſtimmte Vorſchriften enthält, dann befreit, wenn die Hilfskaſſe im Krankheitsfall mindeſtens die gleichen Leiſtungen gewährt, welche die Gemeindekrankenverſicherung zu gewähren hätte (§ 75 des Krankenverſicherungsgeſetzes). Auf Antrag wird dieſen Kaſſen eine amtliche, auch für die Aufſichtsbehörden und Gerichte bindende Beſcheinigung darüber ausgeſtellt, daß ſie, vorbehaltlich der Höhe des Krankengeldes, den genannten Anforderungen genügen. Den freien Hilfskaſſen iſt es übrigens freigeſtellt, ob ſie die Mindeſtleiſtungen gewähren wollen oder nicht. — Von der einheitlichen Regelung, die das private Verſicherungsweſen in Deutſchland nach ſeiner öffentlich-rechtlichen Seite hin durch das Reichsgeſetz vom 12. Mai 1901, betreffend die privaten Verſicherungsunternehmungen (Reichs-Geſetzblatt S. 139), erfahren hat, ſind nach § 122 dieſes Geſetzes unter anderm die auf Grund des Geſetzes über die eingeſchriebenen Hilfskaſſen errichteten Kaſſen ſowie die im § 75 Abſ. 4 des Krankenverſicherungsgeſetzes bezeichneten auf Grund landesrechtlicher Vorſchriften errichteten Hilfskaſſen ausgenommen. Die auf dem Gebiet des Hilfskaſſenweſens gemachten Erfahrungen, insbeſondere das Gebaren zahlreicher auf Spekulation berechneter ſogenannter Schwindelkaſſen haben aber die Vorlage eines neuen Geſetzentwurfs über die Hilfskaſſen an den Reichstag veranlaßt, der das bisherige Syſtem der Normativbeſtimmungen und der beſchränkten materiellen Aufſicht verlaſſen und die eingeſchriebenen Hilfskaſſen unter das Geſetz über die privaten Verſicherungsunternehmungen, und zwar insbeſondere unter die Beſtimmungen desſelben über die Verſicherungsvereine auf Gegenſeitigkeit ſtellen will. Das Schickſal dieſes Geſetzentwurfs iſt noch nicht entſchieden.

Auch in den außerdeutſchen Staaten findet ſich eine mehr oder minder große Verbreitung und teilweiſe eine geſetzliche Regelung des Hilfskaſſenweſens. Beſonders zahlreich ſind dieſe Kaſſen in England, wo ſich viele derſelben nicht, wie dies in Deutſchland die Regel iſt, auf einzelne Zweige der Verſicherung beſchränken, ſondern einen ausgedehnteren Wirkungskreis haben.

Literatur: Kehm (Elſter), Artikel „Hilfskaſſen“ im Wörterbuch der Volkswirtſchaft, herausg. von Elſter, Jena 1898, Bd. 1, S. 1065 ff.; Derſ., Artikel „Arbeiterverſicherung“, ebend., S. 134 ff.; Honigmann, Artikel „Hilfskaſſen“ im Handwörterbuch der Staatswiſſenſchaften, herausg. von Conrad, Elſter, Lexis und Löning, 2. Aufl., Jena 1900, Bd. 4, S. 1201 ff. (mit weiterer Literatur); Popper, Gewerbliche Hilfskaſſen und Arbeiterverſicherung, Leipzig 1880; Balck, Die eingeſchriebenen (freien) Hilfskaſſen, ſyſtematiſch dargeſtellt, Wismar 1886; Schicker, Das Krankenverſicherungsgeſetz und das Hilfskaſſengeſetz, 2. Aufl., Bd. 1, Stuttgart 1893 (Kommentar); Hoffmann, Krankenverſicherungsgeſetz und Geſetz über die eingeſchriebenen Hilfskaſſen nebſt Ausführungsbeſtimmungen, 5. Aufl., Berlin 1905 (ebenſo); Zeitſchrift „Die Arbeiterverſorgung“, herausg. von Honigmann-Troſchel, Berlin; Zeitſchrift für die geſamte Verſicherungswiſſenſchaft, herausg. vom Deutſchen Verein für Verſicherungswiſſenſchaft, Berlin; Jenny, Das engliſche Hilfskaſſenweſen in neueſter Zeit, eine Studie über die freiwillige Arbeiterverſicherung, Bern 1905. *Köhler.*

Hilfskeſſel an Bord der Schiffe, ſ. Donkey.

Hilfsmaſchinen für Schiffe, alle Maſchinen, die nicht direkt zum Antrieb des Propellers und demnach zur Fortbewegung des Schiffes erforderlich ſind.

Da man ſtetig mehr dahin ſtrebt, die menſchliche Arbeit durch Maſchinenkraft zu erſetzen, ſo iſt die Zahl der Hilfsmaſchinen an Bord der Schiffe eine ſtetig wachſende geworden. Als treibende Kraft dient entweder die Dampfmaſchine oder neuerdings auch vielfach hydrauliſche bezw. elektriſche Kraftübertragung. Man kann ſie nach ihrem Verwendungszweck in folgende Abteilungen gliedern:

I. Hilfsmaſchinen für militäriſche Zwecke: Turmdrehmaſchinen, Maſchinen für Geſchützbedienung, Munitionsaufzüge, Maſchinen zum Oeffnen und Schließen der Bugtorpedorohrklappen, Luftkompreſſionsmaſchinen für Torpedos.

II. Hilfsmaſchinen für ſeemänniſche Zwecke: Ankerlichtmaſchinen, Dampfwinden, Dampfſteuerapparate, Bootsheißmaſchinen, Betriebsmaſchine für Dynamos zu elektriſcher Beleuchtung.

III. Hilfsmaſchinen für maſchinelle Zwecke: Umſteuerungsmaſchine, Maſchine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zum Drehen der Schiffsmaschine, Maschine zum Bewegen des Hauptabsperrventils, Zirkulationspumpenmaschine, Dampfpfeifepumpe, Ventilationsmaschinen für Heizräume, Dampfaschwinden, Luftpumpenmaschine, Verdampfer.

IV. Hilfsmaschinen für hygienische Zwecke: Meerwasserdestillierapparate, Eismaschinen, Ventilationsmaschinen.

V. Hilfsmaschinen für Sicherheitszwecke: Dampffeuerspritzen, Dampflenzpumpen, Ejektoren, Ballastpumpen.

Literatur: [1] Busley, Die Schiffsmaschine, Kiel 1883—86. — [2] Derf., Die neueren Schnelldampfer der Handels- und Kriegsmarine, Kiel 1892. — [3] Guilleaume, P., Machines auxiliaires en usage sur les bâtiments de la flotte, Paris 1896. — [4] Hartig, J., Aus der Praxis für die Praxis, Handbuch für Schiffsmaschinisten, Bremerhaven 1898. *T. Schwarz.*

Hilfspfoften dient zur Verstärkung des Hauptpfostens, die durch Verschrauben, Verdübeln u. dergl. zu bewirken ist; seinen Platz findet derselbe da, wo der Hauptdruck erfolgt. *Weinbrenner.*

Hilfsschieber für Schiffsmaschinen bezwecken, zum besseren Angehen der Maschine direkten Dampf entweder nur in den Niederdruckzylinder oder auch in den Hochdruckzylinder zu leiten; dieselben sind erforderlich, da einesteils der Hochdruckschieber zufällig bei ausgelegter Steuerung die Kanäle decken, andernteils der Hochdruckkolben auf dem toten Punkt stehen kann, so daß durch den Hilfsschieber im ersten Fall Dampf in den Hochdruckzylinder, im zweiten Fall in den Niederdruckzylinder gelassen werden muß. Bei dreifachen Expansionsmaschinen ordnet man außer am Niederdruck- und Mitteldruckzylinder Hilfsschieber am Receiver an. Die Hilfsschieber werden auch zum Anwärmen der Maschine benutzt. Vgl. a. Steuerungen.

Literatur: Busley, Die Schiffsmaschine, Kiel 1883—86; Bauer, Berechnuug u. Konstruktion der Schiffsmaschinen und Kessel, Berlin 1904. *T. Schwarz.*

Hilfssignal, Signal, welches bei Eisenbahnunfällen auf freier Strecke von letzterer aus an die Stationen zum Herbeirufen von Hilfe gegeben wird; s. Läutewerke im Eisenbahnwesen. *Köchy.*

Hilfsstange, s. Tiefbohren.

Hilfswicklung, s. Wechselstrommaschine.

Hilfszug. Bei Unfällen auf der Eisenbahn, bei welchen ein Zertrümmern von Eisenbahnfuhrwerken bezw. von Teilen derselben oder ein Entgleisen stattgefunden hat, so daß eine Weiterbewegung des Zuges oder eines Teiles desselben und auch eine Wiederherstellung der schadhaften Teile u. s. w. durch die im Zuge vorhandenen Werkzeuge nicht möglich ist, sowie bei Unfällen, welche schwere Verletzungen von Reisenden oder Bahnbediensteten zur Folge hatten, muß das nötige Hilfspersonal mit den erforderlichen Werkzeugen und allen ärztlichen Behelfen durch einen Sonderzug (Hilfszug) herbeigeholt werden.

Behufs rascher Hilfeleistung stehen auf größeren Stationen besondere Wagen mit den nötigen Hilfswerkzeugen, Maschinen u. s. w. andauernd bereit (der sogenannte Hilfszug), so daß es nur der Heranziehung der nötigen Hilfsmannschaft (aus der Werkstatt), eventuell der Aerzte und der diesen Sonderzug befördernden Lokomotive bedarf, um die Fahrt sofort antreten zu können. Nach der Eisenbahnbau- und -betriebsordnung für Deutschland vom 4. November 1904 können Hilfszüge unter Verantwortlichkeit des Fahrdienstleiters auf zweigleisigen Bahnen auch links fahren (§ 53) und zu jeder Zeit ohne Fahrplan (§ 69), jedoch dann nur mit 30 km Geschwindigkeit (§ 66) verkehren; dringliche Hilfszüge gehen in der Rangordnung allen andern Zügen vor. Nach den neuen „Grundzügen der Vorschriften für den Verkehrsdienst auf den Hauptbahnen Oesterreichs“ (1904) können Hilfszüge eingeschoben werden (Art. 11); eine Fahrordnung ist nicht notwendig, ebenso eine Avisierung nicht, doch muß der Zug von einem mit den Verkehrsvorschriften vollkommen vertrauten Beamten begleitet werden und steht — falls eine anderweitige verläßliche Verständigung nicht möglich ist — allen andern Zügen im Range nach; auch darf er nach der nächsten Station nur dann abgelassen werden, wenn er mindestens 5 Minuten vor dem fahrplanmäßigen Abgang eines etwaigen Gegenzuges dort eintreffen kann (Art. 35). *Alfred Birk.*

Hilfszylinder von Joy, ein Entlastungszylinder für den Schieber von Schiffsmaschinen; der Kolben desselben nimmt durch vorzeitige Zuführung von Frischdampf in den Zylinder den Stoß beim Druckwechsel des Schiebergestänges auf und leistet nach dem Hubwechsel Arbeit zur Bewegung desselben. *T. Schwarz.*

Hillen, die niedersächsische Bezeichnung für den Heuboden des altsächsischen Bauernhauses (s. Bauernhäuser). *v. Tiedemann.*

Hilsformation, in Norddeutschland (Hannover, Teutoburger Wald) gewisse der Deisterformation (s. Bd. 2, S. 707) im Alter entsprechende Schichtenreihen, die mehr mariner Entstehung sind, wie die Versteinerungen beweisen.

Die tiefsten Schichten sind ein Konglomerat (Hilskonglomerat) und ein Sandstein (Hilssandstein); darüber folgen graue und gelblichgraue, meist plastische, aber auch sandige Tone. In der Gegend von Hildesheim sind die unteren Hilsschichten reich an Eisenerzen (Toneisenstein), die oberen führen stellenweise Kalk. *Leppla.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Himmel, auch Himmelsgewölbe und Firmament genannt, bildet die ſcheinbare Begrenzung des Weltenraumes und ſtellt ſich dem unbefangenen Beobachter als eine Kugelkalotte dar, die auf dem frei zu überblickenden Teil der Erde mit kreisförmiger Begrenzungslinie (Horizont, ſ. d., oder nautiſch Kimm) aufzuruhen ſcheint.

Das ſogenannte Himmelsgewölbe erſcheint nicht als Halbkugel, ſondern man hat den Eindruck, als ob die einzelnen Zonen desſelben, je weiter ſie vom Horizont nach dem höchſten Punkt (dem Zenit, ſ. Koordinaten am Himmel) zu abſtehen, dem Beobachter immer näher rücken. Eine Folge davon iſt die Tatſache, daß man einen Punkt in der Mitte zwiſchen Horizont und Zenit nur mit etwa 25–30° Höhe einſchätzt, obgleich doch die wirkliche Richtung dahin 45° gegen den Horizont geneigt iſt. Aehnlich iſt dieſes Verhältnis für andre Höhen. Uebrigens hängt dieſe Schätzung etwas von den Beleuchtungsverhältniſſen und von der Bewölkung ab. Es iſt bisher noch nicht gelungen, eine ganz befriedigende Erklärung für dieſe Erſcheinung zu geben. Mit ihr in innigem Zuſammenhang ſteht auch die bekannte falſche Auffaſſung von der Größe der Sonne und des Mondes in der Nähe des Horizontes; obgleich der Durchmeſſer dieſer Geſtirne wegen der Einwirkung der Refraktion bei tiefem Stande kleiner iſt als bei hohem, glaubt man dieſelbe am Horizonte doch viel größer zu ſehen.

Es iſt wahrſcheinlich, daß bei der unrichtigen Schätzung der Himmelsgeſtalt phyſiologiſche Urſachen mitwirken; aber die Erklärung, die nach eingehenden hiſtoriſchen Studien und vielfachen eignen Beobachtungen E. Reimann in Hirſchberg gibt, hat doch auch ſehr viel für ſich, und er iſt wenigſtens der erſte, der verſucht, die Erſcheinung mit exakten Meſſungen klarzuſtellen. Die Entfernung, bis zu der man ſehen kann, iſt abhängig von dem diffuſen Licht, das von den der Luft beigemengten Staubpartikelchen reflektiert wird, und dieſes bedingt, daß in der Nähe des Horizontes ein Gegenſtand erſt in größerer Entfernung auf dem dunkeln Hintergrund unſichtbar wird, alſo bei nach oben gehender Sehrichtung. Reimann hat auch durch ſinnreiche Verſuche das Verhältnis der Entfernungen zu $3^1/_3$ beſtimmt. Das widerſpricht der Erklärung, nach der uns die Entfernung des Zenits des Himmels deshalb kürzer erſcheinen ſoll als die der Gegend des Horizontes, weil wir uns der Grenze der ſichtbaren Atmoſphäre (etwa 10 Meilen) etwa um den Unterſchied zwiſchen dem Radius des Geſichtskreiſes und der Höhe der Atmoſphäre näher befinden ſollten. (Erklärung von Hobbes, Treiber und ſpäter von Smith.)

An dem Firmament erſcheinen uns auch die Sterne als leuchtende Punkte, und zur Orientierung dieſer und der damit verknüpften ſcheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes pflegt man ſich dort gewiſſe Linienſyſteme (größte Kreiſe) gezogen zu denken, die ſich auf dem Horizonte als Grundebene aufbauen. Dieſe Linien ſtehen wieder in gewiſſen Beziehungen zu andern ſolchen Syſtemen, die ihrerſeits auf die Ebene des Aequators oder der Ekliptik gegründet ſind; ſolche Syſteme nennt man Koordinatenſyſteme (ſ. Koordinaten am Himmel). Die ſcheinbare Bewegung des Himmelsgewölbes, die das Abbild der völlig gleichmäßig vor ſich gehenden Rotation der Erde um ihre Achſe iſt, dient als Mittel zur Zeitmeſſung; und weiterhin gewinnt man durch dieſe ſcheinbare Bewegung des Himmelsgewölbes gewiſſe Beziehungen zwiſchen den einzelnen Koordinatenſyſtemen. Die Färbung des Himmelsraumes rührt nur von dem oben ſchon erwähnten diffuſen Lichte her; ſie iſt in der Nähe des Horizontes bei klarem Himmel weit weniger intenſiv blau als im Zenit. Je höher man in der Atmoſphäre emporſteigt (auf hohe Berggipfel, bei Ballonfahrten), deſto dunkler wird der Himmelsgrund, bis ſich dieſe Färbung einem tiefen Dunkelblau nähert. Würde die Atmoſphäre nicht vorhanden ſein, ſo würde uns der Himmel völlig ſchwarz erſcheinen, und die Sterne würden auch noch bei Sonnenſchein ſichtbar bleiben.

Literatur: Ueber den jetzigen Stand der Frage nach der ſcheinbaren Geſtalt des Himmelsgewölbes vgl. Reimann, Beiträge zur Beſtimmung der Geſtalt des ſcheinbaren Himmelsgewölbes (Progr.), Hirſchberg 1890 und 1894, und „Ueber die ſcheinbare Vergrößerung der Sonne und des Mondes am Horizont“ (Progr.), Hirſchberg 1901 und 1903; dort finden ſich weitere ſehr eingehende Literaturangaben. Weitere Beiträge zu dieſer Materie finden ſich in Pflügers Archiv, Bd. 59, 1894 (Art. von Filehne) und in einer Abhandlung von W. v. Zehender: „Die Form des Himmelsgewölbes und des Größererſcheinens der Geſtirne am Horizont“, Zeitſchr. für Phyſiologie der Sinnesorgane, Bd. XX, S. 353, 1899. Auch iſt dazu zu vergleichen: Kosmiſche Phyſik von S. Arrhenius, Bd. 1, 1903.

Abegg.

Hinterbaum, ſ. Weberei.

Hinterbewegungen, ſ. Gaslampen, Bd. 4, S. 297.

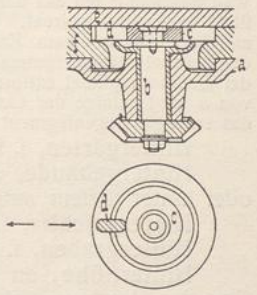
Hinterdrehbank, ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 68, und Hinterdrehen.

Hinterdrehen von Schneidwerkzeugen wie Fräſern, Reibahlen, Gewindeſchneidzeugen u. ſ. w. erfolgt auf Hinterdrehbänken in der Art, daß ein dem gewünſchten Zahnprofil entſprechender Faſſonſtahl während der Umdrehung des Werkſtückes deſſen Mittelachſe in genau vorgeſchriebener Weiſe abwechſelnd ſich langſam nähert und ſchnell wieder zurückbewegt bezw. durch Federkraft wieder zurückgeſchnellt wird.

Dies wiederholt ſich während einer Umdrehung des Werkſtückes ſo viel Male, wie deren Zähnezahl beträgt. Da das Verhältnis zwiſchen Vor- und Rückgang des Hinterdrehſupports dem Verhältnis der Zahnbreite zur Lückenbreite, beiſpielsweiſe eines Fräſers, entſpricht und die Leiſtung bezw. Dauer des Fräſers mit zunehmender Zahnbreite wächſt, hat der Rückgang des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hinterdrehſtahles, alſo des Supports, möglichſt kurz und ſchnell zu erfolgen. Bei der ſchnellen Aufeinanderfolge der Bewegungswechſel des Supports ſind die Hinterdrehbänke zur Vermeidung von Erſchütterungen, die auf die Güte der Arbeit ſchädlichen Einfluß haben, ſehr kräftig und ſteif auszuführen. Fräſer werden rechtwinklig oder ſchräg hinterdreht. Die auf die erſte, gewöhnliche Art hergeſtellten Fräſer erhalten einen um ſo weniger günſtigen Schnitt, je mehr Teile des Zahnprofils ſich einer ſenkrechten Stellung zur Fräſerachſe nähern. Die ſchräg hinterdrehten Fräſer werden in einem von 90° abweichenden Winkel zur Achſe hinterdreht. Eine zweckmäßige Einrichtung der Hinterdrehbank zum ſchrägen Hinterdrehen führt J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz aus. In der Mitte der Bettplatte *a*, zwiſchen den Wangen des Bettes (ſ. die Figur), iſt eine lotrechte Welle *b* gelagert, die durch ein Kegelräderpaar von einer im Bett der Drehbank gelagerten, langgenuteten Welle angetrieben wird. Auf ihr ſteckt eine Daumenſcheibe *c*, die auf eine Naſe *d* des Schlittens *e* wirkt. Eine Feder ſorgt dafür, daß die Naſe *d* mit der Daumenſcheibe *c* ſtets in Fühlung bleibt, ſo daß der Schlitten *e* in der Richtung des Doppelpfeilers ſich hin und her bewegt. Schlitten *e* wird in Bahnen einer Platte *f* geradlinig geführt, die ihrerſeits auf der Bettplatte *a* drehbar und feſtſtellbar iſt. Man kann demnach *f* eine ſolche Lage geben, daß die Verſchiebungen des Schlittens *e* quer gegen die Drehbankachſe oder gleichlaufend zu ihr gerichtet ſind oder irgend einen Winkel mit dieſer einſchließen. Zur Einſtellung des Stichels iſt das Stichelhaus auf dem Schlitten *e* verſchiebbar angeordnet. Durch geeignete Räderüberſetzung zwiſchen der Arbeitsſpindel und der zum Betriebe der Hinterdrehvorrichtung dienenden, im Drehbankbett gelagerten lang genuteten Welle, ferner durch Wahl der Geſtalt des Daumens *c* läßt ſich der Verlauf der Hinterdrehung faſt beliebig durchführen.



Für breitere Walzen- oder Profilfräſer und beſonders für Schneckenradfräſer iſt die ſpiralige Hinterdrehung von großem Vorteil. Durch geeignete Anordnung der Hinterdrehbänke läßt ſich die Hinterdrehbewegung ſowohl in der einen als auch in der andern Umdrehungsrichtung der Bank einleiten, wobei dieſe durch einen Handgriff umgeſetzt oder ausgerückt wird. Dieſe Anordnung iſt erforderlich beim Hinterdrehen von hohlen ringförmigen Schneidwerkzeugen ſowie von profilierten Fräsköpfen und ähnlichen Werkzeugen.

Die Hinterdrehung komplizierter Profile geſchieht zweckmäßig auf dem Wege des Kopierverfahrens mittels eines ſelbſttätigen Schablonenſupports, wie einen ſolchen J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz ausführt. Während ein Kopierſtift an einer dem herzuſtellenden Fräſer entſprechenden Schablone geführt wird, dient als Schneidſtahl ein gefräſter, ohne Profilveränderung nachſchleifbarer Drehzahn von der gleichen Form wie der Kopierſtift. Weiteres ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 68, und Fräſer, Bd. 4, S. 148. *Dalchow.*

Hinterdrehvorrichtungen dienen zur Herſtellung hinterdrehter Fräſer oder dergl. auf gewöhnlichen Drehbänken, an denen ſie angebracht werden.

Als ſolche iſt der Hinterdrehſupport, Fig. 1, der Leipziger Werkzeugmaſchinenfabrik vorm. W. v. Pittler, A.-G., Leipzig-Waren, zu betrachten, der auf dem runden Längsſchlitten der Drehbankwange mittels geteilten Klemmringes befeſtigt iſt. Die Vorrichtung beſteht im weſentlichen aus einem Querſchlitten, der von zwei Hebeln angegriffen wird. Dieſe beiden Hebel greifen an ein verſtellbares Exzenter, deſſen Hebelarm an eine Kurvenſcheibe angreift. Durch Verdrehen einer Schnecke am Hebelarm des Exzenters kann die Tiefe der Hinterdrehung von 0 bis 6 mm nach Belieben vergrößert oder verringert werden, ohne die Kurvenſcheibe wechſeln zu müſſen. Die Kurvenſcheibe wird durch eine Welle, die mittels Zahnrades vom Rädergehäuſe aus angetrieben wird, bewegt. Auf der Drehſpindel wird ein kleineres oder größeres Schneckenrad aufgeſteckt, je nach der verlangten Hinterdreheinteilung. Die Einſtellung erfolgt durch Auswechſlung nur eines einzigen Rades, worauf der zu hinterdrehende Gegenſtand mittels eines Index und einer Teilſcheibe ſofort zu dem Einſchnitt eingeſtellt werden kann.

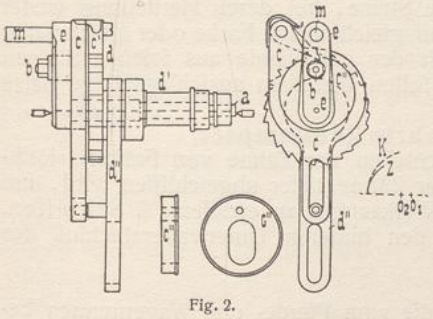


Fig. 2.

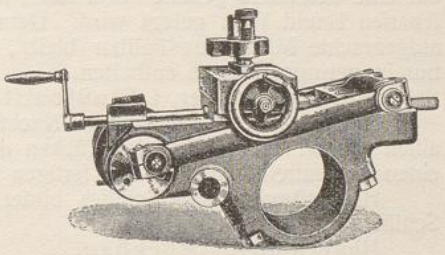


Fig. 1.

Eine andre Hinterdrehvorrichtung iſt die des Amerikaners Balzer, Fig. 2, die mit ihrer Spindel *a* zwiſchen die Spitzen einer Drehbank exzentriſch eingeſpannt wird und durch einen Mitnehmer umlaufende Bewegung erhält. Ueber die Achſe oder Spindel *a* iſt eine Hülſe *d'* geſchoben, auf der die zu hinterdrehende Scheibe, gegebenenfalls ein Fräſer, befeſtigt wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Arbeitsſtück wird in ſeinen Bewegungen demnach abhängig ſein von den Bewegungen, die der Spindel *a* und der Hülſe *d'* gegeben werden. Die Spindel *a* rotiert ſtetig um eine exzentriſche Achſe, die Hülſe *d'* iſt bald feſtgehalten, bald wird ſie um einen gewiſſen Winkel gedreht, deſſen Größe ſich durch ein verſtellbares Exzenter beſtimmen läßt. Demnach erhält die herzuſtellende unrunde Scheibe einmal eine ruckweiſe Drehung mit der Hülſe *d'* um die exzentriſche Spindel *a* und eine zweite Bewegung vom und gegen das Werkzeug infolge der Drehung dieſer Spindel; die eine der Bewegungen liefert den Zahnrücken, die zweite das kurze Verbindungsſtück mit dem folgenden Zahnrücken. Die Konſtruktionsteile haben folgende Anordnung und Wirkung. Mit dem Arme *e* der Spindel *a* iſt eine Schraube *b* radial verſtellbar verbunden, deren Mutter als Exzenterſcheibe *c''* ausgebildet iſt, wodurch *c''* mit *a* verbunden wird. Die Größe der Exzentrizität von *c''* läßt ſich durch Verſetzung der Schraube *b* im Arme *a* verändern, wobei das längliche Loch in *c''* ein Verſchiebung der Spindel *a* zuläßt. Der Exzenterring *c* iſt nach beiden Seiten verlängert und trägt einerſeits den Sperrkegel *c'*, anderſeits läuft er in einen geſchlitzten Fortſatz aus, der um einen Zapfen ſchwingen kann. Das Exzenter *c''* bewirkt daher ſolche Bewegungen von *cc'*, daß das Sperrad *d* ruckweiſe Drehungen erhält. Weil nun Rad *d* feſt auf der Hülſe *d'* ſitzt, wird auch dieſe Hülſe und dadurch auch das Arbeitsſtück ruckweiſe gedreht. Während der Drehung wirkt das Werkzeug auf das Arbeitsſtück annähernd nach einem Kreisbogen *z*, der entſprechend der exzentriſchen Lagerung $o_1 o_2$ der Spindel *a* hinter jenem Kreiſe *k* zurücktritt, welcher der Entfernung des Werkzeuges von der Drehbankſpindel entſprechen würde. Dadurch wird hinterdreht. Bei der weiteren Drehung von *a* wird zufolge der exzentriſchen Lage von *a* jene kurze Uebergangskurve gebildet, die das erzeugte Bogenſegment *z* mit dem nächſtfolgenden verbindet. *Dalchow.*

Hintergärten, ſ. Fluchtlinie.

Hintergebäude, ein hinter dem Hauptgebäude, zu den Seiten eines Hofes oder hinter dieſem aufgeführtes Gebäude zu untergeordneten Zwecken.

Hintergeſchirr, ſ. Weberei.

Hintergraben, ſ. Fanggraben.

Hinterhöhe, an dem Tür-, Laden- oder Fenſterflügel das Rahmſtück, an dem das Band anzuſchlagen iſt; ſ. Fenſterrahmen.

Hinterlader, ſ. Geſchütze, Gewehr, Jagdgewehre, Schiffsgeſchütze.

Hintermauerung, jedes an der Außenſeite einer Mauer oder an der Laibungsfläche eines Gewölbes nicht ſichtbar werdende Mauerwerk, das zur Verſtärkung oder Verſteifung dient und aus andern Steinen und in andrer Ausführungsweiſe als das ſichtbar werdende Mauerwerk eines Bauwerks beſtehen kann (ſ. Gewölbezwickel und Verblendmauerwerk). *L. v. Willmann.*

Hintermauerung der Brückengewölbe, das über der Kämpferſchichte auf das Widerlager aufgeſetzte Mauerwerk *h*, das im Verein mit der Uebermauerung des Gewölbes *u* aus ſtatiſchen Gründen zur Erhöhung der Stabilität des Gewölbes und Widerlagers angeordnet, deſſen Ausführung meiſt aber auch wegen der Entwäſſerung des Gewölbrückens notwendig wird. Es hat dieſes Mauerwerk als Belaſtung und als Rückhalt des Gewölbefußes zu wirken und daſelbſt ein Oeffnen der Gewölbfugen und ein damit verbundenes Verdrehen der unteren Gewölbpartien zu verhindern. Seine Anordnung iſt aus dieſem Grunde insbeſondere bie hohen Bogen von Wichtigkeit. Sie kann nur entfallen, wenn dem Gewölbe ſelbſt an den Kämpfern eine beträchtliche Verſtärkung gegeben wird. Die Ausführung erfolgt mit horizontalen Fugen ohne Verband mit dem Gewölbmauerwerk. Für flache Bogen iſt die Ueber- und Hintermauerung aus ſtatiſchen Gründen weniger notwendig, wenn die Gewölbe jene Stärke im Kämpfer erhalten, daß gefährliche Zugſpannungen daſelbſt nicht auftreten können. *Melan.*

Hintermauerungsſteine, gebrannte Steine, bei deren Herſtellung weder auf eine beſonders genaue Form noch auf gleichmäßige Farbe oder gleichmäßig ſcharfen Brand Wert gelegt wird. Damit der auf Wände aus ſolchen Steinen aufgebrachte Mörtelputz haltbar bleibt, ſollen dieſelben ausſchlagsfähige Salze nur in geringer Menge enthalten. *Dümmler.*

Hinterraddampfer, ſ. Flußſchiffahrt, Raddampfer.

Hinterſchleifen, An- bezw. Nachſchleifen der Zähne von Fräſern, Reibahlen u. ſ. w. derart, daß der Rücken der Zähne tiefer abgeſchliffen wird, um einen rückenfreien Schnitt des fertigen Werkzeuges zu erzielen; ſ. Schleifen.

Hinterſteven eines Schiffes bildet den hinteren Unterwaſſerabſchluß des Schiffsrumpfes; ſ. Schiffbau.

Hinterwaſſer, ſ. Rückſtau.

Hippodrom hieß in Griechenland die zum Pferde- und Wagenrennen beſtimmte Bauanlage.

Beim Wettrennen waren die Reiter nackt und ſaßen auf ungeſattelten Pferden, zum Wagenrennen wurden kleine zweiräderige Wagen benutzt, die von drei oder vier, oft ſogar von ſechs bis acht Pferden gezogen wurden. Im übrigen beſtand das Hippodrom aus der Rennbahn und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Zufchauerraum. Die Rennbahn war fehr lang, an dem einen Ende in einem Halbkreis abgefchloffen, während das andre Ende in Form eines Kreisfegmentes oder (wie bei den griechifchen) in Form eines ftumpfen Spitzbogens angelegt war, deffen Spitze nach der Bahn zu ftand. In der Mitte diefer Bahn zog fich ein erhöhter Erdwall hin, um den das Rennen ftattfand. Oft waren die beiden Schenkel der Bahn ungleich lang. Ausgrabungen derartiger Anlagen haben nicht viele ftattgefunden; die bekannteften find zu Aizani und Peffinus; letztere ftammt aber fchon aus römifcher Zeit; vgl. a. Circus, Bd. 2, S. 467. *Weinbrenner.*

Hippurfäure (Benzoylglykokoll), $C_6H_5 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2COOH$, eine aromatifche Säure, zugleich Benzoefäure und Glykokollabkömmling.

Sie findet fich vornehmlich im Harn der Pflanzenfreffer, im Kuh- und Pferdeharn, und wird auch von andern Tieren bei Verabreichung von Benzoe- oder Zimtfäure reichlich abgefchieden. Sie kriftallifiert in rhombifchen Säulen, fchmilzt bei 188°, ift leicht in heißem Waffer und in Alkohol, fchwer in kaltem Waffer löslich und wird durch Kochen mit Alkalien oder Mineralfäuren in Glykokoll und Benzoefäure zerlegt. Sie befitzt nur phyfiologifches Intereffe.

Literatur: Beilftein, Handbuch der organifchen Chemie, 3. Aufl., Hamburg u. Leipzig 1896, Bd. 2, S. 1182; Schmidt, Pharm. Chemie, organ. Teil, Braunfchweig 1901. *Bujard.*

Hirn (Hirnfeite), diejenige Seite eines Holzftücks, an der die Fafern fenkrecht durchfchnitten find. Die Bearbeitung der Hirnfeite ift fchwerer als die der Langfeite; jene ift härter, oft rauh und nimmt weniger Politur an. Ueber oder vor Hirn fägen, behauen u. f. w. heißt das Holz fo trennen bezw. bearbeiten, daß die Jahresringe quer durchfchnitten werden. *Weinbrenner.*

Hirnfeder, bei Feder- und Nutverbindungen eingelegte Feder aus Holz, fo hergeftellt, daß ihre Faferrichtung mit ihrer Breitenrichtung zufammen fenkrecht zur Verbindungsfuge fällt. Dadurch wird die Beanfpruchung der Feder in Richtung quer zur Fafer vermieden. *Dalchow.*

Hirnholz, fenkrecht zur Faferrichtung durchfchnittenes Holz. Wenn bei Holzverbindungen zwei Hölzer mit ihren Hirnenden zufammentreffen, fo werden diefe fich ineinander preffen und bei ftarkem Druck, wie z. B. bei den Streben eines Hängewerks, ein Senken eintreten. Um dies zu verhindern, empfiehlt es fich, zwifchen die Hirnfeiten Metallftreifen einzulegen. *Weinbrenner.*

Hirnleifte, fchmale Leifte, die am Hirnende einer Brettafel mittels Nut und Feder oder Spuntung befeftigt wird, um das Werfen der Tafel zu verhindern; f. Einfchieben. *Weinbrenner.*

Hirnfches Gefetz wurde mitunter nach Zeuner [1] die Annahme genannt, daß für überhitzte Dämpfe, insbefondere Waffer dampf, ebenfo wie für die dem Boyle-Gay-Luffacfchen Gefetze folgenden Gafe bei ifodynamifchen Zuftandsänderungen (f. Innere Arbeit) das Produkt aus Druck und Volumen konftant fei ($pv = p_1 v_1$), womit die ifodynamifche Kurve eine gleichfeitige Hyperbel wäre. Ueber die Stellung von Hirn zu diefer Annahme f. [5]. Neuerdings ift Callendar bei Aufftellung feiner Zuftandsgleichung überhitzter Dämpfe [7] vom Hirnfchen Gefetze ausgegangen [genauer von $p(v - \sigma) = p_1 (v_1 - \sigma)$], worin jedoch das fpezififche Volumen σ der Flüffigkeit im allgemeinen vernachläffigt wird. Diefe Gleichung wurde bereits von Mollier [8] als Grundlage von Tabellen für technifche Berechnungen gewählt. Vgl. Dampf, überhitzter, und Gafe, gasförmige Körper.

Literatur: [1] Zeuner, Grundzüge der mechanifchen Wärmetheorie, Leipzig 1866, S. 435. — [2] Weyrauch, Von den überhitzten Dämpfen, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1876, S. 1, 71. — [3] Zeuner, Ueber das Hirnfche Gefetz, ebend. 1877, S. 1. — [4] Weyrauch, Noch einmal die überhitzten Dämpfe, ebend. 1877, S. 241. — [5] Hirn, Sur un théorème relatif à la détente des vapeurs sans travail externe, Compt. rend. 1877, LXXXIV, S. 592, 632, 680. — [6] Pauly, La chaleur, Paris 1892, S. 175. — [7] Callendar, On the thermodynamical properties of gases and vapours as deduced from a modified form of the Joule-Thomson Equation, with special reference to the properties of steam, Proceedings of the Royal Society 1900, LXVII, S. 266. — [8] Mollier, Neue Tabellen und Diagramme für Waffer dampf, Berlin 1906. *Weyrauch.*

Hirfchhorn (richtiger Hirfchgeweih), paarige knöcherne, veräftelte, alljährlich (nach dem Abwerfen) fich erneuernde Fortfätze der Stirnbeine der hirfchartigen Wiederkäuer. Da das Geweih nicht aus Hornfubftanz, fondern aus einem offifizierenden Bindegewebe befteht, fo ift es vom Horn (der Rinder, Schafe u. f. w.) gänzlich verfchieden.

Am Stirnbein bildet fich im fechften bis achten Altersmonat ein Knochenzapfen, der Rofenftock, auf welchem fich die Geweihe anfetzen, anfangs als einfache fpitzige Stangen (Spießer), im nächften Jahr mit je einem Aft (Gabler), fpäter mit fteigender Veräftelung. Ein typifches Geweih befteht aus der Rofe, das ift die mit kropfigen Auswüchfen, den Perlen befetzte Bafis der Stange, dann folgt der unterfte, meift nach vorne gerichtete Aft, der Augen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſproß, oberhalb desſelben der Eisſproß, in der Mitte der Stange der Mittelſproß, die äußerſten Enden heißen die Krone. Während des Wachstums iſt das Geweih von der haarigen Haut (Baſt) beſetzt, deren Blutgefäße entſprechende Abdrücke an der Oberfläche der Stange hinterlaſſen. Nach etwa 120 Tagen iſt das Geweih vollſtändig ausgewachſen, bald darauf vertrocknet der Baſt und wird vom Hirſch abgerieben (er „fegt").

Am meiſten finden Geweihe vom Edelhirſch und vom Reh Verwendung; außerdem haben gegenwärtig die Auffätze amerikaniſcher und indiſcher Hirſche (Mooſetier oder „Original", Virginiahirſch, Wapiti) größere Verbreitung gefunden. Meiſt nur lokale Bedeutung beſitzen Elch-, Ren- und Damhirſchgeweihe. Abgeſehen von ihrer Verwendung als Zierat für Jagdzimmer werden ſie zu Meſſer-, Gabel-, Hirſchfängergriffen, Kronenlüſters und verſchiedenen Drechſlerwaren (beſonders häufig zu Knöpfen für Jagdkleider) verarbeitet, wobei die natürliche eigentümlich narbige oder geperlte Außenſeite erhalten bleiben muß. Nachahmungen aus gepreßtem Holz oder aus gefärbten Stücken von Röhrenknochen, deren Innenſeite nach außen gerichtet wird, ſind beſonders in der Knopfinduſtrie ſehr häufig. Rehgeweihe ſind zu Pfeifenröhren u. ſ. w. geſucht, die reichgeperlte Roſe (auch Rehkrone) iſt beſonders geſchätzt. Das Geweih iſt wie der Knochen zuſammengeſetzt, maſſiv (nicht hohl wie echtes Horn) und gibt geraſpelt und gekocht (wie jede bindegewebige Subſtanz) eine Gallerte (Knochenleim), welche früher mediziniſch verwendet wurde, wie überhaupt aus dem Hirſchhorn pharmazeutiſche Präparate dargeſtellt worden ſind, die man gegenwärtig aus Knochen erhält, wie das Hirſchhornöl, ein Produkt der trockenen Deſtillation, der Hirſchhorngeiſt, das wäſſerige hauptſächlich aus Ammoniumkarbonat beſtehende Präparat, und das Hirſchhornſalz, das aus Ammoniumkarbonat (ſ. d.) beſteht. In einigen Staaten ſind geraſpeltes Hirſchhorn oder die Drehſpäne (Cornu Cervi torquatum) noch heute offizinell. Nach Merat de Guillot beſteht Hirſchhorn aus 27 % Leim, 57,5 % Calciumphosphat, 1 % Calciumkarbonat und 14,5 % Waſſer; Geweihe älterer Tiere haben meiſt einen höheren Kalkgehalt. Das meiſte Hirſchhorn kommt aus Tirol, Ungarn und Amerika. *T. F. Hanauſek.*

Hirſchhorn, gebranntes, ſ. Polieren (Poliermittel).

Hirſch-Schraube, ſ. Propeller.

Hittorfſche Röhren, auch Crookesſche Röhren genannt, ſind Geißlerſche Röhren mit hoher Gasverdünnung (ſ. Geißlerſche Röhren) bis zu etwa 1 : 1000, in welchen das rote Anodenlicht mit wachſender Verdünnung mehr und mehr verſchwindet, das blaue Kathodenlicht ſich ausbreitet, bis es als ſchwaches Glimmlicht faſt die ganze Röhre erfüllt.

Hittorf erkannte zuerſt die drei wichtigen Eigenſchaften dieſes Kathodenlichtes, 1. ſich in geraden Linien, unbeeinflußt durch den Ort der Anode, fortzupflanzen und auf der entgegenſtehenden Glaswand Schatten von dazwiſchen gebrachten Körpern zu entwerfen; 2. die Glaswände und gewiſſe Mineralien (Smaragd, Flußſpat u. ſ. w) fluoreszierend zu machen; 3. ſich ſpiralig um Magnete zu winden [1]. Crookes [2] hat ausgezeichnete Beobachtungsapparate konſtruiert, welche die Wirkungen der Kathodenſtrahlen im Innern der Röhren zeigen, beſonders die mechaniſche Wirkung auf bewegliche Flügelrädchen und die Ablenkbarkeit der Strahlen durch Magnete. Bildet die Kathode einen Hohlſpiegel, ſo vereinigen ſich die ſenkrecht davon ausgehenden Strahlen im Mittelpunkt und zeigen dort erhebliche Wärmewirkungen. In betreff der weiteren Verſuche mit Hittorfſchen Röhren durch Lenard und Röntgen ſ. die Artikel Kathodenſtrahlen, Röntgenſtrahlen.

Literatur: [1] Poggend. Ann. 1869, 136, S. 213. — [2] Crookes, Strahlende Materie, überſ. von Gretſchel, Leipzig 1879. *Aug. Schmidt.*

Hitzdrahtvoltmeter, ſ. Meßinſtrumente, elektriſche.

Hitze, hoher Wärmegrad, in der Technik gewöhnlich Temperaturen über 100° C.; bei Stabeiſen Bezeichnung für jede neue Schweißung, überhaupt bei Metallen für jede neue Glühung; die von zwei Pauſen begrenzte Arbeitszeit beim Rammen (z. B. Hitze von zehn Schlägen). — Hitzemeſſer, ſ. Kalorimeter, Pyrometer und Brennſtoffe, Bd. 2, S. 282.

hl, amtliche Abkürzung für Hektoliter.

Hobel, ſ. Hobeln.

Hobelbank, das am häufigſten gebrauchte Gerät zum Feſthalten (Einſpannen) des Holzes während der Bearbeitung, beſteht aus einem ſtark gebauten und ſchweren Tiſch (1,5—3 m lang, 450—900 mm breit, etwa 720 mm hoch; letzteres Maß richtet ſich zweckmäßigerweiſe nach der Größe des Arbeiters), deſſen Blatt mit den zum Feſthalten der Arbeitsſtücke nötigen Vorrichtungen (Zangen, Bankhaken und Stützen) verſehen iſt.

Zunächſt iſt die vorn und zur rechten Seite des Arbeiters liegende Ecke des Blattes rechtwinklig ausgeſchnitten; in dieſem Ausſchnitt verſchiebt ſich, parallel geführt in der Längsrichtung der Bank, ein prismatiſches Holzſtück, welches durch Drehen einer Schraube bewegt wird. Dieſe Vorrichtung bildet die Hinterzange. Durch das prismatiſche Hauptſtück derſelben geht lotrecht ein quadratiſches Loch zur Aufnahme des einen eiſernen Bankhakens (Bankeiſen, ſ. d.), während eine Reihe gleicher Löcher am Rande des Blattes angebracht iſt zur Aufnahme des andern; zwiſchen beide Haken läßt ſich dann das flachliegende Arbeitsſtück ein-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſpannen. Flache Arbeitsſtücke laſſen ſich auch direkt in das Maul der Hinterzange einſpannen. Um ein Brett auf der Kante ſtehend einſpannen zu können, bringt man ſowohl in dem beweglichen Backen der Hinterzange als in dem Blatte wagerechte Bankeiſenlöcher an. Die zweite Zange, die Vorderzange, hat ihren Platz an der linken vorderen Ecke der Bank und beſteht aus einem Zangenbrett, welches mittels Schraube gegen die Vorderſeite des Blattes gepreßt wird. Der Vorderzange bedient man ſich namentlich auch, um Bretter feſtzuſpannen, welche länger ſind als die Hobelbank. In dieſem Falle wird das eine Ende in der Vorderzange gehalten, das Brett geht an der Hobelbank entlang und muß an ſeinem zweiten Ende eine beſondere Unterſtützung durch den Knecht, (Stehknecht, Bankknecht) erhalten. Dieſer beſteht aus einem ſtarken, aufrechten Stocke mit ſchwerem (kreuzförmigem) Fuß. Längs des Stockes iſt ein kleiner hölzerner Klotz auf und nieder verſchiebbar, der in angemeſſener Höhe durch einen Keil oder durch eine eiſerne Klammer, an welcher er im Einſchnitte des Stockes eingehängt wird, befeſtigt wird, ſo daß das Brett darauf ruht; vgl. a. Fügelade, Fügebock. — In der Korbmacherei wird als Hobelbank ein Geſtell bezeichnet, welches ſo eingerichtet iſt, daß ſich der Korbmacherhobel zwiſchen zwei Leiſten verſchieben und feſtſtellen läßt. *E. Müller-Dresden.*

Hobelmeſſerſchleifmaſchinen, ſ. Schleifmaſchinen.

Hobeln, Hobel, Hobelmaſchinen. Unter Hobeln verſteht man Verfahren zur Bearbeitung von Holz, Metall u. ſ. w. durch Abnahme von Spänen. Dieſe erfolgt bei den Handhobeln, den Metallhobelmaſchinen und einigen Arten von Holzhobelmaſchinen durch eine im weſentlichen geradlinige Bewegung (Haupt- oder Arbeitsbewegung) zwiſchen Werkſtück und dem bis zu einer gewiſſen Tiefe in dieſes eindringende Werkzeug (Hobelmeſſer, Hobeleiſen, Hobelſtahl, Hobelſtichel). Die Querſchnittsabmeſſungen des Spans ſind im allgemeinen beſchränkte, und es iſt deshalb zur Wegnahme größerer Materialmengen (insbeſondere bei den Metallhobelmaſchinen) vor Beginn des neuen Arbeitsweges eine gegenſeitige Verſchiebung zwiſchen Arbeitsſtück und Werkzeug ſenkrecht zur Arbeitsbewegung vorzunehmen (Schaltbewegung, Schaltung). Bei den meiſten Holzhobelmaſchinen erfolgt dagegen die Spanabnahme durch rotierende Arbeitsbewegung des Werkzeuges, dem das Arbeitsſtück zugeführt wird.

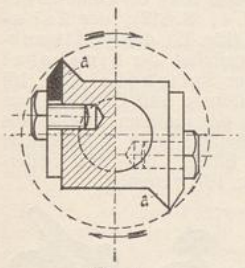


Fig. 2.

Die Schneide der Werkzeuge beſitzt einen Zuſchärfungswinkel, der bei Holz in der Regel zwiſchen 30 und 35°, bei Gußeiſen, Schmiedeeiſen und Bronze zwiſchen 56 und 65° und bei Hartguß bis zu 80° beträgt. Beim Hobeln des Holzes tritt leicht der Fall ein, daß durch die Wirkung der vorderen Werkzeugfläche die Holzfaſern herausgeriſſen werden und die bearbeitete Fläche dadurch unſauber wird. Man kann dies dadurch vermeiden, daß man den Span beim Entſtehen ſofort abknickt. Es wird zu dieſem Zweck bei Hobeleiſen mit geradliniger Schneide auf das Hobeleiſen eine Deckplatte (Deckel, Klappe) aufgelegt, wodurch die Doppeleiſen entſtehen; man verwendet ſie auch bei Holzhobelmaſchinen (Fig. 1) oder bringt aus dem gleichen Grunde an der Auflage des Hobelmeſſers ſogenannte Spanbrecherlippen *a* (Fig. 2) an.

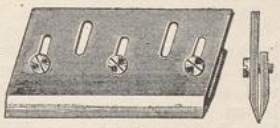


Fig. 1.

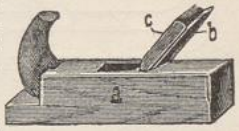


Fig. 3.

A. Handhobel.

Sie beſtehen (Fig. 3) aus drei Hauptteilen, dem (Hobel-) Kaſten *a*, dem (Hobel-) Eiſen *b* und dem Keil *c*. — Der Kaſten wird gewöhnlich aus hartem Holz (meiſt Weißbuche), ſeltener aus Eiſen (Fig. 4) angefertigt.

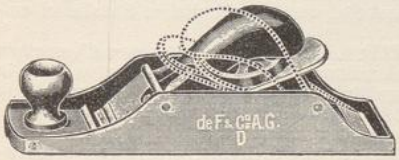


Fig. 4.

Die Teile des Kaſtens ſind die Sohle (die bei hölzernen Hobeln bisweilen aus Metall oder Bein oder einer andern Holzart, z. B. Pockholz, beſteht), die beiden Seitenwangen und das Keilloch, das zur Aufnahme des Eiſens und des zu ſeiner Befeſtigung dienenden Keils beſtimmt iſt und deſſen unterer Teil auch als Spanloch bezeichnet wird. Das Spanloch iſt entweder an beiden Seitenwangen (Fig. 5) oder nur an einer Seitenwange (Fig. 6) begrenzt, oder es geht über die ganze Breite der Sohle quer hindurch (Fig. 7). Nur im letzteren Fall iſt es möglich, Nuten in eine Fläche einzuhobeln. Je ſchmäler das Spanloch iſt, deſto weniger leicht tritt ein Aufreißen (Einreißen) des Holzes ein; es gibt Hobel, bei denen es möglich iſt, die Breite des Spanloches zu verändern. Das Eiſen beſteht in der Regel aus zwei flach aufeinander geſchweißten Platten aus Eiſen und Stahl und bildet mit der Hobelſohle einen Winkel von 30—90°, in der Regel von 45°. — Hobel mit Doppeleiſen (ſ. oben) werden als Doppelhobel bezeichnet. Die Schneide des Hobeleiſens liegt entweder ſenkrecht (Fig. 5—7) oder ſchräg (Fig. 8) zur Längsachſe des Hobels (gerade und ſchräge Hobel). Die ſchräge Lage des Eiſens wählt man,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

damit beim Hobeln quer zur Faserrichtung kein Einreißen des Holzes ſtattfindet. Bei manchen Hobeln wendet man ferner Vorſchneider an, die zum Durchſchneiden der Holzfaſern beim Querhobeln dienen, damit die ſeitwärts der abgehobelten Flächen befindlichen Holzfaſern nicht durch das Hobelmeſſer herausgeriſſen werden (ſ. Fig. 10a, *V* Vorſchneider).

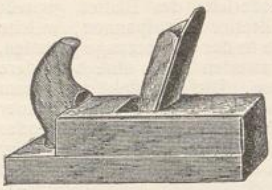


Fig. 9.

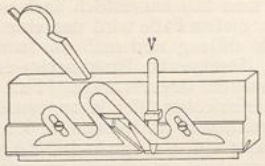


Fig. 10a.

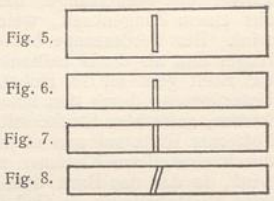


Fig. 5—8.

a) Hobel mit ebener Sohle. Spanloch nach Fig. 5: Schropphobel (Schrob-, Schrupphobel) (Fig. 3) zum Abhobeln eines Arbeitsſtücks aus dem Groben, Länge 25—27 cm, Breite des Eiſens 24—36 mm, Schneide ſtark gekrümmt; Schlichthobel (Fig. 3) zum Feinabhobeln (Schlichten), Länge 25—30 cm, geradlinige Schneide (mit abgerundeten Ecken zur Vermeidung des Furchenreißens); Rauhbank (Langhobel) zum Abhobeln von Flächen, die möglichſt eben ſein ſollen, Länge 60—75 cm, etwa 7 cm breit; Fügebank (Fugbank), ſ. Bd. 4, S. 203; Zahnhobel (Fig. 9) mit faſt ſenkrecht ſtehendem, ſägeartig gezacktem Eiſen (Zahneiſen) für hartes und ſehr unregelmäßig gewachſenes Holz und zum Aufrauhen von Flächen, um beſſeres Haften von Leim u. ſ. w. zu erzielen; Umſteckhobel (Fig. 4), deſſen Hobeleiſen und Keil umgeſteckt werden kann, ſo daß man auch in die Ecken hobeln kann. Die folgenden Hobel, mit der Spanlochanordnung nach Fig. 6, dienen vorzugsweiſe zum Hobeln von Brettern u. ſ. w. an den Kanten und ſind deshalb häufig an der Sohle mit feſten oder verſtellbaren Führungsleiſten (*s*, Fig. 10) verſehen. Außerdem beſitzen manche an der einen Wangenſeite feſte oder verſtellbare Anſchläge (*w*, Fig. 10), um die Tiefe eines Falzes, einer Nut u. ſ. w. zu begrenzen. Hierher gehören der Falzhobel (Fig. 10 und 10a), der Grathobel (Fig. 11; ſ. Bd. 4, S. 617), der Zahnleiſtenhobel (Fig. 12), der Plattbankhobel (Fig. 13), der Federhobel (Fig. 14). Nach Fig. 7 ſind geſtaltet der Simshobel (Fig. 15), der Gehrungsſimshobel (Querſchnitt nach Fig. 11), der Spitzhobel (Fig. 16) und der Wangenhobel (Wandhobel) (Fig. 17), letzterer zur Erweiterung und Glättung von Nuten und Falzen dienend. Der Nuthobel (Fig. 18) beſitzt an der unteren Fläche des Hobelkaſtens ſowohl zur Führung als zur Unterſtützung des Hobeleiſens eine Eiſenſchiene (Zunge) *z* (Fig. 18) mit einer Unterbrechung zum Durchſtecken des Eiſens. Nut- und Federhobel werden oft zu einem einzigen Hobel, dem Spundhobel (Fig. 19), vereinigt.

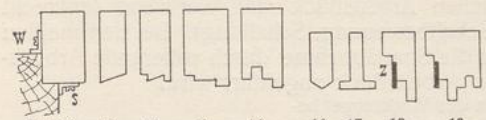


Fig. 10. 11. 12. 13. 14. 16. 17. 18. 19.

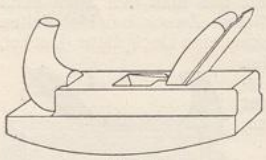


Fig. 20.

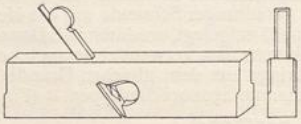


Fig. 15.

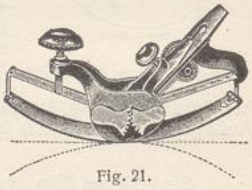


Fig. 21.

b) Hobel mit in der Längsachſe gekrümmter Sohle. Hierher gehören die folgenden: der Schiffhobel (Fig. 20) und der verſtellbare Schiffhobel (Fig. 21), deſſen Sohle aus einer federnden Stahlplatte gebildet iſt, die durch eine Spannſchraube gebogen wird, ſowie der Gefimsſchiffhobel (Schiffſimshobel), dem gewöhnlichen Simshobel entſprechend.

c) Hobel mit profilierter Sohle und Eiſen. Man faßt ſie unter den allgemeinen Namen Kehl-, Leiſten-, Faſſon-, Profilhobel zuſammen. Auch dieſe Hobel werden in den drei verſchiedenen Anordnungen Fig. 5—7 ausgeführt; ihre Bezeichnung wird nach dem Profil der Sohle bezw. des Eiſens und der Spanlochgeſtaltung gewählt, z. B. Rundſtab Schlichthobelfaſſon, Rundſtab mit Anſchlag (Fig. 22 und 22a), Rundſtab Simshobelfaſſon (Fig. 23); weitere Profile ſind Hohlkehl (Fig. 24), Karnies (Fig. 25) u. v. a. Das bei dieſen Hobeln zur Verwendung kommende Eiſen wird gewöhnlich in der Weiſe angefertigt, daß man dasſelbe an der Schneide nach dem Profile zuſchärft. Vorzuziehen ſind diejenigen Profileiſen, die durch Schmieden in Geſenken auf 40—60 mm profiliert ſind und einfach ſo ſchräg angeſchliffen werden, daß die Profilſeite die Schneide bildet.

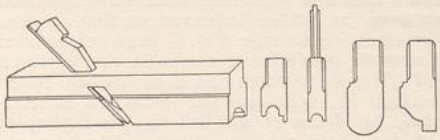


Fig. 22. 22a. 23. 24. 25.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

d) Hobel besonderer Art: Schweifhobel (Speichenhobel, Pastrin, Fig. 26) zum Abhobeln schmaler ebener oder gewölbter Flächen. Der Grundhobel (Fig. 27) mit L-artig gekröpftem Eisen dient zum Hobeln in Vertiefungen, wobei deren Ränder zur Führung des

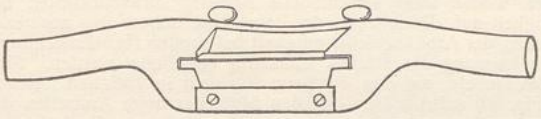


Fig. 26.

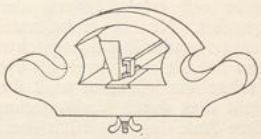


Fig. 27.

Hobels dienen. Der Rundhobel besteht aus zwei durch Schrauben zusammengehaltenen Hälften, je mit einer Vertiefung von kreisbogenförmigem Querschnitt, zum Herstellen von Rundstäben, Zapfen u. s. w. dienend; der Hobel wird auf dem vorgerichteten Stab u. s. w. gedreht und längs verschoben. Der Zündhölzchenhobel, ein Hobel mit ebener Sohle, dessen Eisen aus einer Anzahl kleiner kreisförmiger oder quadratischer Dübeleisen besteht, dient zur Herstellung von Zündholzstäbchen (Holzdraht). Der Wagnerhobel (Fig. 28 und 29) mit besonders kurzer Sohle und verhältnismäßig langem, etwas nach oben gerichtetem Griff dient zur Bearbeitung von Flächen, für welche die gewöhnlichen Hobel zu lang sind; auch die Instrumentenmacher benutzen solche kurze Hobel (aus Eisen), und zwar Flachhobel mit ebener Sohle von elliptischem Umriß und Ausarbeithobel mit einer der Länge und Breite nach gewölbten Sohle; das Eisen ist entsprechend bogenförmig gestaltet. Ueber die von den Böttchern gebrauchten Hobel s. Böttcherei, Bd. 2, S. 139.

Fig. 28.

Fig. 29.

In der Metallverarbeitung ist der Hobel in der Gestalt der Holzhobel für weiches Metall als **Metallhobel** zur Anwendung gekommen. Er unterscheidet sich von dem Holzhobel durch den schweren Kasten mit Metallsohle und durch ein steil gestelltes starkes Eisen (Zuschärfungswinkel 60—75°), das entweder wie ein Zahneisen oder Schruppeisen beschaffen ist. Der Metallhobel findet Anwendung zum Abhobeln großer Zinnplatten (für Orgelpfeifen), in der Schriftgießerei u. s. w. — Vgl. [1], [2], [12], [13].

B. Metallhobelmaschinen.

Das bei diesen Maschinen angewandte Prinzip ist bereits oben dargelegt worden.

a) Hobelmaschinen mit feststehendem Werkzeug und hin und her gehendem Arbeitsstück: Tischhobelmaschine (Fig. 30). Auf den Führungen *b* des Betts *a* gleitet der Tisch *c*, auf dem die Arbeitsstücke aufgespannt werden. Die Tischbewegung erfolgt entweder durch Zahnstange und Rad (am häufigsten angewendet) oder durch Zahnstange und Schnecke (Sellersscher

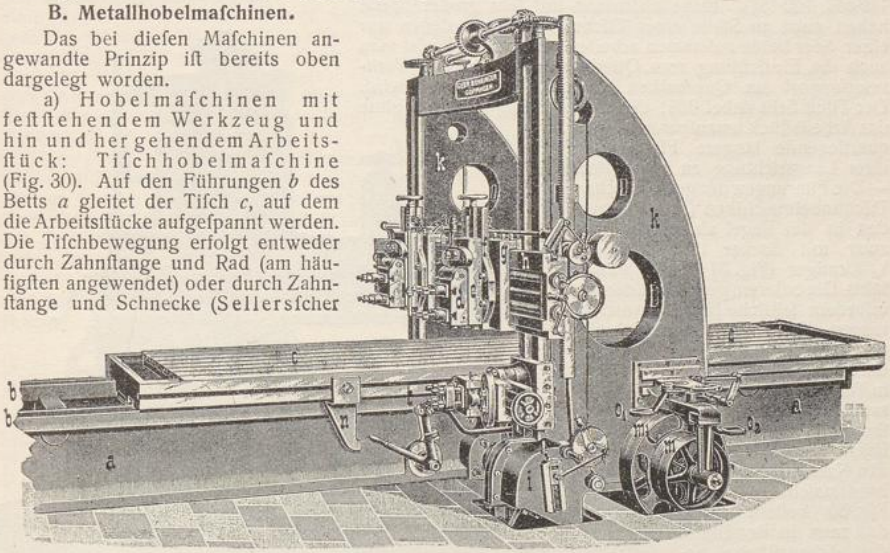


Fig. 30.

Antrieb) oder durch Schraubenspindel und Mutter oder durch Seil und Trommel (vgl. [11], Jahrg. 1900, S. 943) oder durch Kurbel (oder davon abgeleitete Getriebe) und Schubstange (letztere Antriebsart wegen der Ungleichförmigkeit der Bewegung nur bei kleinen Hobelmaschinen und auch da selten angewendet). Bei sehr breiten Tischen wird der Tischantrieb verdoppelt. Bei allen Antriebsarten mit Ausnahme des Kurbelgetriebes muß zur Erzielung der hin und her gehenden Bewegung des Tisches die Drehungsrichtung der den Tisch bewegenden Getriebe (Zahnrad, Schnecke, Schraubenspindel, Trommel) umgekehrt werden (sogenannte Umsteuerung). Hierzu dienen die Umkehr- oder Wendegetriebe. In der Regel wird von diesen bei Hobelmaschinen der offene und geschränkte Riemen in Verbindung mit festen und losen Scheiben m, m_1

angewendet. Die Riemenverſchiebung erfolgt durch zwei verſtellbare Anſchläge *n* am Tiſch (in der Figur nur einer ſichtbar), die auf die Riemengabeln o_1, o_2 einwirken. Die Anordnung muß dabei ſo getroffen werden, daß das Verſchieben des offenen Riemens auf die treibende Scheibe erſt erfolgt, wenn der geſchränkte Riemen die treibende Scheibe verlaſſen hat und umgekehrt. Neuere Hobelmaſchinen weiſen zwei verſchiedene Arbeitsgeſchwindigkeiten bei gleichbleibender Rücklaufgeſchwindigkeit auf. Dieſe iſt in der Regel eine höhere (bis zur neunfachen bei kleinen, zwei- bis vierfachen der Arbeitsgeſchwindigkeit bei großen Hobelmaſchinen). Bei ſchnellem Rücklauf muß die Umſteuerung des Tiſches frühzeitig eingeleitet werden. Man erreicht dies durch Verlängerung des Hebels, auf den der beim Rücklauf in Tätigkeit tretende niedere Anſchlag am Tiſch (bei *t*, Fig. 30) auftrifft [3]. Um den Stoß, der beim Auftreffen der Anſchläge auf die Hebel des Steuerungsgeſtänges entſteht, zu vermeiden, läßt man die Anſchläge gegen Schraubenflächen wirken, ſo daß die Bewegung des Steuerungsgeſtänges langſam eingeleitet wird (vgl. z. B. D.R.P. Nr. 137228 und [3]). — Zum Zweck der Schaltung, d. h. der Verſetzung des Werkzeugs unmittelbar vor Beginn des neuen Arbeitswegs (in wagerechter, ſenkrechter oder ſchräger Richtung), dient der Support. Das Werkzeug iſt im Stahlhalter *d* befeſtigt, der als Klappe ausgebildet iſt, damit beim Rücklauf die Schneide geſchont wird; bisweilen wird die Klappe ſelbſttätig angehoben. Der Stahlhalter läßt ſich auf dem Schlitten *e* drehen und feſtſchrauben, um dem Werkzeug beſonders beim Hobeln der Seitenflächen eines Arbeitsſtücks die richtige Lage geben zu können. Die Führung *f* des Schlittens *e* kann in ſenkrechter oder ſchräger Lage eingeſtellt werden, ſo daß das Werkzeug (mit Hilfe von Schraubenſpindel und Mutter) in vertikaler oder ſchräger Richtung geſchaltet werden kann. Das Unterteil *g* der Schlittenführung *f* iſt ſelbſt wieder ein Schlitten, der an dem Querbalken *h* zwecks wagerechter Verſetzung des Werkzeugs geſchaltet werden kann. Der Querbalken *h* iſt an den beiden Ständern *k* geführt, an denen er der Höhe des Arbeitsſtücks entſprechend mit Hilfe von Schraubenſpindel und Mutter von Hand oder bei größeren Hobelmaſchinen mit mechaniſchem Antrieb eingeſtellt werden kann. Die Schaltung des Werkzeugs wurde früher wie die Umſteuerung durch den Tiſch bewirkt. Neuere Hobelmaſchinen leiten ſie dagegen in der Regel (abweichend davon D.R.P. Nr. 129390) von einer zum Antrieb des Tiſches dienenden Welle unter Zwiſchenſchaltung einer jeweils bei der Bewegungsumkehr ſelbſttätig ſich ein- und ausrückenden Kupplung (im Gehäuſe *i* verdeckt) ab [10], 6. Jahrg., S. 121, und D.R.P. Nr. 138769. Zur Erhöhung der Leiſtungsfähigkeit der Hobelmaſchinen verwendet man Werkzeuge mit mehreren Schneiden (D.R.P. Nr. 137016) oder man benutzt den Rücklauf des Tiſches ebenfalls für die Spanabnahme; dieſem Zwecke dienen beſondere Stahlhalterkonſtruktionen (der Stahl wird z. B. um ſeine Längsachſe gedreht oder er beſitzt zwei Schneiden u. ſ. w.; vgl. D.R.P. Nr. 119847, 135968, 147767, 149667, 160457). Hobelmaſchinen mit ſehr großer Breite haben auch an Stelle eines Tiſches zwei, von denen nur einer oder beide zuſammen arbeiten. Bisweilen findet man auch die Einrichtung zum Querhobeln, wobei der Werkzeugſupport am Querbalken hin und her bewegt wird. Der Tiſch ſteht dabei ſtill; dieſe Einrichtung geſtattet, ohne das Arbeitsſtück umzuſpannen, auch querliegende längere Flächen in ihrer Längsrichtung zu bearbeiten. — Die Führungen der gewöhnlichen Tiſchhobelmaſchinen (Fig. 30) werden in der Regel als offene, und zwar mit flacher (Fig. 30) oder V-förmiger (Fig. 31) Bahn ausgeführt. Die erſteren, gebräuchlicheren, erfordern ſeitliche Nachſtellvorrichtungen. Notwendig iſt gute Schmierung, die in der Regel durch Rollen erfolgt, die in Vertiefungen der Führung federnd gelagert ſind und wenig über die Bahn hervorſtehen. — Ein Nachteil der Tiſchhobelmaſchinen nach Fig. 30 beſteht darin, daß man in der Breite der Arbeitsſtücke beſchränkt iſt. Es gibt zwar Tiſchhobelmaſchinen, bei denen der eine Ständer ſeitwärts hinausgerückt werden kann, um eine größere Hobelbreite zu gewinnen. Man läßt aber den einen Ständer auch ganz weg und erhält ſo die einſeitig offene

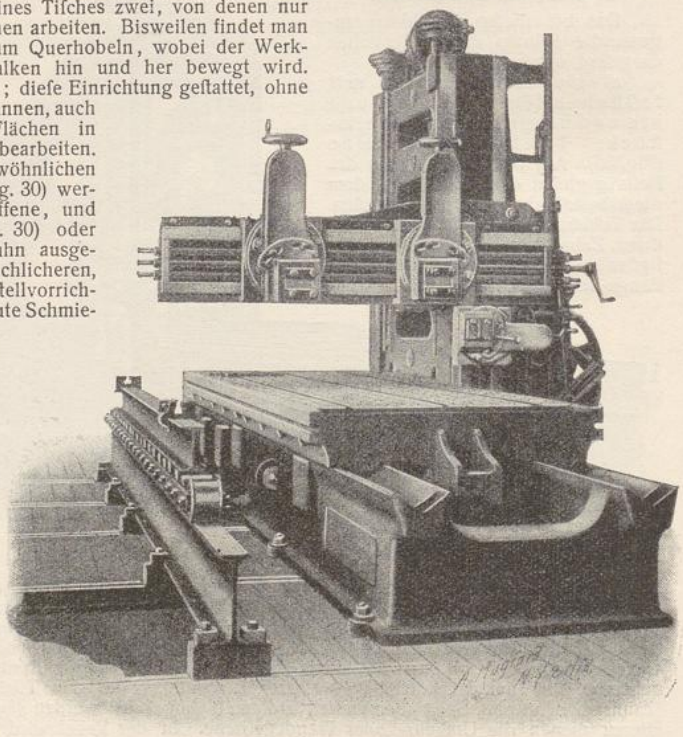


Fig. 31.

Tiſchhobelmaſchine (Einſtänder- oder Einpilaſterhobelmaſchine), zuerſt konſtruiert von H. Billeter, Aſchersleben 1874 (Fig. 31, Detrick & Harvey, Baltimore). Die Figur zeigt gleichzeitig eine Rollenbahn zur Unterſtützung für ſtark überhängende Arbeitsſtücke. Oft wird die Einſtänderhobelmaſchine auch mit einem leicht entfernbaren Hilfsſtänder verſehen, ſo daß die Maſchine als gewöhnliche oder einſeitig offene benutzt werden kann. Die Tiſch-

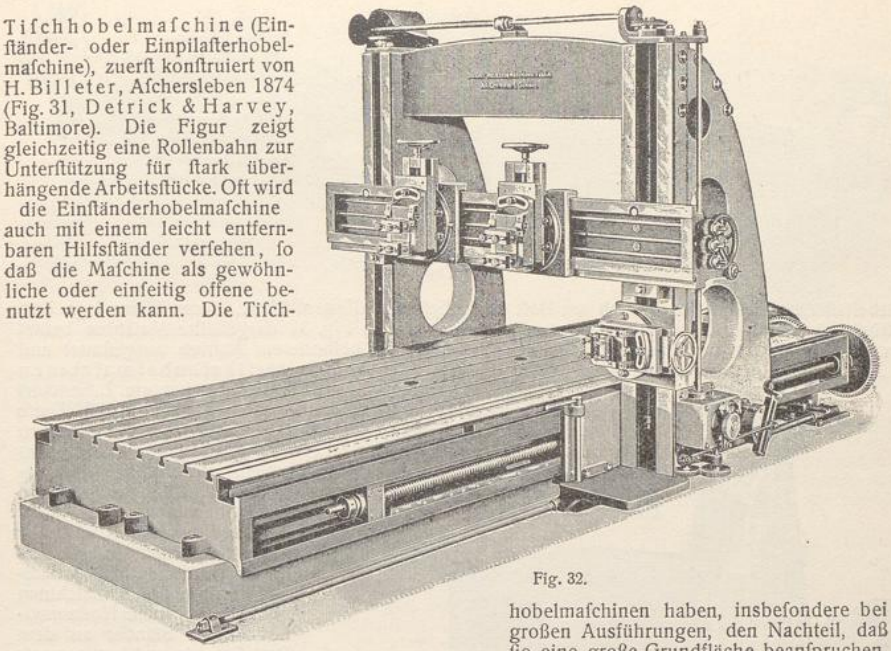


Fig. 32.

hobelmaſchinen haben, insbeſondere bei großen Ausführungen, den Nachteil, daß ſie eine große Grundfläche beanſpruchen, weil der größte Tiſchweg etwa gleich der doppelten Tiſchlänge iſt; es erfordert ferner die Hin- und Herbewegung des Tiſches ſamt dem darauf befindlichen Arbeitsſtück bei großen Hobelmaſchinen einen beträchtlichen Arbeitsaufwand; die Rücklaufgeſchwindigkeit kann wegen der Maſſenkräfte nur eine beſchränkt beſchleunigte ſein und Tiſch und Bett müſſen ſehr kräftig gehalten werden, um Durchbiegungen zu vermeiden. Für die Bearbeitung ſehr ſchwerer und langer Arbeitsſtücke baut man daher

b) Hobelmaſchinen mit feſtliegendem Arbeitsſtück und hin und her gehendem Werkzeug. Die Bewegung des Werkzeugſchlittens erfolgt bei allen Maſchinen dieſer Art mit Hilfe von Schraubenſpindel und Mutter. Hobelmaſchine mit feſtſtehendem Tiſch Fig. 32 (Ausführung der Berliner Werkzeugmaſchinenfabrik vorm. L. Sentker), [11], Jahrg. 1901, S. 1636. Der feſtliegende Tiſch iſt ſeitwärts mit Führungen verſehen, in denen die beiden Ständer und der an ihnen befindliche Querbalken mit den Werkzeugträgern hin und her bewegt werden. Grubenhobelmaſchine Fig. 33 (Sächſiſche Maſchinenfabrik vorm. A. Hartmann, Chemnitz). Sie beſteht im weſentlichen aus zwei langen Führungsbetten, auf denen der Querbalken mit den Werkzeugträgern ſich bewegt. Das Arbeitsſtück ruht in einer Grube auf Aufſpannplatten, die in der Regel höher oder tiefer gelegt werden können, was aber mit großem Zeitaufwand verknüpft iſt. Die Grubenhobelmaſchinen werden insbeſondere zur Bearbeitung von Panzerplatten, Maſchinenrahmen u. dergl. verwendet. Seitenhobelmaſchinen (Langhobelmaſchinen) Fig. 34 (Berliner Werkzeugmaſchinenfabrik vorm. L. Sentker). Das

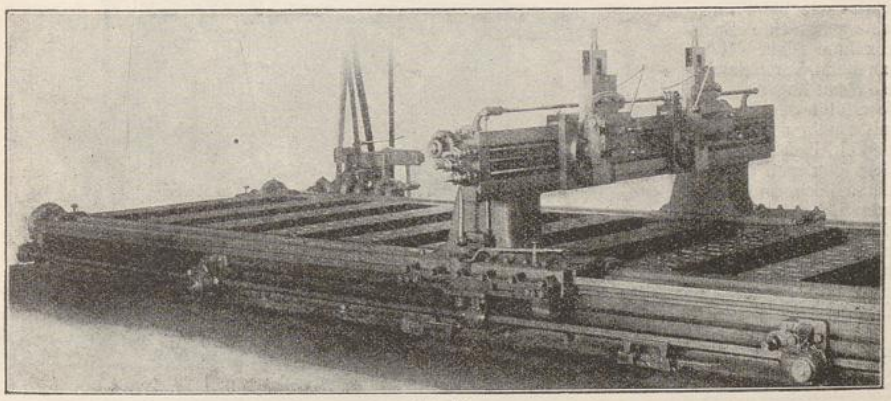


Fig. 33.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

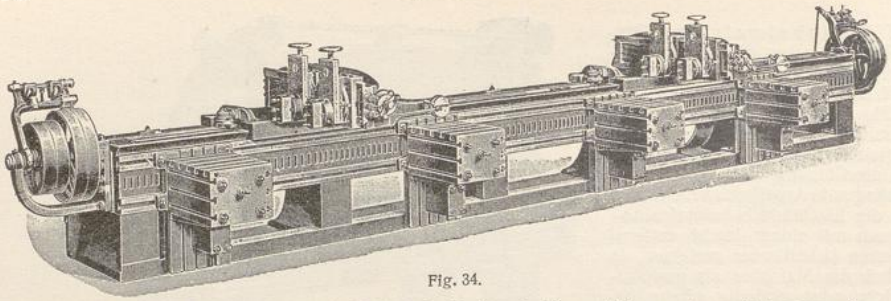


Fig. 34.

Arbeitsſtück ruht auf den ſeitlich am Bett befindlichen Auffpanntiſchen, deren Höhenlage dem Arbeitsſtück entſprechend verändert werden kann. Die in Fig. 34 dargeſtellte Maſchine beſitzt zwei Schlitten, die voneinander unabhängig arbeiten, mit beſonderem Antrieb ausgeſtattet und bis zur Mitte des Betts verſchiebbar ſind. Vertikalhobelmaſchinen Fig. 35 (Berliner Werkzeugmaſchinenfabrik vorm. L. Sentker) und Vertikal- und Horizontalhobelmaſchinen Fig. 36. Dieſe Maſchinen dienen zum Bearbeiten großer Dampfzylinder, Grundplatten für Schiffszylinder und ähnlicher Gegenſtände, die auf der Auffpannplatte befeſtigt werden. Beim Vertikalhobeln gleitet der Werkzeugſupport an einem ſenkrecht ſtehenden Führungsbalken auf und ab. Dieſer Führungsbalken ruht bei der Vertikalhobelmaſchine auf einem Bett, auf dem die Schaltbewegung ſtattfindet. In gleicher Weiſe werden auch Vertikal- und Horizontalhobelmaſchinen gebaut, wobei beim Horizontalhobeln der Ständer auf dem Bett ſich hin und her bewegt; bei der Horizontal- und Vertikalhobelmaſchine Fig. 36 ſind an aufrechten Ständern zwei kräftige Querbalken wagerecht angeordnet, an denen der vertikale Führungsbalken beim Horizontalhobeln hin und her gleitet. Blechkantenhobelmaſchinen Fig. 37 und 38 zum Abhobeln der Kanten an Blechen für Dampfkeſſel u. ſ. w. Die Befeſtigung der Platte erfolgt zwiſchen dem Auffpannbett und dem darüberliegenden, mit dem Bett durch zwei Seitenſtänder in Verbindung ſtehenden Spannbügel durch Spannſchrauben oder hydrauliſch. Der Werkzeugſchlitten gleitet an Führungen am Bett (Fig. 37) oder am Spannbügel (Fig. 38) — letztere Anordnung, wenn die Maſchine auch zum Durchtrennen der Blechtafeln dienen ſoll — hin und her. In der Regel findet ſowohl beim Vorwärts- wie beim Rückwärtsgang eine Spanabnahme ſtatt. Wird nur beim Vorwärtsgang ein Span abgenommen, ſo erfolgt der Rücklauf mit erhöhter Geſchwindigkeit. Den Seitenſtändern gibt man C-Form, damit Bleche und Platten von beliebiger Länge durch ein- oder mehrmaliges Fortrücken gehobelt werden können. Eine beſondere Ausführung iſt die Zweikantenhobelmaſchine (Fig. 37), die im Winkel zur Hauptmaſchine noch ein zweites, verſtellbares,

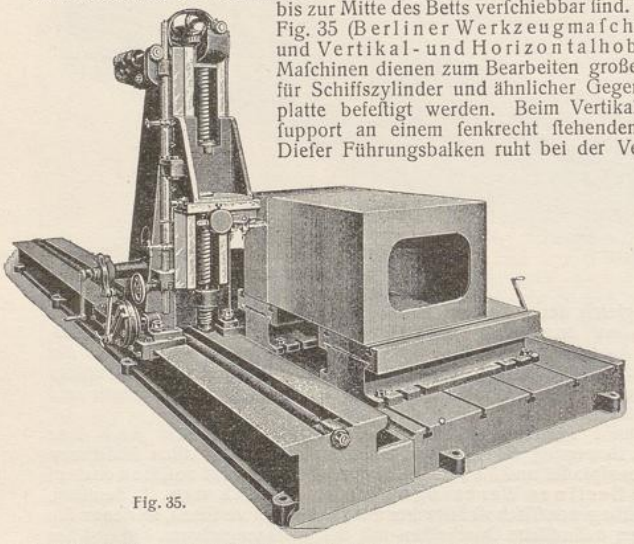


Fig. 35.

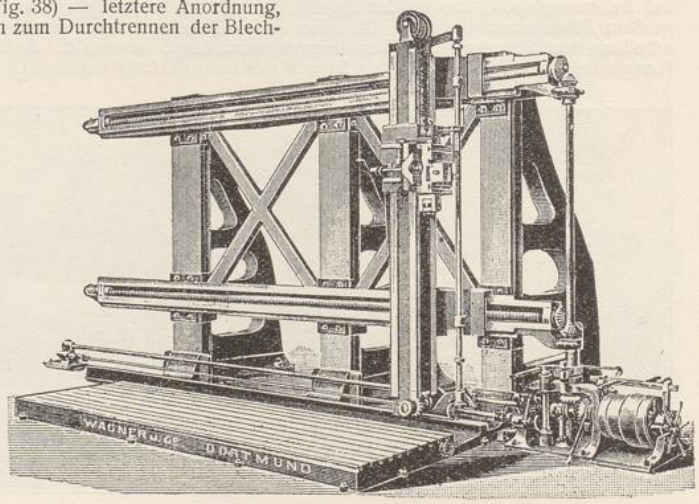


Fig. 36.

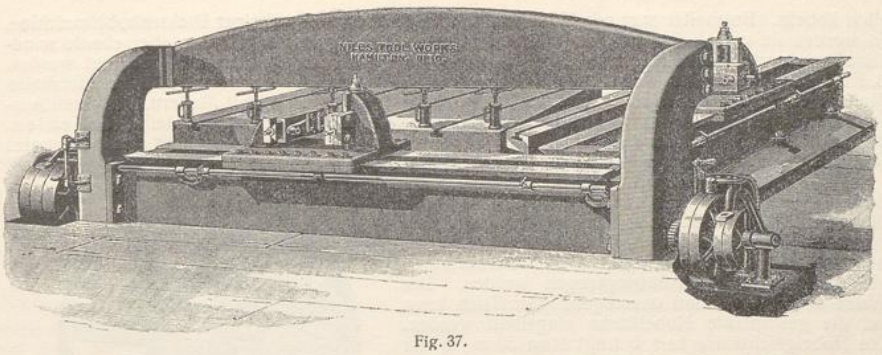


Fig. 37.

kürzeres Bett mit Support und besonderem Antrieb besitzt, so daß zwei ganz oder annähernd zueinander senkrechte Kanten gleichzeitig gehobelt werden können.

c) Hobelmaschinen mit gleichzeitiger Hin- und Herbewegung von Arbeitsstück und Werkzeug. Schnellhobelmaschine von Billeter & Klunz, D.R.P. Nr. 146076. Beim Arbeitsgang bewegen sich Tisch und Werkzeug gleichzeitig gegeneinander, beim Rücklauf voneinander; die Schnitt- und Rücklaufgeschwindigkeit ist gleich der Summe der einzelnen Geschwindigkeiten. Das Bett ist mit Führungen für den Tisch und für die beiden Seitenständer versehen.

Zu den Hobelmaschinen rechnet man häufig auch noch die Feil-(Shaping-)Maschinen und die Stoßmaschinen. Charakteristisch für beide ist, daß die Schneide des Werkzeugs, das an einem Schlitten (Stößel) befestigt ist, über die Führungen des Schlittens hinausragt und daß die Schneide sich von den Führungen entfernt. Bei den Stoßmaschinen arbeitet das Werkzeug in senkrechter, bei den Feilmaschinen in wagerechter Richtung (vgl. Stoßmaschinen).

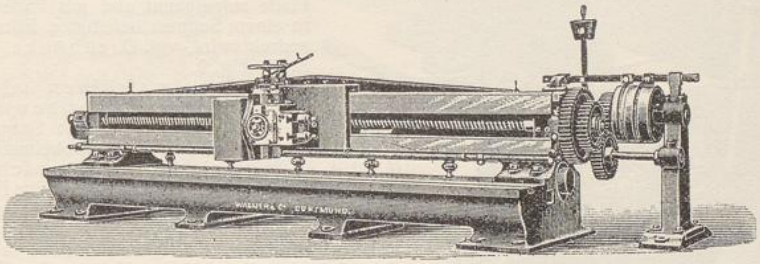


Fig. 38.

Hilfseinrichtungen und kombinierte Hobelmaschinen. Zur Vornahme von Rundhobelarbeiten und zum Riffeln von Walzen (s. Riffelmaschinen) werden die Tischhobelmaschinen bisweilen benutzt. Um Bohr- und Fräsarbeiten an einem Arbeitsstück, das auf der Hobelmaschine aufgespannt ist, vornehmen zu können, versieht man größere Hobelmaschinen mit einem Bohr- und Frässupport, die entweder an dem Querbalken, an dem der Hobelsupport sitzt, oder an einem auf der Rückseite der Ständer besonders angeordneten Querbalken angebrach. werden. Es wird dadurch das zeitraubende Umspannen der schweren Arbeitsstücke vermieden.

Schnittgeschwindigkeiten in Millimeter/Sekunden: für Gußeisen 50—200, für Schmiedeeisen 70—250, für Stahl 50—150, für Hartguß 10—20, für Bronze 150—300; bei ausgiebiger künstlicher Kühlung findet man erheblich höhere Geschwindigkeiten, z. B. beim Hobeln von Flußeisen über 300. Schnelldrehstähle werden bis jetzt wenig benutzt, weil eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit bei den bisher gebauten Maschinen infolge der in der Regel vorhandenen Abhängigkeit der Arbeitsgeschwindigkeit von der Rücklaufgeschwindigkeit, die mit Rücksicht auf die Massenkräfte nicht weiter gesteigert werden kann, nicht möglich ist.

Bei Hobelmaschinen mit hoher Rücklaufgeschwindigkeit tritt der größte Kraftbedarf zu Beginn des Tischrücklaufs ein. Die Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann in Chemnitz verwendet zur Unterstützung des Antriebs nach D.R.P. Nr. 127998 eine Hilfsumsteuerung. Während der Zeit des gewöhnlichen Kraftbedarfs wird Arbeit in einem Schwungrade aufgespeichert, das zu Beginn des Tischrücklaufs mit der Antriebswelle der Maschine gekuppelt ist und Arbeit an diese abgibt [10], 7. Jahrg., S. 449, und [11] 1903, S. 1057, 1544. Ueber den Kraftbedarf vgl. [10], 7. Jahrg., S. 188, und [11] 1900, S. 1244.

S. a. [1], [3], [5]—[8], [10]—[12], [14].

C. Holzhobelmaschinen.

Die Arbeiten, zu denen die Holzhobelmaschinen dienen und nach welchen sie näher bezeichnet werden, sind folgende: 1. Abrichten, d. h. windschiefe, verzogene Hölzer mit einer ebenen Fläche versehen. 2. Dicktehobeln (Dickehobeln), d. h. ein Brett an allen Stellen gleich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dick hobeln. Bearbeitet man windſchiefe oder verzogene Bretter auf einer Dicktenhobelmaſchine, ſo werden ſie von dieſer auf beiden Seiten glatt und rein gehobelt, bleiben aber ebenſo windſchief wie vorher; ſollen ſie eben ſein, ſo müſſen ſie zuvor auf einer Seite abgerichtet werden. 3. Fügen, d. h. ein Brett an den ſchmalen Seiten eben hobeln. 4. Nuten, d. h. mit ſchmalen Meſſern eine Nut einhobeln. 5. Federn, d. h. Bretter, Stäbe u. ſ. w. mit Meſſern, die einen Ausſchnitt beſitzen, ſo bearbeiten, daß eine vorſpringende Leiſte (Feder) ſtehen bleibt. 6. Kehlen, d. h. Stäbe u. ſ. w. mit profilierten Meſſern ſo bearbeiten, daß ihr Querſchnitt ein beſtimmtes Profil zeigt. Entſprechend der oben gegebenen Einteilung kann man unterſcheiden:

a) Holzhobelmaſchine mit feſtliegendem Hobeleiſen. Eine ſolche zeigt Fig. 39. Sie dient zum Hobeln ſchmaler dünner Brettchen, die durch die Zuführwalze *a* an dem aus der Tiſchfläche herausragenden Hobeleiſen, das in dem ausziehbaren Meſſerkaſten *b* ruht, vorübergezogen werden. Die Walze *a* iſt mit Gummi überzogen. Der Tiſch kann auf die gewünſchte Hobelſtärke eingeſtellt werden. Die Hobelgeſchwindigkeit beträgt etwa 50 m in der Minute. — Zu den Holzhobelmaſchinen werden bisweilen auch Drehbänke mit Planſcheiben gerechnet, auf denen die zu bearbeitende Platte aufgeſpannt und mit Hilfe eines in einem Support befeſtigten Eiſens abgedreht wird, vgl. Drehbänke, Bd. 3, S. 61, Fig. 9.

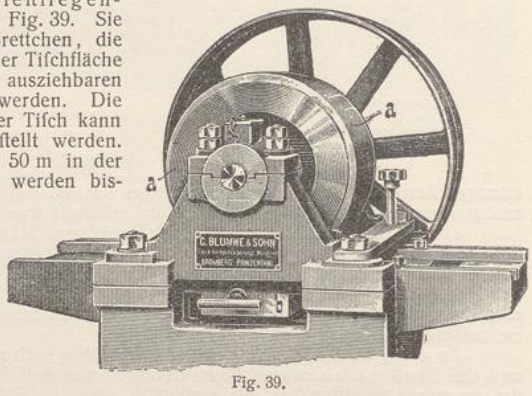


Fig. 39.

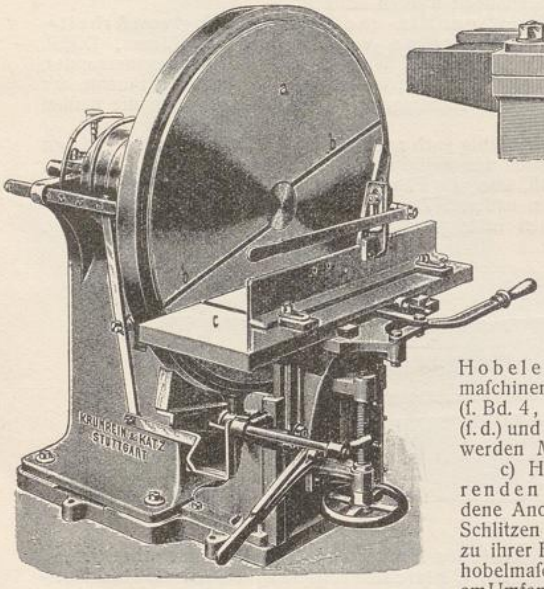


Fig. 40.

b) Hobelmaſchinen mit geradlinig hin und her bewegtem Hobeleiſen. Hierher gehören die Spanhobelmaſchinen, eine Art der Furnierhobelmaſchinen (ſ. Bd. 4, S. 213), die Holzwollmaſchinen (ſ. d.) und einige andre. Für das eigentliche Hobeln werden Maſchinen dieſes Syſtems nicht gebaut.

c) Holzhobelmaſchinen mit rotierenden Meſſern. Es gibt hier zwei verſchiedene Anordnungen: *α*. Die Hobelmeſſer ſind in Schlitzen einer Scheibe befeſtigt, die ſich um eine zu ihrer Ebene ſenkrechte Achſe dreht (Scheibenhobelmaſchine). *β*. Die Hobelmeſſer befinden ſich am Umfang einer Welle (Hobelmaſchinen mit Meſſerwellen). Das Hobeln beſitzt alſo bei dieſen Maſchinen Aehnlichkeit mit dem Fräſen (ſ. Bd. 4, S. 147 ff.).

α. Scheibenhobelmaſchinen. Ihre Einrichtung geht aus Fig. 40 hervor. Die Scheibe *a* trägt die Meſſer *bb*. Das abzuhobelnde Arbeitsſtück wird auf den Tiſch *c* aufgedrückt und der Tiſch gegen die Scheibe bewegt; der Tiſch iſt in der Höhe verſtellbar. Die Maſchine wird auch mit einer zweiten Meſſerſcheibe auf der andern Seite des Vorgeleges gebaut. Zum Hobeln großer Tafeln und Platten werden die Scheibenhobelmaſchinen mit einem Lauftiſch verſehen, auf dem an einem Aufſpannrahmen die Tafeln befeſtigt und an der Meſſerſcheibe vorbeigezogen werden. An die Stelle langer Meſſer treten dann kürzere in der Nähe des Scheibenrandes. Der Durchmeſſer der Meſſerſcheiben beträgt 500—1800 mm. Die Scheibenhobelmaſchine ohne Lauftiſch findet beſonders zum Abrichten und Fügen kurzer Hölzer Verwendung.

Nur ſelten hat man Maſchinen gebaut, bei denen die Meſſer an horizontalen Armen ſitzen, die am freien Ende einer ſenkrechten Welle ſich befinden und unter denen ein Tiſch mit dem darauf befeſtigten Holz verſchoben wird.

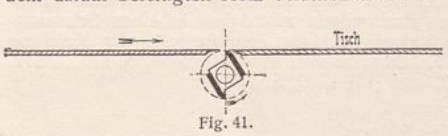


Fig. 41.

Fig. 42.

β. Hobelmaſchinen mit Meſſerwellen. Dieſe werden in folgenden Anordnungen ausgeführt: 1. Fig. 41 zweiteiliger Tiſch, Meſſerwelle unterhalb des Tiſches angeordnet, zum Abrichten und Fügen (Abricht- und Fügmaſchinen). Beim Abrichten muß die Tiſchhälfte, auf

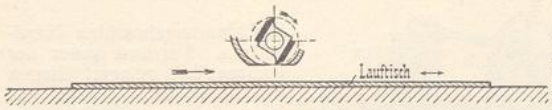


Fig. 43.

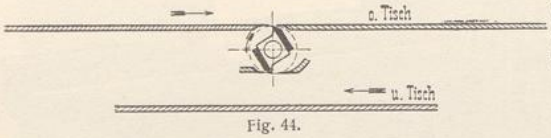


Fig. 44.

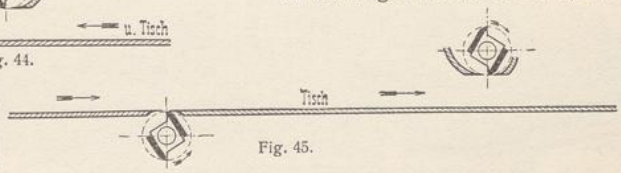


Fig. 45.

die das Arbeitsstück nach der Bearbeitung zu liegen kommt, in gleicher Höhe mit den Messerschneiden sein. 2. Fig. 42 Messerwelle oberhalb des Tisches; zum Dickehobeln. Für das Abhobeln sehr dünner Hölzer ist nur diese Anordnung brauchbar. 3. Fig. 43, Messerwelle oberhalb des Tisches, der in Führungen verschiebbar ist (Lauftisch), zum Abrichten und Kehlen. 4. Fig. 44 Messerwelle zwischen zwei Tischen; auf dem oberen Tisch wird abgerichtet, auf dem unteren auf Dicke gehobelt. 5. Fig. 45 zwei Messerwellen, die eine unterhalb, die andre oberhalb des Tisches zum Dickehobeln in einem Durchgang, wobei der linke Messerkopf abrichtet, der rechte auf Dicke hobelt. — Die Holzhobelmaschinen mit Messerwellen sind häufig so eingerichtet, daß an Stelle von Messern mit gerader Schneide solche zum Nuten, Federn und Kehlen eingesetzt werden können. Um ein Arbeitsstück in einem Durchgang gleichzeitig auf mehreren Seiten zu bearbeiten, werden die Maschinen auch noch mit senkrechten Messerwellen ausgestattet. Es entstehen so die dreiseitigen Hobelmaschinen mit einer horizontalen und zwei vertikalen Messerwellen, die z. B. dazu dienen, in einem Durchgang Bretter, Parkettstäbe u. s. w. auf der oberen Seite glatt zu hobeln und seitlich mit Nut und Feder zu versehen; ferner die vierseitigen Hobelmaschinen mit einer unteren und einer oberen und zwei seitlichen Messerwellen, mit welchen Bretter in einem Durchgang auf allen vier Seiten bearbeitet werden. Es gibt auch Holzhobelmaschinen, die nur zwei vertikale Messerwellen haben, welche hauptsächlich zum Nuten und Federn von Parketten in einem Durchgang dienen.

Fig. 46.

Die weiteren Abbildungen 46—52 zeigen die Ansicht von Hobelmaschinen mit horizontalen Messerwellen in den oben erwähnten Anordnungen 1—5 entsprechend den schematischen Figuren 41—45. Fig. 46 stellt eine Abrichthobel- und Fügmaschine (Anordnung nach Fig. 41) dar; die beiden Tischhälften sind horizontal und vertikal einstellbar und mit Stahlzungen versehen, um die Oeffnung für das Hobelmesser auf ein möglichst geringes Maß zu beschränken. Ueber dem Messerkopf befindet sich eine Schutzvorrichtung. Diese Maschine wird häufig auch mit Einrichtung zum Kehlen, Abplatten von Türfüllungen und mit Bohr- und Langlochbohreinrichtung versehen.

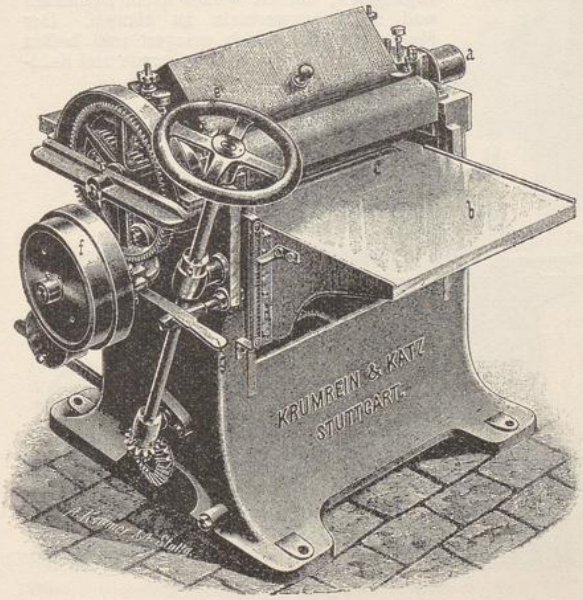


Fig. 47.

Fig. 47 zeigt eine Walzenhobel- oder Dicktenhobelmaschine (Anordnung nach Fig. 42). Das Gestell dieser Maschine ist meist aus einem Stück gegossen, mit breiten Lagern versehen, in welchen die Messerwelle *a* läuft. Im Gestell bewegt sich in Prismaführungen der Tisch *b*, welcher zur Erzielung eines wirksamen Einzugs der Hölzer mit Tischwalzen *c* versehen ist. Vorn an der

Maſchine befindet ſich eine Skala *d* zum genauen Einſtellen des Tiſches mittels des ſeitlich an dem Ständer der Maſchine angebrachten Handrades *e*. Vor und hinter der Meſſerwelle gelagert liegen Einzugswalzen, welche das Holz ſicher und ſelbſttätig

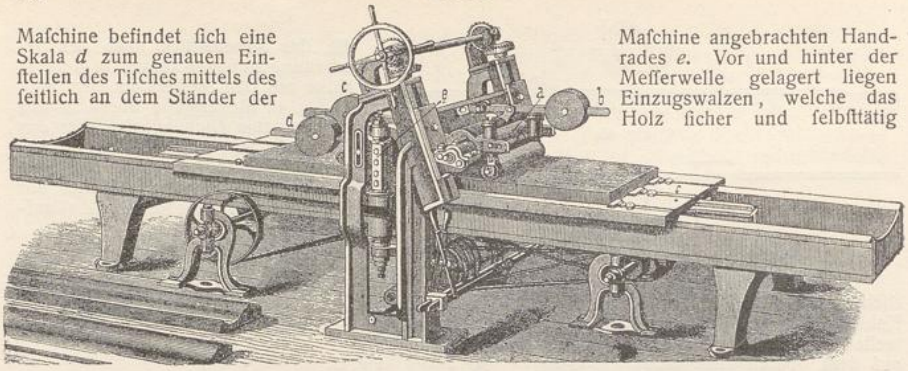


Fig. 48.

durch die Maſchine führen. Der Antrieb für die Meſſerwelle befindet ſich links, derjenige für den Einzug rechts der Maſchine. Der Einzug iſt durch eine Stufenſcheibe *f* meiſt für zwei Geſchwindigkeiten eingerichtet und kann durch einen beſonderen Abſteller *g* jederzeit ſofort außer Tätigkeit geſetzt werden. Sämtliche Räder, Wellen und Einzugswalzen dieſer Maſchine werden durch Schutzgehäuſe verdeckt, um eine völlig gefahrloſe Bedienung der Maſchine zu ermöglichen.

Fig. 48 ſtellt eine Abrichthobel- und Kehlmaſchine mit Lauftiſch (Anordnung nach Fig. 43) dar. Die Maſchinen geſtatten das vollſtändig glatte Abrichten aller Hölzer und die Herſtellung völlig gerader Kehlleiſten. Die Maſchine beſteht aus zwei Seitenſtändern, zwiſchen welchen die Meſſerwelle *a* in breiter Lagerung ruht, die durch Handrad in der Höhe auf die Dicke der zu hobelnden Hölzer einſtellbar iſt. Auf einem zwiſchen den Ständern ruhenden eiſernen Bett bewegt ſich der Tiſch mit Hilfe von Zahnſtangen und Zahnrädern. Vor und hinter der Meſſerwelle befinden ſich durch Gewichte *b*, *c*, *d* belaſtete Aufdrücke, welche das Holz auf dem Tiſch niederhalten. Die Maſchine kann auch mit einer vertikalen Meſſerwelle *e* verſehen werden, welche teils zum Kehlen, teils dazu dient, um eine Partie Bretter, aufeinander gelegt, auf einen Durchgang zu fügen. Der Tiſch *f* läuft mit beſchleunigtem Lauf ſelbſttätig zurück.

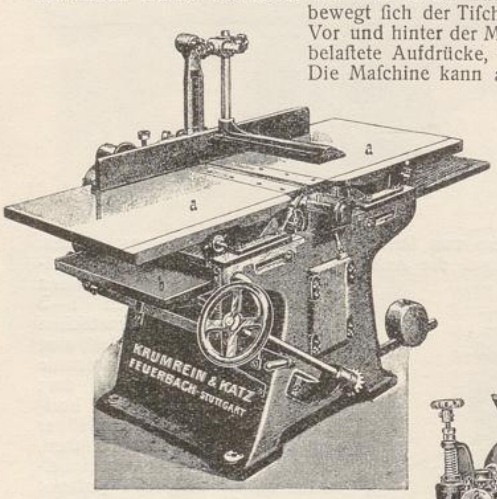


Fig. 50.

In Fig. 49 iſt eine Hobel- und Kehlmaſchine (Anordnung nach Fig. 44) dargeſtellt. Die Maſchine iſt zur Maſſenherſtellung von Kehlſtäben beſtimmt. Die Meſſerwelle iſt gut zugänglich, um die Meſſer leicht nachſehen und raſch auswechſeln zu können. Der Meſſerkopf iſt dreifach gelagert und beſitzt vier Nuten, um gleichzeitig gerade und Kehlmeſſer aufnehmen zu können. Durch das vordere, leicht abnehmbare Lager *a* iſt einer Erſchütterung der Meſſerwelle vorgebeugt. Der vor ihr befindliche Spanbrecher *b* dient gleichzeitig als Schutzkappe, während hinter ihr ein mittels Spiralfeder ſtellbarer und mit Gegenprofil verſehener Aufdruck *c* angebracht iſt. Spanbrecher wie Aufdruckbalken laſſen ſich, der Ausladung der Kehlmeſſer entſprechend, auseinander rücken oder möglichſt nahe an die Meſſerwelle

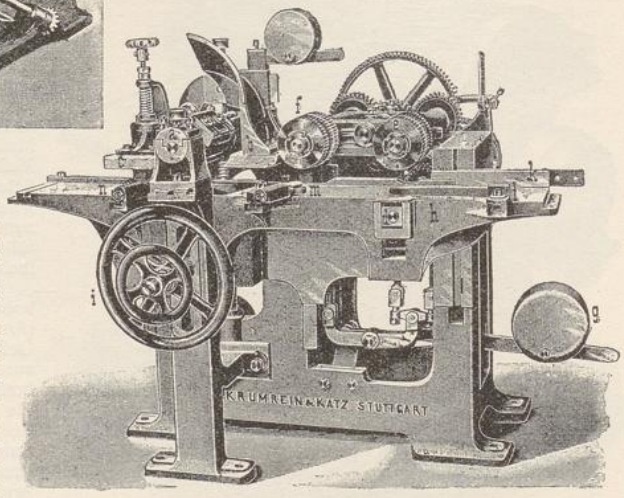


Fig. 49.

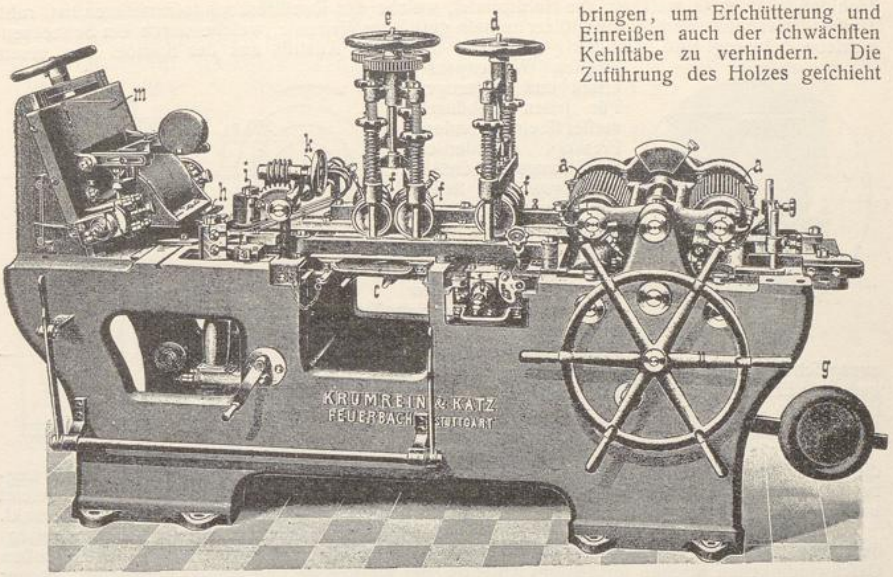


Fig. 51.

bringen, um Erſchütterung und Einreißen auch der ſchwächſten Kehlſtäbe zu verhindern. Die Zuführung des Holzes geſchieht durch zwei oben und zwei unten im Tiſch befindliche, mittels Zahnrädern angetriebene Einzugswalzen *d*, *e*, *f*. Die oberen Walzen *f* ſind gezahnt und mit Gewichten *g* belaſtet. Der in nachſtellbaren Prismaführungen bewegliche Tiſch *h* läßt ſich mittels Zahnrädern und Spindelgetriebe *i* der Dicke der Hölzer entſprechend hoch und nieder ſtellen. Auf dem Tiſch der Maſchine ſind der verſtellbare Anſchlag *k*, die Druckfeder *l* und Andruckrollen *m*, *n* angebracht, welche dazu dienen, die Hölzer genau durch die Maſchine zu führen.

Die Fig. 50 ſtellt eine Abricht-, Füg-, Kehl- und Walzenhobelmaſchine (Anordnung nach Fig. 44) dar. Die Maſchine dient zum Abrichten, Fügen u. ſ. w. und gleichzeitig zum Dickehobeln. Auf dem oberen Tiſch *a* wird das Holz von Hand zugeführt, während beim Dickehobeln die Zuführung auf dem unteren Tiſch *b* ſelbſttätig mit Walzen erfolgt. Die Meſſerwelle iſt feſtgelagert, die beiden oberen Tiſchhälften und der untere Tiſch ſind verſtellbar.

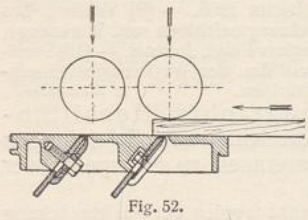


Fig. 52.

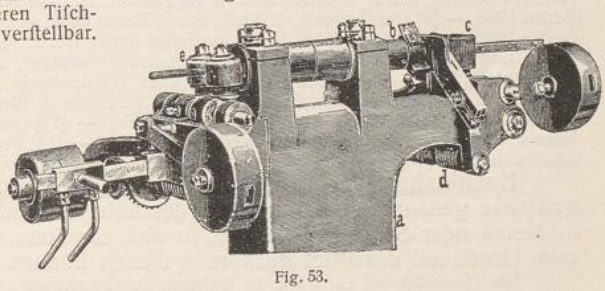


Fig. 53.

Die Fig. 51 zeigt eine vierſeitige Hobel- und Kehlmaſchine (Anordnung nach Fig. 45). Die Zuführung erfolgt durch Zuführwalzenpaare *a a*, die durch das Gewicht *g* belaſtet ſind. Die untere Meſſerwelle *b* ruht in einem auswechſelbaren Rahmen und kann in der Höhe verſtellt werden, um die Spanſtärke zu regulieren. Nach dem Verlaſſen der erſten Meſſerwelle gleitet das Holz über zwei ſchräg liegende verſtellbare Hobelmeſſer *c* (Putzmeſſer) Fig. 52, die in dem ausziehbaren Putzmeſſerkaſten angeordnet ſind und den Zweck haben, eine möglichſt glatte Fläche des gehobelten Arbeitsſtücks zu erzeugen. Ueber der unteren Meſſerwelle und den Putzmeſſern befindet ſich je eine Druckvorrichtung *d*, *e*, aus federnd gelagerten Rollen *f* beſtehend. Die ſeitlichen Meſſerwellen *h* und *i* ſind horizontal verſtellbar; zwiſchen ihnen befindet ſich eine durch Handrad *k* verſtellbare Federdruckvorrichtung, um das Arbeitsſtück ſicher zu führen. Die obere Meſſerwelle *l* ſitzt in einem ſchrägen Schlitten *m* und kann nach Skala eingeſtellt werden. Zum Einſtellen der oberen Einzugswalzen *a a* dient das Handrad *n*. Die Zuführungsgeſchwindigkeit iſt eine vierfach veränderliche und beträgt bei großen Maſchinen bis zu 35 m in der Minute.

Von Hobelmaſchinen für ſpezielle Zwecke iſt die Rundſtabhobelmaſchine zu erwähnen. Sie dient zur Herſtellung der Rundſtäbe zu Rouleauxſtangen, Blumenſtäben, Spazier- und Schirmſtöcken, Zeltſtäben u. ſ. w. Sie wird für Handzuführung und mit ſelbſttätigem Einzug gebaut. Eine Rundſtabhobelmaſchine mit ſelbſttätigem Einzug ſtellt Fig. 53 dar; ſie beſteht aus einem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hohlgußgeſtell *a*, in welchem die Hohlſpindel, welche den Rundfräskopf aufzunehmen hat, ruht. Dieſem Fräskopf *b* werden die Hölzer mittels geriffelter Walzen *c*, welche durch ein Schneckengetriebe *d* bewegt ſind, ſelbſttätig zugeführt und beim Austritt aus der Spindel von einem zweiten Walzenpaar *e* erfaßt und abgezogen. Für jeden Stabdurchmeſſer iſt ein beſonderer Fräskopf erforderlich. Die Einzugs- und die Abführungswalzen ſtellen ſich für jede Stärke ſelbſttätig genau zentriſch ein, es brauchen alſo die Abführungswalzen nicht für jeden wechſelnden Stabdurchmeſſer ausgewechſelt zu werden. Zur Verarbeitung gelangt beliebig kantig zugeſchnittenes Holz. Einzugsgeſchwindigkeit 4—6 m. Der Rundfräskopf iſt in Fig. 54 dargeſtellt. Er beſitzt zwei Meſſer m_1 und m_2, von denen das ſchräg liegende m_1 zum Wegnehmen der Stabkanten und m_2 zum eigentlichen Rundhobeln dient.

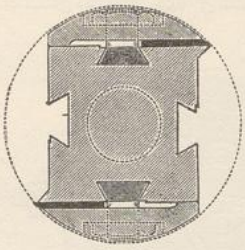


Fig. 55.

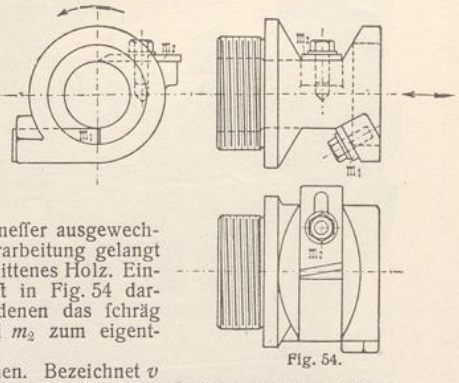


Fig. 54.

Schnittwiderſtand bei Holzhobelmaſchinen. Bezeichnet v die Zuſchiebungs-, u die Schnittgeſchwindigkeit in Metern, q den Querſchnitt der hinwegzuräumenden Schicht in Millimetern, ſo kann der Schnittwiderſtand in Kilogramm geſetzt werden: $P = K q v : u$, worin K einen Koeffizienten bezeichnet, der zwiſchen 0,8 bis 1,5 ſchwankt.

Die Schnittgeſchwindigkeit iſt bei den Holzhobelmaſchinen ſehr hoch, ſie beträgt durchſchnittlich zwiſchen 20—30 m in der Sekunde, ſteigt aber ſelbſt bis zu 65 m. Dieſe großen Geſchwindigkeiten machen ſorgfältiges Ablehren der Werkzeuge und Wellen notwendig. Ferner iſt auf eine vorzügliche Lagerung und genügende Schmierung der Meſſerwellen zu achten. In der Regel werden bei neuern Hobelmaſchinen Ringſchmierlager angewendet.

Die Meſſerbefeſtigung erfolgt mit Hilfe von Schrauben, vgl. Fig. 2, bei dünnen Meſſern unter Verwendung einer Deckplatte (Fig. 55). Neuerdings macht man den Meſſerkopf an den beiden Seiten, wo keine Meſſer ſich befinden, gleichfalls gewölbt, weil dann etwaige Verletzungen an den Händen viel unbedeutender werden (vgl. Unfallverhütung).

S. a. [1], [2], [4], [8]—[12], [15].

Literatur: [1] Karmarſch-Fiſcher, Handbuch der mechan. Technologie, Leipzig 1888—89; Hoyer, E. v., Lehrbuch der mechan. Technologie, Bd. 1, Wiesbaden 1906; Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 2. Aufl., 3. Abt., 1. Hälfte, Braunſchweig 1896; Kick, Fr., Vorleſungen über mechan. Technologie, Leipzig und Wien 1898. — [2] Exner-Pfaff, Holzbearbeitung, Bd. 3, Weimar 1883. — [3] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Bd. 1, Berlin 1905. — [4] Derſ., ebend., 1. Aufl., Bd. 2, Berlin 1901. — [5] Hülle, Die Werkzeugmaſchinen, Berlin 1906. — [6] Richard, Traité des machines-outils, Bd. 1, Paris 1895. — [7] Ruppert, Fr., Aufgaben und Fortſchritte des deutſchen Werkzeugmaſchinenbaus, Sonderabdruck aus der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. — [8] „Hütte", des Ingenieurs Taſchenbuch, Berlin 1905. — [9] Vautier, Les machines à bois américaines, Paris 1896. — [10] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge, Berlin. — [11] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Berlin. — [12] Dinglers Polyt. Journal. — [13] Preisliſten der Werkzeugfabrikanten und Werkzeughändler. — [14] Preisliſten der Werkzeugmaſchinenfabrikanten. — [15] Preisliſten der Holzbearbeitungsmaſchinenfabriken.

A. Widmaier.

Hochätzkunſt (auch Akrographie, Ektypographie, Hochlithographie genannt) ſtellt vermittelſt des Aetzens Schriftzeichen oder Zeichnungen in Metall oder Stein erhaben her, ſo daß dieſelben eventuell zu Stempeln oder zum Druck auf der Buchdruckpreſſe dienen können.

Die Hochätzkunſt iſt ſchon in früheren Jahrhunderten geübt worden bei Ausſchmückung von Waffen, Gefäßen u. ſ. w.; ihre Anwendung zur Herſtellung von druckbaren Platten datiert jedoch erſt aus dem 18. Jahrhundert, wo Du Fay in Paris die erſten Verſuche damit angeſtellt hat. Senefelder, der Erfinder der Lithographie, und nach ihm André in Offenbach, ſtellten Hochätzungen im lithographiſchen Stein her, um dieſelben gleichzeitig mit Buchdrucktypen drucken zu können, ein Verfahren, das wenig Ausbreitung gefunden hat; für die Buchdruckerei gewann die Hochätzkunſt erſt Bedeutung, als es Gillot in Paris gelungen war, die von ihm Panikonographie genannte Erfindung der Hochätzung in Zink — ſie wird jetzt nach ihm allgemein Gillotage genannt — zur Vollendung für den Druck auf der Buchdruckpreſſe zu bringen. — Außer Zink benutzt man Kupfer- und Meſſingplatten, die ſämtlich klar und gut poliert ſein müſſen; auf ſie überträgt man das auf Umdruckpapier hergeſtellte Original oder benutzt dazu Ueberdruck vom lithographiſchen Stein, von Kupfer- oder Stahlſtichplatten, die alsdann in gewöhnlicher Weiſe hochgeätzt werden; auch laſſen ſich Zeichnungen direkt in Fettfarbe auf dieſen Platten herſtellen und ätzen. Die Photographie und der Gummihautpantograph werden namentlich dann zu Hilfe gezogen, wenn es ſich um Vergrößerungen oder Verkleinerungen handelt; im erſteren Falle bezeichnet man das Verfahren auch bei Wiedergabe von Schriftſtücken als Phototypie; doch gehören zur Hochätzkunſt mehr oder weniger die Mehrzahl der photomechaniſchen Verfahren wie Autotypie, Chemitypie, Zinkographie u. ſ. w.; vgl. Aetzen.

J. M. Eder.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hochbahnen, ſ. Schwebebahnen.

Hochbahnkran, ſ. Krane für Maſſentransport.

Hochbau (Hochbauten), allgemeine Bezeichnung für Bauten, deren Hauptteile über Straßenhöhe liegen und vorzugsweiſe zu dem Gebiete des Architekten gehören.

Ueber die formelle Behandlung der ſpeziellen Entwürfe zu Hochbauten und deren Veranſchlagung vgl. den preußiſchen Miniſterialerlaß vom 1. Oktober 1888. *Weinbrenner.*

Hochbehälter (Hochrefervoir) im allgemeinen jeder künſtlich hergeſtellte, unbewegliche Aufbewahrungsraum für Waſſer oder andre Flüſſigkeiten in ſolcher Höhenlage, daß letztere unter natürlichem Druck zur Verteilung gelangen können. Im beſonderen aber verſteht man darunter die bei Waſſerverſorgungen üblichen tunlichſt in nächſter Nähe, wenn möglich in Mitte der Verſorgungsobjekte aufzuſtellenden Sammelbehälter, welche als Ausgleichsmittel zwiſchen regelmäßigen oder unregelmäßigen Zuflüſſen und den — faſt ohne Ausnahme unregelmäßigen — Entnahmen eintreten.

Faſſungsvermögen. Die größten derartigen Behälter ſind erforderlich, wenn es ſich um die Ausgleichungen für lange Perioden (z. B. Jahrzehnte) handelt und die Zuflüſſe in jenen Zeiten ausbleiben, in welchen die größten Entnahmen ſtattfinden. Dementſprechende Refervoire nennt man Sammelteiche bezw. Staufeen (ſ. Stauanlagen), wenn die oft Hunderte von Millionen Kubikmeter betragenden Waſſeranſammlungen durch Talſperren (Staumauer oder Staudämme, quer über das Tal erbaut) geſchaffen werden müſſen. Natürliche Refervoire dieſer Art ſind die großen Binnenſeen. Die kleinſten Ausgleichbehälter findet man häufig in Speichern, Waſſertürmen, über Traggerüſten (ſ. Feldrefervoir) u. ſ. w. aufgeſtellt mit Inhalten bis zu Bruchteilen eines Kubikmeters. Zwiſchen dieſen Extremen liegen in größter Mannigfaltigkeit in bezug auf Faſſungsvermögen die Refervoiranlagen für gewöhnliche ſtädtiſche Waſſerverſorgungen, welche in der Regel nur die Ausgleichung innerhalb der 24 Stunden eines Tages zu beſorgen haben.

Selbſtverſtändlich kann ein Refervoir nur dann ſeine obengeſchilderte Aufgabe erfüllen, wenn nach Ablauf eines beſtimmten Zeitraumes Z die Summen aller Zuflüſſe gleich der Summe aller Entnahmen plus dem im Refervoir urſprünglich vorhandenen Inhalt $a + k$ weniger dem in demſelben verbleibenden Inhalt k iſt. Teilt man den Zeitraum Z in kleinere Intervalle 1, 2, 3 ... n, iſt ferner q_1 der Zufluß, v_1 der Verbrauch während des Intervalles 1, ſo wird am Ende des letzteren in das Refervoir ein (poſitiver oder negativer) Zuwachs $q_1 - v_1$ gelangt ſein. Im zweiten Intervall iſt der Zuwachs $q_2 - v_2$, alſo im ganzen bis zum Ende des zweiten Intervalles $q_1 + q_2 - (v_1 + v_2)$ u. ſ. w. Soll nun jederzeit mindeſtens ein Vorrat von k Kubikmeter im Refervoir vorhanden ſein, ſo bedingt dies die Beziehungen:

$$k \leq q_1 - v_1,\ k \leq (q_1 + q_2) - (v_1 + v_2), \ldots k \leq (q_1 + q_2 + \ldots q_n) - (v_1 + v_2 + \ldots v_n).$$

Sind die Gleichungen nicht erfüllt bezw. ergeben ſich negative Werte auf der rechten Seite und iſt deren größter: $(q_1 + q_2 + \ldots q_x) - (v_1 + v_2 + \ldots v_x) = -a$, ſo muß man überall auf der rechten Seite $a + k$ addieren, um die geſtellte Bedingung zu erfüllen. Dann werden die Werte: $(a + k + q_1) - v_1$, $(a + k + q_1 + q_2) - (v_1 + v_2)$, ... $(a + k + q_1 + q_2 + \ldots q_n) - (v_1 + v_2 + \ldots v_n)$ alle poſitiv. Der größte derſelben gibt den nötigen Minimalinhalt des Refervoirs an, während der erſte Wert zeigt, daß bei Beginn des Betriebes mindeſtens $a + k$ Kubikmeter Waſſer vorhanden ſein müſſen. — Würde man den Betrieb nicht mit dem erſten, ſondern z. B. mit dem vierten Intervall beginnen, ſo würde die Reihe der Gleichungen: $q_4 - v_4$, $(q_4 + q_5) - (v_4 + v_5)$ u. ſ. w., und es würde ſich ein andres a herausſtellen. Mit Probieren kann man alſo den günſtigſten bezw. den ungünſtigſten Betriebsanfang ermitteln. — Die verhältnismäßig kleinſten Refervoirinhalte ſind bei künſtlicher Waſſerhebung möglich, wenn eine größere Anzahl von Maſchinen bezw. der Wechſel in der Umdrehungszahl weniger Maſchinen es geſtattet, den Zulauf zum Refervoir in den Zeiten ſtärkſten Verbrauchs innerhalb weiter Grenzen zu ſteigern, alſo Zulauf und Verbrauch zeitlich in nahezu gleicher Größe zu halten. Dabei iſt ſelbſtverſtändlich auch von Wichtigkeit, etwaige Unterbrechungen des Zulaufs zu den Stunden des geringſten Verbrauches (nachts) eintreten zu laſſen. Berechnungen für ſolche Fälle ſ. [5], S. 735 ff.

Hat man das notwendige minimale Faſſungsvermögen eines Hochbehälters feſtgeſtellt, ſo iſt zu überlegen, ob nicht beſondere Rückſichten (auf Feuersgefahr, Betriebsunterbrechungen bei künſtlicher Waſſerhebung, lange Zuleitungen bei Gravitationsverſorgung u. ſ. w.) eine weitere Vermehrung des Inhaltes geraten erſcheinen laſſen. Die bei deutſchen Waſſerverſorgungen üblichen Minimalinhalte der Hochrefervoire gibt [1], jene bei franzöſiſchen [2], S. 277, bei engliſchen [3], bei amerikaniſchen [4]. Weiteres und umfaſſende Literaturangaben in [5].

Höhenlage des Waſſerſpiegels in den Hochbehältern. Der tiefſte Spiegelſtand muß noch eine Waſſerverteilung unter natürlichem Druck im Verſorgungsobjekte bezw. für die höchſten Ausläufe des Waſſers im letzteren zulaſſen; der höchſte Spiegel liegt in der Regel mindeſtens 2,5—3 m und äußerſtenfalls 10—12 m über dem tiefſten. Innerhalb dieſer Grenzen richtet ſich die Wahl nach dem Koſtenminimum für den Bau des Behälters. Muß der letztere auf Subſtruktion geſtellt werden, ſo iſt das größere, bei den in die Erde eingelaſſenen Refervoiren das kleinere Maß anzunehmen. Im übrigen wird die notwendige Spiegelhöhe beeinflußt von der Situation des Refervoirs; liegt das letztere vor dem Verteilungsnetze, ſo iſt eine höhere Spiegellage bedingt als wenn es hinter demſelben liegt. Sind mehrere Refervoire vorhanden,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo müſſen die Spiegellagen unter Rückſicht auf die gegenſeitige Unterſtützung, welche ſich die einzelnen Behälter am Tage des größten Verbrauchs gewähren ſollen, feſtgeſetzt werden. Näheres hierüber in [5], S. 738 ff.

Hinſichtlich der **baulichen Anlage** unterſcheidet man Sammelteiche (ſ. Stauanlagen), Ziſternen (ſ. d.), unmittelbar auf oder in gewachſenem Boden erbaute und auf Subſtruktion geſtellte Hochbehälter. In einzelnen Fällen dienen auch lange Zuleitungskanäle für das Waſſer als Reſervoire. Iſt die Gründung im gewachſenen Boden möglich, ſo wird die Herſtellung eines Hochbehälters bei gleichem Faſſungsvermögen ſtets erheblich billiger als bei Aufſtellung auf Subſtruktion. Die Ausführung des Baues erfolgt bei den zur Waſſerverſorgung dienenden Reſervoiren am beſten in Mauerwerk oder Beton; doch iſt bei den auf Subſtruktion geſtellten Bauten die Verwendung von Eiſen manchmal unvermeidlich. Iſt das notwendige Waſſerfaſſungsvermögen gering, ſo wird in der Regel das in allen ſeinen Teilen von außen zugänglich anzulegende Reſervoir in einer, bei großem Inhalte dagegen in zwei Abteilungen erbaut, letzteres in der Abſicht, um bei erforderlichen Reinigungen und Reparaturen wenigſtens die Hälfte des aufgenommenen Waſſers zur Verfügung zu haben. Um den Spiegel in bezug auf Anſteigen an eine gewiſſe Grenze zu binden, iſt entweder eine Ueberlaufvorrichtung oder ein ſelbſttätiger Abſchluß der Waſſerzuführung [6] erforderlich; zur Entleerung dient ein mit Schieber verſehener Leerlauf. Gegen Temperatureinflüſſe ſchützt man die Hochbehälter durch Erdüberdeckung oder (wenn dieſelben auf Subſtruktion ſtehen) durch Umhüllung mit ſchlechten Wärmeleitern; manchmal werden auch Heizvorrichtungen eingerichtet, um ein Einfrieren zu verhindern oder zum Zwecke der Erhaltung höherer Temperaturen (bei Thermalwaſſerbehältern). Entlüftungen ſind ebenfalls unerläßlich, Waſſerdichtigkeit erſtes Erfordernis. In manchen Fällen ſind Waſſermeßvorrichtungen angezeigt; unter allen Umſtänden Waſſerſtandszeiger. Im übrigen richtet ſich die Dispoſition hauptſächlich danach, ob das Reſervoir vor oder hinter dem Rohrnetze ſteht.

Steht das in Erde verſetzte Reſervoir vor dem Rohrnetze, ſo wird es auch als Durchgangsreſervoir bezeichnet. Der Zulauf (Fig. 1) iſt bei Z; im unmittelbar darauffolgenden Raume kann bei Bedürfnis die Meßvorrichtung vorgeſehen werden. Das Waſſer tritt ſodann in die Kammer M, von welcher aus die Einlaufleitungen E in die beiden Reſervoirabteilungen und die Umlaufleitung L abgehen, letztere für den Fall, daß das Reſervoir ganz ausgeſchaltet werden muß. Jede der Abteilungen I und II hat beſondere Ablaufleitungen A, die ſich mit der Umlaufleitung L vereinigen und in der Verteilungsleitung V fortſetzen. Der Ueberlauf U wird in der Regel in der Trennungsmauer zwiſchen I und II angebracht, durch ein Rohr in die Vorkammer S geführt und mit der Entleerungsleitung G vereinigt. Die in Fig. 1 eingetragenen Querſtriche bedeuten Abſperrſchieber zur beliebigen Regulierung von Einlauf, Ablauf und Leerlauf. Steht das Reſervoir hinter dem Rohrnetze (Endreſervoir, Gegenreſervoir), ſo kommen die Umlaufleitung L, die Vorkammer M, die Zuleitung Z und die Einläufe E in Wegfall. Das Waſſer ſtrömt jetzt (Fig. 2) durch dieſelben Leitungen A in das Reſervoir ein, durch welche es dann, wenn die Preſſung in der Verteilungsleitung V ſinkt, wieder zurückſtrömt. In dieſem Falle empfängt alſo das Reſervoir Waſſer, d. h. die Verteilungsleitung V wird zur Zuleitung, wenn dem Verteilungsnetze mehr Waſſer zufließt, als das Verſorgungsobjekt braucht; im umgekehrten Falle wird Waſſer abgegeben. In der Regel pflegt man dann an der Stelle S, an welcher die Verzweigungen beginnen, ein Standrohr einzuſchalten mit Ueberlauf, was den normalen Betrieb auch dann geſtattet, wenn beide Waſſerkammern des Reſervoirs außer Tätigkeit ſind. — Ganz in ähnlicher Weiſe müſſen die Vorrichtungen zu den gleichen Zwecken bei Reſervoiren auf Subſtruktion disponiert werden.

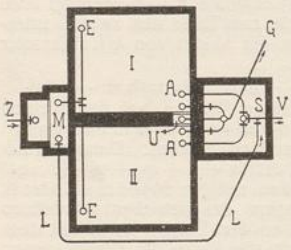


Fig. 1. Durchgangsreſervoir.

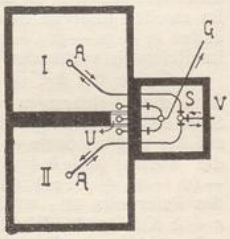


Fig. 2. Gegenreſervoir.

Die einfachen gemauerten Reſervoire, welche im gewachſenen Boden fundamentiert werden können, erhalten in der Regel rechteckige oder kreisförmige Grundriſſe. Der Sohle gibt man, je nach der darüber befindlichen Waſſerhöhe, 40—60 cm Stärke und ſtellt ſie am beſten in Beton mit waſſerdichtem Verputze her; eine wenn auch geringe Neigung derſelben gegen den Leerlauf (Grundablaß) iſt Bedingung. Die Umfaſſungswände werden den auf ſie kommenden Beanſpruchungen entſprechend geſtaltet. Iſt der Behälter in Felſen eingeſprengt, ſo genügt eine einfache Verkleidung des letzteren mit waſſerdichtem Putz; liegt er in ſtandfähigem Boden, der die Waſſerpreſſung und eventuell den von der Ueberwölbung herrührenden Horizontalſchub mit gleichem Gegendrucke erwidert (Fig. 3), ſo hat man bei Beſtimmung der Mauerſtärke lediglich darauf zu achten, daß die der Summe aller Vertikalpreſſungen in der Lamelle von der Tiefe $= 1$ entſprechende Reſultante P auf keiner Stelle der Fundamentſohle eine ein beſtimmtes Maß überſchreitende ſpezifiſche Preſſung erzeugt und ihr Angriffspunkt innerhalb des Kerns (ſ. d.) der Figur liegt, damit keine Zugſpannung im Mauerwerk auftrete. Iſt der Boden nicht ſtandfähig, ſo ergibt ſich die Reſultante aller Kräfte, die auf die Wand von der Tiefe $= 1$ wirken, nach Fig. 4, wenn der Gewölbeſchub S, der Waſſerdruck W, der Erddruck E und das Mauergewicht P zuſammengeſetzt werden; ſie hat nach Lage und Größe denſelben Bedingungen wie vorhin zu genügen. Das gleiche gilt für eine freiſtehende Umfaſſungsmauer im Sinne der Fig. 5, hierbei fällt aber der Erddruck weg und die notwendige Stärke wird demgemäß weſentlich größer. In nicht ſtandfähigem Boden werden die Gewölbe der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Refervoire bereits an der Sohle begonnen und bilden dann, wie Fig. 6 zeigt, zugleich die Einfaſſungen. Die Beſtimmung der Stärken dieſer Gewölbe erfolgt nach dem in Bd. 4, S. 510, angegebenen graphiſchen Verfahren. Dieſe Anordnung trifft man beſonders häufig und mit Vorteil verwendet bei Hochrefervoiren aus Beton. Bei letzterem Material ſind auch kleine Zugſpannungen

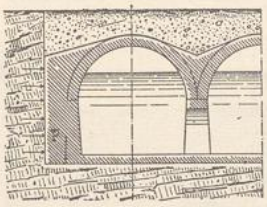


Fig. 3. Refervoir in ſtandfähigem Boden.

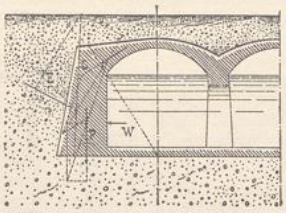


Fig. 4. Refervoir in nicht ſtandfähigem Boden.

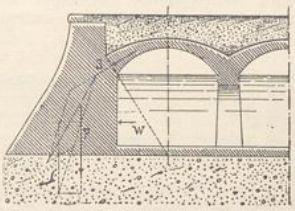


Fig 5. Refervoir über Terrain.

zuläſſig, ſo daß das Verbleiben der Stützlinie im Kerne der Figur kein unbedingtes Erfordernis iſt. Noch weniger wird dies bei den im Sinne von Fig 7 da und dort angewendeten halbkugelförmigen Refervoiren in Monierkonſtruktion verlangt, die deshalb mit relativ ſehr dünnen Seitenwänden hergeſtellt werden können, aber gegen den Auftrieb durch Verankerung mit der Betonſohle geſichert werden müſſen.

— Die einfachen Refervoire werden faſt ohne Ausnahme überwölbt, wobei ſelbſtverſtändlich bei großen Anlagen die Gewölbeſtützen in den Waſſerraum hereinreichen, bei rechteckigem Grundriſſe der Behälter in der Regel in Form von durchbrochenen Wandungen. Haben die Behälter eine kreisförmige Grundfläche von bedeutender Ausdehnung, ſo erhalten ſie zweckmäßig durch Säulen abgeſtützte Monierdecken. — Refervoire in Betoneiſenkonſtruktion werden in neueſter Zeit wohl am häufigſten gebaut, weil ſie ſehr billig ſind und man — ſeit eine Reihe von Ausführungen zu Bedenken keinen Anlaß gab — keine Vorurteile mehr gegen ſie hat.

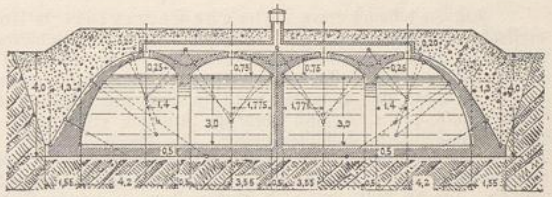


Fig. 6. Betonwaſſerrefervoir in Reichenbach i. V.

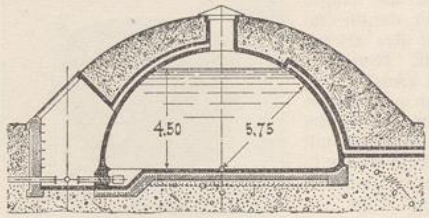


Fig. 7. Halbkugelförmiges Monierrefervoir.

Dieſe Refervoire erhalten in der Regel ganz flache, durch Unterzüge und Säulen gehaltene Decken und haben im vertikalen Sinne konſtanten Waſſerquerſchnitt. Die gewöhnliche Anordnung zeigt Fig. 8 (Ausführung von Wayß & Freytag, Neuſtadt a. H.). Die ſich ſehr einfach geſtaltende Berechnung der Decken, Unterzüge und Säulen iſt in Bd. I, S 739 ff., gezeigt, worauf wir verweiſen. Bei allen ſolchen Anlagen iſt in erſter Linie darauf zu ſehen, daß die Decke genügend drainiert wird, damit kein Sickerwaſſer lange darüber ſtehen bleibt; andernfalls dringt das Waſſer in die Decke ein, ſpült den Kalk aus dem Beton aus und verurſacht damit eine allmählich zunehmende Verſchlechterung des letzteren. Dann ſind ſelbſtverſtändlich alle Vorausſetzungen der Theorie hinſichtlich Zuſammenhang von Beton und Eiſen hinfällig.

Doppelte oder dreifache übereinander liegende Refervoire in Mauerwerk ſind an einigen Orten (Paris, Rom) bei beſchränktem Raume für die Grundrißentwicklung oder in Ausnutzung der Mauern des unterſten Behälters als Subſtruktion für jene der darüberliegenden, höhere Spiegellagen bedingenden, erbaut worden. Wir verweiſen auf die Abbildungen und Beſchreibungen derartiger Bauwerke in [7]. Während die ganz im Boden liegenden Behälter eine ziemlich gleichmäßige Temperatur halten, alſo dadurch ſchädliche Bewegungen im Mauerwerke hindern, iſt dies natürlich bei den freiſtehenden, mehrere Stockwerke umfaſſenden Refervoiren nicht erreichbar. Deshalb erfordern letztere nicht nur äußerſt ſolide Herſtellung in nur ganz vorzüglichen Baumaterialien, ſondern auch große Unterhaltungskoſten und beſondere Maßnahmen, welche die Reparaturen

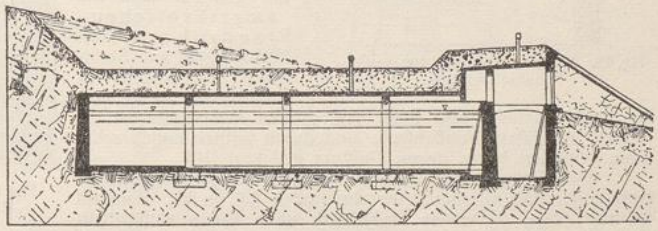


Fig. 8. Hochrefervoir am Wolfsberg in Pforzheim.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erleichtern. Um die Wafferdichtigkeit genaueftens überwachen zu können, ift es geboten, den ganzen Bau zu unterkellern und für den Abzug des etwa von oben in diefe Unterkellerungen dringenden Waffers zu forgen. Einen wefentlichen Fortfchritt in bezug auf die Wafferdichtigkeit erreicht man übrigens durch Anwendung von Monierüberzügen für Sohle und Seitenwände derartiger übereinander liegender Baffins, die kleine, durch Temperaturveränderungen bedingte Bewegungen mitmachen, ohne zu reißen.

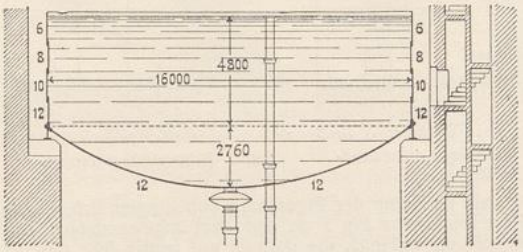


Fig. 9. Schmiedeeiferner Wafferbehälter in Halle a. S.

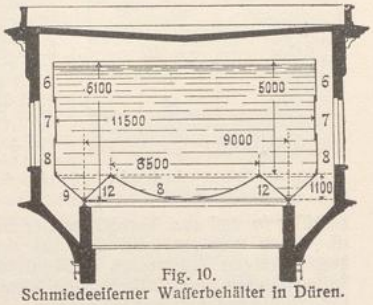


Fig. 10. Schmiedeeiferner Wafferbehälter in Düren.

Auf Subftruktion ftehende Refervoire in Holz, Gußeifen und Schmiedeeifen find vielfach ausgeführt und gut bewährt. Hölzerne Behälter, nach Art der Fäffer konftruiert, manchmal auch in parallelepipedifcher Form, werden nur als Proviforien hergeftellt. Bei den Konftruktionen aus Gußeifen werden einzelne Ringe auch in Muffenverbindung übereinander gefetzt [8] oder der Behälter wird in Segmente zerlegt und zufammengefchraubt. Sind die Wafferinhalte klein, fo find derartige Anlagen vorteilhaft. Bei größeren Wafferinhalten eignen fich fchmiedeeiferne Behälter beffer. Die ältere, übrigens bewährte (franzöfifche) Konftruktion mit durchhängendem Kugelboden, entfprechend Fig. 9, wurde lange Zeit verdrängt durch die Konftruktion Intze (D.R.P. Nr. 23187 und 24951), welche Zugfpannungen im Auflagerring vermeidet. Fig. 10 ftellt den nach Syftem Intze gebauten Behälter in Düren dar. Die in beiden Figuren eingefchriebenen Maße find Millimeter und geben die außen feitlich befindlichen die Blechftärken an. Neuerdings werden die Behälter vielfach mit Halbkugelböden verfehen (D.R.P Nr. 107890 und 117351) nach Bauart Klönne Fig. 11 und 12. In Fig. 11 ift der zylindrifche Teil der Behälterwand als Träger ausgebildet, der die Gewichte auf das eiferne Standgerüft überträgt; in Fig. 12 (Ausführung über einem gemauerten Wafferturm) befindet fich das Auflager mit dem Halbkugelboden in der denkbar einfachften Verbindung. Eine Anleitung zur Berechnung der nötigen Stärken gibt [9]. Der Einwand, daß in fchmiedeeifernen Refervoiren die Qualität des Waffers Not leide, ift ungerechtfertigt. Hierher gehören auch die amerikanifchen Standröhren mit Wandungen aus Stahlblech; fie werden in Lichtweiten bis zu 10 m auf große Höhen, alfo auch mit großen Wafferinhalten errichtet, in gutem Fundamente und durch feitlich angebrachte Taue verankert bezw. gegen Umfturz gefichert [10].

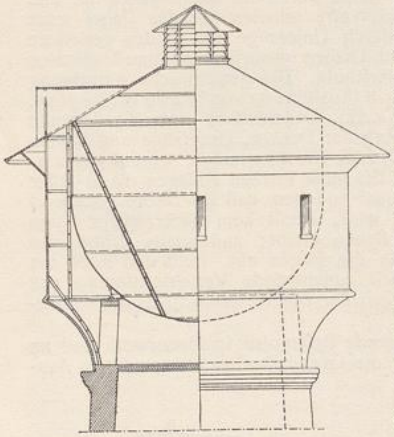


Fig. 12. Wafferbehälter von 100 cbm im Bahnhof Detmold.

Fig. 11. Klönne-Behälter, Zeche „Minifter Stein", Dortmund.

Reichliche Literaturangaben und Zeichnungen ausgeführter gemauerter und eiferner Refervoire finden fich in [5]. Bemerkt fei hier, daß, da weder Mauerwerk noch Beton wafferdicht find, alle gemauerten bezw. Betonrefervoire im Innern mit einem guten Verputz aus Portlandzementmörtel, der nicht unter 2,5—3 cm Stärke haben follte, verfehen werden müffen. Zu beachten ift, daß dort, wo die Umfaffungsmauern fehr porös find, der Verputz häufig Not leidet, weil dann unvermeidlich Schwitzwaffer nach außen dringt und — befonders wenn das Waffer weich und kohlenfäurehaltig ift — den Kalk im Zementmörtel des Verputzes auflöft. Man beobachtet an allen derartigen Wafferbehältern im Laufe der Zeit ein „Weichwerden" des Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

putzes; es ist deshalb größte Vorsicht geboten. Eiserne Reservoire sind mit Oelfarbe zu streichen. Zugänglich gemacht werden die Wasserbehälter entweder durch Steigeisen oder durch Leitern bezw. Treppen.

Die Baukosten der Hochbehälter hängen wesentlich von der Situation derselben, d. h. davon ab, ob bequeme Zufahrten zur Baustelle vorhanden sind oder nicht. In der Regel bezieht man für generelle Voranschläge den Herstellungspreis auf den Kubikmeter aufgespeicherten Wassers; er wird kleiner bei großen Reservoiren und umgekehrt. Sofern in einfachster Weise gebaut wird, insbesondere mit Weglassung der bei solchen Werken höchst überflüssigen sogenannten architektonischen Ausstattung, kann man für große Behälter in Mauerwerk oder Beton (mehr als 1000 cbm) 35—50 ℳ pro Kubikmeter Wasserinhalt rechnen; kleinere kosten ca. 40—60 ℳ, einschließlich aller Installationen u. s. w., ausschließlich Grunderwerb. Die Kosten eiserner Behälter sind an sich nicht sehr groß; die ganze Anlage wird aber verteuert durch die Substruktion (den Wasserturm). Die Preise schwanken zwischen 50 und 200 ℳ, je nach Höhe und sogenannter architektonischer Ausstattung des Unterbaues.

Literatur: [1] Thiem, A., Anlage und Betriebsergebnisse deutscher Wasserwerke, Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1884, Bd. 27, S. 416 ff. — [2] Bechmann, G., Salubrité urbaine, distributions d'eau etc., Paris 1888. — [3] Hastings, C. W., Water-works Statistics, London (alljährlich ersch.). — [4] Baker, M. N., The Manual of American Water-works, New York 1892. — [5] Lueger, O., Die Wasserversorgung der Städte, Darmstadt 1895, S. 734 ff. — [6] Ehmann, v., Die Versorgung der wasserarmen Alb, Stuttgart (o. J.), Blatt V der Tafeln. — [7] Spataro, D., Igiene delle abitazioni, Milano 1894, Bd. 3, 3. Teil. — [8] Gerstner, E., Das Großherzogliche Hofwasserwerk in Karlsruhe, Karlsruhe 1871. — [9] Forchheimer, Ph., Die Berechnung ebener und gekrümmter Behälterböden, Berlin 1894. — [10] Hazlehurst, J. N., Towers and Tanks for Water-Works, New York 1901.

Lueger.

Hochbehälter (für Sammelkörper), sind in Holz, Eisen oder Stein bezw. in Beton (Hennebique [1] u. s. w.) ausgeführte, zur Lagerung von Kohle, Koks, Asche, Sand, Getreide, Zement, Mehl u. dergl. bestimmte (Vorrats-) Bunker. Vgl. a. Haufenlager und Taschen sowie Gasfabrik, Kesselhäuser, Lokomotivbekohlung, Massentransport und [2].

Diese Hochbehälter dienen zur Lokomotiv- oder Wagenbeschickung (Fig. 1), [3] — vgl. a. Haufenlager, Fig. 1 — [4], oder sie werden über den Kesseln in Krafthäusern (Fig. 2) [5] und über den Retorten in Gasanstalten (Fig. 3) [6] wie auch zur Lagerung und bequemen Verteilung für Städte-

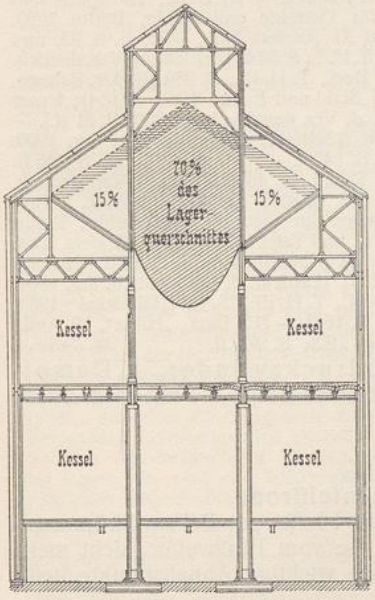


Fig. 2. Kesselhaus mit Berquist Bunkern.

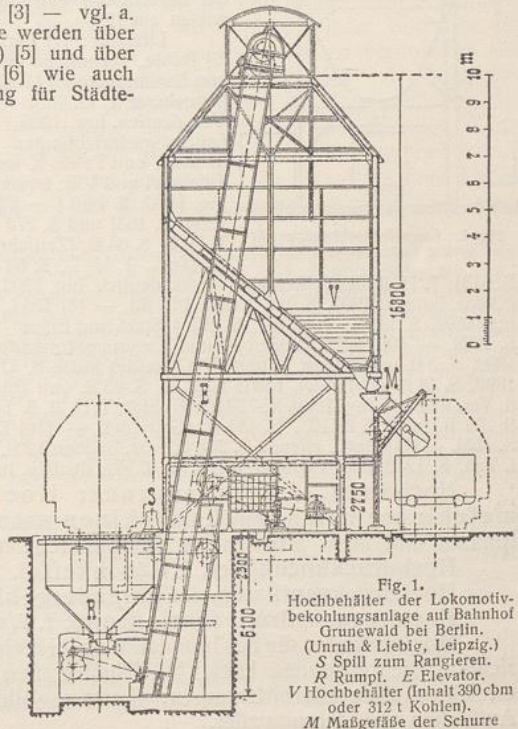


Fig. 1.
Hochbehälter der Lokomotivbekohlungsanlage auf Bahnhof Grunewald bei Berlin. (Unruh & Liebig, Leipzig.)
S Spill zum Rangieren.
R Rumpf. *E* Elevator.
V Hochbehälter (Inhalt 390 cbm oder 312 t Kohlen).
M Maßgefäße der Schurre (0,5 bezw. 1 t).

versorgung u. dergl. (Füllung durch Hochgleise [Fig. 4], Konveyor (s. d.) — Fig. 3 links — u. s. w., s. a. Haufenlager; Verteilung in Straßenhöhe — Fig. 3 und 4 —) [7] angelegt. Vgl. ferner Taschen für Schiffsbeladung u. dergl. [8].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

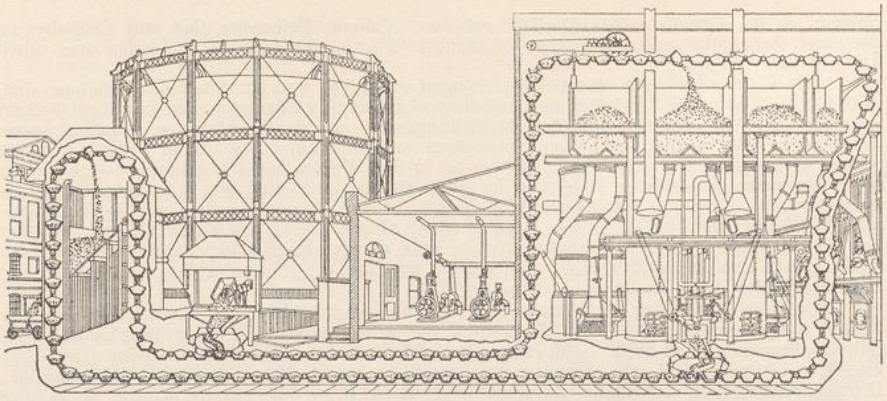


Fig. 3. Gasanftalt in Milwaukee (Hunt-Konveyor).

Hinfichtlich der Form der Hochbehälter feien unterfchieden: 1. Prismen oder Zellen (vgl. a. Silofpeicher [9]), 2. Tafchen (f. d. und Fig. 1 [8]), 3. Zylinder, und zwar a) als große Einzelbehälter [10] oder b) zu mehreren nebeneinander [11], 4. Mulden, z. B. nach Berquift (Fig. 2 und 4). Ein Vergleich der letztgenannten Arten (3 b und 4) ergibt, daß ein Berquift-Hochbehälter mit 314 t Aufnahmefähigkeit rund 27 t Eifenkonftruktion benötigte, während fünf zylindrifche Behälter für den gleichen Zweck, Ort u. f. w. von zufammen 209 t Lagerraum rund 37 t Eifenkonftruktion erforderten; das bedeutet bei einer Erfparnis von etwa 10 t oder 27 % an Material zugleich eine um 105 t größere Lagerfähigkeit bezw. ein Mehr von 50 %. Bezüglich der Berechnung von Hochbehältern für Sammelkörper fei verwiefen auf [12].

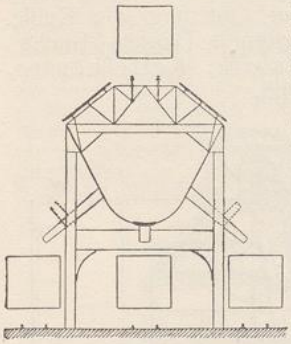


Fig. 4. Berquift-Hochbehälter für großes Faffungsvermögen.

Literatur: [1] Linfe, „Stahl und Eifen" 1903, S. 317 ff. — [2] Buhle, Technifche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern), III. Teil, Berlin 1906, S. 320. — [Abgekürzt T. H. III.]. — [3] Derf., T. H. III, S. 101 [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 783 ff.]. — [4] Derf., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 68 ff., und Tafeln X und XI [Glafers Ann., 1898, II, S. 92, und Tafeln VI und VII]; ferner T. H. I., S. 57 ff. [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 74 ff.]. — [5] Derf., T. H. III., S. 289 [Elektr. Bahnen, 1904, S. 163] und S. 272 [„Stahl und Eifen" 1906, S. 854]; ferner T. H. I., S. 65 ff. [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 81 ff.]. — [6] Derf., T. H. I., S. 80 ff. [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 513]; T. H. II., S. 49 [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1902, S. 1472]. — [7] Derf., T. H. III., S. 286 ff. [Elektr. Bahnen 1904, S. 162 bezw. 143 ff.]. — [8] Derf., T. H. I., S. 46 [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 1358]; T. H. III., S. 272 [„Stahl und Eifen" 1906, S. 855]; „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1239. — [9] Derf., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 3 ff. und Tafeln III und IV (Getreide) fowie S. 47 ff. und Tafel VII (Kohlen) [Glafers Ann. 1899, S. 18 ff. (Getreide), fowie 1898, II, S. 65 ff. und Tafel III (Kohle)]; T. H. I., S. 86 ff. [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 730 ff.] (Kohle); T. H. II, S. 145 ff. [Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, S. 221 ff.] und T. H. III., S. 184 ff. (Getreide). — [10] Derf., T. H. III., S. 93 [„Glückauf" 1905, S. 158]. — [11] Derf., ebend., S. 288 [Elektr. Bahnen 1904, S. 162]. — [12] Derf., „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1270, und Pleißner, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 976 ff. *M. Buhle.*

Hochdruck, f. Blindendruck; Hochdruckzylinder, f. Dampfmafchinen; Hochdruckmafchinen nannte man früher die mit ca. 5 Atmofphären und mehr arbeitenden Dampfmafchinen.

Hochdruckkochkeffel, f. Bäuchkeffel.

Hochdruckventilator, f. Schleudergebläfe.

Hochfrequenzftrom (Teslaftrom), f. Wechfelftrom.

Hochgeftade, die das Inundationsgebiet eines Fluffes parallel zur Strömungsrichtung begrenzenden Ufer, bei Flußterraffen die vom Flußwaffer nicht mehr erreichten alten Uferböfchungen. Letztere bilden wichtige Anhaltspunkte beim Aufluchen von Grundwaffer.

Hochglanzbronzen, f. Bronzefarben.

Hochheimerweiß, f. Kreide.

Hochkante (hohe Kante), die fchmale Seite bei Balken- oder Bauholz, Brettern, Backfteinen u. dergl.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hochkantig heißt der auf die ſchmale Seite geſtellte oder gelegte Gegenſtand.

Hochmoor, zum Unterſchied von Niederungsmoor, diejenige Moorbildung, welche infolge ihrer Entſtehung in mineralarmem Waſſer beinahe ausſchließlich aus organiſchen Stoffen zuſammengeſetzt iſt und nur ſehr geringen Gehalt an Mineralſubſtanz aufweiſt. Dasſelbe liefert beim Abbau meiſt gute Ausbeute an Brenn- und Streumaterial (Torfſtreu) und wird auch landwirtſchaftlich mit gutem Erfolge ausgenutzt; ſ. Moorkultur. *Drach.*

Hochofen (Hochofengebläſe, -ſchlacken u. ſ. w.), ſ. Roheiſen.

Hochofenaufzug, ſ. Gichtaufzug und Schrägaufzug.

Hochofenſchlackenpflaſter, ſ. Straßenbau.

Hochrelief, ſ. Haut-relief.

Hochſchrotung, ein Schrotungsprozeß der Hochmüllerei, bei dem das Getreide nur wenig angegriffen wird. Produkt Hochſchrot; vgl. Mehlfabrikation.

Hochſpannungsleitungen, ſ. Leitungen, elektriſche.

Hochſprungmaſchine, ſ. Weberei.

Hochſtraßen folgen dem Zuge der Waſſerſcheiden oder ziehen ſich in ihrer Nähe hin. Sie kommen nur für das Flachland oder für flaches Hügelland in Frage und ſind in ihrer Anlage und Unterhaltung billiger als die Talſtraßen (ſ. d.). S. a. Straßenbau und Trace, Tracierung. *L. v. Willmann.*

Hochſtrates Verfahren der Luftſeparation, ſ. Windſeparation.

Hochtenne, ſ. Scheunen.

Hochwaſſer, das Anſchwellen eines Fluſſes zu außergewöhnlicher Höhe bezw. zu abnormal großer Waſſermenge. Urſache des Anſchwellens ſind ſtarke, insbeſondere lange dauernde Regenfälle oder Schneeſchmelzen in Verbindung mit Regenfällen oder beſondere Ereigniſſe, wie Bruch von Mauern und Dämmen an Stauweihern, Teichen u. ſ. w. Regelmäßig im Frühjahr oder Sommer (in den Alpen) eintretende Schneeſchmelzen und Gletſcherſchmelzen veranlaſſen die jährlich zu beſtimmten Zeiten wiederkehrenden Hochwaſſer der Gebirgsflüſſe in unſerm Klima. Auch in andern Klimaten treten die Regenfälle zu beſtimmten Zeiten mit beſtimmter Dauer und damit auch die Hochwaſſer regelmäßig auf; im gemäßigten Klima aber iſt — abgeſehen von den erwähnten Frühjahrs- und Sommerhochwaſſern — der Zeitpunkt für das Eintreten ſtarker und anhaltender Regenfälle und damit der Hochwaſſer meiſtens nicht vorauszuſehen.

Die durch Pegelmeſſungen feſtzuſtellende Erhebung des Waſſerſpiegels an irgend einer Stelle des Flußlaufes nennt man den Waſſerſtand, aus welchem ſich ſodann dort, wo regelmäßige Beobachtungen und Meſſungen vorgenommen werden, die Waſſermenge ohne weiteres aus Tabellen u. ſ. w. annähernd feſtſtellen läßt. Wo dies nicht der Fall iſt, muß die Hochwaſſermenge aus den Verhältniſſen des Einzugsgebietes geſchätzt werden. Man unterſcheidet gewöhnliche Hochwaſſer, welche faſt alljährlich mehr oder minder regelmäßig eintreten, und außergewöhnliche, größte oder Kataſtrophenhochwaſſer, die ſelten vorkommen (vgl. Waſſerſtände). Beim Steigen des Hochwaſſers iſt das Spiegelgefälle und ſomit auch die Waſſermenge etwas größer, beim Fallen etwas kleiner als bei gleichem Waſſerſtande des Beharrungszuſtandes. Vom Quellengebiete bis zum Unterlaufe erſcheint das Hochwaſſer im Verhältnis zum Nieder- oder Mittelwaſſer nach und nach kleiner. Der Scheitel der Hochwaſſerwelle (die Kulmination des Hochwaſſers) ſchreitet gewöhnlich langſamer abwärts als die ſonſtige Strömung und wird zugleich niedriger.

Die Beſtimmung der Hochwaſſermengen, welche durch beliebige Stellen eines Flußlaufes gehen, aus dem Einzugsgebiete und den Verhältniſſen in demſelben durch Rechnung iſt mit ſehr großen Schwierigkeiten verknüpft. Der einfachſte Fall iſt jener, bei welchem ein Waſſerlauf das von beidſeitigen Hängen herkommende Waſſer aufnimmt und weiterführt. Beginnt der Regen, ſo wird eine beſtimmte Zeit vergehen, bis die an den Waſſerſcheiden der Hänge gefallenen Regentropfen in den Waſſerlauf gelangen; erſt wenn dies geſchehen iſt, bildet ſich im letzteren die eigentliche Anſchwellung. Sie geht vom höchſten Punkte des Waſſerlaufes aus und erſt dann, wenn ein am höchſten Punkte vorhandener Waſſertropfen durch eine tiefer gelegene Flußſtelle durchgeht, geht auch die größte Flutwelle an der gedachten Stelle durch. Es muß alſo zuerſt der maximale Seitenzufluß eingetreten ſein, ehe ſich die höchſte Flut von oben nach unten entwickeln kann.

Liegt die Stelle *M* (Fig. 1), an welcher die Hochflut beſtimmt werden ſoll, ſo, daß die Zeit, welche vergeht, bis der am oberſten Ende in der Entfernung *L* von *M* gefallene Waſſertropfen durch *M* abzieht, größer iſt, als die Zeit, welche für den Beharrungszuſtand in der von den breiteſten Hängen gelieferten maximalen Flut erforderlich wird, ſo kann man die nachfolgenden Betrachtungen für das Anſchwellen und Abſchwellen der eigentlichen Hochflut gelten laſſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

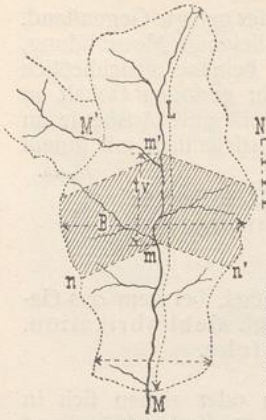


Fig. 1.

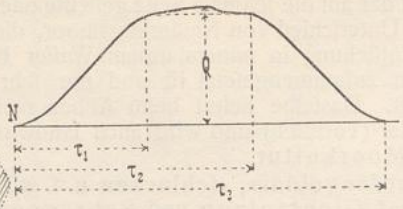


Fig. 2.

Es ſei angenommen, daß der das Hochwaſſer erzeugende Regen von der Zeitdauer t auf dem ganzen, zu einem betrachteten Flußquerſchnitte M gehörenden Einzugsgebiete A niederfalle. Nur bei einem ſehr großen Werte von A, wie z. B. für eine Stelle im Unterlaufe eines Stromes, müßte hierfür anſtatt des Sammelgebietes nur das zur gleichen Zeit mögliche größte Regengebiet geſetzt werden. L (vgl. Fig. 1) ſei die Länge des Abflußweges für den von M entfernteſten Regentropfen und v die zugehörige mittlere Abflußgeſchwindigkeit; q = mittlere pro Sekunde auf die Flächeneinheit fallende Regenmenge; ψ = Abflußkoeffizient, kleiner als 1, gebe jenen Teil des Niederſchlages an, welcher wirklich zum Abfluß gelangt.

I. Fall. Langer Regen, Landregen, nämlich $t > \frac{L}{v}$; derſelbe iſt bei großem A maßgebend. Dann iſt die größte ſekundliche Abflußmenge bezw. Hochwaſſermenge Q in M: $Q = \psi q A$. Der Verlauf des Hochwaſſers iſt durch die Abflußkurve (Fig. 2) veranſchaulicht. Vom Beginn des Regens gerechnet, kommt der größte Abfluß Q nach der Zeit, der Sammlungsdauer, $\tau_1 = \frac{L}{v}$ zum Vorſchein und dauert bis $\tau_2 = t$; die ganze Entwäſſerungsdauer iſt: $\tau_3 = t + \frac{L}{v}$.

II. Fall. Verhältnismäßig kurzer, heftiger Regen, Schlagregen, Platzregen, $t \leqq \frac{L}{v}$, iſt insbeſondere bei kleineren und mittleren Werten von A in Rechnung zu ziehen. Das größte Hochwaſſer Q ergibt ſich hierbei aus einer größten Abflußfigur, welches in dem Sammelgebiete (Fig. 1) durch Schraffierung hervorgehoben iſt. Von den Punkten der ſchrägen Linien, wie mn und mn', komme der Abfluß zur gleichen Zeit wie von m in M an. Die Abflußfigur hat die Länge $mm' = t \cdot v$; die Breite B = der größten mittleren Breite des zugehörigen Niederſchlagsgebietes. Es iſt dann: $Q = \psi q B t v$.

Ferner erſcheint hier mit Bezug auf die Fig. 2:

$$\tau_1 = t + \frac{B'}{2v}; \; \tau_2 = \frac{L}{v}; \; \tau_3 \text{ wie früher} = t + \frac{L}{v}.$$

III. Fall. Es ſei ein ausgeſprochenes Seitental vorhanden, von deſſen Einmündungspunkt M' bis M die Abflußentfernung E betrage. Für dasſelbe ſowie für noch weitere Seitentäler wird man gleichwie für das Haupttal je eine ſelbſtändige Fig. 2 konſtruieren. Dieſe ſtelle man ſo untereinander, daß jeder Anfangspunkt N' um das zugehörige $\frac{E}{v}$ rechts von N zu liegen komme. Dann ergibt ſich durch Summierung der in der nämlichen Vertikalen liegenden Ordinaten die totale Abflußkurve.

Größte Hochwaſſer (Kataſtrophenhochwaſſer) entſtehen in der Regel, wenn der Boden bereits durch vorhergegangene Niederſchläge mehr oder minder geſättigt iſt, ſo daß für den darauffolgenden verhängnisvollen Regen der Wert ψ bis auf etwa 0,8 anwächſt. Dem größeren t entſpricht gewöhnlich ein kleineres q. Aus beobachteten Hochwaſſern [1]—[12] verſuchte man auch diesbezügliche empiriſche Formeln abzuleiten, welche indeſſen nur mehr oder minder angenäherte Reſultate liefern.

Nach Iszkowski [12] iſt die größte Hochwaſſermenge in Kubikmetern pro Sekunde: $Q_{max} = c\, m\, h\, A$. Der Wert A hier ſowie im nachfolgenden in Quadratkilometern. Es iſt c für ein Gebiet im Tieflande, das ſehr durchläſſig bis mittel erſcheint, 0,02—0,03, und nimmt zu, bis es fürs Hochgebirge, und zwar wenn ſehr durchläſſig, weniger oder mehr ſteil, auf 0,06—0,08, und wenn ſehr undurchläſſig auf 0,6—0,8 anſteigt. Der Koeffizient m iſt für wachſende A ſtetig abnehmend, und zwar m = 9,5, 7,4, 4,7, 3,1, 2,6 für bezw. A = 10, 100, 1000, 5000, 50 000 qkm. Dann h = mittlere jährliche Niederſchlagshöhe in m.

Nach Lauterburg iſt $Q_{max} = c' A \left(\frac{114}{115 + 0{,}05\, A} + 0{,}007 \right)$, wobei für Niederung und Hügelland, wenn ſehr durchläſſig bis undurchläſſig und wenig bis mittel ſteil, $c' = 0{,}7$—$2{,}2$, dann zunehmend und ſchließlich für die Alpenregion, desgleichen bis ſehr ſteil, $c' = 1{,}7$—$2{,}6$.

Direkte Werte gibt die Größthochwaſſertabelle von Paſcher [13]. Denſelben entſpricht auch gut die von Kresnik aufgeſtellte einfache Formel: $Q'_{max} = \alpha A \frac{32}{0{,}5 + \sqrt{A}}$, worin α in der Regel = 1 iſt und nur bei beſonders abflußvermindernden Verhältniſſen kleiner wird und bis etwa 0,6 herabſinkt. Für Einzugsgebiete kleiner als 1 qkm iſt hier für $\sqrt{A}$ wenigſtens 1 einzuſetzen.

In welchen Fällen der Ingenieurpraxis die größten Hochwaſſer zu berückſichtigen ſind, iſt im allgemeinen leicht zu entſcheiden: überall dort, wo die Nichtberückſichtigung zu nicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wieder gutzumachenden Schädigungen führen würde. Wo dagegen die Koften, welche bei Berückfichtigung der größten Hochwaffer entftehen, in der zwifchen zwei Kataftrophen liegenden Periode einen größeren Aufwand an Zinfen erfordern als der reichliche Schadenerfatz bei Ueberfchwemmungen, ift es nicht rationell, bei Ingenieurbauten die Maxima in Rechnung zu nehmen.

Die **gewöhnlichen Hochwaffer** führen nur etwa die Hälfte bis ein Viertel der aus den Formeln für Q_{max} refultierenden Waffermengen. Im durchläffigen hügeligen Gelände pflegt man folgende Annahmen für den fekundlichen Hochwafferabfluß Q von 1 qkm zu machen, wenn A das Einzugsgebiet in Quadratkilometer bedeutet:

$A < 1$, $Q = 5$ —3 cbm/sec	$A = 100$—300, $Q = 0{,}6$—$0{,}5$ cbm/sec
$A = 1$ —10, $Q = 3$ —1,5 „	$A = 300$—600, $Q = 0{,}5$—$0{,}4$ „
$A = 10$—40, $Q = 1{,}5$—1,0 „	$A > 600$, $Q = 0{,}4$ „
$A = 40$—100, $Q = 1{,}0$—0,6 „	

Zwifchenwerte find durch Interpolation zu finden.

Indem wir noch auf die in Bd. 3, S. 164, mitgeteilte Formel der bayrifchen Generaldirektion der Staatseifenbahnen für gewöhnliche Hochwaffer verweifen, fei bemerkt, daß alle bisher mitgeteilten empirifchen Annahmen keine Rückficht auf die Dauer des Regens, der das Hochwaffer veranlaßt, nehmen, alfo das wichtigfte Moment unbeachtet laffen. Klunzinger hat diefem Uebelftande durch die empirifche Formel:

$$Q = 0{,}006 \cdot T\, h_s \left(\frac{3\,t}{T} - \frac{t^3}{T^3} \right)$$

abzuhelfen gefucht; es ift darin mit t die Dauer des Regenfalles, mit h_s die größte Regenabflußhöhe in Millimetern in 24 Stunden, mit $T = \frac{L}{v}$ (vgl. Fig. 1) die größte Abflußdauer bezeichnet.

Alle diefe Angaben können auf abfolute Zuverläffigkeit keinen Anfpruch machen; man wird auch nie in die Lage kommen, die Hochwaffermengen zutreffend zu beftimmen, denn felbft dann, wenn alle vorhandenen Beobachtungen über Niederfchlagshöhen u. f. w. in unanfechtbaren Formeln dazu verwendet würden, fo ift doch niemand imftande, vorherzufagen, ob nicht fpäter noch größere und länger dauernde Niederfchläge als die beobachteten eintreten, wodurch neue Grundlagen entftehen, mit denen man früher nicht rechnen konnte.

Zu beachten ift ferner, daß alle angegebenen Werte unzutreffend werden, wenn die Hochwaffer fich oberhalb der Stelle M (Fig. 1) in einen See ergießen oder durch Stauweiher teilweife zurückgehalten werden u. f. w. Endlich ift auch dann, wenn Hochwaffer und Eisgang zufammentreffen, der Vorgang fchwer durch Rechnung bezw. empirifche Formeln zu verfolgen. — Die Verfuche, der Entftehung von Hochwaffern und dem Fortfchreiten der Flutwellen theoretifch beizukommen, find zahlreich; wir verweifen auf [18] und [19], S. 381, wo fich weitere Literaturangaben finden. Zu unanfechtbaren Refultaten haben fie nicht geführt.

Die **Hochwaffervorausfage** (Hochwafferprognofe) entwickelt fich immer mehr zu einem wichtigen Dienft der hydrographifchen Aemter. Zweck derfelben ift die rechtzeitige Warnung vor gefährlichen Hochwaffern; für Schiffahrtszwecke werden auch andre Waffer ftände vorausgefagt [14], [16], [17]. Es gibt diesbezüglich drei Fälle, indem als Beobachtungsgrundlage für die Vorausfage dienen: 1. Nur Wetternachrichten. Dies paßt bei einem Orte, der fich im oberften Teile eines Flußgebietes befindet, fo daß zwifchen dem Niederfchlag und dem daraus folgenden Hochwaffer ein zu kleiner Zeitunterfchied verbleibt. Eine folche Vorausfage ift aber wenig genau. 2. Ombrometrifche Nachrichten aus dem genügend oberhalb des betreffenden Ortes befindlichen Einzugsgebiete. 3. Die Waffer ftände, beffer noch die fekundlichen Waffermengen der fchon bedeutenderen gefchloffenen Gerinne an den einflußnehmenden, hinreichend oberhalb gelegenen Pegelftationen. — Der Zufammenhang zwifchen den verfchiedenen Regenhöhen und dem zu berückfichtigenden Sättigungsgrade des Bodens in den Fällen 1 und 2 fowie zwifchen den oberen Waffer ftänden und -mengen im Falle 3 einerfeits und dem daraus vorherzufagenden unteren Waffer ftande anderfeits muß durch mehrjährige Beobachtungen ermittelt werden. — Intereffante diesbezügliche Studien der Verhältniffe im deutfchen Rheingebiete liefern [20] und [21].

Literatur: [1] Ergebniffe der Waffer ftandsbeobachtungen an den Flüffen Böhmens, Prag, alljährlich. — [2] Der Rheinftrom und feine wichtigften Zuflüffe, Berlin 1889. — [3] Deutfche Bauztg. 1888, S. 266. — [4] Beiträge zur Hydrographie des Großh. Baden, Karlsruhe, periodifch. — [5] Franzius, Der Waffer bau, Leipzig 1892, 1. Abt., 1. Hälfte. — [6] Weber v. Ebenhof, Die Etfch-Regulierung in Tirol und Italien, Wien 1892; auch Zeitfchr. d. öfterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1892. — [7] Wochenfchr. d. öfterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1891, Karlsbader-Hochwaffer. — [8] Jahrbuch des k. k. hydrographifchen Zentralbureaus, Wien, Jahrg. 1893 u. 1894. — [9] Zeitfchr. d. öfterr. Ingen.- u. Arch.-Vereins 1891, Moldau, S. 161. — [10] Desgl. 1893, Wienfluß, S. 281. — [11] Desgl. 1895, Donau bei Wien, S. 353. — [12] Desgl. 1886, S. 69 u. S. 10. — [13] Desgl. 1892, S. 322. — [14] Desgl. 1894, S. 87 u. 105. — [15] Desgl. 1896, S. 33. — [16] Zeitfchr. f. Bauwefen 1887, S. 599; 1894, S. 85 u. 283. — [17] Annales des ponts et chaussées 1896, Taf. 33. — [18] Lueger, O., Ueber Entftehung und Verlauf der Hochfluten, Zeitfchr. d. öfterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1885, S. 77 ff. — [19] Encyklopädie der mathem. Wiffenfchaften, Bd. 4, S. 20, Hydraulik von Ph. Forchheimer, Leipzig 1906. — [20] Honfell, M., Die Hochwafferkataftrophen am Rhein im November und Dezember 1882, Zentralblatt d. Bauverw. 1883, S. 39. — [21] v. Tein, M., Ergebniffe der Unterfuchungen der Hochwafferverhältniffe im deutfchen Rheingebiet vom Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie in Baden, Bd. 3, Berlin 1897. *Lueger.*

Hochwafferabfchlüffe, f. Kanalifation der Privatgrundftücke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hochwaſſerkanal, künſtlich hergeſtellter, nach den größten Hochwaſſern dimenſionierter Kanal zur Verhütung von Ueberſchwemmungen oder unzuläſſigen (gefährlichen) Waſſeranſtauungen.

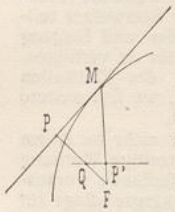
Bei Sammelteichen werden z. B. vielfach oberhalb der Stauwerke ſeitliche Hochwaſſerüberfälle nach einem beſonderen Hochwaſſerkanal eingerichtet mit großen Ueberfallbreiten, die auch beim ſtärkſten Zufluſſe das Waſſer unter einer vorausbeſtimmten Stauhöhe halten, ſo an der Talſperre des Furens bei St. Etienne u. a. An Flüſſen, deren Waſſer von der Induſtrie und der Landwirtſchaft ſehr ſtark benutzt wird und deren Regulierung dadurch erſchwert iſt, werden ebenfalls derartige Flutkanäle mit entſprechend breitem Einlaufe gebaut; ein großartiges Beiſpiel hierfür iſt der ſogenannte Leopoldskanal zur Aufnahme der Hochwaſſer von Dreiſam und Elz im Kreiſe Freiburg in Baden.

Hockſcher Motor, ſ. Kleindampfmaſchinen.

Hodograph von Hamilton. Der Hodograph iſt eine Kurve zur überſichtlichen Darſtellung der Geſchwindigkeits- und Beſchleunigungsverhältniſſe eines bewegten Punktes.

Trägt man von einem feſten Zentrum O aus die Geſchwindigkeiten des bewegten Punktes nach Größe und Richtung auf, ſo bilden die Richtungen derſelben einen Kegel und die Endpunkte eine auf dem Kegel liegende Kurve, den Hodograph der Geſchwindigkeiten. Werden in gleicher Weiſe die Beſchleunigungen aufgetragen, ſo entſteht der Hodograph der Beſchleunigungen.

Die Erzeugenden des zum Hodographen der Beſchleunigungen gehörigen Kegels ſind parallel den Tangenten des Hodographen der Geſchwindigkeiten. Die Schmiegungsebenen der Bahn ſind parallel den Tangentialebenen des Hodographen der Geſchwindigkeiten. Für eine ebene Bewegung iſt der Hodograph eine ebene Kurve. Für die Newtonſche Zentralbewegung iſt der Hodograph der Geſchwindigkeiten ein Kreis. Iſt M der bewegliche Punkt, deſſen Beſchleunigung fortwährend durch einen feſten Punkt F geht (ſ. die Figur), FP das Perpendikel p, das vom Zentrum F auf die Tangente der Bahn gefällt werden kann, ſo gilt für jede Zentralbewegung der Satz, daß die Bahn von M eine ebene Kurve und das Moment der Geſchwindigkeit v in bezug auf das Zentrum F konſtant iſt, $vp = C$. Beſchreibt man daher um F mit $\sqrt{C}$ als Radius einen Kreis und ſucht in bezug auf ihn den Pol Q der Tangente in M, ſo wird $FP \cdot FQ = C$ und es ſtellt FQ die Geſchwindigkeit v von M nach Größe dar, aber von einer Richtung, die mit der Richtung von v einen rechten Winkel bildet. Während die Tangente PM über die Bahn von M läuft, beſchreibt daher Q den Hodographen, um 90° gedreht. Beide Kurven ſind in bezug auf den Kreis Polarkurven zueinander. Die Tangente des Hodographen hat für die richtige Lage dieſes die Richtung der Beſchleunigung; hier ſteht ſie alſo ſenkrecht auf der Beſchleunigung, und da dieſe die Richtung MF hat, ſo iſt die Tangente des Hodographen in Q das Perpendikel QP', das von Q auf MF gefällt werden kann. Setzt man $FM = r$, $FQ = r'$, $FP' = p'$, ſo beſteht wegen der antiparallelen Lage der Tangenten der Kurven M und Q gegen FM und FP die Gleichung $pr' = p'r$. Die Tangente QP' des Hodographen ſteht ſenkrecht auf FM und bildet daher mit der folgenden Tangente desſelben den unendlich kleinen Winkel $d\vartheta$, den FM mit dem folgenden Radiusvektor bildet. Es iſt alſo $d\vartheta$ der Kontingenzwinkel des Hodographen, und wenn ds' deſſen Bogenelement bezeichnet, ſo beſteht für den Krümmungshalbmeſſer ϱ' des Hodographen die Gleichung $\varrho' d\vartheta = ds'$. Es iſt aber ds' gleich der Elementarbeſchleunigung $\varphi\, dt$, daher wird $\varphi\, dt = ds' = \varrho' d\vartheta$ und weiter liefert das unendlich kleine Dreieck zwiſchen FM, dem folgenden Radiusvektor und dem Bogenelemente der Kurve M die Gleichung $\frac{1}{2} r \cdot r d\vartheta = pv dt$, d. h. $\frac{r^2 d\vartheta}{dt} = pv = C$, und hiermit erhält man $\varphi = \frac{C}{r^2}\varrho' = \frac{pv}{r^2}\varrho'$, woraus der Krümmungshalbmeſſer ϱ' des Hodographen folgt $\varrho' = \frac{\varphi r^2}{C}$. Dieſer iſt alſo konſtant, der Hodograph demzufolge ein Kreis. Je nachdem der Punkt F innerhalb des Kreiſes auf demſelben oder außerhalb gelegen iſt, hat man den Fall der elliptiſchen, paraboliſchen oder hyperboliſchen Planetenbewegung.



Literatur: [1] Hamilton, W. R., Elements of quaternions, London 1866, S. 718. — [2] Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Leipzig 1879, Bd. 1, S. 192 und 386. *(Schell) Finſterwalder.*

Hodograph und Hodometer (in der Geodäſie) dienen zur Meſſung von Wegelängen durch Zählen bezw. Regiſtrieren der Umdrehung von Rädern mit bekanntem Umfang durch Zähl- bezw. Regiſtrierapparate. Die Umdrehung von Rädern iſt ſchon im Altertum (Vitruv) und bei den erſten Gradmeſſungsverſuchen (Fernel, ſ. Erde) zur Entfernungsbeſtimmung benutzt worden. Praktiſch wird zurzeit dieſe Methode im allgemeinen nicht angewendet, nur für ſpezielle geodätiſche Zwecke findet das Prinzip Verwendung beim Meßrad (ſ. d.) und neuerdings bei automatiſchen Meßinſtrumenten (Ferguſon, Automatic surveying instruments); ſ. Routenaufnahmen; vgl. a. Schrittzähler (Pedometer, Paſſometer). *Reinhertz.*

Höfe und Ringe um Sonne und Mond entſtehen, die erſteren durch Beugung des Lichtes in Waſſerwolken, die letzteren durch Brechung des Lichtes in Eiswolken (obere Wolken, Cirren).

Die Höfe umgeben Sonne und Mond als lichte Vollkreiſe, während die einen größeren Durchmeſſer beſitzenden Ringe als leuchtende Ringe auftreten, die auf ihrer inneren Seite durch auffallendes Dunkel abgegrenzt ſind; ſie zeigen häufiger Spektralfarben als die meiſt einfarbig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auftretenden Höfe. Zuweilen erscheinen neben dem mit der Sonne oder dem Mond konzentrischen Ring noch weitere Ringe oder Teile solcher, deren Schnittstellen besonders leuchtend hervortreten und Nebensonnen und Nebenmonde genannt werden. — Die Ringe um Sonne und Mond sind häufig Vorboten schlechten Wetters, insofern als großen Depressionen (s. Maxima und Minima, barometrische) ausgedehnte Cirrostratusschleier meilenweit vorauszuziehen pflegen und die herannahende Depression lange anzeigen, ehe das Barometer zu fallen beginnt. *Großmann.*

Höhe. Unter der „Höhe" eines Punktes versteht man allgemein seinen in der Lotlinie gemessenen Abstand von der mathematischen Erdoberfläche, die man sich durch den Meeresspiegel (Meeresniveau, Meereshorizont) dargestellt denkt. Dabei wird zunächst abgesehen von der Unterscheidung, ob derselbe betrachtet wird als eine Niveaufläche (d. h. Geoid, Sphäroid) oder als eine mathematische Figur (Ellipsoid, Kugel, Ebene), s. Erde, Bd. 3, S. 480 f.

In diesem Sinne nennt man die Abstände über dem in Ruhe gedachten und unter dem Festland verlängerten Meeresspiegel **„Meeres-"** oder **„Seehöhen"** und die Abstände unter dem Meeresspiegel: „Tiefen" oder die ersteren „positive", die letzteren „negative" Höhen. Wird, was besonders bei Höhenangaben für technische Zwecke vorkommen kann, eine zur Meeresfläche parallele, für den betreffenden Fall geeignete Fläche (Nullfläche, Horizont) eingeführt, so nennt man die auf eine solche Fläche bezogenen Höhen zur Unterscheidung von den als „absolute Höhen" bezeichneten Meereshöhen „relative Höhen". Für die Angabe „absoluter" Höhen ist demnach erforderlich, daß die Lage des in Ruhe gedachten Meeresspiegels an irgend einem Küstenpunkt ermittelt ist (s. Meeresfläche), während für die Angabe relativer Höhen erforderlich ist, daß irgend einem in der Natur vorhandenen, unzweideutig bestimmten Punkte eine bestimmte Höhe beigelegt wird. In diesem letzteren Fall ist dann als Ausgangsfläche (Nullfläche, Horizont) diejenige dem Meeresspiegel parallele Fläche bestimmt, welche in dem durch die Höhenzahl ausgedrückten Abstande unter (eventuell über) dem Punkte die Lotlinie desselben rechtwinklig schneidet.

Da durch ozeanische Störungen des Meeresspiegels (s. Meeresfläche) und aus andern Gründen bei der Vergleichung von Höhenangaben, welche auf verschiedene Küstenpunkte bezogen sind, Abweichungen entstehen, hat man in Preußen, um diese Unsicherheit in den Höhenangaben zu beseitigen, an Stelle der durch Pegelpunkte, wie Amsterdam, Swinemünde u. s. w., bestimmten Flächen eine **„Normalnullfläche"** (einen Landeshorizont) eingeführt. Diese Fläche fällt im allgemeinen mit dem mittleren Niveau der norddeutschen Meere zusammen und ist dadurch bestimmt, daß an einem Pfeiler des Passageninstrumentes der Sternwarte in Berlin ein kleiner lotrechter Maßstab angebracht wurde, dessen Mittelstrich die Höhe von 37 m hat. Das heißt: die Normalnullfläche (mit dem Zeichen N. N.) ist diejenige Niveaufläche, welche 37 m unter dem erwähnten Maßstabstrich die Lotlinie desselben schneidet. Der so bezeichnete Punkt ist der Normalhöhenpunkt für das Königreich Preußen [1], auf den sämtliche amtliche Höhenangaben zu beziehen sind und welcher auch in den meisten deutschen Staaten Verwendung findet. Aus der Anordnung dieser Normalfläche, welche bis auf einen geringen Unterschied mit dem mittleren Niveau des Meeresspiegels der Ost- und Nordsee übereinstimmt, und der obengegebenen Definition folgt, daß die auf N. N. bezogenen „relativen" Höhen gleichzeitig „Meeres-" oder „absolute Höhen" sind. — Das gleiche gilt im allgemeinen für die auf Pegelpunkte bezogenen Horizonte der übrigen Staaten. (Ueber die Bestimmung einer europäischen Normalfläche s. Meeresfläche.)

In sämtlichen europäischen Staaten besteht ein über das ganze Staatsgebiet ausgedehntes, mehr oder weniger enges System (Höhennetz) von Höhenfestpunkten als „Höhenbolzen", „Höhenmarken" u. s. w. (s. Nivellieren), deren Höhen über dem betreffenden Horizont sorgfältig bestimmt wurden, wodurch die für technische Höhenmessungen erforderlichen Grundlagen gegeben sind.

Den Unterschied der in den Lotlinien gemessenen Abstände über der Ausgangsfläche, also der Höhen, für zwei Punkte, h_1 und h_2, nennt man den Höhenunterschied $h_2 - h_1 = \Delta h$. Aus dieser Beziehung folgt $h_2 = h_1 + \Delta h$, d. h. die Höhe irgend eines Punktes h_2 kann bestimmt werden, sobald die Höhe irgend eines andern Punktes h_1 bekannt ist und der Höhenunterschied Δh in irgend einer Weise gemessen wird. Die Bestimmung dieser Höhenunterschiede ist die Aufgabe der Höhenmessung (s. d.).

Die zur dauernden Erhaltung durch die Landespräzisionsnivellierung (s. Nivellieren) gewonnenen Festpunkte, die sogenannten **Höhenmarken**, werden in besonders festen Mauerwerken, vornehmlich an öffentlichen Gebäuden (Kirchen u. s. w.), oder an sonst geeigneten Stellen angebracht. Sie bestehen in der Regel aus starken, in das Mauerwerk eingelassenen eisernen Bolzen, deren runder, aus der Mauerfläche hervortretender Kopf in der Art den Höhenpunkt bezeichnet, daß die Tangente an dem höchsten Punkt desselben den Festpunkt bestimmt. Die Höhenzahl ist in der Regel auf der Marke selbst oder auf einer daneben befestigten eisernen Platte angegeben. Vgl. a. Bolzensteine. Ueber die Anordnung der verschiedenen Höhenmarken, welche in den der internationalen Erdmessung angehörenden Staaten Verwendung finden, s. Verhandlungen der internationalen Erdmessung der in Genf abgehaltenen Konferenz, Berlin 1894, Beilage A II, S. 115.

Da nach der eingangs gegebenen Definition der ideellen Meeresniveaufläche die Höhe „Null" beigelegt ist, so folgt aus der Nichtparallelität benachbarter Niveauflächen (vgl. Erde, Bd. 3, S. 480 f.), daß die Punkte irgend einer andern Niveaufläche nicht gleiche „Höhe" haben können, d. h. es besteht ein in der Aenderung der Schwereintensität begründeter Unterschied zwischen Niveaudifferenz und Höhendifferenz. Wegen der Geringfügigkeit der Schwereänderung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei kurzen Abſtänden kann derſelbe bei Höhenangaben für techniſche Zwecke ſtets außer Betracht bleiben und Höhenunterſchied, Niveauabſtand und -differenz, Höhen- und Niveaulinie u. ſ. w. kurzweg als gleichbedeutend betrachtet werden. Wenn aber Höhenangaben über große Gebiete, beſonders ganze Länder und Erdteile ausgedehnt werden wie bei den Feinnivellierungen, ſo ſind dynamiſche Höhen und orthometriſche Höhen zu unterſcheiden ſowie die in theoretiſcher Hinſicht beſtehenden Abweichungen zwiſchen den Ergebniſſen der Nivellierung und der trigonometriſchen Höhenmeſſung zu beachten (vgl. Erde, Bd. 3, S. 480 f.).

Dynamiſche Höhen nennt man nach Lallemand [2] Arbeitshöhen nach Vogler [3], den Quotienten $\frac{\Delta W}{G}$, aus der Niveaudifferenz ΔW und der normalen Schwere am Meeresſpiegel bei 45° geographiſcher Breite G, welchen Helmert [4] zur bequemen Vergleichung mit den gemeſſenen Höhenunterſchieden empfiehlt.

Orthometriſche Höhe nennt man bei der die wahre Geſtalt der Niveauflächen berückſichtigenden Präziſionsnivellierung (ſ. Nivellieren) in Uebereinſtimmung mit dem gewöhnlichen Sprachgebrauch den wahren, durch ſeine Lotlinie beſtimmten Abſtand eines Punktes vom angenommenen Normalniveau (ſ. Meeresfläche). Zur Erlangung dieſer orthometriſchen Höhen iſt wegen der Nichtparallelität der Niveauflächen (ſ. Erde) dem unmittelbaren Nivellementsergebnis, den gemeinen Höhen, eine Verbeſſerung, die ſogenannte orthometriſche Reduktion, beizulegen, welche eine Funktion der Schwereänderung längs des Nivellementsweges iſt. Dabei ſind zu unterſcheiden die durch die Abplattung der Erde, die Höhenlage, die Oberflächenform und Zuſammenſetzung bedingten Reduktionen. In der Regel wird nur die ſogenannte normale (auch ſphäroidiſche), aus der allgemeinen Erdgeſtalt bezw. der Höhenlage ſich ergebende Reduktion in Rechnung geſtellt, da die wahre Reduktion nur durch zahlreiche Schweremeſſungen (ſ. d.) längs des Nivellierweges ermittelt werden kann. Bei allen techniſchen Nivellierungen kann ohne weiteres das Nivellementsergebnis, die gemeine Höhe, als wahre Höhe aufgefaßt werden.

Literatur: [1] Der Normalhöhenpunkt für das Königreich Preußen an der königlichen Sternwarte in Berlin, feſtgelegt von der trigonometriſchen Abteilung der Landesaufnahme, Berlin 1879. — Die weitere Literatur iſt bei Nivellieren und Höhenmeſſungen angegeben. — [2] Verhandl. der internationalen Erdmeſſung (8. Konf.), 1887, S. 134. — [3] Vogler, Praktiſche Geometrie, Braunſchweig 1885, S. 11. — [4] Helmert, Aſtronom. Nachrichten 1873; Derſ., Höhere Geodäſie, Leipzig 1884, Bd. 2, S. 504. — [5] Helmert, Die mathematiſchen und phyſikaliſchen Theorien der höheren Geodäſie, Leipzig 1884, Bd. 2, Kap. 7. — [6] Lallemand, Verhandlungen (Nizza 1887) der permanenten Kommiſſion der internationalen Erdmeſſung, Berlin 1888, Beil. 5 f. (mit Literaturzuſammenſtellung). — Vgl. a. die Literaturangaben zu Schweremeſſungen. *Reinhertz.*

Höhenkreis (Höhenbogen, Höhenſektor u. ſ. w.), an Theodolit, Univerſalinſtrument, Tachymeter, Kippregel, Buſſole u. ſ. w., ſ. die betreffenden Artikel.

Höhenkreis oder Vertikalkreis heißt in der ſphäriſchen Aſtronomie jeder Großkreis der Sphäre, deſſen Ebene die Zenitlinie des Beobachters im Beobachtungspunkt der Erdoberfläche enthält und der ſomit auf der Ebene des Horizontes vertikal ſteht.

Der Winkel, den ein durch einen beſtimmten Punkt der Sphäre gezogen gedachter Höhenkreis mit dem Meridian einſchließt, heißt das Azimut des Punktes; iſt dieſer Punkt ein Stern, ſomit der fragliche Winkel veränderlich und wird gleich Null, wenn der Höhenkreis mit dem Meridian zuſammenfällt; iſt das Azimut 90°, ſo ſteht der betreffende Höhenkreis ſenkrecht zum Meridian und man nennt ihn den erſten Vertikal. Auf dem Höhenkreis zählt man die Höhen der Geſtirne (h) vom Horizonte ab oder die Zenitdiſtanzen ($z = 90° - h$) vom Zenit an. — In übertragenem Sinne bezeichnet man auch mit Höhenkreis ein Inſtrument, das im weſentlichen dazu dient, die Höhen (h) oder die Zenitdiſtanzen (z) cöleſtiſcher oder irdiſcher Punkte zu meſſen; beſonders wird dieſe Bezeichnung dann gebraucht, wenn zu ſolchen Meſſungen ein Vollkreis verwendet wird. — Namentlich in früherer Zeit und heute noch bei Reflexionsinſtrumenten (Sextant, Quadrant u. ſ. w.) hat man aber auch Inſtrumente zum Meſſen von Höhen benutzt, die nur Teile von Höhenkreiſen darſtellen (Sextant, Quadrant, Zenitſektor u. ſ. w.). — Auch bezeichnet man in der Nautik manchmal Linien gleicher Höhe mit dieſen Namen. Solche Linien ſtellen dann einen geometriſchen Ort für den Schiffsort auf der Seekarte dar und ſind unter dem Namen Sumnerlinien (ſ. d. und Navigation) bekannt und in neuerer Zeit wieder ſehr in Aufnahme gekommen. Die mit ſolchen Höhenkreiſen auszuführenden Meſſungen ſ. u. Höhenwinkel. *Ambronn.*

Höhenkurvenpläne, Darſtellung der Höhenverhältniſſe des Geländes durch Linien in gleicher Meereshöhe, welche auf Lageplänen eingezeichnet werden.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß es meiſt nicht zweckmäßig iſt, die Höhenkurven (ſ. Höhe) auf dem Felde mit dem Nivellierinſtrument abzuſtecken und dann aufzunehmen. Je nach der Terraingeſtaltung und dem Zweck der Arbeit laſſen ſich vielmehr verſchiedene einfachere Methoden anwenden. Im kleinen, z. B. für eine zu planierende Fläche, iſt die Abſteckung einer Längslinie und Aufnahme eines Längennivellements (vgl. Nivellieren) mit entſprechend ausgedehnten Querprofilen und mit Einſchaltung beſonders wichtiger Punkte zweckmäßig, woraus man ſich dann einen Lageplan mit Höhennetz und Höhenkurven konſtruieren kann. Für ausgedehntere Flächen und in Fällen, wo es ſich ebenfalls um Genauigkeit handelt, empfiehlt es ſich, zunächſt über alle vorhandenen, im Lageplan eingezeichneten feſten Linien, Straßen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

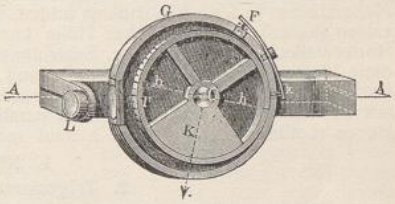
Bahnen, Waſſerläufe, Grenzzüge u. ſ. w. mit ihren Markſteinen ein zuſammenhängendes Nivellement aufzunehmen, im Anſchluß hieran für die zwiſchenliegenden Flächen durch beſondere Längen- und Querprofile Höhennetze ſich zu verſchaffen und ſodann aus den im Plan eingeſchriebenen Höhenzahlen die Horizontalkurven zu konſtruieren. Bei größeren Aufgaben, bei welchen es ſich nicht mehr um peinliche Genauigkeit handelt, werden die Punkte mit dem Tachymeter aufgenommen. Die Höhenkurven der Kartenwerke ſtützen ſich auf barometriſche Meſſungen (ſ. Höhenmeſſung, barometriſche, S. 94). Die Aufnahme der Höhenkurven nach dieſer Methode erfolgt in der Weiſe, daß man zunächſt alle gegebenen Linien, Straßen, Waſſerläufe, Grenzzüge, Bergrücken, Talwege u. ſ. w. begeht, die Höhen aller in der Karte erkennbaren Punkte, Kreuzungen, Ecken u. ſ. w. feſtlegt und ſodann zwiſchen dieſe Punkte alle ſolche nach Lage und Höhe einſchaltet, welche ſich dem Auge als Gefällswechſelſtellen in den Profilen, Gipfel von Hügeln oder tiefſte Punkte in Einſenkungen, darſtellen. — Eine genaue Vergleichung der auf Grund dieſer ſämtlichen verſchiedenen Arten von Aufnahmen in den Karten konſtruierten Kurven mit der Wirklichkeit bei nochmaligem Begehen des Gebietes iſt unbedingt notwendig, da es ſehr oft vorkommt, daß die Höhenlage einzelner Punkte gar nicht maßgebend für die Geſamtgeſtaltung des Geländes iſt. — Reiche Literaturangaben über alle Zweige dieſes Gegenſtandes finden ſich in [1].

Literatur: [1] Jordan, Handb. der Vermeſſungskunde, Bd. 2, Stuttgart 1888. *Lubberger.*

Höhenmarke, ſ. Höhe.

Höhenmeſſer (Höhenwinkelmeſſer), kleine, in der Regel zum Freihandgebrauch eingerichtete Inſtrumente, welche zur Beſtimmung von Höhenunterſchieden an einer Höhen- oder Gefällskala oder zur Meſſung der entſprechenden Höhenwinkel (dann Höhenwinkelmeſſer) dienen.

Die ſo bezeichneten Inſtrumente ſind im weſentlichen dieſelben wie die unter Freihandinſtrumente zum Nivellieren und Höhenmeſſen ſowie unter Gefällmeſſer mit Libellen- oder Pendeleinſtellung aufgeführten. — Die allgemeinſte Anwendung geſtatten die als „Höhenwinkelmeſſer“ (häufig unter Zufügung einer Gefällskala) eingerichteten Inſtrumente mit pendelnden Kreiſen. Ein mit Teilung verſehener Kreis oder Kreisbogen iſt in einem Gehäuſe, welches ein Diopter trägt, zentriſch aufgehängt und ſo belaſtet, daß der mit 0° oder 90° (Höhenwinkel oder Zenitwinkel) bezeichnete Durchmeſſer ſich horizontal einſtellt. Nach dieſem Prinzip ſind mehrere Inſtrumente konſtruiert worden. Es ſind zu nennen die von Matthes [1], Zugmaier-Sickler, Randhagen [2], Franke, Brandis-Wolz [3]. Die Figur zeigt die zuletzt genannte, ſehr zweckmäßige Anordnung. Dabei befindet ſich die Teilung *T* auf dem äußeren Rande eines Rades *K*, das ſich durch die Belaſtung (bei *K*) ſo einſtellt, daß die Nullinie *h h* horizontal ſchwebt und ſomit bei Einſtellung des Diopters *A A* auf den Zielpunkt (durch Drehung des Gehäuſes *G*) der Höhenwinkel unmittelbar neben der Abſehlinie mit der Lupe *L* in der Teilung *T* abgeleſen werden kann. Die Klemmvorrichtung *k F* muß vor der Ableſung ausgelöſt werden. Zur Ableſung richtiger Höhenwinkel iſt erforderlich, daß die Abſehlinie bei der Ableſung 0° (bezw. 90°) horizontal ſchwebt, was durch Meſſung von Höhenwinkeln an beiden Enden einer Ziellinie geprüft wird. Die Abweichung korreſpondierender Ableſungen entſpricht dem doppelten Fehler, welcher bei denjenigen Inſtrumenten, bei denen die Belaſtung durch ein verſchiebbares Gewicht hergeſtellt wird, durch Verſchieben desſelben zu beheben iſt, während bei den Inſtrumenten mit unveränderlichen Kreiſen (wie in der Figur) der Fehler von vornherein beſeitigt ſein muß. Die Genauigkeit der gemeſſenen Höhenwinkel entſpricht etwa einem mittleren Fehler von ± 0,1° bis ± 0,2°.



Die Inſtrumente finden vielfache Anwendung, beſonders bei Längenmeſſungen mit dem Meßbande zur Reduktion der geneigt gemeſſenen Länge *l* nach der Formel *l* cos *α* (*α*-Höhenwinkel) ſowie bei tachymetriſchen Meßbandzügen, wobei der Höhenunterſchied aus den geneigten Längen ſich ergibt, aus $\Delta h = l \sin \alpha$, oder bei Verwendung horizontaler Strecken, beſonders bei flüchtigen Höhenmeſſungen auf Grund vorhandener Karten mit Abgreifen der Entfernungen $\Delta h = s \operatorname{tg} \alpha$. Ferner dienen die Inſtrumente zur Abſteckung von Wegelinien in geneigtem Gelände. Vgl. a. Tachymetrie.

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen 1872, S. 214; ebend. 1873, S. 113. — [2] Ebend. 1887, S. 6. — [3] Ebend. 1889, S. 647; 1890, S. 87; 1892, S. 603. — Vgl. a. die im Artikel Geodäſie genannten Lehrbücher. *Reinhertz.*

Höhenmeſſungen. In der Geodäſie unterſcheidet man drei verſchiedene Methoden der Beſtimmung von Höhenunterſchieden und dementſprechend verſchiedene Höhenmeſſungsverfahren.

1. Wird der Höhenunterſchied unmittelbar gebildet durch Herſtellung kurzer horizontaler Ziellinien mit dem Nivellierinſtrument, Niveau oder Kanalwage und Ableſung an lotrecht geſtellten Nivellierlatten, ſo hat man nivellitiſche Höhenmeſſung, Nivellierung (Nivellement, Einwägung), zur Unterſcheidung von den folgenden Methoden auch „geometriſche“ Nivellierung (Nivellement) genannt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Wird der Höhenunterſchied gewonnen durch Meſſung des Winkels zwiſchen Ziel- und Lotlinie und der Entfernung der Punkte, ſo hat man trigonometriſche Höhenmeſſung (trigonometriſche Nivellierung).

3. Wird der Höhenunterſchied gebildet aus den an den betreffenden Punkten beobachteten Luftdrucken mit Hilfe des Barometers, ſo hat man die barometriſche Höhenmeſſung, die man auch unter Hinzurechnung der thermiſchen Höhenmeſſung mit dem Siede- oder Kochthermometer als phyſikaliſche Höhenmeſſung bezeichnet.

Von dieſen drei Methoden liefert die Nivellierung mit dem Nivellierinſtrument die genaueſten Reſultate. Die für die Landesvermeſſung und Erdmeſſung (vgl. Geodäſie) angewendete Feinnivellierung geſtattet, zwei Punkte von 1 km Entfernung bei etwa zehn Zwiſchenaufſtellungen mit einem mittleren Fehler von etwa ± 1 mm zu beſtimmen, während es bei Nivellierungen für techniſche Zwecke nicht ſchwer hält, ſelbſt mit einfachen Apparaten dieſen Fehler innerhalb der Grenzen von ± 5 mm bis ± 10 mm zu halten. Darauf folgt der Genauigkeit nach zunächſt die trigonometriſche Höhenmeſſung. Sie findet Anwendung in Verbindung mit trigonometriſchen Netzen niederer Ordnung (dritter und vierter Ordnung) — ſ. Triangulierung —, wobei für ſolche Höhenunterſchiede eine Genauigkeit von etwa rund ± 0,1 m zu erreichen iſt, und ferner in der Tachymetrie in Verbindung mit der Diſtanzmeſſung auf Entfernungen bis zu einigen hundert Metern, wobei für die Höhenunterſchiede bei dieſen kurzen Entfernungen etwa die gleiche Genauigkeit erzielt wird. Die geringſte Genauigkeit gewährt die barometriſche Höhenmeſſung, wobei im günſtigſten Fall für die Höhenunterſchiede bei dieſen kurzen Entfernungen, exaktem Verfahren und guten Inſtrumenten eine Genauigkeit von ± 1 m erzielt werden kann.

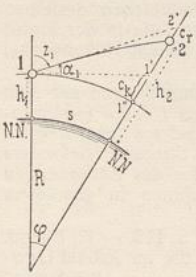
In bezug auf Arbeitsaufwand und Koſten findet die gleiche Reihenfolge ſtatt; den größten Arbeits- und Koſtenaufwand beanſprucht die geometriſche Nivellierung, den geringſten die barometriſche Höhenmeſſung, weshalb die letztere für manche techniſche Zwecke ſehr empfehlenswert iſt.

Die Ergebniſſe der verſchiedenen Höhenmeſſungen werden dargelegt in Höhenverzeichniſſen, in Karten und Profilen. Die Verzeichniſſe dienen beſonders zur Zuſammenſtellung der Höhen der Feſtpunkte für die Landeshöhennetze und andre ausgedehnte Höhenbeſtimmungen, während Karten und Profile beſonders für die Darſtellung der Geländeoberfläche in topographiſchen Karten und für beſondere techniſche Zwecke, Eiſenbahn-, Straßen-, Waſſerbau, Meliorationen u. ſ. w. Anwendung finden. Werden in den Karten nach den eingetragenen Höhenzahlen (Koten) Linien gleicher Höhe konſtruiert, ſo erhält man Höhenlinien (Höhenkurven, Horizontalkurven, Niveaulinien, Schichtenlinien); Karten, in denen die Höhenverhältniſſe durch dieſe Linien zum Ausdruck gebracht ſind, nennt man Höhenkurven- u. ſ. w. Karten. Bei der Darſtellung von lotrechten Schnitten durch die Geländeoberfläche (Profile) werden die Schnittlinie mit der Nullfläche oder einer hierzu parallelen Fläche als eine gerade Linie (Abſziſſe) und die Höhen (Lotlinien) als parallele hierauf rechtwinklig ſtehende Linien (Ordinaten) aufgezeichnet.

1. Nivellieren (ſ. d.).

2. Trigonometriſche Höhenmeſſung.

Bei den größeren trigonometriſchen Höhenmeſſungen erfolgt die Beſtimmung der Höhenunterſchiede durch Meſſung von Höhenwinkeln bezw. Zenitdiſtanzen mit dem Theodoliten im Zuſammenhang mit der Horizontaltriangulierung (ſ. Triangulierung). Ihre hauptſächlichſte Anwendung findet ſie zurzeit bei den Kleintriangulierungen der Landesvermeſſungen, um die Höhen von trigonometriſchen Punkten als Unterlage für topographiſche und tachymetriſche Aufnahmen zu gewinnen.



In der Figur bedeuten h_1 und h_2 die vom Vermeſſungshorizont NN in den Lotlinien gerechneten Höhen der Punkte 1 und 2; s die aus der Triangulierung gewonnene Entfernung (Erdbogen); der Bogen 1—2 die infolge der terreſtriſchen Refraktion gekrümmte Lichtbahn; 1—2′ die in 1 hieran gezogene Tangente (Zielrichtung des Inſtruments in 1); 1—1′ die Tangente (Horizontale = ſcheinbarer Horizont) an den Bogen 1—1″ (wirklicher Horizont von 1, als parallel zu NN aufgefaßt); R den Krümmungsradius des Vermeſſungshorizonts NN; φ den von den Lotlinien der Meſſungspunkte 1 und 2 eingeſchloſſenen Winkel; endlich z_1 und α_1 die in dem Punkte 1 gemeſſenen Zenit- bezw. Höhenwinkel; damit beſteht bei Beſchränkung auf die Zielweiten der Kleintriangulierung (φ = einige Minuten, höchſt ſelten über 10′) unter Berückſichtigung der zu erreichenden Genauigkeit, für einſeitige Zielung in 1, die für die meiſten Fälle ausreichende vereinfachte Beziehung (1) $h_2 - h_1 = \Delta h = s \operatorname{cotg} z_1 + \frac{1-k}{2R} s^2 = s \operatorname{tg} \alpha_1 + \frac{1-k}{2R} s^2$. Danach kann, ſobald s aus der Triangulierung bekannt und z_1 bezw. α_1 im Punkt 1 gemeſſen iſt, der Höhenunterſchied Δh und, wenn h_1 gegeben iſt, h_2, und umgekehrt, wenn h_2 gegeben iſt, h_1 d. h. die Höhe der Inſtrumentachſe beſtimmt werden. Iſt der Theodolit unmittelbar über einem trigonometriſchen Feſtpunkt aufgeſtellt, ſo kann bei bekannter Höhe desſelben die Höhe der Inſtrumentachſe durch Meſſung des lotrechten Abſtandes unmittelbar gefunden werden oder umgekehrt aus der trigonometriſch abgeleiteten Höhe der Inſtrumentachſe die Höhe des Feſtpunktes. (Vgl. hierzu auch Tachymetrie, Fig. 5). Kann — wie z. B. ſtets bei den durch

Steine vermarkten Dreieckspunkten — nicht der Feſtpunkt ſelbſt angezielt werden, ſo wird am trigonometriſchen Signal ein beſtimmter Zielpunkt hergeſtellt. Bei den Pyramidenſignalen (vgl. Fig. 2 im Artikel Triangulierung) dient hierzu die Unterkante des Bretterverſchlages, bei Stangenſignalen die Unterkante der Zielbretter. — In dieſen Fällen iſt die Zielhöhe h_z unmittelbar zu meſſen und in die Berechnung einzuführen. — In der angegebenen Gleichung (1) iſt $\frac{s^2}{2R}$ ($= c_k$ der Figur) das die Krümmung des Horizonts oder den in der Lotlinie von 2 gerechneten Abſtand des ſcheinbaren und wahren Horizonts von 1 ausdrückende Glied, die ſogenannte „Krümmungskorrektion"; vgl. hierüber Depreſſion des Horizonts, Bd. 2, S. 711, mit Zahlenangaben. Das Glied $k\frac{s^2}{2R}$ (c_r der Figur) entſpricht der normalen Refraktionsverbeſſerung, wobei die Lichtbahn als eine Funktion der Erdkrümmung behandelt iſt. Demnach iſt $c_k - c_r = \frac{1-k}{2R} s^2$ die geſamte trigonometriſche Horizontkorrektion, welche der einfachen aus dem bei 1′ als rechtwinklig aufzufaſſenden Dreieck 1 2 1′ folgenden Beziehung $1' - 2 = s \operatorname{tg} \alpha$ (wenn $1 - 1' = s$) beizulegen iſt. Wegen der Ableitung ſ. [1]. Für den praktiſchen Gebrauch ſind Tabellen berechnet z. B. in [1], Literatur ſ. ebend.

Werden in beiden Punkten 1 und 2 die Höhenrichtungen z_1 und z_2 (bezw. α_1 und α_2), alſo ſogenannte gegenſeitige Zenitdiſtanzen gemeſſen, ſo gilt unter der Vorausſetzung normaler Krümmung der Lichtbahn die vereinfachte Beziehung $\Delta h = h_2 - h_1 = s \operatorname{tg} {}^1\!/_2 (z_2 - z_1)$, worin die Refraktionskonſtante nicht erſcheint, und ferner die zugehörige Gleichung $k = 1 - (z_1 + z_2 - 180^0) R : s \varrho$, woraus (am zuverläſſigſten bei gleichzeitiger gegenſeitiger Beobachtung) ein Ausdruck für den Refraktionskoeffizienten gewonnen werden kann. In praktiſcher Hinſicht iſt anzumerken, daß wegen der ſtarken Veränderlichkeit der Refraktion, welche in den Nachmittagsſtunden trotz der in dieſe fallende Periode des ſtärkſten Flimmerns am kleinſten, die Zeit von etwa $10{}^1\!/_2$ bis 4 Uhr für die Beobachtung am günſtigſten iſt. Im übrigen iſt durch dieſe Veränderlichkeit und die Unſicherheit der Refraktionsbeſtimmung der Genauigkeit der trigonometriſchen Höhenmeſſung eine Grenze geſetzt; aus dieſem Grunde wird zurzeit dieſe Methode nur in Verbindung mit der Kleintriangulierung für die erwähnten Meſſungen untergeordneter Bedeutung praktiſch verwendet, während ſie früher als die hauptſächlichſte und feinſte Höhenmeſſungsmethode betrachtet wurde. Als ein Beiſpiel derartiger Meſſungen ſei verwieſen auf das trigonometriſche Nivellement Swinemünde—Berlin [5]; einer ſpäteren Zeit gehören an die Beobachtungen zum Anſchluß von Helgoland an das Feſtlandsnetz [4]. — Für exaktere Meſſungen und beſondere Unterſuchungen kommen für die Formel noch weitere Glieder in Betracht; ſoll z. B. die Höhenlage der Meſſungspunkte in Rückſicht gezogen werden, ſo wird die Beziehung

$$h_2 - h_1 = s\left(1 + \frac{h_1 + h_2}{2R}\right) \operatorname{cotg} z_1 + \frac{1-k}{2R} s^2 + \frac{1-k}{2R} s^2 \operatorname{cotg}^2 z_2.$$

Hierbei iſt dann für R der für die Polhöhe des Meſſungsgebiets zutreffende mittlere Erdkrümmungsradius einzuführen, eventuell der Krümmungsradius des Ellipſoidnormalſchnitts in dem betreffenden Azimut. Vgl. [2].

Zur Meſſung der Zenit- bezw. Höhenwinkel dienen mit Höhenkreiſen ausgerüſtete Theodolite (ſogenannte Univerſalinſtrumente), an denen die Höhenkreiſe zur Herſtellung verſchiedener Kreislagen drehbar eingerichtet ſind. Die Ableſung geſchieht mit Nonien oder Mikroſkopen. Bei der preußiſchen Landesaufnahme z. B. werden kleine Univerſalinſtrumente von ca. 15 cm Kreisdurchmeſſer mit Schraubenmikroſkopableſung verwendet. Die Meſſung hat ſtets in zwei Fernrohrlagen, eventuell in mehreren Kreisſtellungen zu erfolgen. Eine techniſche Anleitung für die Beobachtung geben [3] und [4]. Ueber die Ausführung und Ausrechnung der Höhenwinkelmeſſung, über die Prüfung des Inſtruments u. ſ. w. ſ. Triangulierung.

Die Anordnung der trigonometriſchen Höhenbeſtimmungen bei einer Landesvermeſſung iſt kurz die folgende: Im Anſchluß an das Landespräziſionsnivellement wird für eine Anzahl paſſend gelegener Dreieckspunkte die Höhe unmittelbar durch Nivellierung beſtimmt. Von dieſen derart gegebenen Standpunkten aus werden ſodann andre Punkte teils durch gegenſeitige, teils durch einſeitige (z. B. die Kirchtürme) Zenitwinkel beſtimmt, ſo daß jeder neuzubeſtimmende Höhenpunkt mindeſtens von zwei Punkten aus durch mehrfache Meſſungen erhalten wird. Die Ausgleichung des ſich dadurch ergebenden trigonometriſchen Höhennetzes erfolgt im Anſchluß an die durch die Nivellierung gegebenen Ausgangspunkte entweder genähert (von den gegebenen Punkten allmählich fortſchreitend oder in paſſend ausgewählten Zügen zwiſchen gegebenen Punkten) oder einheitlich nach den vermittelnden oder bedingten Beobachtungen der Methode der kleinſten Quadrate. Vgl. [1]. Die Genauigkeit der trigonometriſch abgeleiteten Höhen iſt bei ſorgfältigem Verfahren innerhalb der Grenzen der Kleintriangulierung auf etwa $\pm$ 0,05 bis 0,2 m mittlerer Höhenfehler zu ſchätzen (abhängig von der Entfernung, den atmoſphäriſchen Verhältniſſen u. ſ. w.), vgl. hierüber [1] ſowie die dort angegebene Literatur. Bei gelegentlich ſich ergebenden trigonometriſchen Kleinmeſſungen, wie z. B. der Beſtimmung einer Turmhöhe, welche auch vorkommen, wenn die Höhe des Turmknopfes aus einem an der Kirche angebrachten Nivellementspunkte abgeleitet werden ſoll, ſind einfache Hilfsdreiecke mit Meſſung einer Standlinie zur Berechnung der in Frage kommenden Entfernungen anzuordnen, ähnlich wie beim Anſchluß von Polygonzügen an unzugängliche Dreieckspunkte und bei exzentriſchen trigonometriſchen Standpunkten (ſ. Triangulierung). Hierbei bleiben natürlich die Glieder für die Krümmungskorrektionen außer Anſatz und die einfache Beziehung lautet $h_2 - h_1 = s \operatorname{cotg} z = s \operatorname{tg} \alpha$. Ueber derartige Aufgaben ſ. die erwähnten Lehrbücher [1]. Wegen tachymetriſcher Höhenmeſſungen vgl. Tachymetrie.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Barometriſche Höhenmeſſung.

Die barometriſche Höhenmeſſung beruht auf der durch die barometriſche Höhenformel (ſ. unten) ausgedrückten Beziehung zwiſchen Meereshöhe und Luftdruck. Wird eine in ungeſtörter Gleichgewichtslage befindliche Atmoſphäre vorausgeſetzt, ſo erhält man nach der Barometerformel den Höhenunterſchied zweier Punkte, wenn an denſelben 1. die Barometerſtände beſtimmt, 2. die Lufttemperaturen gemeſſen ſowie 3. die übrigen nach der vollſtändigen Barometerformel erforderlichen Elemente, nämlich die mittlere Meereshöhe, die geographiſche Breite und die Feuchtigkeit der Luft bekannt ſind.

1. Die Beſtimmung der Barometerſtände kann geſchehen mit Hilfe des Queckſilber- oder des Federbarometers (wegen der verſchiedenen Syſteme, der Behandlung, der Ableſung, der Korrektionen u. ſ. w. ſ. Federbarometer). — Das Federbarometer (Aneroid) iſt im Vergleich zum Queckſilberbarometer als ein Interpolationsinſtrument zu betrachten; ſeine Angaben ſind auf Queckſilberbarometerſtände zu reduzieren, liefern aber für die Einzelbeſtimmung bei Höhenmeſſungen mit vielen verſchiedenen Punkten geeignetere Werte, als ſie mit einem Queckſilberbarometer zu erlangen wären. Die barometriſche Höhenmeſſung iſt überhaupt erſt durch Anwendung der leicht transportablen und bequem zu behandelnden Aneroide für die Technik verwendbar und beſonders für topographiſche Aufnahmen und techniſche Vorarbeiten (bei Eiſenbahn- und Wegebauten) im hügeligen oder gebirgigen Gelände ein ſehr zweckmäßiges Höhenmeſſungsverfahren geworden. Die Queckſilberbarometer finden in der Technik nur als Vergleichungsinſtrumente bei ausgedehnten Aufnahmen unmittelbare Verwendung während der Meſſung, im übrigen dienen ſie zur Prüfung und Beſtimmung der Korrektionen der Aneroide. Den an den Höhenpunkten abgeleſenen Barometerſtänden müſſen zunächſt ſämtliche in Betracht kommende Korrektionen zugefügt werden, ſo daß ſtets nur „verbeſſerte Barometerſtände“ der weiteren Höhenberechnung zugrunde gelegt werden.

2. Die Beſtimmung der Lufttemperatur geſchieht mit Hilfe von Thermometern. Als Thermometer ſind mit C°-Teilung verſehene, gute und ſorgfältig geprüfte (mit Normalthermometern verglichene) Inſtrumente mit langem und ſtarkem Gefäß zu verwenden. Die Meſſung der Temperatur geſchieht am zweckmäßigſten in der Weiſe, daß das an einer ſtarken Schnur befeſtigte Thermometer eine Zeitlang (1—2 Minuten) im Kreiſe herumgeſchleudert und dann ſchleunigſt abgeleſen wird. Dadurch kommt das Queckſilbergefäß mit vielen Luftteilchen in Berührung, nimmt ſchnell ihre Temperatur an und wird nicht von der ſtrahlenden Wärme der Umgebung ſchädlich beeinflußt. (Die Ableſungen an hängenden Thermometern geben bei nicht bewegter Luft wegen der Wärmeſtrahlung unbrauchbare Werte.) Das Schleudern wird ſo lange fortgeſetzt, bis der Stand des Inſtrumentes genügend konſtant bleibt. Die Glasröhre wird zweckmäßig in eine Meſſinghülſe mit Auszugrohr und Windlöchern gelagert (Schleuderthermometer). Nach der Barometerformel ſollen die Lufttemperaturen an den Höhenpunkten gemeſſen werden, indem vorausgeſetzt wird, daß dadurch die mittlere Temperatur der in Betracht kommenden Luftmaſſe gefunden werde. Dieſe Vorausſetzung trifft nun aber nicht ganz zu, weil die Differenzen der Lufttemperatur nicht proportional der Höhe ſind und die unmittelbar an der Erdoberfläche unter der Einwirkung der lokalen Einflüſſe angeſtellten Beobachtungen nicht genau die Temperatur der in Betracht kommenden Luftmaſſe liefern. Ueber die Beziehung zwiſchen Lufttemperatur und Höhe aus barometriſchen Meſſungen ſind eingehende Unterſuchungen angeſtellt worden von Bauernfeind [6] und Rühlemann [7], welche zu der Erkennung einer täglichen Periode der Höhenfehler führten.

3. Die weiteren nach der Barometerformel erforderlichen Elemente ſind für die techniſche Ausnutzung der barometriſchen Höhenmeſſung als konſtant zu betrachten und in die Barometerkonſtante aufzunehmen. Die geographiſche Breite und mittlere Meereshöhe des Meſſungsgebietes ſind aus jeder geographiſchen Karte ſowie aus genäherten Beſtimmungen der Meereshöhe (unmittelbar aus den Barometerſtänden) zu entnehmen.

Die Spannung des in der Luft enthaltenen Waſſerdampfes, der ſogenannte Dunſtdruck (σ der Barometerformel), wird mit Hygrometern (ſ. Feuchtigkeitsmeſſer) gemeſſen und in Millimetern der Queckſilberſäule zum Ausdruck gebracht. Für die techniſche Ausführung von Barometermeſſungen kann der Dunſtdruck nicht jedesmal mit dem Hygrometer beſonders beſtimmt, es muß vielmehr für das Aufnahmegebiet ein geeigneter Mittelwert für den mit den Witterungsverhältniſſen, der Jahreszeit und der Temperatur veränderlichen Feuchtigkeitsgrad eingeführt werden. Für Mitteleuropa ſchwankt der Dunſtdruck (im Meeresſpiegel) etwa zwiſchen den Grenzen 4 und 12 mm mit einem Mittel von beiläufig 8 mm (derſelbe ändert ſich außerdem mit der Höhe). Da der Einfluß dieſer Faktoren auf die Höhenmeſſung nur ein geringer iſt und gegenüber andern Unſicherheiten kaum in Betracht kommt, ſo können dieſelben, ohne der Genauigkeit der Meſſung merklich zu ſchaden, für weite Gebiete als konſtant in die Rechnung eingeführt werden. Dementſprechend hat Jordan eine für Mitteleuropa gültige barometriſche Höhenformel aufgeſtellt und danach eine Tafel berechnet, in die er die geographiſche Breite mit 50°, die mittlere Meereshöhe mit 500 m und den Dunſtdruck mit 7,2 mm eingeführt hat. Mit dieſer Einſchränkung iſt zur barometriſchen Höhenmeſſung nur erforderlich die Meſſung von Barometerſtänden und Lufttemperaturen.

Soll der Höhenunterſchied von zwei Punkten 1 und 2 ermittelt werden, ſo ſind in den beiden Punkten die Barometerſtände B_1 und B_2 und die mittlere Lufttemperatur T zu beſtimmen, z. B. $B_1 = 759{,}6$ mm, $B_2 = 749{,}2$ mm, $T = 14{,}8°$. Nach der Jordanſchen Tafel ſind die „rohen Meereshöhen“ mit dem Argument 15° Lufttemperatur (auf welche die gemeſſene Temperatur 14,8° abgerundet wird): $h_1 = 26{,}7$ m, $h_2 = 143{,}3$ m, alſo der Höhenunterſchied $\Delta h = 116{,}6$ m, oder mit Anwendung der Höhendifferenzen für 1 mm Barometerſtand bei dem Luftdruckmittel $\frac{B_1 + B_2}{2} = 754$ mm, mit der für 15° gültigen „Höhenſtufe“ 11,22, $(759{,}6 - 749{,}2) \cdot 11{,}22 = 116{,}7$ m.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Iſt für einen der Punkte eine beſtimmte Höhenzahl gegeben, z. B. $H_1 = 60{,}3$ m, ſo iſt die abſolute Höhe $H_2 = 60{,}3 + 116{,}6 = 176{,}9$ m. Bei einer größeren Anzahl zu beſtimmender Höhenpunkte iſt das Verfahren dasſelbe. Dieſe Beſtimmung iſt aber nur dann richtig, wenn die Barometerſtände in demſelben Augenblick gemeſſen werden, oder wenn bei Meſſung zu verſchiedenen Zeiten der Luftdruck im Aufnahmegebiet unverändert geblieben iſt. Da nun aber der Luftdruck fortwährenden Schwankungen unterworfen iſt, ſo muß auf dieſen Umſtand Rückſicht genommen werden. Die Barometerableſungen ſind daher gleichzeitig auszuführen und demnach mehrere Inſtrumente zu verwenden, z. B. während ein Inſtrument auf dem Punkt 1 bleibt, wandert ein zweites der Reihe nach auf die übrigen Punkte. Damit tritt als ein weiteres Element „die Zeit" in die Meſſung ein. Das Meſſungsverfahren iſt nunmehr das folgende: An dem auf einem beſtimmten Beobachtungspunkte verbleibenden Barometer, dem „Standbarometer", werden in beſtimmten Zeitintervallen (z. B. alle 10 oder 15 Minuten) Ableſungen vorgenommen, aus denen die den Zeiten des wandernden Barometers, „Feldbarometers", entſprechenden Werte durch Interpolation nach der Zeit gefunden werden können. Dieſe Art der korreſpondierenden Beobachtungen nennt man die Höhenmeſſung mit „Standbeobachtungen". Das „Standbarometer" wird dabei an geeigneten, gegen die Sonne geſchützten Punkten, etwa in der Mitte der zu bearbeitenden Geländeabſchnitte aufgeſtellt und das „Feldbarometer" mit ihm von Zeit zu Zeit verglichen. Bei dieſen Vergleichungen wird das „Feldbarometer" unmittelbar neben das „Standbarometer" geſtellt, während im übrigen das „Feldbarometer" ſtets in einer konſtanten Höhe (Bruſt- oder Augenhöhe) über den zu beſtimmenden oder gegebenen Höhenpunkten abgeleſen wird. Das folgende auszugsweiſe mitgeteilte Beiſpiel erläutert das Aufnahme- und Meſſungsverfahren:

Standbarometer

Standpunkt	Zeit Uhr	Zeit Min.	Temperatur der Luft °	Barometer- Temperatur °	Barometer- Ableſung mm	Verbeſſerung für Temperatur mm	Verbeſſerung für Teilung mm	Verbeſſerter Barometerſtand mm	Rohe Meereshöhen m
⊙ 1	8	00	9,2	12,0	752,3	— 1,6	+ 0,1	750,8	122,6
	8	15	9,4	12,5	752,3	— 1,7	+ 0,1	750,7	123,7
	8	30	9,5	12,8	752,4	— 1,7	+ 0,1	750,8	122,6
	8	40	9,7	12,9	752,5	— 1,7	+ 0,1	750,9	121,5

Feldbarometer						Höhenberechnung		
Punkt	Zeit Uhr	Zeit Min.	Temperatur der Luft °	Verbeſſerter Barometerſtand mm	Rohe Meereshöhen h_1	Korreſpondierende Höhen des Standbarometers h_s	Differenzen $h_s - h_1$	Verbeſſerte Höhenunterſchiede gegen das Standbarometer $\triangle h$
(⊙) 1	8	00	9,3	749,3	139,2	122,6	+ 16,6	— 1,6
2	8	08	—	745,3	183,5	123,1	+ 60,4	+ 42,2
3	8	22	9,0	741,0	231,5	123,1	+ 108,4	+ 90,2
⊙ 1	8	40	9,5	749,1	141,4	121,5	+ 19,9	+ 1,7
Abgerundete Mitteltemperatur			9°			Mittel der Standunterſchiede	+ 18,2	

Für das Standbarometer iſt die Zulegung der Inſtrumentkorrektionen (wegen Temperatur und Teilung, ſ. Federbarometer) mit aufgenommen, für das Feldbarometer ſind ſogleich die verbeſſerten Barometerſtände eingeführt. Mit den verbeſſerten Barometerſtänden werden für das Stand- und Feldbarometer unter Einführung des auf ganze Grade abgerundeten Temperaturmittels die rohen Meereshöhen aus der Barometertafel entnommen und danach aus den Standbarometerhöhen die den Zeiten der Feldbarometerableſungen entſprechenden Höhen rechneriſch oder bei größeren Aufnahmen graphiſch interpoliert. (Die graphiſche Interpolation erfolgt durch Auftragen der Standhöhen als Ordinaten zu den Zeitabſziſſen auf quadriertem Papier und Ausziehen der Kurve.) Sodann werden die Unterſchiede zwiſchen den Feld- und den korreſpondierenden Standhöhen gebildet. Dabei ergeben die ſo oft wie möglich auszuführenden Standvergleichungen der Barometer die den Höhenunterſchieden wegen der Standänderungen zuzulegenden Verbeſſerungen, welche (im Beiſpiel unterſtrichen) entweder, wie in dem einfachen Fall des Beiſpiels geſchehen iſt, durch Mittelbildung $\left(\frac{16{,}6 + 19{,}9}{2} = 18{,}2\right)$ oder bei größeren Aufnahmen mit mehrfachem Anſchluß durch graphiſche Ausgleichung (nach der Zeit oder mit Berückſichtigung der überwundenen Höhenunterſchiede [8]) gewonnen werden. Hiermit erhält man die verbeſſerten Höhenunterſchiede gegen das Standbarometer, wobei diejenigen der Standvergleichungen gleichzeitig ein Urteil über die Genauigkeit der Beſtimmung ermöglichen. Kommen bei größeren Aufnahmen erhebliche Aenderungen der Lufttemperatur in Betracht, ſo werden die (auf ganze Grade abzurundenden) Rechnungstemperaturen den beobachteten mittleren Temperaturen mit den Standvergleichungen fortſchreitend angepaßt, ſo daß zwiſchen je zwei Standvergleichungen ſtets dieſelbe Rechnungstemperatur beibehalten wird (auch dieſe Ausgleichung kann graphiſch vorgenommen werden). Der bei dieſer Methode für das Standbarometer erforderliche zweite Beobachter kann auch durch Verwendung eines regiſtrierenden Inſtruments (Barograph, ſ. d.) erſetzt werden.

Anſtatt den Einfluß der Veränderung des Luftdrucks durch korreſpondierende Beobachtungen zu eliminieren, kann auch ſo verfahren werden, daß durch Rückkehr auf denſelben Punkt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Aenderung des Barometerſtandes ermittelt und unter der Vorausſetzung gleichmäßiger Aenderung die Verbeſſerungen proportional der Zeit den Beobachtungen zugelegt werden. Dieſes Verfahren nennt man die barometriſche Höhenmeſſung „in Schleifen“. Das folgende Beiſpiel, welches dem früheren unter Fortlaſſung der Standbeobachtungen entſpricht, erläutert das Rechnungsverfahren.

Punkt	Zeit Uhr	Zeit Min.	Rohe Meereshöhen	Verbeſſerung nach der Zeit	Verbeſſerte Meereshöhen	Höhenunterſchied gegen ⊙ 1
⊙ 1	8	00	139,2	0	139,2	0
2	8	08	183,5	— 0,4	183,1	43,9
3	8	22	231,5	— 1,2	230,3	91,1
⊙ 1	8	40	141,4	— 2,2	139,2	0
	Standverbeſſerung für 40 Min.		— 2,2			

Bei größeren Aufnahmen iſt auch hierbei die Ausgleichung graphiſch vorzunehmen. Wenn in den bisher erörterten Fällen für irgend einen der Punkte eine abſolute Meereshöhe gegeben iſt, ſo erhält man diejenigen der übrigen Punkte durch Umrechnung von dem gegebenen Punkte aus.

Die zuverläſſigſten Reſultate für techniſche Zwecke liefert die barometriſche Höhenmeſſung beim Anſchluß an ein Syſtem von gegebenen Höhenfeſtpunkten, die je nach der Sachlage durch geometriſches, trigonometriſches bezw. tachymetriſches Nivellement vorher beſtimmt ſind. Dieſe Methode iſt im einzelnen Fall eine einfache Interpolation. Das Verfahren wird durch folgendes Beiſpiel erläutert:

Punkt	Zeit Uhr	Zeit Min.	Luft-temperatur °	Verbeſſerter Barometerſtand	Rohe Meereshöhen h	Gegebene Höhen H	Unterſchied $H-h$	Zeitverbeſſerung z	Endgültige Höhen
⊙ 1	2	00	14,0	759,8	24,4	65,5	+ 41,1	+ 41,1	65,5
2		15		757,2	53,3			+ 42,0	95,3
3		22	14,2	754,9	78,9			+ 42,5	121,4
4		30		752,6	104,6			+ 43,0	147,6
⊙ 5	2	50	14,3	751,3	119,2	163,4	+ 44,2	+ 44,2	163,4
	Mittel		14						

Mit der mittleren Lufttemperatur werden die rohen Meereshöhen berechnet, für die Anſchlußpunkte die Unterſchiede der gegebenen Höhen und rohen Meereshöhen $H-h$ gebildet, und damit proportional der Zeit eine Verbeſſerung z (die Zeitverbeſſerung) ermittelt, welche die rohen Meereshöhen unter Beſeitigung der Widerſprüche auf die gegebenen Höhen reduziert. Bei großen Aufnahmen mit wiederholtem Anſchluß werden dieſe Zeitverbeſſerungen ſtets graphiſch ermittelt, indem die Unterſchiede $H-h$ als Ordinaten zu den Zeitabſziſſen aufgetragen werden. Aenderungen in der Rechentemperatur werden, wenn erforderlich, wie vorerwähnt den Anſchlußpunkten angepaßt. Die Genauigkeit barometriſcher Höhenmeſſungen, welche nach den ſkizzierten Verfahren (unter Zugrundlegung guter Karten und Eintragen der Punkte durch Schrittmaß, vgl. Nivellieren) mit guten Inſtrumenten, deren Korrektionen genau bekannt ſind, ausgeführt werden, iſt bei Höhenunterſchieden von einigen hundert Metern auf etwa ±1 bis 2 m mittleren Punktfehler zu ſchätzen; bei Interpolationsmeſſungen im Anſchluß an ein gegebenes Feſtpunktnetz ergeben ſich oftmals Fehler, welche die Grenze ±1 m nicht erreichen. Bei größten Höhen (über 1000 m) wächſt der Fehler ſchnell, bei nicht geprüften Inſtrumenten iſt eine Genauigkeitsgrenze überhaupt nicht anzugeben. Weitere Beiſpiele zu Höhenmeſſungen finden ſich in [10]—[13]. Die Ausführung barometriſcher Höhenmeſſungen in ſehr ausgedehnten Gebieten (z. B. Durchforſchung unbekannter Länder) geſchieht im weſentlichen nach denſelben Geſichtspunkten, erfordert aber einzelne beſondere Maßnahmen, für welche [9] als ein Beiſpiel dienen kann.

Die **barometriſche Höhenformel** (Barometerformel) bringt die Beziehung zwiſchen dem Höhenunterſchied zweier Punkte und den an denſelben herrſchenden Luftdrücken zum Ausdruck, ſo daß der erſtere unmittelbar aus den letzteren berechnet werden kann. Nachdem durch Torricelli (1643) das zur Meſſung des Luftdrucks geeignete Inſtrument angegeben war und Pascal zum erſtenmal die vermutete Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe experimentell feſtgeſtellt hatte, indem er durch Périer (1648) den Puy de Dôme mit einem Queckſilberbarometer beſteigen ließ, verſuchten viele Forſcher das Geſetz der Abnahme des Luftdruckes mit der Höhe zu erkennen. Die Verſuche wurden ſowohl auf empiriſchem wie auf theoretiſchem Wege unternommen durch unmittelbare Ausführung von Höhenmeſſungen und durch Benutzung der ſchon bekannten Geſetze von Mariotte und Gay Luſſac über Druck und Ausdehnung der Luft. Nach den Arbeiten von Halley [14], Fontana [15], Deluc [16] u. a. ſtellte Laplace (1799) [17], ausgehend von den Gleichungen über das Gleichgewicht bei Flüſſigkeiten die erſte vollſtändige Barometerformel auf, unter Berückſichtigung der neuen auf genauen Meſſungen der franzöſiſchen Akademie der Wiſſenſchaften gegründeten Beſtimmungen für die einzelnen Koeffizienten der Gleichung. Die Gleichung lautet (auf Metermaß umgerechnet):

$$h = 18336\left(1+0{,}004\,\frac{T+t}{2}\right)\left(1+0{,}002845\cos 2\psi\right)\left(1+\frac{h}{r}\right)\left(\log\frac{B}{b}+\frac{h}{r}\,0{,}868589\right);$$

darin bedeuten h den Höhenunterſchied, T, t bezw. B, b Temperatur- bezw. Barometerſtand an den beiden Punkten, deren Höhenunterſchied beſtimmt werden ſoll, ψ die mittlere geographiſche

Breite dieſer Punkte und r den Erdradius. Das erſte Glied 18366 (in Meter umgerechnet) iſt die „barometriſche Konſtante“ und bringt alle konſtanten Werte der Gleichung zum Ausdruck; das zweite Glied berückſichtigt die Ausdehnung der Luft, das dritte bezw. vierte Glied die Aenderung der Schwere mit der Breite bezw. Höhe; das fünfte Glied enthält die gemeſſenen Barometerſtände unter Beachtung der Schwerekorrektion. Dieſe Formel iſt nun mehrfach umgerechnet und unter Einführung neuer Koeffizienten ſpäterhin weiterentwickelt worden, ſo von Lindenau [18], Biot [19], Soldner [20], Gauß [21], Beſſel [22], Babinet [23], Baeyer [24], Plantamour [25], Bauernfeind [26], Rühlemann [27], Jordan [28]. Die von den drei letztgenannten aufgeſtellten Formeln lauten:

Bauernfeind:

$$h = 18405\left(1+0{,}00367\,\frac{T+t}{2}\right)(1+0{,}0026\cos 2\psi)\left(1+\frac{2z+h}{r}\right)\left[1+{}^3/_8\left(\frac{\sigma'}{B}+\frac{\sigma''}{b}\right)\right]\left(\log\frac{B}{b}-\frac{4}{5}\cdot\frac{T'-t'}{10000}+0{,}86859\,\frac{h}{r}\right).$$

Rühlemann:

$$h = 18400{,}2\left(1{,}00157+0{,}00367\,\frac{T+t}{2}\right)(1+0{,}00262\cos 2\psi)\left(1+\frac{2z+h}{r}\right)\left(1+0{,}378\,\frac{\frac{\sigma'}{B}+\frac{\sigma''}{b}}{2}\right)\log\frac{B}{b}.$$

Jordan:

$$h = 18400\left(1+0{,}003665\,\frac{T+t}{2}\right)(1+0{,}002652\cos 2\psi)\left(1+2\,\frac{h}{r}\right)\left(1+0{,}377\,\frac{\frac{\sigma'}{B}+\frac{\sigma''}{b}}{2}\right)\log\frac{B}{b}.$$

Die einzelnen Glieder entſprechen ihrer Bedeutung nach denjenigen der Laplaceſchen Formel, im vierten Gliede bedeutet z die Seehöhe, hinzugekommen iſt das vorletzte Glied der drei Gleichungen, welches den Einfluß des Druckes des in der Luft enthaltenen Waſſerdampfes (und der Kohlenſäure) in Rechnung bringt, darin bedeutet σ die Dampfſpannung. — Dieſe Formeln liefern Werte, welche für den praktiſchen Gebrauch keinen weſentlichen Unterſchied zeigen. (Näheres über dieſe Formeln in der angegebenen Literatur [26], [27], [28].) Sollen die Formeln zur Berechnung von Höhenmeſſungen, welche mit Federbarometern ausgeführt ſind, benutzt werden, ſo muß die Schwere- und Temperaturkorrektion der Queckſilberſäule ausgeſchieden werden, wie es in der Jordanſchen Formel mit Rückſicht auf dieſen Zweck geſchehen iſt. Für die praktiſche Durchführung der Berechnung von Höhen nach dieſen Formeln ſind Tabellen, welche die ausgerechneten Werte der einzelnen Glieder nach den Argumenten geordnet enthalten, unentbehrlich. Derartige Tabellen ſind mehrfach berechnet worden, z. B. von Biot, Gauß, Babinet, Beſſel u. ſ. w. [19], [21], [22], [23]. Bei der Berechnung nach ſolchen Tafeln wird nach Beilegung der erforderlichen Inſtrumentkorrektionen zunächſt der „normale Höhenunterſchied“ unmittelbar aus den beiden Barometerſtänden B und b entnommen und dieſem der Betrag der einzelnen Glieder, das iſt die „Korrektion“ wegen der Temperatur der Luft, die „Korrektion“ der Schwere wegen Breite und Höhe und die „Korrektion“ wegen der Luftfeuchtigkeit beigelegt. Für örtlich eng begrenzte Gebiete, wie ſie bei einer ausgedehnten techniſchen Verwendung der barometriſchen Höhenmeſſung in Betracht kommen, ſind die Korrektionsglieder für die Schwere wegen Breite und Höhe und für die Luftfeuchtigkeit als konſtant zu betrachten, deshalb dürfen dieſe Glieder zuſammengefaßt und mit der barometriſchen Konſtante vereinigt werden; dadurch vereinfacht ſich dann die Höhenformel entſprechend. So hat z. B. Jordan [28] für Mitteleuropa ſeine allgemeine Formel umgewandelt in den Ausdruck:

$$h = 18464\left(1+0{,}003665\,\frac{T+t}{2}\right)\log\frac{B}{b},$$

indem die Breite $\psi = 50^0$, die mittlere Höhe über dem Meere $h = 500$ m, der mittlere Dunſtdruck $= 7{,}2$ mm geſetzt wurde. Damit ergibt ſich unter der eingeführten Beſchränkung der Höhenunterſchied in der einfachſten Weiſe, indem neben den Barometerſtänden nur noch die mittlere Lufttemperatur in Betracht kommt. Wird weiterhin einer der Barometerſtände für eine ſolche Tafel als konſtant eingeführt, z. B. b, und ſo gewählt, daß er dem mittleren auf den Meeresſpiegel reduzierten Barometerſtande für das betreffende Gebiet entſpricht, ſo liefert die Formel ſofort „genäherte“ oder „rohe Meereshöhen“. So z. B. hat Jordan in die erwähnte Formel für Mitteleuropa einen auf den Meeresſpiegel reduzierten mittleren Barometerſtand von 762 mm eingeführt und danach eine ſehr empfehlenswerte Tafel [29] gerechnet, welche für die einzelnen Grade der Lufttemperatur von $+5^0$ bis $+35^0$ C. geordnet iſt, nach Zehntelmillimetern des Barometerſtandes von 630 mm bis 764 mm fortſchreitet und demnach bis zu Höhen von rund 1600 m ausreicht; für generelle Meſſungen iſt eine erweiterte Tafel von 0^0 bis 35^0 C. und 450 mm bis 765 mm, alſo bis $+4500$ reichend, beigegeben. Die nachſtehende Tabelle gibt einen Auszug aus dieſer zuletzt erwähnten Tafel für 15^0 mittlere Lufttemperatur:

B	h	B	h	B	h	B	h	B	h	B	h
450	4456	500	3564	550	2758	600	2022	650	1345	710	598
460	4270	510	3397	560	2606	610	1882	660	1216	720	480
470	4088	520	3233	570	2456	620	1745	670	1088	730	363
480	3910	530	3071	580	2309	630	1609	680	963	740	248
490	3735	540	2913	590	2164	640	1476	690	840	750	134
500	3564	550	2758	600	2022	650	1345	700	718	760	22

Eine andre Form für die praktiſche Auflöſung der Höhenformel iſt diejenige nach Höhendifferenzen („Höhenſtufen“), welche aufeinander folgenden Barometerintervallen (z. B. einzelnen Millimetern) entſprechen. Dieſe Form wird erhalten durch Differenzierung der allgemeinen Höhenformel und iſt für die Berechnung kleiner Höhenunterſchiede geeignet. Eine ſolche Tafel wurde zuerſt von Babinet [23] aufgeſtellt. Folgende Reihe gibt einen Ueberblick über die einem Millimeter Barometerdifferenz bei 15^0 C. Lufttemperatur entſprechenden Höhenunterſchiede:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B	450	500	550	600	650	700	750 mm
Δh	18,8	16,9	15,4	14,1	13,0	12,1	11,3 m

An Stelle der Barometertafeln [29], [30] können zur praktiſchen Durchführung der Höhenrechnungen auch ſonſtige Hilfsmittel benutzt werden, entweder graphiſche Tafeln [31] oder der Rechenſchieber [32].

Literatur: Die beim Artikel Geodäſie unter [4]—[10] genannten Lehrbücher, beſonders [1] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Stuttgart 1904, Bd. 2, Kap. 11. — [2] Helmert, Mathematiſche und phyſikaliſche Theorien der höheren Geodäſie, Bd. 1, Leipzig 1880, S. 518, Bd. 2, Leipzig 1884, S. 550. — [3] Kgl. preuß. Landestriangulation, Triangulation der Umgegend von Berlin, Berlin 1867 (Anhang). — [4] Veröffentlichung des Kgl. preuß. geodät. Inſtituts, Zenitdiſtanzen zur Beſtimmung der Höhenlage der Nordſeeinſeln Helgoland, Neuwerk und Wangeroog u. ſ. w., Berlin 1895. — [5] Baeyer, Trigonometriſches Nivellement zwiſchen Swinemünde und Berlin, Berlin 1840. — [6] Bauernfeind, Beobachtungen und Unterſuchungen über die Genauigkeit barometriſcher Höhenmeſſungen, München 1862; Derſ., Neue Beobachtungen über die tägliche Periode barometriſch beſtimmter Höhen, München 1883. — [7] Rühlemann, Die barometriſchen Höhenmeſſungen, Leipzig 1870. — [8] Reinhertz, Elaſtiſche Nachwirkung beim Federbarometer, Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1887, S. 207. — [9] Jordan, Geographie und Meteorologie der Libyſchen Wüſte, Kaſſel 1876. — [10] Schreiber, Das Flächennivellement mit Aneroidbarometern, Civilingenieur, Bd. 21, 4.—6. Heft. — [11] Derſ., Handbuch der barometriſchen Höhenmeſſung, Weimar 1877. — [12] Hartl, Praktiſche Anleitung zum Höhenmeſſen mit Queckſilberbarometern und mit Aneroiden, Wien 1884. — [13] Koppe, Das Verfahren der Ausführung und der Berechnung barometriſcher Höhenaufnahmen, Zeitſchr. des Hannov. Arch.- u. Ingen.-Vereins, 1888. — [14] Halley, A discurse of the rule of the decrease of the height of the mercury of the barometer; Philos. transactions 1686, 1687, Bd. 16. — [15] Fontana, Delle altezze barometriche etc., Pavia 1771, — [16] Deluc, Recherches sur les modifications de l'atmosphère, Paris 1772. — [17] Laplace, Mécanique céleste, Paris 1799. — [18] Lindenau, Tables barométriques pour faciliter le calcul des nivellements et des mesures des hauteurs par le baromètre, Gotha 1809, und „Ueber Laplaces Ausdruck für Höhenmeſſungen durch das Barometer“ in Zach, Monatl. Korreſpondenz, Bd. 14. — [19] Biot, Tables barométriques portatives etc., Paris 1811. — [20] Soldner', Ueber den Einfluß der Feuchtigkeit auf das Höhenmeſſen mit dem Barometer in Gilberts Annalen, Bd. 32. — [21] Gauß, Aſtronomiſches Jahrbuch für 1818. — [22] Beſſel, Aſtronomiſche Nachrichten, Bd. 12. — [23] Babinet, Comptes rendus, Bd. 30. — [24] Baeyer, Poggendorffs Annalen, Bd. 98. — [25] Plantamour, Résumé des observations thermométriques et barométriques etc., Mém. de la soc. de Genève, Bd. 13. — [26] Bauernfeind, Beobachtungen und Unterſuchungen über die Genauigkeit barometriſcher Höhenmeſſungen und die Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit der Atmoſphäre, München 1862. — [27] Rühlemann, Die barometriſchen Höhenmeſſungen u. ſ. w., Leipzig 1870. — [28] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Stuttgart 1904, Bd. 2, Kap. 12. — [29] Derſ., Barometriſche Höhentafeln, Stuttgart 1886; für Tiefland und für große Höhen, Hannover 1896. — [30] Schoder, Hilfstafeln zur barometriſchen Höhenbeſtimmung, Stuttgart 1872; Jelinek, Anleitung zur Anſtellung meteorologiſcher Beobachtungen, Wien 1876, ſowie die vorher genannten Tafeln. — [31] Vogler, Graphiſche Barometertafeln, Braunſchweig 1880; ſowie Anleitung zum Entwerfen graphiſcher Tafeln, Berlin 1877. — [32] Koppe, Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen 1874; Biſchoff, ebend. 1891. *Reinhertz.*

Höhenrauch, Haarrauch, Heiderauch, entſteht durch das Abbrennen der Torfmoore, das die alte Kulturmethode erforderte.

Je nach Stärke und Richtung der herrſchenden Winde und der Größe der brennenden Moore erlangt die durch den Rauch erzeugte Trübung des Himmels eine mehr oder weniger große Ausdehnung, ihrer Herkunft nach durch das gleichzeitige Auftreten eines eigentümlich brandigen Geruches charakteriſiert. Merkwürdigerweiſe wurde dieſe Urſache des Höhenrauchs erſt ſpät allgemein erkannt. *Großmann.*

Höhenrichtmaſchine, Vorkehrung zur Einſtellung der Höhenrichtung für Geſchütze; ſ. Lafettierung.

Höhenrichtung, ſ. Balliſtik.

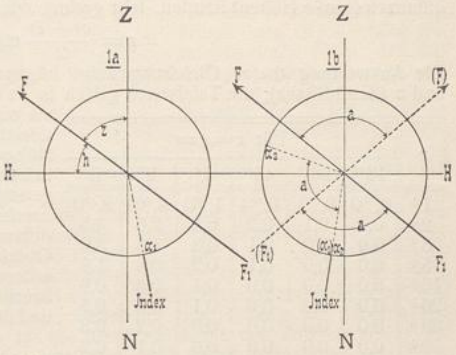
Höhenſtufe (Höhentafeln), ſ. Höhenmeſſung, barometriſche, S. 94.

Höhenwinkel, in der Geodäſie und ſphäriſchen Aſtronomie der Winkel zwiſchen einer Zielrichtung und ihrer vertikalen Projektion auf den Horizont. In der Praxis der Meſſung von Höhenwinkeln tritt ſehr häufig an ſeine Stelle die Zenitdiſtanz, welche den Höhenwinkel zu 90^0 ergänzt ($h = 90^0 - z$).

Je nach dem Zweck der Höhenwinkelmeſſung und der dadurch bedingten Genauigkeit richtet ſich die Anwendung ſehr verſchiedener Inſtrumente. Für einfache geodätiſche Aufnahmen gebraucht man Gradbögen, an denen die Richtung der Viſierlinie gegen den Horizont mit Hilfe von Pendeleinrichtungen oder mittels Libellen abgeleſen werden kann (z. B. die Neigung von gemeſſenen Linien gegen den Horizont, um deren Längen auf den Horizont reduzieren zu können oder um genäherte Höhenbeſtimmungen von terreſtriſchen Objekten zu erhalten, deren Entfernung man kennt). Weiterhin werden Schrauben zu ſolchem Zwecke verwendet, für die der Winkelwert einer Umdrehung bekannt iſt (beim Nivellierinſtrument [Stampfer] oder auch in der Tachymetrie [ſ. d.]). — Für genauere derartige Meſſungen, und wenn ſolche auch für größere Höhen beſtimmt ſein ſollen, verwendet man dann die Höhenkreiſe an den Kippregeln oder den Theodoliten (ſ. d.), und für die genaueſten derartigen Meſſungen, wie ſie für die Zwecke

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der höheren Geodäſie und der Aſtronomie nötig werden, kommen die großen Univerſalinſtrumente, Höhenkreiſe, Meridiankreiſe u. ſ. w. in Verwendung. Die Methoden zur Meſſung von Höhenwinkeln ſind vor allem bedingt durch die Art des anviſierten Objektes, d. h. ob dasſelbe ein feſtſtehendes (irdiſches) oder ein mit der Zeit ſeinen Ort änderndes (meiſt cöleſtiſches — Geſtirn — oder etwa ein Luftballon oder dergl.) iſt. Davon wird es abhängen, ob man an dem benutzten Inſtrument direkt die der genauen Horizontal- oder Vertikalrichtung entſprechende Ableſung kennen muß oder ob ſie, wie im erſteren Falle, durch die Art der Meſſung nicht nur eliminiert, ſondern ihre Kenntnis ſogar überflüſſig wird, was allerdings nicht ausſchließt, daß man den ſogenannten Zenitpunkt oder Horizontpunkt des Kreiſes mit beſtimmt, um eine Kontrolle für das Inſtrument zu erhalten. Des weiteren werden dieſen beiden Arten der Höhenwinkelmeſſung verſchiedene Korrektionen wegen Refraktion (ſ. d.) zuerteilt werden müſſen. Die durch die Aufſtellung und die Konſtruktion der Inſtrumente bedingten Korrektionen (Inſtrumental- reſp. Aufſtellungsfehler) werden aber in beiden Fällen in gleicher Weiſe zur Wirkung kommen. — Um nun zu erläutern, wie man an einem Kreiſe, deſſen Ebene vertikal ſteht, einen Höhenwinkel zu meſſen pflegt, denke man ſich in der Figur die ſchematiſche Darſtellung des Kreiſes mit ſeiner von 0 bis 360° durchgehenden Teilung; mit dieſem Kreiſe feſt verbunden mag das Fernrohr ſein, deſſen Zielrichtung die Linie FF_1 zur Anſchauung bringt. Weiterhin ſei an irgend einer Stelle des Inſtruments der zum Ableſen des Kreiſes dienende Index ſo angebracht, daß ſeine Lage gegenüber den übrigen Teilen des Inſtruments auch bei deſſen Drehung um eine vertikale Achſe konſtant bleibt oder daß die Verbindungslinie des Index mit der Kippachſe des Fernrohres reſp. mit dem Zentrum des Kreiſes gegen den Horizont eine konſtante Neigung hat. Iſt außerdem $H-H$ eine durch das Zentrum des Kreiſes gelegte Horizontale, ſo wird ZN die Vertikale im Beobachtungsort ſein und ſomit der Winkel $z=90-h$ die Zenitdiſtanz der Zielrichtung FF_1. Macht man nun in der in 1 a dargeſtellten Lage des Inſtruments eine Ableſung des Kreiſes am Index vom Betrage α_1, dreht darauf das Inſtrument um die Vertikalachſe um 180°, ſo wird die Richtung der Viſierlinie die in 1 b geſtrichelt dargeſtellte ſein, während ſich in der Lage der Inſtrumententeile zueinander gar nichts geändert hat. Um nun das Fernrohr wieder in die Richtung nach dem zuerſt anviſierten Objekte zu bringen, muß man dasſelbe offenbar um den Winkel a im Sinne des Pfeiles drehen; um dieſen Betrag a wird ſich daher auch die Ableſung α_2 der Kreiſe am Index geändert haben müſſen. Alſo hat man $a=\alpha_2-\alpha_1$, und dieſer Winkel entſpricht, wie ſofort einzuſehen iſt, bei der oben vorausgeſetzten Annahme der doppelten Zenitdiſtanz des Objektes, alſo



$$a=\alpha_2-\alpha_1=2\,z=2\,(90-h)=180^0-2\,h \qquad \text{oder} \qquad z=90-h=\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}.$$

Außerdem folgt aus dieſer einfachen Betrachtung, daß die Lage des Index an ſich ganz gleichgültig iſt und daß man diejenige Stelle am Kreis erhalten wird, welche der Richtung des Fernrohres nach dem Zenit entſpricht, wenn man das Mittel aus α_2 und α_1 bildet (eventuell die eine Zahl vermehrt um 360° für den Fall, daß der Index bei der Drehung des Fernrohres über den Nullpunkt des Kreiſes hinweggegangen iſt), d. h. es iſt

$$\text{Zenitpunkt}=\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2} \text{ oder } =\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}+180^0.$$

Nach dieſen für jede Höhenmeſſung prinzipiellen Erläuterungen werden ſich im ſpeziellen die Ausdrücke ſofort angeben laſſen für die Fälle andrer Bezifferung der Höhenkreiſe, z. B. für zweimal von 0—180° oder für viermal von 0—90° und auch dann, wenn die Richtung der Bezifferung variiert. — Im allgemeinen ſind die Indices zur Kreisableſung in Form von Verniers (Nonien) oder Mikroſkopen ausgeführt, und dieſelben ſind zur Bequemlichkeit der Meſſung auch ſo angebracht, daß an ihnen entweder genäherte Zenitdiſtanzen oder Höhen direkt abgeleſen werden für den Fall, daß ſolche Meſſungen nur in einer Kreislage ausgeführt werden ſollen. (Nur bei Meſſungen untergeordneter Art zuläſſig.) Um die Lage der Ableſevorrichtung jederzeit kontrollieren oder eine Abweichung derſelben von der Sollſtellung in Rechnung ziehen oder korrigieren zu können, iſt mit derſelben faſt ſtets eine mehr oder weniger empfindliche Libelle verbunden. In manchen Fällen iſt auch mit dem Fernrohr ſelbſt eine Libelle derart verbunden, daß dieſe einſpielt, wenn die Fernrohrabſehenslinie horizontal ſteht (Kippregel oder Tachymetertheodolite). Die Juſtierung dieſer Lage hat nach den Regeln der Tachymetrie (ſ. d.) zu erfolgen. — Dann braucht man nur eine Ableſung des Kreiſes (oder nur der meiſt vorhandenen Sektoren) zu machen bei einſpielender Libelle und bei der Richtung des Fernrohres nach dem Objekt. Die Differenz gibt unmittelbar den Höhenwinkel. Die Abweichung der Kreisableſung bei horizontaler reſp. vertikaler Viſierrichtung von Null nennt man den Indexfehler, wenn das Inſtrument ſo eingerichtet iſt, daß direkt Höhen- oder Zenitdiſtanzen abgeleſen werden ſollen. Der Betrag dieſes Fehlers iſt dann an die direkte Kreisableſung anzubringen; er wird beſtimmt, indem man das Fernrohr, wie eingangs beſchrieben, in beiden Lagen des Kreiſes (Kreis „Rechts“ und Kreis „Links“) auf ein feſtes, gut ſichtbares irdiſches Objekt richtet, die Ableſungen α_1 und α_2 macht; deren Mittel ſoll 0° oder 180° ſein, die Abweichung davon iſt dann der „Indexfehler“.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Iſt das Objekt der Meſſung ein bewegtes (cöleſtiſches, ein Stern oder dergl.), ſo gilt die Regel $z = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}$ nicht mehr, denn der Höhenwinkel hat ſich in der von der erſten bis zur zweiten Einſtellung verſtrichenen Zeit geändert. Man muß alſo dann ſtets den Zenit- reſp. Horizontpunkt kennen, wenn man die einzelnen Zenitdiſtanzen ableiten will. Es ſind dann, wenn nach obigem der Zenitpunkt α_z gefunden worden iſt, die einzelnen Zenitdiſtanzen für die Ableſungen entweder $\alpha_z - \alpha$ oder $\alpha - \alpha_z$, je nachdem in Kreislage „rechts“ oder „links“ (reſp. umgekehrt) beobachtet worden iſt. Sind die Beobachtungen ſymmetriſch auf beide Lagen verteilt, ſo wird aus dem Mittel aller Zenitdiſtanzmeſſungen ein Fehler in der Annahme des Zenitpunktes wieder herausfallen, und es iſt deshalb geſtattet, dieſe Annahme auf ganze Minuten behufs einfacher Rechnung abzurunden. — Die nach dem eben beſchriebenen Verfahren gemeſſenen Zenitdiſtanzen oder Höhen ſind aber noch mit Fehlern behaftet, die entweder von der unrichtigen Aufſtellung des Inſtruments oder von den Einflüſſen der Atmoſphäre herrühren. Die erſteren laſſen ſich durch die Methode der Anordnung der Beobachtungen entweder beſtimmen oder wegſchaffen. Der Einfluß der Achſenfehler und der Aufſtellungsfehler iſt aber auch, ſobald es ſich nicht um kleine Zenitdiſtanzen (große Höhen) handelt, ſehr gering, wie die Formel für eine ſolche Korrektion Δz zeigt:

$$\Delta z = \frac{c^2 + i^2}{2} \operatorname{ctg} z + c\, i \operatorname{cosec} z.$$

Die Auswertung dieſer Gleichung zeigt folgendes Täfelchen für verſchiedene Werte von i, c und z (Zenitdiſtanz); die Tafelwerte gelten in ſehr nahe gleichem Betrage ſowohl für das erſte als auch für das zweite Glied der rechten Seite der Gleichung für Δz. — Man ſieht alſo, daß bei geringen Höhen ſelbſt bei recht mangelhafter Juſtierung des Inſtruments der Einfluß der Inſtrumentfehler recht gering bleibt. Wegen des Einfluſſes der Strahlenbrechung (Refraktion, ſ. d.) mißt man die Zenitdiſtanzen ſowohl bei irdiſchen als auch cöleſtiſchen Objekten ſtets zu gering, die Höhen zu groß. — Im erſteren Falle hängt die Korrektion wegen Strahlenbrechung von der Diſtanz des anviſierten Objektes ab und iſt gleich $\Delta z = \frac{1-k}{2R} d^2$, wo k im Mittel gleich 0,13, R der Erdradius (6381000 m) und d die horizontale Entfernung des Objektes vom Beobachtungsort in Metern ausgedrückt iſt. Der Betrag der „aſtronomiſchen“ Refraktion hängt nur von der Zenitdiſtanz des anviſierten Geſtirnes und von dem phyſikaliſchen Zuſtand der Atmoſphäre ab. Im Horizont beträgt ſie etwa 32 Bogenminuten, bei 45° Höhe etwa 1′ und im Zenit iſt ſie gleich Null. — Genaueres über dieſen Gegenſtand muß in dem Art. Refraktion nachgeleſen werden. — Durch die Schwere wird ſowohl das Objektiv- als auch das Okularende des Fernrohres nach unten gebogen; iſt dieſe Biegung in den verſchiedenen Zenitdiſtanzen verſchieden, ſo tritt zu vorſtehenden Korrektionen für Höhenwinkel noch eine ſolche für Biegung hinzu, welche im Horizont ihr Maximum erreicht, im übrigen aber dem Sinus der Zenitdiſtanz proportional iſt. — Auch erleiden bei ſehr großen Inſtrumenten die Kreiſe ſelbſt ſolche der Biegung ähnliche Deformationen (vgl. darüber Univerſalinſtrumente und Meridian- bezw. Vertikalkreiſe).

z	Für $i = c =$					
	10″	20″	40″	1′	2′	3′
1°	0,″0	0,″1	0,″4	1,″0	4,″0	9,″0
2°	0,0	0,1	0,2	0,5	2,0	4,5
3°	0,0	0,0	0,1	0,3	1,3	3,0
5°	0,0	0,0	0,1	0,2	0,8	1,8
10°	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,9
20°	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5
30°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
50°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
70°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
90°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Literatur: Das Nähere über die Meſſung der Höhenwinkel muß in den Lehrbüchern der Geodäſie oder der ſphäriſchen Aſtronomie nachgeleſen werden; im beſonderen ſei hier verwieſen auf: Jordan, W., Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, Feld- und Landmeſſung, 6. Aufl., bearbeitet von C. Reinhertz, Stuttgart 1904; Bohn, C., Die Landmeſſung, Berlin 1886, und Bauernfeind, C. M., Elemente der Vermeſſungskunde, Stuttgart 1890. Bezüglich der aſtronomiſchen Höhenmeſſung ſind zu vergleichen die Lehrbücher der ſphäriſchen Aſtronomie von Brunnow, Chauvenet, Heer und Tinter und die Hilfstafeln für geographiſche Ortsbeſtimmungen von Th. Albrecht. *Ambronn.*

Höhenzenter, ſ. Reitſtock.

Höhere Gewalt. Aus dem Streit der Meinungen über Sinn und Tragweite des Begriffs haben ſich zwei Sätze zu allgemeiner Anerkennung durchgerungen, nämlich: 1. daß unter den Begriff der höheren Gewalt nur fallen von außen kommende Ereigniſſe, die nach menſchlicher Einſicht nicht vorauszuſehen und deren Eintritt und Folgen durch Vorkehrungen, welche zu dem zu erreichenden Erfolg in vernünftigem Verhältnis ſtehen, nicht abgewendet werden können; und 2. daß es demgemäß eine allgemein gültige Formel für das, was höhere Gewalt ſei, nicht gibt, daß vielmehr je nach der Verſchiedenheit des einzelnen Falles die Entſcheidung verſchieden ausfallen könne.

Es liegt auf der Hand, daß die praktiſche Verwertbarkeit des erſten Satzes durch den zweiten erheblich eingeſchränkt wird; ferner geht offenſichtlich die Tendenz der Rechtſprechung dahin, das Anwendungsgebiet der „höheren Gewalt“ möglichſt eng zu begrenzen. Da nach obiger Begriffsbeſtimmung nicht einmal Naturereigniſſe ſtets und unbedingt als „höhere Gewalt“ anzuſehen ſind, ſo wird die Frage doppelt zweifelhaft, wenn es ſich um — ſich oder andre ſchädigende — Handlungen dritter (betriebsfremder) Perſonen handelt. Zum

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beiſpiel wurde zwar ein orkanartiger Sturm, der einen Eiſenbahnzuſammenſtoß verurſachte, als „höhere Gewalt“ anerkannt, nicht aber der plötzliche Eintritt eines dichten Nebels; ferner zwar ein Sturz infolge plötzlicher Ohnmacht, nicht aber das ungewöhnliche Anſtürmen des der Beförderung harrenden Publikums auf einen einfahrenden Zug; ferner zwar ein Achſenbruch, wenn eine ruchloſe Hand einen Steinblock auf die Schienen legte, nicht aber, wenn der Grund des Bruchs die (unbekannte) mangelhafte Beſchaffenheit der Achſe oder Froſt war u. ſ. w. — Eine praktiſch wichtige Frage iſt, ob ein Streik höhere Gewalt darſtelle; auch ſie läßt ſich allgemein nicht beantworten, doch wird ſie meiſt zu verneinen ſein, wenn nicht etwa geradezu unſinnige Forderungen, die den ſicheren Ruin des Arbeitgebers bedeuten würden, durch den Streik erzwungen werden ſollen. Ausſperrungen, ſei es in einem einzelnen Betrieb oder einer ganzen Branche, etwa auf Grund Verbandsbeſchluſſes, können für den Arbeitgeber nicht als höhere Gewalt gelten. — Die Frage, ob der Generalunternehmer (z. B. der bauleitende Architekt) ſich unter Berufung auf höhere Gewalt von der Einhaltung ſeiner Friſten um deswillen befreien könne, weil im Betrieb eines Unterakkordanten (z. B. im Steinhauer- oder Zimmermannsgewerbe) geſtreikt wird, könnte nur bejaht werden, wenn der Streik nicht vorauszuſehen war und ſeine Folgen durch kein Mittel und keine Aufwendungen, die zur Größe des Objekts (alſo nach obigem Beiſpiel: zum Wert des Baus) noch irgend in einem vernünftigen Verhältnis ſtehen, beſeitigt werden können. Will alſo der Unternehmer ſicher gehen, ſo muß er in ſeinen Vertrag die Streikklauſel aufnehmen oder zum mindeſten die Friſten zur Fertigſtellung der Arbeiten genügend groß bemeſſen. Letzteres hätte auch die weitere, ſehr wünſchenswerte Folge, daß unzählige Vertragsſtrafforderungen und -prozeſſe wegen Friſtüberſchreitungen von vornherein ausgeſchloſſen wären.

Liegt nun im einzelnen Fall wirklich höhere Gewalt vor, ſo wird der Verpflichtete im allgemeinen von der Verpflichtung zur Leiſtung (gegebenenfalls zur Leiſtung innerhalb der ihm geſetzten Friſt) frei, vgl. § 275 B.G.B. und die in den folgenden Paragraphen gegebenen näheren Detailbeſtimmungen; liegt wirklich höhere Gewalt vor, ſo werden der Gaſtwirt (§ 701 B.G.B.), der Tierhalter (§ 833 B.G.B.) und der Bauwerksbeſitzer (§ 836 B.G.B.) von ihrer Haftpflicht (ſ. d.) befreit; ſo haftet die Eiſenbahn für den Schaden, der durch Verluſt oder Beſchädigung des Frachtguts von der Annahme bis zur Ablieferung entſteht, nicht (§ 456 H.G.B.); ſo darf dieſelbe die Uebernahme von Gütern verweigern (§ 453 H.G.B. und Art. 5 des Berner internationalen Uebereinkommens vom 14. Oktober 1890, Reichsgeſetzblatt S. 733 ff.); ſo haftet ſie nicht für einen bei ihrem Betrieb entſtandenen Schaden an Leib und Leben (Reichshaftpflichtgeſetz, § 1) und für Sachſchaden (z. B. württembergiſches Geſetz, betreffend die Haftung für Sachſchaden beim Eiſenbahnbetrieb, vom 4. Juni 1903); ſo iſt die Verbindlichkeit der Poſtverwaltung für Verluſt oder Beſchädigung von Poſtſendungen ausgeſchloſſen (§ 6 des Poſtgeſetzes von 1871, Reichsgeſetzblatt, S. 349), und andre allgemein weniger bedeutſame Fälle mehr.

Literatur: Von zahlloſen Entſcheidungen des Reichsgerichts und gelegentlichen Bemerkungen in Werken verſchiedenſten Inhalts abgeſehen, mögen hervorgehoben werden: Eger, Kommentar z. Reichshaftpflichtgeſetz, § 1; Staub, Kommentar z. Handelsgeſetzbuch, § 436. *Sick.*

Höhfries, das aufrechtſtehende Rahm- oder Frieſsſtück bei geſtemmten Täferungen oder Türen (ſ. d.).

Höllenöl, ſ. Olivenöl.

Höllenſtein, ſ. Silbernitrat.

Hörner, ſ. Sägen.

Hörſaal, Saal in Hochſchulen zur Abhaltung von Vorleſungen. S. Saal.

Höſchotypie, ſ. Photochromographie.

Hövellit, ſ. v. w. Sylvin (ſ. d.).

Höxterſtein (Sollinger Flieſen), ſ. Flieſen, ſchwediſche.

Hof, der freie, unüberbaute Raum neben oder zwiſchen Gebäuden, der von dieſen oder von einer Einfriedigung umſchloſſen iſt.

Je nach der Lage zu den Gebäuden und ſeiner Beſtimmung unterſcheiden wir: 1. Vorhof, der zwiſchen der Straße und dem Hauptgebäude liegt. 2. Mittel- oder innerer Hof, von Gebäuden rings umſchloſſen, in ſüdlichen Ländern oft mit Bogenöffnungen umgeben, die unter Abhaltung der Sonnenſtrahlen Licht und Luft in das Innere der Gebäude leiten; im Norden oft teilweiſe überdacht oder mit Glasdach verſehen, um den Raum trocken und geſchützt zu halten und ihn beſſer nutzbar zu machen. 3. Hinterhof, Dienſt-, Stall- oder Küchenhof, an dem die Wirtſchaftsräume, die dem Auge zu entziehen ſind, liegen. Die Höfe ſind, wenn tunlich, mit einer Zufahrt oder Durchfahrt in Verbindung zu ſetzen; ſie ſind zu pflaſtern, ins Gefäll zu legen und mit einer Entwäſſerung zu verſehen.

Bei ſtädtiſchen Wohngebäuden ſoll die Größe der Höfe mit der bebauten Fläche in einem Verhältnis ſtehen, daß noch hinreichend Luft und Licht in das Gebäude gelangen kann; man rechnet, daß der freie Hofraum ein Drittel des bebauten Grundſtücks betragen ſoll. Für das Regenwaſſer kann eine Ziſterne vorgeſehen werden. Soll mit Wagen gewendet werden können, ſo bedarf der Hof mindeſtens einer Breite von 8,0 m. Ueber die Höfe im ländlichen Bauweſen ſ. Gehöfteanlagen. *Weinbrenner.*

Hofmanns Violett, ſ. Farbſtoffe, künſtl. organiſche, Bd. 3, S. 631 u. 633.

Hoftau, ſ. Hoofdtau.

Hogshead, engliſches Flüſſigkeitsmaß (Oxhoft) = 63 Imp. Gallons = 572,5 l.

Hoheitsſtöcke ſind die Landesgrenzen bezeichnende, in den Landesfarben

angeſtrichene Pfähle, die, aus Holz oder Eiſen hergeſtellt, mit einer entſprechenden Tafel verſehen werden, auf der das Wappen bezw. die betreffende Aufſchrift angebracht wird. *L. v. Willmann.*

Hohldocken, ſ. Brille.

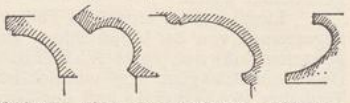
Hohleiſen, Hohlflacheiſen, ſ. Bildhauereiſen, Bd. 2, S. 31, und Stemm- und Stechwerkzeug.

Hohlgewebe, ſ. Weberei.

Hohlhauer ſind beſondere Arten von kleinen Meißeln zum Nacharbeiten der Einſchnitte in den Schlüſſelbärten. Die Einſchnitte in den Bärten der Schlüſſel, die zu Eingerichtſchlöſſern (ſ. Schloß) gehören, werden mit kleinen Kreuzmeißeln (ſ. Meißel) ausgehauen (wobei der Schlüſſel in einer im Schraubſtocke eingeſpannten Bartkluppe von eigentümlicher Bauart liegt) und mit einer andern Art Meißel, dem Hohlhauer, nachgearbeitet. *E. Müller-Dresden.*

Hohlkanteiſen iſt ein Vierkanteiſen, welches auf den vier Seitenflächen durch je eine längslaufende Rinne ausgehöhlt iſt, ſo daß ſein Querſchnitt an die Sternform erinnert. Es wird für leichte Säulen, Gitterſtäbe u. ſ. w. verwendet.

Hohlkehle (Hohlleiſte, Einziehung), ein Bauglied, das nach einem eingezogenen Viertel- oder Halbkreis oder einer andern zuſammengeſetzten Bogenlinie gekrümmt iſt (ſ. die nebenſtehenden Figuren). *Weinbrenner.*



Hohlkehlhobel, ſ. Hobeln.

Hohlkugeln erfordern nach Feſtigkeitsrückſichten eine gewiſſe Wandſtärke. Bei mäßigem Druck p im Innern und entſprechend geringer Wandſtärke berechnet man die Zugſpannung s in der Wandung δ, indem man ſich einen diametralen Schnitt der Kugel denkt und die auseinandertreibende Kraft $p \cdot \pi r^2 = 2\pi r \delta s$ ſetzt, alſo: $\delta/r = p/2s$, d. i. halb ſo viel als bei dem Hohlzylinder (ſ. d.) von gleichem Durchmeſſer. Starke Hohlkugeln mit innerem Ueberdruck erleiden eine tangentiale Zugſpannung mit dem Höchſtwert s an der Innenſeite und eine Druckſpannung in radialer Richtung, deren Höchſtwert k ebenfalls an der Innenſeite der Wandung herrſcht. Nach v. Bachs Angaben [1] beſtehen zwiſchen der Wandſtärke δ cm, dem inneren Radius r cm und dem inneren Ueberdruck p Atmoſphären die Beziehungen:

$$\frac{\delta}{r} = \sqrt[3]{\frac{s + 0{,}4\,p}{s - 0{,}65\,p}} - 1 \quad \text{und} \quad \frac{\delta}{r} = \sqrt[3]{\frac{k - 0{,}4\,p}{k - 1{,}3\,p}} - 1.$$

Zum Beiſpiel:

$p/s =$	$^1/_{100}$	$^1/_{10}$	$^1/_6$	$^1/_3$	$^1/_2$	$^2/_3$	$^5/_6$	1	$^5/_4$	1,538
$\delta/r =$	0,0035	0,036	0,062	0,131	0,211	0,309	0,428	0,587	1,00	∞
$k/s =$	0,86	0,93	0,98	1,10	1,23	1,35	1,475	1,60	1,78	2,00.

Hohlkugeln mit äußerem Ueberdruck erleiden nach [1] eine tangentiale Druckſpannung mit dem Höchßwert k an der Innenfläche und im Zuſammenhang damit eine radiale Zugſpannung s, die $^6/_7$ des Wertes der Druckſpannung erreicht. Hierfür gilt, wenn R den äußeren Halbmeſſer der Hohlkugel bezeichnet:

$$\delta/R = 1 - \sqrt[3]{1 - 1{,}05\,p/k} \text{ für die tangentiale Druckſpannung}$$

$$\text{und } \delta/R = 1 - \sqrt[3]{1 - 0{,}9\,p/s} \text{ für die radiale Zugſpannung.}$$

Zum Beiſpiel:

$p/s =$	$^1/_{100}$	$^1/_{10}$	$^1/_6$	$^1/_3$	$^1/_2$	$^2/_3$	$^5/_6$	1	$^{10}/_9$
$\delta/R =$	0,003	0,031	0,053	0,112	0,181	0,263	0,370	0,536	1

Auch hier wird, ſofern auf Einknicken der Wandung nicht Rückſicht zu nehmen iſt, die Wandſtärke der Kugel kleiner als für den Zylinder.

In der praktiſchen Ausführung bietet die Hohlkugel gegenüber dem Hohlzylinder bedeutende Schwierigkeiten, ſo daß die theoretiſch günſtigere Beanſpruchung der Wandung dagegen meiſt kaum noch in Betracht kommt. Durch Gießen laſſen ſich Hohlkugeln nicht ohne Kernlöcher herſtellen, und beim Nieten aus Blech hat man viel Verſchnitt und Schwierigkeiten beim Treiben, Buckeln der Platten und beim Zuſammenpaſſen der Nietſtellen. Bei Vakuumpfannen aus dem dehnbaren teuern Kupfer iſt die Kugelform am Platze, da die Hohlkugel die geringſte Wandfläche im Verhältnis zum Inhalt hat. — Zu berückſichtigen iſt noch, daß die „allgemeinen polizeilichen Beſtimmungen über die Anlegung von Dampfkeſſeln“ in § 1 Heizkörper von Gußeiſen bis 25 cm lichter Weite bei zylindriſcher Geſtalt und bis zu 30 cm bei Kugelgeſtalt zulaſſen.

Halbkugelſchalen in Gußeiſen und Kupfer eignen ſich zu Koch- und Schmelzpfannen beſſer als Zylinder, weil ſich die Spannungen bei ungleicher Erhitzung in der doppelt gewölbten Fläche leichter ausgleichen als im Zylinder und deſſen Bodenanſatz.

Literatur: [1] Bach, C., Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 563; Derſ., Maſchinenelemente, Stuttgart 1903. *Lindner.*

Hohlmaße, im Gegenſatz zu den Körpermaßen, dienen zur Beſtimmung der Menge von Waren, deren drei Abmeſſungen nicht unmittelbar ermittelt werden können.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man unterfcheidet zwifchen Hohlmaßen für Flüffigkeiten (Flüffigkeitsmaßen) und Hohlmaßen für trockene Gegenftände. Im metrifchen Syftem bildet das Liter die Einheit der Hohlmaße, in England das Imperial-Gallon, in Amerika für Flüffigkeiten das amerikanifche Gallon (5 Imperial-Gallon = 6 amerikanifche Gallon), in Rußland für Flüffigkeiten der Wedro, für trockene Gegenftände der Tfchetwert, in der Türkei für trockene Gegenftände das Kilé, in Aegypten für trockene Gegenftände der Ardeb. *Plato.*

Hohlmauern, Mauerkörper mit Hohlräumen, welche, in lotrechtem Sinne durch die ganze Mauer auffteigend, als Rauch-, Heißluft- und Lüftungskanäle (Dunftröhren) fowie zur Aufnahme von Waffer leitungs-, Heiz- und andern Röhren dienen oder welche durch die in ihnen enthaltene ifolierende Luftfchicht zur Trocken- und Warmhaltung der Gebäude, zur Verminderung der Schallfortpflanzung und zur Erfparung an Mauermaterial beitragen.

Bei Herftellung der in verfchiedener Anordnung lotrecht durch die Mauer durchlaufenden Kanäle (Luft- und Rauchröhren) ift die allgemeine Verbandregel zu beachten, daß in zwei aufeinander folgenden Schichten die Stoßfugen vollftändig überbunden werden (f. Fig. 1). Die Querfchnittgrößen folcher Kanäle find meift durch Rechnung feftzuftellen, werden aber bei Backfteinmauern den Abmeffungen der Backfteine angepaßt und am beften rechteckig geformt. Die Scheidewände (Zungen) zwifchen mehreren nebeneinander liegenden Kanälen werden meift $1/2$ Stein ftark gemacht, häufig auch, befonders wenn ein Lüftungskanal neben einem Rauchrohr liegt, aus Eifenplatten hergeftellt, um durch Ausnutzung der Rauchwärme im Rauchrohr die Aufwärtsbewegung der Luft im Lüftungskanal zu fördern. Werden die Hohlmauern zum Zweck der Ifolierung gegen Feuchtigkeit und Kälte verwendet, fo brauchen fie nicht ununterbrochen lotrecht durchgeführt zu werden, fondern erhalten in den verfchiedenen Schichten durch die erforderlich werdenden Binderfteine *B* (f. Fig. 2 und 3) eine Verfetzung. Soll die äußere Mauerhälfte 1 Stein ftark werden, fo würde bei $1\,1/2$ Stein ftarken Mauern die Innenhälfte nur $1/2$ Stein ftark (f. Fig. 2), was zur Auflagerung der Gebälke zu fchwach wäre, fo daß die in Fig. 3 veranfchaulichte Anordnung zweier 1 Stein ftarker Mauerhälften vorzuziehen ift. Der Hohlraum wird gewöhnlich $1/4$ Stein (etwa 6—7 cm) breit angenommen. Soll jedoch Feuchtigkeit abgehalten werden, fo ift es beffer die Zwifchenräume etwa 12 cm ftark zu machen oder doppelte Hohlräume anzunehmen [2]. Bei Befürchtung von Feuchtigkeit für die äußere

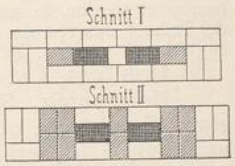


Fig. 1.

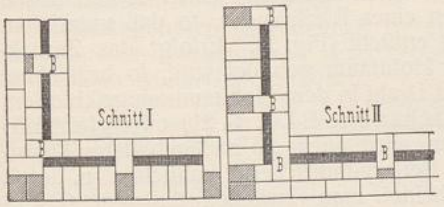


Fig. 2.

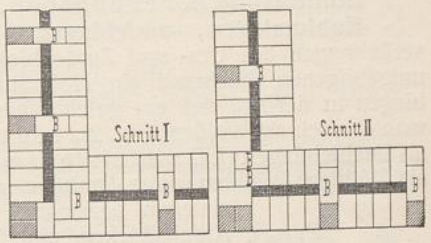


Fig. 3.

Mauerhälfte erweifen fich auch die Binderfteine als nachteilig, da fie die Feuchtigkeit zur inneren Mauerhälfte hinüberleiten, was durch den beim Mauern herabfallenden, auf ihnen liegen bleibenden Mörtel nur befördert wird und wogegen auch das Eintauchen der Binderfteine vor ihrer Verlegung in heißen Kohlenteer nicht vollftändig fchützt.

Diefe Nachteile der Binderfteine wurden von Schmölcke [3] dadurch zu befeitigen gefucht, daß er ftatt der in den verfchiedenen Schichten verfchieden verlegten Binderfteine ganz durchlaufende Binderpfeiler verwendete, während Müfchen [4] und Bettftaedt [5] umfpringende Ifolierfchichten anwendeten. Am beften ift die Verwendung von Hohlfteinen.

Literatur: [1] Handb. d. Arch., Darmftadt 1886, 3. Teil, Bd. 1, Heft 1, S. 48; 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, S. 40. — [2] Haarmanns Zeitfchr. f. Bauhandw. 1887, S. 31, 105; 1888, S. 131. — [3] Deutfche Bauztg. 1883, S. 37. — [4] Ebend. 1884, S. 375. — [5] Baugew.-Ztg. 1884, S. 111. — Für polygonale und runde Mauerkörper mit Hohlräumen vgl. Handb. d. Arch., 3. Teil, Bd. 4, Abt. 4, Abfchn. 4B., Kap. 4c. *L. v. Willmann.*

Hohlmeißel, f. Werkzeugftähle.

Hohlpfeiler, nicht mit Mauern in feitlicher Verbindung ftehende Luft- oder Rauchkanäle, die einzeln oder in Gruppen vereinigt, z. B. als Schornfteine, von der Dachbalkenlage an oder felbftändig für fich (f. Fig. 1 und 2) aufgemauert werden. Für den Steinverband gelten diefelben Regeln wie bei den Hohlmauern.

Bei Schornfteinen von kleinerem Querfchnitt werden die Wandungen und etwa vorhandene Zungen einen halben Stein ftark gemacht, und es wird der Schornftein- oder Läuferverband angewendet (f. Fig. 1 und 2). Bei größeren Querfchnitten und Höhen werden die Wandungen einen Stein ftark (f. Fig. 3 und 4) und ftärker angenommen. Bei Fig. 4 entfteht die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

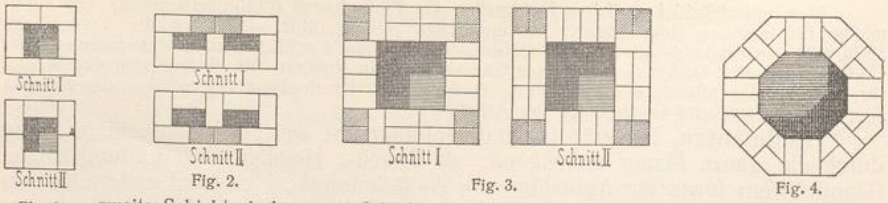


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

zweite Schicht, indem man sich die dargestellte Schicht um 45° gedreht denkt. Bei kreisförmigen Querschnitten gelten die Verbandregeln für gekrümmte Mauern (s. d.). Literatur s. unter Hohlmauern. *L. v. Willmann.*

Hohlrad, ein Zahnrad mit nach innen gerichteten Zähnen.

Der Armstern oder die hierfür meist bevorzugte volle Scheibe des Rades sitzt seitwärts am Zahnkranz und macht die Durchführung der Welle des eingreifenden kleineren Triebes unmöglich. Man würde sonst das Hohlrad viel öfter benutzen, weil es günstigeren Zahneingriff, geringere Zahnreibung und besseren Schutz für die Verzahnung bietet. Sollen die Zahnflanken bearbeitet werden, so muß der Zahnkranz für den Auslauf des Werkzeuges 20—60 mm je nach der Teilung frei von der Radscheibe vorstehen oder er muß als besonderes Stück ausgeführt und angeschraubt werden. Bei Hohlradantrieb laufen beide Wellen in gleicher Richtung um. *Lindner.*

Hohlspat, s. v. w. Chiastolith, s. Andalusit.

Hohlspaten, Spaten mit im Querschnitt gekrümmtem Blatt; Spaten von etwa 0,5 m Länge, oben 0,09 m und unten 0,06 m Breite, werden zuweilen in der in Bd. 3, S. 51, ersichtlichen Gestalt (Schwanenhals) zum Auswerfen der zur Aufnahme des Drainrohres dienenden untersten Rinne des Drainagegrabens verwendet. *Lubberger.*

Hohlsteine, gebrannte Ziegelsteine oder Terrakotten, welche mit mehr oder minder großen durchgehenden Höhlungen versehen sind; s. Backsteine, Formziegel, Gewölbesteine, Hourdis, Terrakotten, Ziegel. *Dümmler.*

Hohlsträngig, s. Zwirn.

Hohltraverse, s. Festungsbau, Bd. 3, S. 743.

Hohlumlegen, -umschlagen, -umlegemaschinen. Unter Hohlumlegen versteht man das Um- und Zurückbiegen eines Blechrandes, so daß unter dem umgebogenen Blechrand ein Hohlraum entsteht (Fig. 1). Erfolgt das Zurückbiegen in der Art, daß ein geschlossener Hohlraum gebildet wird, so bezeichnet man es auch als Wulsten (Fig. 2), wird ein Draht in dem Hohlraum eingeschlossen, als Drahteinlegen (s. Drahteinlegemaschinen, Bd. 3, S. 21) oder gleichfalls als Wulsten; Wulsten ohne Drahteinlegen wird auch als nachgebildetes Drahteinlegen bezeichnet. Bei zylindrischen, konischen u. dergl. Arbeitsstücken unterscheidet man zwischen äußerem (Fig. 3 oben) und innerem (Fig. 3 unten) Hohlumlegen.

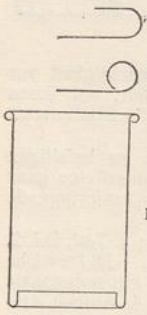


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Der Zweck des Hohlumlegens besteht entweder in der Versteifung des Randes eines Blechgegenstandes oder in der Vorbereitung für eine Falzverbindung (s. Falzen, Bd. 3, S. 597). Zum Hohlumlegen werden je nach der Form der Arbeitsstücke benutzt: Abkant- (Abbiege-, Abfalz-) maschinen, s. Bd. 1, S. 782, Fig. 2—5; Wulst- und Drahteinlegemaschinen, s. Bd. 1, S. 782, Fig. 6 und 7; Sicken-, Bördel- und Drahteinlegemaschinen, s. Bd. 2, S. 134, Fig. 2 und 3; Siekenzug (s. d.); Falzmaschinen, s. Bd. 3, S. 597; Drück- und Planierbänke, s. Drücken, Bd. 3, S. 147; Preffen (s. d.), vorzugsweise Exzenter- und Kurbelpressen, die mit entsprechenden Stempeln (vgl. z. B. Drahteinlegemaschinen, Fig. 1—5) ausgerüstet werden.

Literatur: [1] Smith-Kannegießer, Das Pressen, Stanzen und Prägen der Metalle, Leipzig 1903. — [2] Woodworth, J. V., Dies, their construction and use, New York 1903. *A. Widmaier.*

Hohlwellen werden von Gußeisen (oder Stahlguß) hergestellt.

Das Durchbohren starker Kurbel- und Schiffswellen von Flußstahl auf 50—100 mm Weite hat nur den Zweck, das Innere auf Fehlstellen untersuchen zu können. Hohlgewalzte Triebwerkwellen von Stahl bieten trotz der Gewichtsverminderung keine wesentliche Ersparnis.

Gußeiserne Hohlwellen benutzt man sowohl für Wasserräder (an Stelle der veralteten Flügelwellen), da sie sich für schwere Gewichte bei langsamem Gang gut eignen (s. Achsen, Bd. 1, S. 66, Fig. 3), als auch bei Turbinen mit Oberwasserzapfen, wobei sie sich um die das Lager tragende Stange drehen, sowie bei Hauptantriebskupplungen in Triebwerken; hierbei tragen sie zwischen den Lagern eine von einer besonderen Kraftmaschine angetriebene Seil- oder Riemscheibe und an einem Ende die Kupplung zur Verbindung mit der durch die Hohlwelle frei hindurchgehenden Transmissionswelle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Um eine Hohlgußwelle zu entwerfen, berechnet man zweckmäßig zunächst eine volle Gußwelle, trägt auf dieser als Kernform eine annähernd gleiche Wandstärke von 30—50 mm auf, rechnet die Spannung an den einzelnen Stellen dieser Hohlwelle nach und berichtigt die Form so, daß die Biegungsspannung nicht über 200, die Torsionsspannung allein nicht über 100 kg/qcm steigt; danach bilde man die Gestalt durch Erhöhung der Nabensitze, Verstärkung der Stirnzapfen u. s. w. fertig. Zur Berechnung hat man das Widerstandsmoment gegen Biegung für eine volle Welle von d cm Stärke $W = 0{,}1\ d^3$, für eine Hohlwelle vom Außendurchmesser a und Innendurchmesser i cm, $W_0 = 0{,}1\ a^3\,[1 - (i/a)^4]$; das polare Widerstandsmoment gegen Torsion ist je doppelt so groß. Folgende Tabelle gibt für die Höhlungsverhältnisse i/a die Ersparnis an Wellengewicht G_0/G, die Verminderung der Widerstandsfähigkeit W_0/W an und in welchem Verhältnis eine Hohlwelle dicker als eine volle Welle von gleichem Widerstandsmoment sein muß:

$i/a =$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$G_0/G = 1 - (i/a)^2 =$	0,96	0,91	0,84	0,75	0,64	0,51	0,36	0,19
$W_0/W = 1 - (i/a)^4 =$	0,998	0,99	0,97	0,94	0,87	0,76	0,59	0,34
$a/d = 1/\sqrt[3]{1 - (i/a)^4} =$	1	1	1,01	1,02	1,05	1,10	1,20	1,43

Die Wellen sind stehend oder schräg mit verlorenem Kopf zu gießen. *Lindner.*

Hohlwerk, ein mit Hohlziegeln gedecktes Dach.

Hohlziegel, deren Form in Dachziegel, Firstziegel, Gratziegel beschrieben worden ist, bildeten schon bei den Dachdeckungen der Griechen und Römer einen wichtigen Bestandteil und das Vorbild für Marmorziegel, wie sie auch heute bei dem hochentwickelten Falzziegeldache (s. Falzziegel) in entsprechender formaler Ausbildung ihre Anwendung finden.

Sie kommen in Verwendung: a) Bei Ueberdeckung der Firste und Gräte der Dachplatten- und Falzziegeldächer; bei ersteren überdecken sie sich 10—12 cm, wobei das weitere Ende von der Wetterseite abgekehrt liegt (bei Gräten ist es nach unten gekehrt). Bei steilen Gräten sind sie mit Nägeln zu befestigen, während sie an den Firsten in Mörtel gelegt und die Fugen zur Dichtung eingespeist werden, ein Verfahren, das viel Unterhaltungskosten verursacht. b) In Verbindung mit breiten Flachziegeln, welche an den Seiten aufgefälzt sind, zur Ueberdeckung der Stoßfugen. c) Zur Herstellung ganzer Dachdeckungen (s. Hohlziegeldach). d) Zur Bildung von Dachkehlen.

Literatur: Breymann, Allgem. Baukonstruktionslehre, Bd. 1, Konstruktionen in Stein, Leipzig 1896; Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 2, Baukunst der Römer von Durm, Darmstadt 1885; 3. Teil, Bd. 2, Heft 5, Dachdeckungen von Koch, Berlin, Stuttgart; Musterhefte der Falzziegeleien von Ludovici in Jockgrimm, Gebrüder Couturier in Forbach (Lothringen) u. s. w., Gebrüder Gilardoni in Altkirch (Elsaß). *Weinbrenner.*

Hohlziegeldach (norddeutsch Priegendach), besteht in einer einfachen oder doppelten Deckung von Hohlziegeln auf Lattung; dasselbe war im Mittelalter in allen Kulturländern üblich.

Das einfache Dach (Fig. 1) ist wenig dicht und kam nur bei steilen Dachflächen zur Anwendung; dabei waren die Stoßfugen der Ziegelreihen durch Mörtel zu dichten. Die Doppeldeckung (Fig. 2) ist sehr dicht, aber schwer; die erste Lage liegt mit der Hohlseite nach oben, die zweite mit derselben nach unten und greift in die erste ein. Im Volksmunde heißen die Ziegel der ersten Lage Nonnen, die andern Mönche; die Vorteile dieses Daches bestehen in der raschen Abführung des Wassers in den Kehlen der Ziegel und daher geringerer Schädigung durch Frost. Die Lattenweite beträgt 32 cm; auf 1 qm gehen 20 Hohlziegel. — In neuester Zeit werden solche doppelte Hohlziegeldächer aus glasierten Ziegeln von Gebrüder Gilardoni in Altkirch (Elsaß) für flache Dachungen von Lagerkellern ausgeführt; die Fugen werden durch Zement gedichtet. *Weinbrenner.*

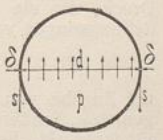
Fig. 2.

Fig. 1.

Hohlzirkel, s. Meßwerkzeuge.

Hohlzylinder erfordern aus Festigkeitsrücksichten eine gewisse Wandstärke. Bei der Berechnung für inneren Ueberdruck sind drei Fälle zu unterscheiden:

1. Bei nicht hohem Druck (etwa bis 50 Atmosphären) nimmt man an, daß sich die Spannung in der im Verhältnis zum Durchmesser geringen Wandstärke gleichmäßig verteilt. Der Druck, der den Hohlzylinder in einer gedachten Diametralebene zu trennen strebt, wird durch die senkrecht zu dieser Ebene stehenden Spannungen der Zylinderwandungen ausgeglichen, wobei man den Einfluß der Stirnwände vernachlässigt (s. die Figur). In dem Zylinder vom inneren Durchmesser $d = 2r$ cm und der Länge l cm ist die Trennungskraft bei p Atmosphären Ueberdruck $p\,d\,l$; in den Wandungen je von der Stärke δ und der Länge l herrscht die Zugspannung s. Zum Ausgleich ist erforderlich, daß $p\,d\,l = 2\,\delta\,l\,s$ ist oder $2\,\delta/d = \delta/r = p/s$. Diese Formel findet die allgemeinste Anwendung. Hiernach sind Dampfkesselmäntel mit $s = 350$ bis 420 für einreihige und $s = 420$ bis 530 für zweireihige und $s = 460$ bis 570 kg/qcm für dreireihige Nietung zu berechnen, unter Zugabe von 0—0,3 cm zu δ. (Dem entspricht bei $s = 500$ die Faustformel δ mm $= d$ m $\cdot\, p$ Atmosphären.) Gußeiserne Rohre erhalten $s = 200$ bis 300 und 0,7—1 cm Zugabe zur berechneten Wandstärke. Auch die Druckwasserzylinder für 50 Atmosphären berechnet man hiernach mit $s = 200$ und 1 cm Zugabe.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die axial gerichtete Zugſpannung s_a der Zylinderwandung ergibt ſich aus $p\pi d^2/4 = \pi d \delta s_a$, und zwar zu $s_a = {}^1/_2 s$. Daher legt man die Keſſelbleche mit der Walzrichtung in den Umfang und berückſichtigt die Axialſpannung ſonſt nicht beſonders.

2. Bei hohem Ueberdruck (über 50 Atmoſphären) iſt die ungleichmäßige Verteilung der Spannung in der Wandung zu berückſichtigen. Die innerſte Schicht der Wandung übernimmt den Flüſſigkeitsdruck als radiale Druckkraft und überträgt davon den Teil, den ihre tangentiale Spannung nicht ſelbſt ausgleicht, auf die folgende Schicht u. ſ. w. Hierbei kommt in Betracht, daß eine gewaltſame Streckung oder Drückung eines Stoffteilchens in einer Richtung eine entgegengeſetzte Formänderung in jeder dazu ſenkrechten Richtung zur Folge hat. Die Größe der letzteren iſt $^1/_m$ der erſteren, und zwar etwa $^3/_{10}$. Aus dieſer Erwägung berechnet man nach den Elaſtizitätsgeſetzen die Spannungen, insbeſondere die höchſte Tangentialſpannung s der innerſten Schicht.

Für Zylinder ohne Axialſpannung, z. B. Rohre, die zwiſchen feſten Stirnflächen eingeſpannt ſind, ferner hydrauliſche Zylinder mit Kolben, wenn der Flüſſigkeitsdruck des Bodens unmittelbar, ohne Vermittlung des Zylindermantels ſelbſt, auf ein feſtes Widerlager übergeht u. ſ. w., gilt die Formel von Grashof [1] und Winkler [2]:

$$\frac{\delta}{r} = \sqrt{\frac{s + 0{,}7\,p}{s - 1{,}3\,p}} - 1.$$

3. Für Zylinder, die mit Axialſpannung den Druck der Stirnflächen ausgleichen, gilt die durch Winkler [2], ſpäter nochmals durch v. Bach [3] aufgeſtellte Formel:

$$\frac{\delta}{r} = \sqrt{\frac{s + 0{,}4\,p}{s - 1{,}3\,p}} - 1.$$

Die letztere Berechnungsart führt auf geringere Wandſtärke als die vorhergehende, und ſolange $p < {}^1/_6 s$ iſt, ſogar auf geringere Werte als die erſte Berechnungsart, weil die Axialſpannung in günſtigem Sinne der Ausweitung der Zylinderwand entgegenwirkt.

Näherungsweiſe kann man $\delta/r = p/(s-p)$ ſetzen. Zum Vergleich ſeien hier einige Zahlenwerte zuſammengeſtellt.

	p/s	$= {}^1/_{100}$	$^1/_{10}$	$^1/_6$	$^1/_3$	$^1/_2$	$^2/_3$	$^{10}/_{13}$
$\delta/r =$	p/s	$= 0{,}0100$	0,100	0,1667	[0,333	0,500	0,667	0,77]
$\delta/r = \sqrt{\frac{s+0{,}7\,p}{s-1{,}3\,p}} - 1$		$= 0{,}0101$	0,109	0,194	0,475	0,964	2,317	∞
$\delta/r = \sqrt{\frac{s+0{,}4\,p}{s-1{,}3\,p}} - 1$		$= 0{,}0086$	0,093	0,167	0,414	0,852	2,082	∞
$\delta/r = p/(s-p)$		$= 0{,}0101$	0,111	0,200	0,500	1,000	2,000	[3,33]

v. Reiche [4] empfiehlt, kleinere Zylinder mit verhältnismäßig größerer Wandſtärke auszuführen, und zwar für 150 Atmoſphären gußeiſerne Zylinder von $r < 100$ mm mit $\delta = r$; von $r = 100$ bis 200 mit $\delta = 100$ mm; von $r > 200$ mm mit $\delta = 0{,}5\,r$.

In der Anwendung wählt man für Druckwaſſertrieb meiſt 50 Atmoſphären, für hydrauliſche Preſſen mit gußeiſernen Zylindern 150 oder 300 Atmoſphären, für ſolche mit Stahlzylindern bis 1200 Atmoſphären und ſetzt die Spannung für Gußeiſen $s = 300$ bis 450 und ſogar 600 kg/qcm, für Phosphorbronze 750—1000, für Stahl 1500 bis 2000 kg/qcm. Bei ſtarker Beanſpruchung des Zylinders iſt der Boden nicht ſcharfwinklig anzuſetzen, ſondern halbkugelig zu bilden oder als beſonderes Stück mit Dichtung anzuſetzen bezw. einzuſchrauben [5].

Starke Hohlzylinder mit äußerem Druck, z. B. gußeiſerne Tauchkolben für hydrauliſche Preſſen (mit dem äußeren Radius R), berechnet man nach den oben gekennzeichneten Elaſtizitätsgeſetzen nach Bach [6] mit den Formeln:

$\delta/R = 1 - \sqrt{1 - 1{,}7\,p/k}$ für die tangentiale Druckſpannung k der Innenfläche,

$\delta/R = 1 - \sqrt{1 - 0{,}9\,p/s}$ für die radiale Zugſpannung s der Innenfläche.

Setzt man $k = 1{,}9\,s$ (z. B. $s \leq 450$ und $k \leq 850$), ſo geben beide Formeln gleiche Werte für die Wandſtärke δ, und zwar für

$p/s =$	$^1/_{100}$	$^1/_{10}$	$^1/_6$	$^1/_3$	$^1/_2$	$^2/_3$	$^5/_6$	1	$^{10}/_9$
$\delta/R =$	0,0045	0,046	0,078	0,163	0,258	0,368	0,500	0,684	1

Dazu kommen die für die Herſtellung und Bearbeitung der Kolben erforderlichen Zugaben, wenn nicht gar der Kolben auf Tragfähigkeit (Knickfeſtigkeit) gegenüber der Laſt zu berechnen iſt.

Dünnwandige Hohlzylinder mit äußerem Druck, wie Flammrohre von Wellblech, ſind nach der einfachen Beziehung $2\,\delta/D = p/s$ mit $s = 500$ kg/qcm tangentialer Druckſpannung unter Zugabe von 0—0,3 cm zu dem berechneten Werte von δ zu beſtimmen. Rohre mit äußerem Druck, die ein Flachdrücken befürchten laſſen, wie glatte Flammrohre zwiſchen Verſteifungsringen vom Abſtande l cm, ſind nach der Bachſchen Formel [6] zu berechnen:

$$\delta = \frac{p\,d}{2000}\left[1 + \sqrt{1 + \frac{100\,l}{p\,(l + D)}}\right]$$

mit Zugabe von 0,15—0 cm für 5 bis über 7 Atmoſphären Keſſeldruck. Für nicht überlappt genietete, ſondern gelaſchte oder geſchweißte Rohre iſt in der Formel 80 ſtatt 100 zu nehmen, für ſenkrechte Rohre, die ſich nicht ungleich erwärmen, 70 bezw. 50.

Ein Hohlzylinder als Walze zwiſchen Druckplatten erleidet nach der Entwicklung v. Bachs [3] unter dem Druck P die ſtärkſten Biegungsbeanſpruchungen in den Querſchnitten, wo die Kräfte angreifen, und zwar innen eine tangentiale Zugſpannung $s = 10{,}9\,P/l\,(D - d)$, die 1,31 mal ſo groß iſt als die tangentiale Druckſpannung außen, wenn $d = {}^2/_3 D$ iſt.

Literatur: [1] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 312. — [2] Civilingenieur 1860. — [3] Bach, C., Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 546, 508, 563. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[4] v. Reiche, Maſchinenfabrikation, Leipzig 1876. — [5] Reuleaux, Constructeur, Braunſchweig 1882/89, S. 984. — [6] Bach, C., Maſchinenelemente, Stuttgart 1903, S. 209. *Lindner.*

Hohofen (Hochofen), ſ. Roheiſen.

Hojos-Steuerung, ſ. Präziſionsſteuerungen.

Holländer (holländiſches Geſchirr), jene heute allgemein angewendete Maſchine, welche zum Zerfaſern der Hadern dient; ſ. Papierfabrikation.

Holländerblau, ſ. v. w. Waſchblau (ſ. d.).

Holländerleere, ſ. Papierfabrikation.

Holländerwalze, auch Meſſerwalze, nennt man den eigentlich wirkſamen Apparat des Holländers, welcher aus einer rotierenden, mit radial eingeſetzten Meſſern (Schienen) verſehenen Holz- oder Metallwalze beſteht; ſ. Papierfabrikation. *Kraft.*

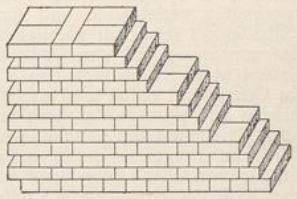
Holländerweiß, ſ. v. w. Bleiweiß (ſ. d.).

Holländiſchblau, ſ. Lackfarben.

Holländiſche Flüſſigkeit (Oel der holländiſchen Chemiker), ſ. Aethylen.

Holländiſche Pfanne, ſ. Dachziegel.

Holländiſcher Verband hat mehrere aufeinander folgende Binderſchichten, die mit Schichten abwechſeln, in denen Läufer und Binder ſichtbar werden, wie dies beiſtehende Figur für eine 1 Stein ſtarke Mauer zeigt. Infolge dieſer Anordnung fallen allerdings keine inneren Stoßfugen übereinander; jedoch ſind bei Mauerſtärken von ungerader Steinbreitenanzahl ſehr viel $^3/_4$ Steine erforderlich, was unvorteilhaft iſt. Die Verzahnung iſt eine gleichmäßige, um je $^1/_4$ Stein eingreifende; die Abtreppung iſt eine periodiſche von mehreren (im vorliegenden Falle drei) aufeinander folgenden $^1/_4$ Stein breiten und je einer $^3/_4$ Stein breiten Stufe.



Literatur ſ. unter Backſteinverband. *L. v. Willmann.*

Holländiſches Feimgerüſt, ſ. Diemenhäuſer.

Holländiſches Geſchirr, ſ. v. w. Holländer (ſ. d.).

Holm (Kronſchwelle), wagerechter Balken über Holzpfählen, welche in einer Reihe in den Boden eingetrieben ſind.

Die ältere und jetzt noch häufig vorkommende Verbindung der Pfähle mit dem Holm beſteht darin, daß man an die in gleicher Höhe abgeſchnittenen Pfahlköpfe Halbzapfen anſchneidet und den Holm mit korreſpondierenden Zapfenlöchern verſieht (Fig. 1). Dieſes Verfahren iſt umſtändlich; die Zapfen und die Backen der Zapfenlöcher faulen leicht. Beſſer iſt es, wenn der Zweck der Holme dies geſtattet, an die Pfähle Blattzapfen anzuſchneiden (Fig. 2); die Lagerung des Holmes iſt dann die ſicherſte, wenn die Pfähle abwechſelnd links und rechts vom Holm eingetrieben werden (Fig. 3). Die ſolideſte, wenn auch teuerſte Längsverbindung von in einer Reihe eingetriebenen Pfählen erzielt man durch doppelte Zangen aus Halbhölzern, die mit den Pfählen durch Schrauben verbunden werden (Fig. 4); man nennt dieſelben auch Gurthölzer. — Die Stöße in den Holmen und Gurthölzern müſſen ſtets auf einen Pfahl treffen; in den einzelnen Pfahlreihen ſollen die Stöße abwechſeln; bei Gurthölzern ſollen die beiden einer Pfahlreihe angehörigen Halbhölzer gleichfalls verſetzte Stöße erhalten. *Schmitt-Darmſtadt.*

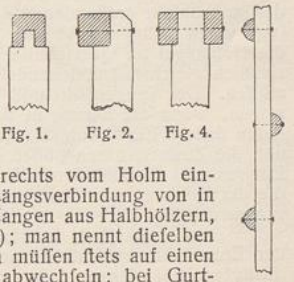


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 4. Fig. 3.

Holoſiderite, Meteorite (ſ. d.), die nahezu ganz aus gediegenem Eiſen beſtehen.

Holoſtericbarometer, ſ. Aneroid.

Holz iſt im naturwiſſenſchaftlichen Sinne ein Beſtandteil der in der höher organiſierten Pflanze befindlichen Stränge („Leitbündel", „Gefäßbündel"), im techniſchen aber der entrindete Baumſtamm (bezw. deſſen Aeſte und Wurzel). Bei den dicotylen Pflanzen deckt ſich ſomit der naturwiſſenſchaftliche Begriff größtenteils mit dem techniſchen, nicht aber bei den Monocotylen (Palmen, Gräſern), deren „Holz"ſtamm nicht nur den Holzteil der Gefäßbündel, ſondern auch die übrigen Gewebearten, wie die Baſtteile der Gefäßbündel, das Grundgewebe u. ſ. w., umfaßt. Die techniſchen Eigenſchaften des Holzes (ſ. Bauholz, Bd. 1, S. 582) ſind zunächſt von dem anatomiſchen Bau desſelben, dann aber auch von Klima

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Lage des Standortes, von Alter und Erhaltungszuſtand u. ſ. w. abhängig. Während es vom bautechniſchen Standpunkt genügt, die Hölzer in zwei Gruppen, in Nadel- und Laubhölzer (ſ. Bd. 1, S. 583), zu teilen, iſt es mit Rückſicht auf andre Gewerbe und Künſte (Tiſchler-, Drechſlergewerbe, Bildhauerei) ſowie zum genaueren Verſtändnis der vielfältigen Eigenſchaften des Holzes nötig, vier Abteilungen zu unterſcheiden: Nadelhölzer, Laubhölzer der gemäßigten Zonen, Laubhölzer der tropiſchen Zone und die als Holz bezeichneten Stämme der Monocotylen.

Ein ideal gewachſener dicotyler Baumſtamm gleicht einem Kegel; zur Orientierung über deſſen inneren Bau ſind die nach den drei Dimenſionen des Raumes angebrachten Schnitte zu unterſuchen. Man bezeichnet den ſenkrecht auf die Längsachſe geführten Schnitt als Quer- oder Hirnſchnitt; Schnitte, parallel mit der Längsachſe gezogen, heißen Längsſchnitte, und es wird der Schnitt durch die Achſe (in einem Durchmeſſer) als Radial- oder Spiegelſchnitt, dagegen der zu einer Sehnenebene parallele Schnitt als Tangential-, Sehnen- oder Fladerſchnitt bezeichnet.

An dem kreisrunden Querſchnitt eines normal gewachſenen Nadelholzſtammes nimmt man konzentriſche Ringe wahr, welche nahe dem Mittelpunkte am weiteſten voneinander abſtehen, nahe der Peripherie dagegen ſehr enge aneinander gedrängt ſind. Dieſe ſogenannten Jahresringe zeigen auch die bei uns einheimiſchen Laubhölzer, während die meiſten exotiſchen wohl einen (unregelmäßigen) Ringbau, aber keine echten Jahresringe erkennen laſſen.

Mit freiem Auge iſt am Nadelholzquerſchnitt in der Regel ſonſt nichts zu beobachten, mehr dagegen am Querſchnitt eines Eichenſtammes. Vom Mittelpunkte (Mark) desſelben bis zum Umfange ziehen, Kreisradien gleich, helle Streifen von verſchiedener Stärke, die ſogenannten Mark- oder Spiegelſtrahlen; nächſt dieſen findet man noch kleine, ebenfalls radiär aber nicht regelmäßig verlaufende und nicht zuſammenhängende hellere Streifchen oder Flecke. Am Radialſchnitt ſehen wir parallel zur Längsachſe des Stammes ziehende gerade Streifen, die ihren Zuſammenhang mit den oben als Jahresringe bezeichneten Bildungen leicht erweiſen laſſen. Senkrecht zu dieſen verlaufen als verſchieden breite und auch verſchieden lange Bänder jene im Querſchnitt radial angeordneten Strahlen, die die Achſe des Stammes mit der Rinde verbinden und primäre Markſtrahlen oder, weil ſie im Radialſchnitte glatt und glänzend erſcheinen, auch Spiegelſtrahlen genannt werden; daher auch die Bezeichnung Spiegelſchnitt.

Im Tangentialſchnitt endlich nehmen wir die Markſtrahlen als ſehr ſchwache, kurze Strichelchen oder Linſen wahr und ſehen außerdem noch eigentümliche elliptiſche Zeichnungen und hyperboliſch laufende Streifen. Zur Erklärung derſelben denke man ſich den Baumſtamm als einen regelmäßigen geometriſchen Kegel. Die Nadelhölzer und die Laubhölzer (unſrer Zone) erhalten alljährlich in der Vegetationszeit (Frühling bis Herbſt) einen Zuwachs von beſtimmter Dicke, während in der Winterszeit (Vegetationsruhe) ein ſolcher Zuwachs nicht ſtattfindet. Es beſteht demnach der ganze Stammkegel aus ſo vielen Hohlkegeln, als Zuwachszonen vorhanden ſind, und dieſe machen, ineinander geſchoben, einen kompakten Körper, eben den geſamten Holzſtamm, aus. Die Beſtandteile des im Herbſte gebildeten Teiles der Hohlkegel unterſcheiden ſich anatomiſch und phyſikaliſch (durch Dichte, Feſtigkeit und Farbe) von denen des im Frühjahr entſtandenen und ſind daher ſchon mit freiem Auge meiſtens gut zu beobachten (vgl. unten „ringporiges“ und „zerſtreutporiges“ Holz). Es wird ſonach begreiflich ſein, warum die Hohlkegel im Querſchnitte als Kreisringe — Jahresringe —, im Radialſchnitte als parallele, ziemlich gleichweit abſtehende gerade Streifen (die „aufgeſchnittenen Hohlkegel“) ſichtbar ſein müſſen. Der Tangentialſchnitt müßte nun dieſe Zuwachszonen in Geſtalt von Hyperbelästen zeigen, wenn der Stamm in Wirklichkeit ein geometriſcher Kegel wäre; aber faſt immer wird durch äußere Einwirkungen, durch Entwicklung von Aeſten u. ſ. w. die Regelmäßigkeit geſtört, und die Zuwachszonen bilden dann im Tangentialſchnitt gewöhnlich unregelmäßig verlaufende Ellipſen und Wellenlinien, alſo jene bekannten Figuren, die als Flader bezeichnet werden und die der Maler an den Türfüllungen, Holzwänden u. ſ. w. mit mehr oder weniger Geſchick nachzuahmen pflegt [2].

Zum Verſtändnis der Holzſtruktur iſt eine kurze Erörterung des anatomiſchen Baues und der Entwicklungsgeſchichte unerläßlich (Näheres darüber ſ. [1]—[3]). Bei Nadelhölzern und dicotylen Holzpflanzen ſtehen die Gefäßbündel (Stränge) im Kreiſe und ſind urſprünglich — im erſtjugendlichen Zuſtande — aus zartwandigen, plasmareichen Zellen gebildet. Dieſe teilen ſich mehrfach und die zunächſt der Achſe des Stammes neugebildeten Zellen wachſen in die Länge, werden dickwandig und bilden ſchließlich Faſern (mechaniſche Zellen), deren Wände durch Holzſubſtanz (Lignin) ſtarr geworden ſind; man nennt ſie Libriformfaſern, und das Libriform iſt der Hauptbeſtandteil des Laubholzes. Außerdem aber werden durch Verſchmelzen der jugendlichen Zellen Röhren oder Gefäße gebildet, deren Wände durch eigentümliche Verdickungen ein charakteriſtiſches Ausſehen erhalten; dieſe ſind entweder ſpiralig verlaufende Bänder (Spiralgefäße) oder die Verdickungen laſſen beſtimmte Stellen der Wand frei (Tüpfel, Poren) und ergeben den Begriff „getüpfelte“ und „poröſe“ Gefäße. Es entſteht ſonach auf dieſe Weiſe der „Holzteil“ des Gefäßbündels, und der erſtjährige, unmittelbar an das zentrale Mark grenzende Holzteil wird Markkrone genannt. Das obenangeführte Gefäßbündel erzeugt auf der der Peripherie zugewendeten Seite zu gleicher Zeit ebenfalls beſtimmte Gewebeformen, darunter Faſern, welche Baſtfaſern genannt werden, und Röhren mit ſiebartig durchbrochenen Zwiſchenwänden, die Siebröhren; dieſer Gewebekomplex wird als Baſtteil des Gefäßbündels bezeichnet. Zwiſchen beiden, dem Holz- und Baſtteil, bleibt eine ſchmale Gruppe von Zellen bildungs- und teilungsfähig, d. h. ſie vermag dem Zentrum zu alljährlich Holz-, dem Umfange zu Baſtgewebe zu erzeugen, wodurch die obenbeſprochene Verdickung des Stammes zuſtande kommt. Dieſe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zellengruppe ſtellt den Verdickungsring oder das Cambium vor. Die zwiſchen den (im Kreiſe ſtehenden) Gefäßbündeln übrigbleibenden Gewebeteile bilden das Mark (im Zentrum) und die (primären) Markſtrahlen; ſie beſtehen aus mehr oder weniger eckigen Zellen (Parenchymzellen), und ſpeichern in der Ruheperiode Reſervenährſtoffe (z. B. Stärke) auf. Die Markſtrahlen ſind entweder ſchon mit freiem Auge ſichtbar (deutliche Markſtrahlen) oder erſt unter der Lupe (kenntliche) oder nur unter dem Mikroſkope (unkenntliche Markſtrahlen). Manchmal ſind unkenntliche Markſtrahlen einander ſo genähert, daß ſie dem freien Auge als ein deutlicher Markſtrahl erſcheinen (ſcheinbar deutliche Markſtrahlen, Weißbuche). Auch im Holzteil behalten Zellen und Gruppen derſelben den parenchymatiſchen Charakter, ſie bilden das Holzparenchym, das für viele Hölzer, ſo namentlich für das Eichenholz und für exotiſche Hölzer, in ſeiner Ausbildung diagnoſtiſche Merkmale abgibt. Libriform und Gefäße beſitzen vorzugsweiſe die dicotylen Stämme; die Nadelhölzer beſtehen aus gefäßartigen Holzzellen (auch der erſte [innerſte] Jahresring enthält nur ſolche und nicht, wie früher irrig angegeben wurde, Gefäße), die ſogenannten Tracheiden, die auf der Radialſeite durch eine, ſeltener zwei Reihen gehöfter Tüpfel ausgezeichnet ſind. Im Frühjahre, in der Zeit der lebhafteſten Zellentätigkeit, werden dieſe Zellen nur mit dünnen Wänden und großem Lumen angelegt; in jeder neugebildeten Zellreihe erſcheinen die Tracheiden (tangential) ſchmäler und ſind ſtärker verdickt, die letzten Reihen der Vegetationsperiode ſind am ſtärkſten verdickt; daher iſt das Frühjahrholz hell, ſchwammig und weich, das Herbſtholz dunkel, dicht und hart. Auf dieſe Weiſe kommt beim Nadelholz die deutliche und ſcharfe Abgrenzung der Jahresringe (richtiger Jahreskegel) zuſtande. Anders iſt dies beim Laubholz. Es werden im Frühjahr ſehr viele und große Gefäße (Poren) angelegt, die dem Herbſtholz nahezu fehlen: Ringporige Hölzer (Eiche, Nuß, Eſche); oder es ſind die Gefäße im Gewebe gleichmäßig verteilt: Zerſtreutporige Hölzer, und der Jahresring kommt dadurch zuſtande, daß die letzterzeugten, meiſt ſtark verdickten Holzfaſern einen ununterbrochenen dichten Ring bilden; bei dieſen Hölzern iſt daher die Jahresringabgrenzung nicht immer beſonders deutlich.

Bei den monocotylen Gewächſen (Palmen, Gräſern) ſind die Gefäßbündel im Grundgewebe zerſtreut, ſo daß Holz- und Baſtteile nicht zu Zylindern verſchmelzen können; Palmenholz hat daher auch weſentlich verſchiedene techniſche Eigenſchaften. Eine große Bedeutung für die Art der Verwendung des Holzes haben gewiſſe ſtoffliche Veränderungen, die ſich durch die Farbe kundgeben. An vielen Hölzern ſind die inneren Schichten dunkler gefärbt als die äußeren. Letztere, als die jüngſt angelegten, werden Jungholz oder Splint genannt. Behält ein Baumſtamm in allen ſeinen Schichten den Charakter des Splintes, erſcheint er an ſeinem ganzen Querſchnitt gleich hell gefärbt, ſo nennt man ihn Splintbaum (Weißbuche, Birke, Zitterpappel, Erle, Berg- und Spitzahorn, Hafel, Buchs). Trocknen dagegen die inneren Schichten des Baumſtammes ſtark aus, ohne aber ihre Farbe und Härte weſentlich zu verändern, ſo ſpricht man von Reifholzbäumen (Fichte, Tanne, Rotbuche, Feldahorn, Weißdorn, Linde, Birnbaum). Sind die inneren Schichten ſowohl phyſikaliſch als auch chemiſch von den äußeren verſchieden, indem ſie trockener, härter, dichter, feſter, durch Einlagerung von Gummi und Farbkörpern u. ſ. w. (den ſogenannten „Kernſtoffen“) dunkler und widerſtandsfähiger (gegen Fäulnis) geworden ſind, ſo bezeichnet man dieſe inneren Schichten als Kernholz und ſpricht von Kernbäumen (Eſche, Eiche, Nuß, Kirſche, Pflaumen- und Apfelbaum, Edelkaſtanie, Hartriegel, Robinie, Beinholz, Maulbeerbaum, Platane, Weiß- und Schwarzpappel, Föhre, Lärche, Eibe, Wacholder, Zeder, die meiſten ſchweren ausländiſchen Kunſthölzer und alle Farbhölzer). Bei einigen Hölzern bildet ſich zwiſchen Splint und Kern noch eine Schicht Reifholz: Reifholzkernbäume; das ſchönſte Beiſpiel hierfür iſt die Ulme, die alle drei Holzformen in drei verſchiedenen Farben zeigt; ferner noch Rainweide, Salweide, Pfaffenkäppchen, Faulbaum, Kreuzdorn [3], [4]. Iſt der Kern nicht gleichmäßig gefärbt, ſondern aus hellen und dunkeln Zonen gebildet, ſo nennt man ihn gewäſſert, eine für Nuß- und Olivenholz höchſt charakteriſtiſche Eigenſchaft.

Durch die Anlage zahlreicher Knoſpen, durch Unregelmäßigkeit des Wachstums, durch von Tieren hervorgerufene Verletzungen u. ſ. w. wird der regelmäßige Verlauf der Faſerelemente des Holzes mehr oder weniger geſtört; es tritt der ſogenannte Maſer- oder Wimmerwuchs auf, der die Urſache der bekannten an Kunſt- und Furnierholz ſo ſehr geſchätzten Maſerzeichnungen iſt. Ueber die techniſchen Eigenſchaften u. ſ. w. vgl. Bauholz, Bd. 1, [4] und beſonders [5] über die chemiſche Zuſammenſetzung und Bedeutung als Brennmaterial den Art. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 282, und [1]. — Vgl. a. Nutzhölzer.

Literatur: Nebſt den Lehr- und Handbüchern über Anatomie der Pflanzen, die im allgemeinen den Bau des Holzes behandeln, ſind vorzugsweiſe anzuführen: [1] Wilhelm, in Wiesner, Die Rohſtoffe des Pflanzenreichs, 2. Aufl., Bd. 2, Leipzig 1906, S. 1—40 u. 872 ff. — [2] Möller, J., Das Holz, Caſſel 1883. — [3] Hanauſek, T. F., Lehrbuch der Materialienkunde, Wien 1891, Bd. 2, S. 82—102, und Lehrbuch der techniſchen Mikroſkopie, Stuttgart 1901, S. 154 ff. — [4] Nördlinger, Die techniſchen Eigenſchaften der Hölzer, Stuttgart 1860. — [5] Exner, W. F., und Lauböck, G., Abſchnitt „Holz“ im Handbuch der Architektur, Darmſtadt 1883, 1. Teil, Bd. 1, S. 159—169.

T. F. Hanauſek.

Holz, künſtliches, ſ. Plaſtiſche Maſſen.

Holzabfälle, alle bei den verſchiedenſten Verarbeitungen des Holzes fallenden, unbrauchbaren Teile — Splitter und Späne —, welche in der Holzzeugherſtellung als Rohmaterial in der Weiſe zur Verwendung kommen, daß man dieſelben nach einem Verfahren von Mitſcherlich mit einer konzentrierten Salzlöſung tränkt und nach dem Verdunſten des Waſſers das Salz kriſtalliſieren läßt, wodurch die ganze Maſſe zu einer ſpröden, harten Subſtanz wird, die durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kollern oder Mahlen zerkleinert und durch Auslaugen des Salzes zu Holzzeug verwandelt werden kann. Eine andre häufige Verwendung ſolcher Holzabfälle findet zu Feuerungen ſtatt. S. a. Holzzeug. *Kraft.*

Holzanſtriche, Anſtriche mit Oel-, Lack- oder Leimfarbe auf Holz ausgeführt; als Holzanſtriche werden häufig auch die Holz imitierenden Anſtriche und jene Anſtriche, welche nur den Ton der Färbung einer beſtimmten Holzgattung zeigen, bezeichnet.

Im allgemeinen gelten die ſchon unter Anſtriche gebrachten Erläuterungen; im beſonderen iſt zu erwähnen, daß ſich Holz unter allen unſern Materialien am leichteſten anſtreichen läßt und der Anſtrich verhältnismäßig auch am beſten auf demſelben hält, ſowie daß Holzanſtriche am häufigſten ausgeführt werden. Das Anſtrichmittel iſt in den meiſten Fällen Oelfarbe, ſeltener Leimfarbe, und dieſe nur bei ſolchen Objekten, welche keine größere Dauerhaftigkeit aufweiſen oder nur geringe Koſten verurſachen ſollen.

Anſtriche auf Holz ohne Farbkörper, ſo daß die Textur des Holzes ſichtbar bleibt, werden gewöhnlich bei Gebälk, an Veranden, Säulen, Gartenhäuſern, Gartenmöbeln, auch bei Holztäfelungen im Innern ausgeführt; zu dieſen Zwecken ſoll nur ausgeſucht ſchönes Holz, frei von Fehlern, gebraucht werden, auch muß das Holz mit weit mehr Sorgfalt geputzt und gehobelt ſein, da ſich in rauhe Flächen das Leinöl mehr einſaugt und, wenn laſiert wird, dieſe rauhen Stellen fleckig erſcheinen. Alle Holzobjekte ſollten zuerſt mit heißem Leinöl oder heißem Leinölfirnis angeſtrichen werden; doch geſchieht es nur bei ſolchen, welche keinen deckenden Anſtrich erhalten. Je trockener das Holz und je heißer das Oel, um ſo mehr wird von letzterem aufgenommen, um ſo beſſer wird das Holz konſerviert, deſto höher ſteigen aber auch die Koſten; pro Quadratmeter Holz ſind mindeſtens 150 g heißes Leinöl für den erſten Anſtrich zu nehmen.

Ehe Holz geſtrichen wird, ſoll es möglichſt trocken und frei von fettigen Stellen (nicht trocknenden Fetten und Oelen) ſein; feuchtes Holz und Fettflecke ſind Urſache, daß ſich größere oder kleinere Blaſen nach dem Trocknen des Anſtrichs bilden, weil die Feuchtigkeit unter Einwirkung der Wärme verdampft und die Farbenſchichte aufhebt. Auf naſſem Holz läßt ſich ebenſo wie auf irgend einer andern feuchten Unterlage nur ſchlecht anſtreichen. Bei Deckfarbenanſtrichen wird ſelten mit Oel getränkt; man macht eine ziemlich fette, dünnflüſſige, wenig Farbkörper enthaltende Oelfarbe an, ſtreicht das Objekt ſorgfältig, verkittet nach dem Trocknen mit Kitt aus Firnis, Bleiweiß und Kreide (harzige Stellen müſſen vor dem Grundieren mit einer Schellacklöſung geſtrichen werden), ſchleift mit trockenem Bimsſtein ab, gibt einen zweiten Anſtrich mit einer mageren Oelfarbe, der nach dem Trocknen mit Glaspapier abgerieben wird, worauf der dritte Anſtrich — gewöhnlich der letzte — erfolgt. Bei glattem Anſtrich hält man den dritten Auftrag ziemlich fett, gibt wohl auch, um den Glanz zu erhöhen, Glanzöllack (dick gekochtes Leinöl) unter die Farbe; für maſerierte Anſtriche muß die dritte Farbe mager gehalten werden (ſ. Anſtriche, maſerierte). Weißbleibende Anſtriche in unſern Wohnräumen werden mit Zinkweiß ausgeführt, da dieſes nicht wie Bleiweiß in ſchwefelwaſſerſtoffhaltiger Luft vergilbt; glänzend weiße Anſtriche (Glanzſpickfarbe) werden durch Ueberziehen des letzten Anſtriches mit Dammarlack oder Emailfarbe hergeſtellt. *Andés.*

Holz-Aſphaltpflaſter, ſ. Straßenbau.

Holzbau. Die Verwendung des Holzes zu Bauzwecken, beſonders zu Wandbildungen, beruht auf den Vorzügen und Mängeln desſelben (ſ. Holz und Bauholz).

Der Holzbau iſt da zu erſtellen, wo es ſich darum handelt: 1. auf ſchlechtem Baugrund einen leichteren Bau, 2. bei beſchränktem Raume dünnere, 3. im allgemeinen wohlfeilere, auch wärmere Wände zu erſtellen als ſolche aus Steinen; ſie ſind allerdings auch weniger dauerhaft, hauptſächlich aber von geringer Feuerſicherheit. Dies gilt vor allem von dem leichteren Nadelholz, während das Hartholz, beſonders das ſehr haltbare Eichenholz, ſich günſtiger erweiſt. — Am Aeußeren des Holzbaues ſind Schutzvorkehrungen gegen die ſchädlichen Einflüſſe der Feuchtigkeit zu treffen, und zwar 1. Erhöhung über den Erdboden durch eine Untermauerung; 2. weit ausladende Dachungen; 3. Dachvorſprünge über einzelnen Stockwerken, auch Lauben und Balkone; 4. Schutzbretter über vorſtehenden Teilen, wie Balkenköpfe u. dergl.; 5. ganze Wandverſchalungen ſ. Bretterſchalung; 6. gut deckende Anſtriche (ſ. d.).

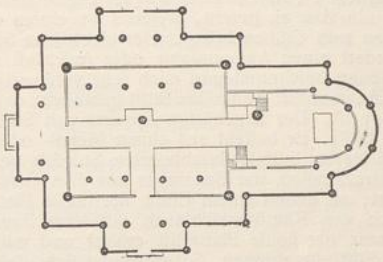
In konſtruktiver Hinſicht ſind drei Bildungsweiſen zu unterſcheiden, von welchen jede ihre eigne Entwicklung erfahren hat: 1. Ständerwand (Schrotwand), bei welcher das Syſtem des ſenkrechten Stützens mit Zwiſchenfüllungen aus Holz (ſ. Holzwand 1.) zum deutlichſten Ausdruck kommt; 2. Blockwand, gebildet aus horizontal gelagerten Hölzern (ſ. Holzwand 2.); 3. Fachwerk oder Riegelwand, gebildet aus Hölzern in drei Richtungen (ſ. Fachwand).

Der Holzbau iſt wohl die urſprünglichſte und älteſte Bauweiſe für menſchliche Wohnungen [1], worüber ſchon Vitruv, Bd. 2, Kap. 1, Andeutungen gibt; er iſt bei allen Völkern des Altertums, beſonders bei den Aegyptern, nachzuweiſen. Bei den germaniſchen Völkern bildet der Holzbau die nationale Bauweiſe gegenüber dem durch die Römer hereingetragenen Steinbau. Bei den Völkern des öſtlichen Aſiens, China, Japan, Birma, iſt der Holzbau ſeit Jahrtauſenden bevorzugt.

Wohl die älteſten und intereſſanteſten Beiſpiele finden ſich in Norwegen [2], wo noch Holzbauten aus romaniſcher Zeit erhalten ſind, ſo Kirchen, entweder durch horizontal gelegte Balken nach Art der Blockhäuſer konſtruiert oder aus ſenkrecht geſtellten Bohlen hergeſtellt (ſogenannten Reiswerkbauten), welche im Lande Stavekirker genannt werden. Der Hauptraum iſt meiſt quadratiſch gebildet mit einem im Halbkreis geſchloſſenen Choranbau, außerdem mit einem niedrigen, Bogenſtellungen zeigenden, ringsherum laufenden Umgang, dem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſogenannten Laufgang, verſehen, der wahrſcheinlich zum Schutze gegen das Eindringen des Schnees erbaut wurde. Darüber erhebt ſich in mehreren Abſätzen ein hohes Dachwerk mit Giebeln, welch letztere ein ſtark vorſpringendes eigenartig geformtes Schnitzwerk aufweiſen. Im Innern iſt die Kirche enge, faſt fenſterlos und dunkel und durch einen offenen Dachſtuhl nach oben abgeſchloſſen. Ein origineller Glockenturm mit ſchräg anſteigenden Wänden pflegt getrennt von der Kirche angelegt zu ſein. Ebenſo eigenartig iſt die Ornamentik dieſer Bauten, welche weſentlich aus einem Schnitzwerk beſteht, das ſich aus bandartigen Verſchlingungen, Drachen und andern Tiergeſtalten zuſammenſetzt und am häufigſten an Portalen, aber auch ſonſt an manchen andern paſſenden Orten angebracht erſcheint. Die intereſſanteſten Bauten dieſer Art finden ſich namentlich zu Borgund, Hitterdal (ſ. die Figur), Find und Urnes [3]. Die Kirche zu Wang in Norwegen, die baufällig geworden war, hat König Friedrich Wilhelm IV. von Preußen 1841 abbrechen und im Rieſengebirge bei Brückenberg wieder aufſtellen laſſen.



Auch England hatte einen Kirchenbau aus Holz zu Greenſtead aufzuweiſen, der im angelſächſiſchen Stile errichtet wurde. Desgleichen findet man heute noch viele alte Holzkirchen in Rußland, z. B. die Dorfkirche zu Zarskoje-Selo. Aehnliche Anlagen finden ſich vereinzelt in Schleſien, Böhmen, Mähren, Galizien und Ungarn.

Heute findet der Holzbau in beſonders holzreichen Ländern, wie Skandinavien, den Alpengebieten und in weiten Gebieten im Inneren Nordamerikas, Sibiriens, bei einzelnſtehenden Behauſungen geeignete Anwendung, in enggebauter Anlage iſt er tunlichſt zu vermeiden.

Literatur: [1] Semper, G., Der Stil, Frankfurt 1860, Bd. 2, S. 249 ff. — [2] Dietrichſon, L., u. Munthe, H., Die Holzbaukunſt Norwegens, Berlin 1896. — [3] Dahl, Denkmale einer ausgebildeten Holzbaukunſt in Norwegen, Dresden 1837.

Weinbrenner.

Holzbearbeitungsmaſchinen, ſ. Biege-, Bohrmaſchinen, Drechſlerei, Drehbank, Furnier-, Hobel-, Holzfräsmaſchinen, Sägen und Sägemaſchinen, Univerſaltiſchler, Werkzeugmaſchinen für Holzbearbeitung, Zapfenſchneid-, Zinkenſchneidmaſchinen u. ſ. w.

Holzbeizen, ſ. Beizen der Hölzer, Bd. 1, S. 660.

Holzbildhauerei (Bildſchnitzerei), ſtellt ihre Werke aus hartem oder weichem Holze her, unter Anwendung von Schnitzer und Meſſern nach vorheriger Anfertigung von Modellen in Ton oder Gips. S. Bildhauereiſen.

Ueber die Holzbildhauerei des Altertums iſt nicht viel bekannt; im Mittelalter beſtand die Ausſchmückung hölzerner Geräte, Sitze und Wandbekleidungen hauptſächlich aus Bemalung und Vergoldung; in der gotiſchen Periode kam in der Holzbildhauerei mehr die architektoniſche Richtung zur Geltung, wie dies namentlich viele Holzaltäre, Chorſtühle und Kanzeln ſowie ſchöne Räume in den Schlöſſern Tirols beweiſen; herrliche Werke ſchuf die italieniſche Frührenaiſſance in prächtigem Chorgeſtühl. Figürliche Darſtellungen aber werden in beiden Stilarten nicht ſelten in Holz durchgeführt. In mehr oder weniger reicher Holzbildhauerarbeit durchgeführt erſcheinen dann namentlich die Decken (ſ. Bd. 2, S. 681) von Profanbauten ſowie die Verkleidungen der Wände; ſ. a. Kunſtgewerbe.

Weinbrenner.

Holzblau, echte Farbe für Wollſtoffe, erhalten durch Verſetzen einer Campecheholzabkochung mit Kupfervitriol, Weinſtein und Alaun. In der ſo gewonnenen Flotte kocht man die Stoffe auf, färbt dann aus und ſchönt durch Kochen mit Campecheholz, Alaun, Weinſtein und Zinnchlorür. Bei halbechten Färbungen erſetzt man das Blauholz durch Orſeille und Perſio.

R. Möhlau.

Holzbrandtechnik (Pyrographie), ein ſchon vor Jahrhunderten geübtes Verfahren, mittels glühender Stifte aus freier Hand oder mittels glühend gemachter Stempel mehr oder weniger intenſiv braune, unverwiſchbare Zeichnungen figuraler oder ornamentaler Natur auf Holz anzubringen; ſeit etwa 30 Jahren wieder in Aufnahme gekommen und bedeutend vervollkommnet.

In unſrer Zeit tauchte die Verzierung von Holzgegenſtänden durch Brandmalerei, wie die Holzbrandtechnik auch genannt wird, in den ſiebziger Jahren gelegentlich einer Kunſtausſtellung in München auf, erregte, künſtleriſch ausgeführt, allgemeines Intereſſe, ſo daß ſie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

heute in vielen Fach- und Gewerbeschulen, weiterentwickelt, eingeführt ist und sich auch als Dilettantenbeschäftigung einen großen Freundeskreis erworben hat. Aus den Lehranstalten gingen Arbeiten von geradezu überraschender Vollkommenheit hervor und ist diese Technik, namentlich seitdem man das polychrome Ornament mit ihr verband, stetig fortgeschritten und jedenfalls berufen, im Kunstgewerbe eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen, da ihre Anwendung eine fast unbeschränkte ist und sich ebenso wie auf Holz auch auf Leder, Stoffe, überhaupt auf Materialien ausführen läßt, deren Oberfläche durch glühendes Metall mehr oder weniger verkohlt werden kann. Sie eignet sich sowohl für die Ausführung der zartesten Zeichnungen, figuralen Darstellungen in Bilderform, ja selbst für Porträts, wie für bessere und feine Möbel als auch für gewöhnliche Möbel, imitierte Bauernmöbel, Plafond- und Wanddekoration. Die aus freier Hand auszuführenden pyrographischen Darstellungen haben noch eine Ergänzung gefunden durch die von Bernhard Ludwig in Wien erfundene, seither auch von andern nachgeahmte Pyrotypie, welche die Ausführung von Holzbrandtechnik auf maschinellem Wege gestattet.

Zur Ausführung der Arbeiten dienen Vorrichtungen, die entweder auf der Wirkung des elektrischen Funkens oder auf der Eigenschaft des Benzins beruhen, sich rasch zu verflüchtigen, also ein Gas zu liefern, welches in einem erhitzten hohlen Metallkörper sich entzündet und diesen zum Glühen bringt. Der elektrische Stift arbeitet zwar sehr schön gleichmäßig, allein er erfordert einen Akkumulator oder Anschluß an eine vorhandene Leitung, wodurch seine Anwendung beschränkt und auch sehr verteuert wird. Es wird daher heute fast ausschließlich der Benzinbrennstift (Paquelins Stift) gebraucht, dessen Handhabung eine außerordentlich einfache und billige ist. Der zugehörige Apparat mit Stift nimmt wenig Raum ein, ist leicht transportabel und billig. Er besteht aus einem Metall- oder Glasgefäße, in dem sich ein Schwamm befindet, zwei leeren, mittels durchbohrten Stöpfels verbundenen Kautschukschläuchen, dem Hand- oder Fußdruckballen, um Benzingas aus dem Gefäß zu pressen, und dem eigentlichen Stifte, durchbohrt, an dessen einem Ende die hohle Platinzunge angebracht ist, während das andre Ende durch den Kautschukschlauch mit dem Benzingefäß in Verbindung steht. Wird über einer Flamme der hohle Platinstift erhitzt und mittels des Druckballens Benzin verflüchtigt und in den Stift eingetrieben, so entzündet sich dieses, bringt den Stift zum Glühen und dieser wird so lange fortglühen, als neue Benzindämpfe zugeführt werden. Mit dem glühenden Stift, der in einer größeren Anzahl verschiedener Formen, dicker, dünner, breit, schmal u. s. w., zu haben ist, läßt sich wie mit dem Bleistift auf Holz zeichnen und die Zeichnung selbst, die ja eine Verkohlung ist, ist unverwischbar. In jüngster Zeit hat man auch mit Alkohol heizbare Stifte hergestellt, die in ganz gleicher Weise arbeiten. Die Holzbrandtechnik, die am besten auf feinfaserige Hölzer (Ahorn, Birnbaum, Linde, auch Pappel) ausgeführt wird, erfordert, wenn sie frei geübt werden soll, einen sehr gewandten Zeichner; ist dieser minder geübt, so muß die Zeichnung sorgfältig und genau aufgepaust oder mit Bleistift ausgeführt werden — Korrekturen gibt es bei dem Verfahren nicht.

Ludwigs Pyrotypie wird wie folgt ausgeführt: Zwei durch Gas erhitzte Bronzewalzen bewegen sich durch einen Kurbelantrieb und mehrfache Räderübersetzung gegeneinander, während das gehobelte Holz durch ein federndes Walzenpaar geht. Gewöhnlich besitzt der obere Zylinder die negativen Formen, während die Mantelfläche der unteren Walze glatt ist. Je nach dem Zwecke sind die Walzen schmale Ringe von einigen Zentimetern Breite bis zu solchen von 60 cm; sie sind entweder nur mit geringen oder mit bedeutenden Vertiefungen und Einschnitten versehen, welche schwach konisch gegen die Achse der Walze laufen. Jeder Ring, jede Walze kann selbstverständlich von der zentralen Achse abgenommen werden, von welcher die Erhitzung ausgeht; sie können einzeln oder kombiniert gleichzeitig zur Verwendung gelangen. Der geringere oder stärkere Druck, der niederere oder höhere Wärmegrad der Walzen, die kürzere oder längere Dauer der Einwirkung, endlich die Größe der Erhabenheiten bezw. Vertiefungen der Preßwalze bewirken eine verschiedenartige Veränderung der Holzplatte. Stets werden diejenigen Stellen, welche der Einwirkung der hervorragenden Walzenstellen ausgefetzt gewesen sind, zusammengedrückt und gebräunt, während, entsprechend der geringeren Erhabenheit, die Zusammenpressung vermindert wird und die Bräunung abnimmt, bis bei den höchstgelegenen Stellen des Holzes wohl eine Komprimierung der Holzmasse, nicht aber eine Veränderung der Farbe herbeigeführt wird. Um zu brauchbaren Resultaten zu gelangen, sind die gleichmäßige Erhitzung sowie die regelmäßige Bewegung Hauptbedingungen. Das Verfahren gestattet die Ausführung von Flach- und Hochreliefs. Die Flachreliefs sind so ausgeführt, daß das Ornament hell auf dunkelm Grunde oder umgekehrt ca. 1—3 mm erhaben erscheint. Läßt man diese ein wenig erhabenen Arbeiten durch glatte Walzen laufen, so pressen dieselben die erhabenen Stellen und verdichten dadurch bedeutend das ganze Gefüge. Das Produkt erlangt das Aussehen einer Intarsienarbeit. Dünne Holzplatten, in einer oder der andern Weise behandelt, bilden z. B. Holztapeten, welche ca. 60 cm breit sind und bei Ahorn- und Pappelholz einen reizenden Seidenglanz zeigen. Außer diesen Tapeten werden hergestellt: Sesselehnen, Sitzteile, Verzierungsstücke für Einlagen, Friese, Umrahmungen, Hohlkehlen, Eierstäbe, links und rechts gewundene Viertelstäbe, Rosetten, Knöpfe u. dergl., überhaupt alle Gegenstände, welche sich zur Verzierung von Möbeln, für Plafond- und Wanddekorationen eignen.

Zwei Eigenschaften machen die brandtechnischen Produkte noch besonders empfehlenswert: 1. Die einmal angenommenen oder besser gesagt aufgedrungenen Formen verändern sich nicht im geringsten durch den Einfluß der Feuchtigkeit, sie quellen nicht mehr, das zusammengedrückte Holz ist im Gegenteil widerstandsfähiger als gewöhnliches Holz. 2. Die Arbeiten lassen sich ganz vorzüglich polieren und lackieren, was sich durch die Verengerung der Poren erklären läßt. Die Schönheit der Gegenstände besteht hauptsächlich darin, daß der Uebergang von mehr oder minder dunkelm Braun bis zur Farbe des Holzes ein allmählicher, sanfter ist; trotzdem besitzen die erzeugten Formen eine reine, scharfe Kontur. *Andés.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzbronze, Anſtrichmaſſe aus Bronzepulver und Schellacklöſung für Gegenſtände aus Holz, um dieſen ein bronzeähnliches Ausſehen zu geben.

Holzdach (Bretterdach) kommt ſeiner geringen Dauer und Feuergefährlichkeit wegen nur an Bauten für vorübergehende Zwecke (Buden, Baracken, Hütten) bei augenblicklichem Bedarf und in holzreichen Gegenden zur Anwendung.

Fig. 6.

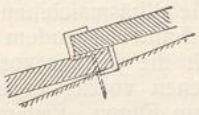


Fig. 2.

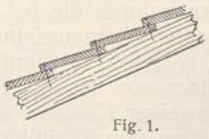


Fig. 1.

Die Bretter können entweder 1. in der Richtung der Traufe oder 2. ſenkrecht zu dieſer laufen. Bei 1. überdecken ſich dieſelben an den Fugen um 3—4 cm (Fig. 1 und 2). Nachteilig iſt dabei, daß das Werfen der Bretter den raſchen Ablauf des Waſſers verhindert und damit die Dauer des Holzes ſehr beſchränkt. 2. Die anſteigende Deckung erfolgt mit ſtumpfen Fugen und Dichtung (Fig. 3) oder Ueberdeckung derſelben (Fig. 4 und 5) oder durch Stülplagen (Fig. 6). Die Oberfläche der Bretter ſollte gehobelt ſein, um den Waſſerablauf zu beſchleunigen; außerdem iſt zur Erhöhung der Dauer ein ſchützender Anſtrich nötig; ſ. a. Bretterſchalung.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Weinbrenner.

Holzdeich, Seedeich, an welchem zum Schutze der Außenböſchung Holz verwendet iſt. *Frühling.*

Holzdraht, runde, dünne Holzſtäbchen, die hauptſächlich in der Streichholzfabrikation Verwendung finden; ſie werden mit der Holzdrahthobelmaſchine hergeſtellt. Näheres hierüber ſ. Zündwaren. *E. Müller-Dresden.*

Holz-Eiſenräder, Triebwerksräder, deren eines hölzerne Zähne enthält. Sie laufen mit weniger Geräuſch als zwei eiſerne, erfordern aber Erneuerung der Holzzähne, nachdem dieſe im Laufe der Jahre ſämtlich oder zum Teil ſtark abgenutzt ſind. Man gibt die Holzzähne (ſ. d.) entweder dem größeren Rade, damit ſie ſeltener zum Eingriff kommen, oder dem kleineren, weil dieſes in kürzerer Zeit, z. B. über Sonntag, neu verkämmt werden kann, oder dem treibenden Rade, weil ſie an dieſem vom Teilkreiſe aus zum Kopfende hin gerieben werden, die Faſerenden ſich alſo nicht ſtauchen können; wenn die eine Welle immer in beſtimmter Stellung größeren Zahndruck verurſacht, ſo gibt man der andern Welle das Holzzahnrad, und zwar mit unganzem Ueberſetzungsverhältnis, um die Abnutzung zu verteilen. Als Zahnkurven benutzt man Evolventen oder Cykloiden oder Geradflankenverzahnung. Für die Berechnung der Teilung t braucht man entweder den Zahndruck P kg oder das Moment $M = PR$ cm kg $= 71\,620\ N/n$ der einen Welle und die Zähnezahl z des auf ihr ſitzenden Rades. Die Zähnezahl ſoll ein Vielfaches der Armzahl ſein, damit kein Zahn auf die Armrippe zu ſitzen kommt. Das an einem Zahne von der Länge (Höhe) l wirkende Biegungsmoment Pl beanſprucht die Zahnwurzel von der Zahnſtärke a und der Breite b auf s kg/qcm Biegungsſpannung: $Pl = {}^1/_6 \cdot b a^2 s$. Setzt man hierin $l = 0{,}7\ t$ als Normalmaß, $b = 2\,t$ für die Feſtigkeitsrechnung, wenn auch der Zahn breiter wird, und $a = 0{,}41 \cdot t$ für den Eiſenzahn, ſo folgt $t = \sqrt{12{,}5\,P/s}$ oder die Stichzahl $t/\pi = \sqrt{1{,}25 P/s}$. Setzt man ferner $P = M/R$ und $2\pi R = z \cdot t$ ein, ſo erhält man die Formel $t = \sqrt[3]{78\,M/s\,z}$ oder $t/\pi = \sqrt[3]{2{,}5\,M/s\,z}$. Für den Eiſenzahn nehme man die Spannung $s = 400$—300 kg/qcm. Die Zahnbreite läßt man mit wachſender Geſchwindigkeit der Zähne von $2{,}5\ t$ auf $3{,}5\ t$ ſteigen, um einer zu ſtarken Abnutzung vorzubeugen. Bei koniſchen Rädern gilt die berechnete Teilung für die Zahnmitte; die Teilung außen wird alſo entſprechend größer.

Die Zahnſtärke, im Teilkreiſe gemeſſen, beträgt für den Eiſenzahn, der gewöhnlich bearbeitet wird, $\frac{8}{20}\,t = 0{,}41\ t$ oder $1{,}3\ t/\pi$ und für den Holzzahn $\frac{4}{5}\,t = 0{,}56\ t$ oder $1{,}8\ t/\pi$, beide Werte ſo abgerundet, daß ein Spielraum von etwa $0{,}02\ t$ bis $0{,}03\ t$ bleibt. Die Biegungsſpannung im Holzzahn wird bei dieſem Verhältnis etwa halb ſo groß als im Eiſenzahn. Die Breite des Holzzahnes kann man einige Millimeter kleiner nehmen als am Eiſenzahn, damit er nicht überſteht und abſplittert. *Lindner.*

Holzeſſig, ſ. Eſſigſäure, Bd. 3, S. 514.

Holzfärben, ſ. Beizen der Hölzer.

Holzfilzplatten, aus Holzſchliff, auch gemiſcht mit Holzzellſtoff erzeugte Platten, welche als Bierglasunterſätze und auch als ſchlechte Wärmeleiter zu den verſchiedenſten Zwecken Verwendung finden und ſich namentlich durch ein lockeres Gefüge auszeichnen.

Behufs ihrer Herſtellung leitet man den zu einem dicken Brei gerührten Holzſtoff in entſprechend ſtarker Schicht auf ein in einen Holzrahmen geſpanntes Drahtſieb und läßt denſelben, in einen zweiten Rahmen geſetzt, abtropfen. Hierauf wird auf die ſo gebildete Holzſtoffplatte eine gleich große Filzplatte gelegt und der erſterwähnte Holzrahmen mit Sieb, der darauf befindlichen Holzſtoffplatte und der Filzplatte in eine Preſſe gebracht, und zwar in der Weiſe,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

daß mehrere Rahmen mit ſolchen Holzſtoffplatten und Filzplatten übereinander liegen. Nach dem Preſſen wird die entwäſſerte Holzſtoffplatte auf eine Drahthürde gleicher Größe geſtürzt und zum Trocknen gebracht. Nach dem Trocknen läßt ſich die Holzſtoffplatte abheben; ſie wird hierauf noch zwiſchen zwei Walzen geglättet. *Kraft.*

Holzfräsmaſchinen unterſcheiden ſich von den Metallfräsmaſchinen zunächſt durch die weſentlich größere Anzahl der Umdrehungen des Werkzeugs, ferner durch die bei den Metallfräsmaſchinen ſelten angewandte Bauart mit ſenkrechter Werkzeugſpindel und untenliegendem Antrieb (ſ. Fräsmaſchinen, Bd. 4, S. 174, Fig. 61) und durch die weitaus vorherrſchende Zuführung des Arbeitsſtücks von Hand. Sie dienen vorzugsweiſe zur Herſtellung gerader und geſchweifter Kehlarbeiten, zum Fügen, Federn, Zapfenſchneiden, Schlitzen, Abplatten von Türfüllungen u. dergl. Als Werkzeuge finden Fräſer, Meſſerköpfe, Meſſerſcheiben und Kreisſägen Verwendung.

Die übliche Ausführung einer Tiſchfräsmaſchine zeigt Fig. 1. Die Fräsſpindel iſt in einem Schlitten gelagert und kann mit Hilfe der durch Handrad und Kegelräder drehbaren Schraubenſpindel und der an dem Schlitten feſten Mutter in der Höhe verſtellt werden. Bisweilen wird das obere Ende der Fräsſpindel durch einen Arm, der auf dem Tiſch aufgeſchraubt wird, geſtützt. Der Tiſch beſitzt eine Ausdrehung und Einlageringe, die bei Fräsköpfen, die teilweiſe unter die Tiſchoberfläche herabreichen, weggenommen werden können. Für die Befeſtigung und Führung von Anſchlägen, Winkeln, Schlitten u. ſ. w. ſind Nuten im Tiſch vorhanden. — Beim Fräſen von Hölzern an der Hirnſeite (Fig. 2) darf die Bearbeitung mit dem ſich links drehenden Fräſer (l) nicht bis zur rechten Kante hin fortgeſetzt werden, da an dieſer ein Ausſplittern des Holzes eintreten würde; es muß deshalb die Bearbeitung an der rechten oberen Seite von rechts her mit einem ſich rechts drehenden Fräſer (ll) erfolgen. In der Regel beſitzen deshalb die Tiſchfräsmaſchinen Rechts- und Linksgang der Fräsſpindel. Man muß dann bei Werkzeugen, die nur in einer Richtung ſchneiden, mit der Aenderung der Drehrichtung dieſe auswechſeln oder die in beiden Richtungen ſchneidenden Kronfräſer (ſ. Fräſer, Bd. 4, S. 153, Fig. 53) verwenden.

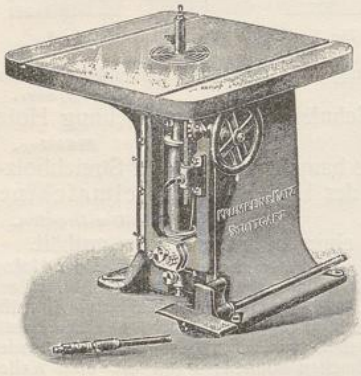


Fig. 1.

Fig. 2.

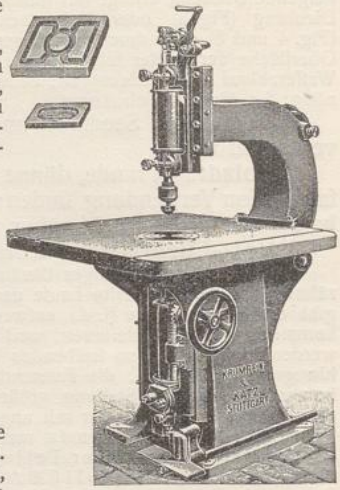
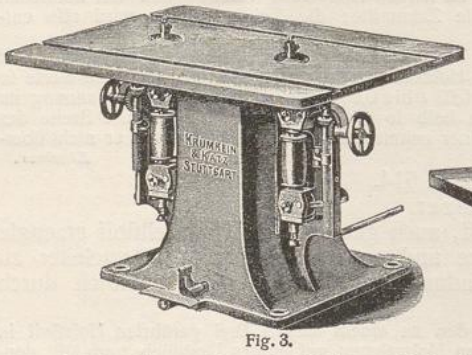


Fig. 4.



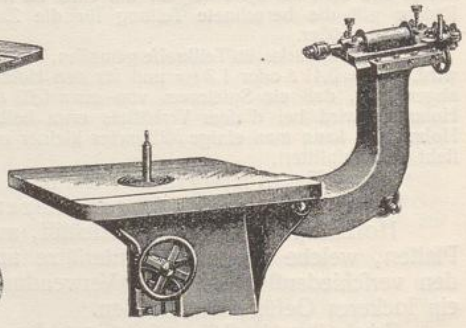


Fig. 3. Fig 5.

Da das Auswechſeln der Werkzeuge läſtig iſt und die Kronfräſer ſchlechte Schneidwinkel haben, ſo verwendet man an Stelle der einſpindeligen Tiſchfräsmaſchinen mit Links- und Rechtsgang Tiſchfräsmaſchinen mit zwei Spindeln, von denen die eine beſtändig links, die andre

rechts ſich dreht (doppelſpindelige Fräsmaſchine) (Fig. 3). Die Bearbeitung eines Gegenſtandes findet dann teils mit dem linken, teils mit dem rechten Fräſer ſtatt.

Eine weitere Ausführungsform der Holzfräsmaſchinen ſind die Tiſchfräsmaſchinen mit Oberfräſe (Fig. 4), die eine untere und eine obere Fräsſpindel beſitzen. Die Unterfräſe dient dem gleichen Zweck und beſitzt dieſelbe Einrichtung wie die gewöhnliche Tiſchfräsmaſchine, während die Oberfräſe hauptſächlich zur Herſtellung erhabener, durchbrochener und vertiefter Holzarbeiten verwendet wird. Die obere Fräsſpindel iſt in einem Schlitten gelagert, der mittels Handhebels der Höhe nach einſtellbar iſt. Um beim Arbeiten mit der unteren Fräsſpindel allein durch die obere Fräsſpindel nicht behindert zu ſein, wird der Arm, der den oberen Fräsſpindelſchlitten trägt, in der Regel zum Ausſchwenken oder Zurückklappen (Fig. 5) eingerichtet.

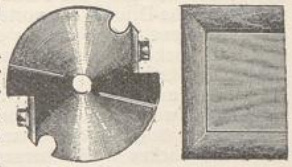


Fig. 6.

Für das Nuten und Schlitzen finden bei den Tiſchfräsmaſchinen entweder Meſſerſcheiben oder ſchwankende Sägblätter Verwendung (ſ. Sägen), für das Abplatten von Türfüllungen der Abplatthobel (Fig. 6), aus einer Meſſerſcheibe mit zwei radialen und zwei am Umfang befindlichen Meſſern beſtehend, für das Kannelieren von Säulen u. ſ. w. der Kannelierapparat (ſ. d.).

Die Tiſchfräsmaſchinen werden auch mit Kreisſäge und Langlochapparat vereinigt. — Die Holzfräsmaſchinen mit horizontaler Fräsſpindel werden ſeltener gebraucht; vorzugsweiſe finden ſie zum Fräſen von Hölzern Verwendung, die nach jeder Richtung gekrümmt ſind, insbeſondere in der Möbel- und Stuhlfabrikation. Sie werden ohne und mit Auflegetiſch ausgeführt.

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Berlin 1901, Bd. 2. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrb. der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Braunſchweig 1896, 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte. — [3] Hoyer, E. v., Lehrb. der vergleichenden mechaniſchen Technologie, Wiesbaden 1906, Bd. 1. — [4] Kataloge der Fabriken für Holzbearbeitungsmaſchinen. *A. Widmaier.*

Holzfüller, feſte (teigförmige), flüſſige oder pulverige Maſſe zum Ausfüllen der Poren des Holzes, anſtatt des Schleifens mit Oel und Bimsſtein angewendet, ſichert, bei leichter Anwendung, große Glätte, die polierten Arbeiten gegen das „Ausſchwitzen“ der Politur und bei lackierten Arbeiten größere Beſtändigkeit des Glanzes und geringeren Verbrauch von Lack.

Teigförmiger Holzfüller (Wood Filler) beſteht aus Stärke, einem indifferenten Körper, meiſtens Schwerſpat, und gut trocknendem Leinölfirnis, wird mit Terpentinöl zur Streichfähigkeit verdünnt, mit Pinſel auf das mit Hobel, Ziehklinge und Glaspapier vorbereitete Holz aufgetragen; nach dem Mattwerden des anfänglich glänzenden Anſtriches wird dieſer mit Lappen oder Hobelſpänen ſorgfältig abgewiſcht, daß auf der Oberfläche nichts ſitzen bleibt, 10—12 Stunden trocknen gelaſſen und hierauf in gewöhnlicher Weiſe mit Schellackpolitur poliert oder mit Oel- oder Spirituslack lackiert.

Flüſſiger Holzfüller iſt eine alkoholiſche Schellacklöſung oder neuerlich Pyroxylinlöſung, die mit Pinſel auf das Holz aufgeſtrichen wird.

Pulveriger Holzfüller, Gemiſch von Stärke, Schwerſpat, auch Dextrin und Mineralſubſtanz, die vor dem Gebrauch mit Leinölfirnis vermiſcht und wie flüſſiger Holzfüller angewendet wird.

Die Vorzüge dieſer Holzfüller ſind: Beſeitigung des Schleifens des Holzes mit Bimsſtein und Leinöl, Vermeiden des Eindringens von Leinöl (oder Fett überhaupt) in das Holz, weil die Holzfüller als indifferente Imprägnierung dasſelbe verhindern, und damit Beſeitigung des Austretens von Oel oder Fett durch die Politurſchichte nach einiger Zeit, geringerer Materialverbrauch, ſowohl an Politur als auch an Lack, höherer Glanz und größere Widerſtandsfähigkeit. *Andés.*

Holzgebäude, ein Bau, der in ſeinen Umfaſſungen aus Holz erbaut iſt. Man rechnet hierzu: 1. das ganz aus Hölzern erſtellte Blockhaus, 2. das Fachwerkhaus mit Ausriegelung oder Verſchalung, 3. die aus Rahmwerk und Brettſchalung gebildete Bretterbude; ſ. a. Gebäude, zerlegbare. *Weinbrenner.*

Holzgeiſt (Holzſpiritus, Methylalkohol, Methyloxydhydrat), $CH_3 \cdot OH$, farbloſe, brennbare Flüſſigkeit von geiſtigem Geruch, miſchbar mit Alkohol und Aether; ſpez. Gew. 0,796 bei 15° C., Siedepunkt bei 66° C.

Methylalkohol findet ſich in den Produkten der trockenen Deſtillation des Holzes (Holzeſſig, ſ. Eſſigſäure, Bd. 3, S. 514), aus welchen er auch im großen gewonnen wird, in freiem Zuſtand in einigen Heracleumarten. Der Salizyleſter des Methylalkohols findet ſich im ätheriſchen Oel von Gaultheria procumbens (Wintergreenöl). In Methylalkohol ſind viele Harze, Fette und ätheriſche Oele löslich, weshalb er zur Bereitung von Firniſſen, Polituren benutzt wird. Ferner dient er zur Darſtellung von Chlor- und Brommethyl für die Teerfarbenfabrikation (vgl. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 619). — Synthetiſch wird Methylalkohol durch längeres Erhitzen von Chlormethyl und Kalilauge auf 100° C. dargeſtellt. Der rohe Holzgeiſt iſt ein Deſtillationsprodukt aus holzeſſigſaurem Natrium. Er enthält neben Methylalkohol Aceton. Er dient als Denaturierungsmittel. *Bujard.*

Holzglaſur, ſ. Brauerlacke.

Holzhackmaſchine, ſ. v. w. Holzſpaltmaſchine, ſ. Spaltmaſchine.

Holzhaut des Schiffes, die hölzerne Beplankung des ſtählernen Schiffsrumpfes beim Kompoſitbau; ſ. Schiffbau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzhinterlage des Panzers, ſ. Schiffspanzer.

Holzimitation. Das hierzu geeignetſte Material iſt ſchwache, feſte Pappe, die mit einem zähen Papier überzogen ſein muß; man gibt demſelben durch Beizfarben (Holzbeizen) ein holzähnliches Ausſehen.

Mit Hilfe dieſer Beizfarben, die unter der Bezeichnung Ebenholz-, Nußbaumholz-, Eichenholz-, Mahagoniholzbeize im Handel ſind, laſſen ſich Holzfärbungen vom tiefſten Schwarzbraun bis zum hellſten Gelbbraun erzeugen. Zur Herſtellung der Imitationen ſind eine in Meſſing oder Stahl tief gravierte Platte und eine Matrize aus harter Pappe erforderlich. Ausgeführt werden ſolche Drucke am vorteilhafteſten mittels einer ſtark gebauten Kniehebelpreſſe. Nachdem die überzogene Pappe mittels eines weichen Haarpinſels die gewünſchte Färbung erhalten hat und gut trocken iſt, wird die Prägung mit heißer Preſſe erſt leicht, dann kräftig ausgeführt. Zeigen ſich in den hochliegenden Partien der Prägung helle Stellen in der Färbung, ſo iſt ein Nachfärben und ein leichtes Nachprägen erforderlich. Um der Färbung die nötige Haltbarkeit zu geben, werden die Prägungen vielfach mit feinem Dammarlack überzogen; doch geht dadurch der holzähnliche Charakter teilweiſe verloren. Um dieſen zu erhalten, ſollte an die Stelle des Lackes Wachsüberzug treten. Man löſe reines weißes Scheibenwachs in Terpentin auf und laſſe dieſe Flüſſigkeit in gelinder Ofenwärme ſo weit eintrocknen, bis ſie breiartige Konſiſtenz angenommen hat. Die Prozedur iſt aber feuergefährlich, da ſich Terpentinöl ſehr leicht, mehr noch in Verbindung mit Wachs entzündet; daher darf dieſe Auflöſung niemals in Arbeitsräumen vorgenommen werden. Erhitzen im Waſſerbade iſt vorzuziehen. Iſt die Wachslöſung vollſtändig erkaltet, ſo werden die gefärbten Prägungen unter Zuhilfenahme eines weichen Lappens mit derſelben eingerieben und mehrere Tage zum Trocknen ausgelegt. Die getrockneten Prägungen ſind mittels weicher Bürſte leicht und ſchnell abzubürſten, wodurch ein ſchöner und ſolider Glanz erzielt wird. Bei dieſer Manipulation lege man die Prägungen auf die Matrize, weil hierdurch die hochliegenden Partien mehr von der Bürſte berührt werden als die tiefliegenden und erſtere ſomit glänzender erſcheinen als letztere.

Holzimitationsanſtriche, ſ. Anſtriche, Bd. 1, S. 231.

Holzkiel, im Gegenſatz zum eiſernen Kiel, ſ. Schiffbau.

Holzkitte, zum Verſchmieren von Aſtlöchern, Riſſen, Harzgängen, beſtehen aus Leimlöſung und gemahlener Kreide oder gepulvertem Aetzkalk, zerriebenem trockenen Quark und Eiweiß. *Andés.*

Holzkohle, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 283.

Holzkonſervierung, die Erhöhung der Widerſtandsfähigkeit des Holzes gegen die Einwirkungen der Luft, Näſſe und Organismen.

Wie alle organiſchen Subſtanzen iſt auch das Holz einer mehr oder minder raſchen Zerſetzung unterworfen, die ihren Hauptgrund in den Angriffen der verſchiedenſten Pilze, Mikroorganismen und Tiere hat, die teils das lebende, teils das gefällte und verarbeitete Holz durch die Prozeſſe der Fäulnis, Vermoderung, Verweſung, Gärung oder durch Inſektenfraß zerſtören. Insbeſondere ſind die Eiweiß, Zucker, Pektinſtoffe enthaltenden Saftteile des Holzes den Angriffen ausgeſetzt, und folgerichtig hat man zuerſt verſucht, den Saft entweder zu entfernen oder durch gewiſſe Prozeſſe ſo in ſeiner Zuſammenſetzung zu ändern, daß die Gefahr der Zerſtörung verringert wird.

Hier iſt in erſter Linie das **Auslaugen des Holzes** zu erwähnen, indem man die gefällten Holzſtämme 1—2 Jahre in fließende Gewäſſer legt. Schneller gelangt man durch das ſogenannte Dämpfen (Einwirkung heißer Waſſerdämpfe bei etwa 1 Atmoſphäre Ueberdruck) zum Ziele; doch dient es heute eigentlich nur noch als Vorbereitungsſtadium für eine nachfolgende Tränkung.

Widerſtandsfähig wird auch das Holz durch **Austrocknen,** was man bei geſundem Holz ſchon durch die Lufttrocknung erzielt, indem man das gefällte Holz ſo aufſchichtet, daß die Luft es von allen Seiten umſpülen kann. Um ein Riſſigwerden zu vermeiden, dichtet man die Hirnenden wohl durch einen Teeranſtrich. Während friſch gefälltes Holz ungefähr 50 % Waſſer enthält (der Gehalt an Waſſer iſt natürlich je nach der Holzart und Schlagezeit großen Schwankungen unterworfen), zeigt waldtrockenes nur ungefähr 25 % und das in Schuppen aufbewahrte nur 15—20 %. Nußbaum empfiehlt die Ringelung der lebenden Baumſtämme nach Vollendung der Blatt-, Nadel- oder Blütenbildung; ſie ſollen dann ſtehend trocknen, aber nach dem Fällen ſogleich oder ſo bald als möglich ihrer Verwendung zugeführt werden [1]. Häufig wird durch Anwendung künſtlicher Wärme in Trockenöfen eine Trocknung durch das ſogenannte Dörren bei 50—100° erreicht. Bei dem Napierſchen Ofen [2] kommen die Verbrennungsgaſe direkt mit dem Holze in Berührung; bei dem von Guibert [3] tritt erwärmte Luft an das Holz und bei dem Zappertſchen [4] findet außer der Behandlung mit auf 30° erwärmter Luft, die ein Exhauſtor durch die Kammer ſaugt, täglich ein dreimaliges, 15—20 Minuten langes Dämpfen ſtatt, wodurch ein zu raſches, oberflächliches Austrocknen und ſomit ein Reißen und Springen des Holzes verhindert werden ſoll. Für Zwecke der Tiſchlerei wird ſo gedörrtes Holz direkt verwendet, während bei der Konſervierung von Eiſenbahnſchwellen auch das Dörren, wenn es überhaupt angewendet wird, nur ein Durchgangsprozeß iſt. The Haskin Wood Vulcanising Company [5] ſetzt die Hölzer in ſchmiedeeiſernen Keſſeln zuerſt einem Druck von 10,5 bis 14 Atmoſphären aus und erhitzt ſie dann mittels Dampfſchlangen auf 120—200°. Der Druck ſoll hauptſächlich das Reißen verhindern und ſo behandelte Hölzer ſollen an Zugfeſtigkeit um 21 %, an der gegen Druck um 23,6 % gewinnen. Erwähnt ſei hier noch das Renéſche Verfahren [6], das durch ozoniſierten Sauerſtoff dem für Muſikinſtrumente beſtimmten Holz Harzteile entziehen und dadurch ſeine Reſonanz verbeſſern will.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine der ältesten und verbreitetsten Konservierungsarten ist das **Ankohlen** oder Karbonisieren. Durch die verkohlte Schicht wird das Eindringen von Keimen erschwert und hinter derselben eine dünne Schicht antiseptisch wirkender Verbrennungsstoffe erzielt. Das Ankohlen geschieht entweder durch einfaches Anbrennen oder bequemer und besser durch Anwendung eines Gebläses.

Von geringem Werte sind diejenigen Konservierungsmethoden, die einen oberflächlichen **Abschluß der Luft** bewirken, wie Ueberziehen mit Oelfarbe und andern wasserdichten Anstrichen, wie z. B. Teer; sie versprechen nur dann einen gewissen Erfolg, wenn es sich um Holzgegenstände handelt, die vor den Einflüssen der Witterung geschützt sind und wenn das Anstreichen nach einem guten Austrocknen angewendet wird. Auch das Umhüllen von Holzpfählen mit Metall, das Beschlagen derselben mit eisernen Nägeln mit großen Köpfen, wie zum Schutz gegen den Bohrwurm (Teredo navalis) vorgeschlagen worden, erreicht nicht seinen Zweck, da es einmal nicht die Fäulnis verhindert und anderseits den Angriffen der Seetiere doch noch kleine offene Stellen läßt.

Die folgende Gruppe von Konservierungsmethoden umfaßt solche, bei denen die Einwirkung der Feuchtigkeit durch Mittel ausgeschlossen wird, die eine **Verstopfung der Holzporen** bewirken, wobei es darauf ankommt, das Holz vorher gut auszutrocknen und möglichst von allen Keimen zu befreien. Erwärmter Talg und andre Fette, Harz- und Paraffinlösungen, bei denen das Lösungsmittel, z. B. Benzin, verdampft und stets wieder gewonnen werden kann oder die wie Paraffin heiß aufgetragen werden, dienen zu solchem Zweck. Besonders hat sich Paraffin für Kellereigeräte, Holzbottiche bei der Alizarinfabrikation u. s. w. bewährt. Aehnliches hat man erreichen wollen durch aufeinander folgende Anwendung zweier Salzlösungen, die durch Wechselwirkung einen unlöslichen Niederschlag in den Holzporen bilden. Hier sind verschiedene Chemikalien vorgeschlagen worden, so Zinkvitriol und Seifenlösung (Bildung einer unlöslichen Zinkseife), Kupfersulfat und Schwefelcalcium (Bildung von Schwefelkupfer und Gips), Wasserglaslösung und eine Säure (Abscheidung der Kieselsäure). Das letzte Verfahren und andre ähnliche bezeichnet man wohl als Versteinern des Holzes. Bei all diesen Methoden ist die Tatsache, daß die gewollten Niederschläge nur in einer sehr dünnen, oberflächlichen Schicht entstehen und zudem keinen sicheren Luftabschluß bewirken, ein Uebelstand.

Diesen Verfahren stehen jene gegenüber, die durch Anwendung **antiseptisch wirkender Stoffe** nicht nur die im Holze vorhandenen Keime töten, sondern auch die Angriffe neu hinzutretender Mikroorganismen oder Tiere abweisen oder doch erschweren, Verfahren, die heute allein in größerem Maßstabe benutzt werden. Hier handelt es sich besonders um die Konservierung von Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Grubenhölzern, Holz zu Pflaster- und Wasserbauzwecken u. s. w., also um solche Gegenstände, die den Unbilden des Wetters, dem Einfluß des Meerwassers ausgesetzt sind, die in großen Mengen gebraucht werden und bei denen deshalb auch der Preis des Schutzmittels eine bedeutende Rolle spielt. Von einem guten Imprägnierungsmittel wird verlangt, daß es weder an der Atmosphäre verdunstet noch durch Wasser auswaschbar ist, dabei aber die guten Eigenschaften des Holzes möglichst wenig ändert. Als einfachstes Verfahren ist hier die Kyanisierung, zuerst von Hornberg angegeben, später von Kyan ausgeführt, zu nennen: Eintauchen des Holzes in eine Lösung von Quecksilberchlorid (Sublimat, $HgCl_2$), 1 Teil in 150 Teilen Wasser. Es wird jetzt aber nur noch selten angewendet.

Ohne große Kosten für Apparate ist auch die Konservierung nach Bouchérie [7]. Danach wurde zuerst der noch stehende Baum, dessen Zweige bis auf einen oberen Büschel alle abgeschnitten waren, unten angebohrt und das Bohrloch mit einer Lösung von Kupfersulfat ($CuSO_4$) in Verbindung gebracht. Die Kupferlösung folgt den Wegen der Saftleitung und durchtränkt so den ganzen Baum. Später hat Bouchérie sein Verfahren am gefällten Baum vorgenommen. An dem schräg gelegten Baumstamm wird am unteren Hirnende eine Platte aus verzinntem Eisenblech mit luftdichter Randschließung angebracht. Hierdurch entsteht eine kleine Kammer, die durch einen Gummischlauch mit dem ungefähr 10 m hoch stehenden Behälter mit 10prozentiger Kupfervitriollösung in Verbindung ist, so daß die Imprägnierungsflüssigkeit ungefähr mit dem Drucke einer Atmosphäre auf die Hirnfläche drückt. Dann tritt nach einiger Zeit am oberen Hirnende zuerst der reine Saft, allmählich gemischt mit Kupferlösung, aus und das Verfahren gilt als abgeschlossen, wenn die austretende Lösung dieselbe Konzentration wie die eintretende zeigt, was bei Eichenholz in Schwellenlänge in etwa 100, bei Buchenholz in etwa 48 Stunden der Fall ist. Die schnellere Durchtränkung bei dem Buchenholz ist zugleich eine intensivere, da sich im Eichenholz nur der Splint vollkommen durchtränkt erweist. Ist nach längerer Zeit der austretende Saft noch nicht konzentriert genug, so gelingt es oft mit besserem Erfolge, wenn man die Imprägnierung vom andern Hirnende aus beginnen läßt. Ein Kubikmeter Eichenholz nimmt ungefähr 25 kg, Kiefernholz 57 kg und Buchenholz 95 kg an Gewicht zu; das Holz nimmt mehr Lösung auf, als es entläßt. Eine Schwelle Buchenholz gebraucht etwa 0,55 kg Kupfervitriol. Die Dauer einer kiefernen mit Kupfervitriol getränkten Schwelle beträgt etwa 14 Jahre, die einer buchenen etwa 10 Jahre. Das ungleichmäßige Durchdringen der Kupferlösung verbietet, wenn die Konservierung vorhalten soll, die nachträgliche Bearbeitung des Holzes, wodurch nicht imprägnierte Stellen bloßgelegt werden können; das Verfahren findet aus diesem Grunde weniger für Schwellen als für Telegraphenstangen Verwendung, die an ihrem unteren Drittel noch zweckmäßig mit einem schützenden Teeranstrich versehen werden. Nach Pfister [8] wird das Eindringen der Kupferlösung noch durch eine Druckpumpe unterstützt. Endlich mag noch angeführt werden, daß an Stelle des Kupfersulfats auch andre Kupfersalze, Kupferchloride u. s. w. vorgeschlagen worden sind.

Ist die antiseptische Wirkung des Kupfersulfats schon lange nicht so stark wie die des Sublimats, so wirkt das zuerst von Burnett benutzte Zinkchlorid ($ZnCl_2$) noch weniger anit-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feptifch. Gewöhnlich wendet man eine Löfung von 1 Teil Zinkchlorid in 59 Teilen Waffer an, da ftärkere Konzentrationen keine befferen Ergebniffe zeitigen. Die Löfung darf keinenfalls fauer reagieren. Während Burnett zuerft die Imprägnierung nur durch Eintauchen vornahm, wendete er bald das fchon 1831 von Bréant angegebene Hochdruckverfahren an, um eine gründliche Durchtränkung zu erreichen. Die auf kleinen Wagen befindlichen zurechtgefchnittenen Schwellen kommen in einen verfchließbaren Keffel, in dem fie zuerft bei 3—4 Atmofphären Druck gedämpft werden, während zeitweife der Keffel geöffnet wird, damit die Luft entweichen und der ausgefloffene Saft abgelaffen werden kann. Nachdem mit Hilfe einer Luftpumpe eine möglichft weitgehende Luftverdünnung erzeugt, alfo ein Ausfaugen der noch zurückgebliebenen Waffer- und Saftrefte bewirkt worden ift, wird die auf 50—65° erwärmte Zinkchloridlöfung eingelaffen, dann die Luftpumpe außer Tätigkeit gefetzt und darauf mittels Druckpumpe während 1—3 Stunden ein Druck von etwa 7 Atmofphären erzeugt. Nach der Imprägnierung lagern die Schwellen 6—12 Wochen vor ihrer Verwendung. Bei diefem Verfahren nehmen Eichenfchwellen 5—10%, Buchen- und Kiefernfchwellen 30—45% an Gewicht zu. Die Brauchbarkeit erftreckt fich bei buchenen Schwellen auf etwa 15—18, bei kiefernen auf etwa 14—16, bei eichenen auf 19,5 Jahre, während nicht imprägnierte durchfchnittlich nur die Hälfte der Zeit, buchene noch weniger, vorhalten.

Am häufigften wird heute von den Eifenbahnverwaltungen das zuerft von Bethell angegebene Kreofotieren zur Schwellentränkung angewendet. Als Imprägnierungsflüffigkeiten dienen Steinkohlen-, auch Holz- und Braunkohlenteer, deren Zufammenfetzung fehr verfchieden und wechfelnd ift. Während in dem vorzüglich zur Konfervierung geeigneten Holzteer das eigentliche Kreofot, ein Gemenge von Kreofot ($C_6H_4OHOCH_3$) und Guajakol ($C_6H_4OCH_3OH$), enthalten ift, findet fich folches im Steinkohlenteer faft gar nicht; hier find Karbolfäure, Phenol (C_6H_5OH) und Krefol ($C_6H_4CH_3OH$) die wirkfamen antifeptifchen Stoffe. Doch ift es auch hierbei Sprachgebrauch geworden, von Kreofottränkung zu fprechen. Alle Teere werden zu Imprägnierungszwecken vorher einer Deftillation unterworfen, um die leicht flüchtigen Kohlenwafferftoffe abzudeftillieren. Die Anforderungen, welche die einzelnen Bahnverwaltungen an die Teeröle ftellen, find verfchieden. Man verwendet nur Schwellen, die durch 6—18monatige Lagerung gut ausgetrocknet find, da fich die Oele nicht mit dem naffen Zellfaft mifchen würden. Nach Erzeugung von Luftleere wird das auf 30—40° erwärmte Teeröl zugelaffen und fchließlich ein Druck von 8 Atmofphären ausgeübt. Schwellen aus Kiefernholz abforbieren ungefähr 12 kg, aus Buchenholz 14—16 kg, aus Eichenholz 5—6 kg. Erftere können durchfchnittlich 15, die zweiten 16—18 und die letzten 18—20 Jahre benutzt werden. Herzenftein hat in einer Arbeit [9], in der die Berichte von 64 Bahnverwaltungen, hauptfächlich Frankreichs, Englands und Rußlands, niedergelegt find, die Angabe gemacht, daß im Mittel:

		in Hauptgleifen	in Nebengleifen	zufammen
Kreofotierte	Kiefernfchwellen . .	15	5	20 Jahre
„	Eichenfchwellen . .	18	7	25 „
„	Buchenfchwellen . .	20	10	30 „

ausdauern. Uebrigens tritt die Zerftörung nach jenen angegebenen Zeiten nur zum geringften Teil durch Fäulnis ein; fie hat vielmehr ihre Veranlaffung in der mechanifchen Beanfpruchung der Schwellen. Von großem Einfluß auf die Dauer imprägnierter Schwellen find die Witterungsverhältniffe, die Größe der Stützfläche der Schienen, die Form und Zahl der Schwellen und die Art ihrer Bettung, was bei einem Vergleich nicht außer acht zu laffen ift. Zweifellos ift aber die Kreofotierung eine der beften Konfervierungsmethoden, da fie fowohl gegen das Eindringen von Feuchtigkeit fchützt als auch ftarke antifeptifche Wirkungen hat. So eignet fie fich auch befonders für Hafenbauten, weil Seetiere, wie Teredo navalis, fo imprägniertes Holz unberührt laffen. Diefen Vorteilen fteht der Nachteil gegenüber, daß es wegen feiner leichten Verbrennlichkeit fowie wegen feines unangenehmen Geruchs nicht für alle Bauzwecke benutzt werden kann.

Eine Abart des Kreofotierens ift das Blythefche Verfahren fowie das von de Paradis, nach denen das Holz der Einwirkung eines Gemenges von überhitztem Waffердampf und von Teeröldämpfen 6—20 Stunden ausgefetzt wird. Um an Oel zu fparen, emulgiert man Teeröl, das nicht über 3% faure Beftandteile enthalten darf, in Waffer mit Hilfe von Harzfeifen oder man imprägniert nur die Zellwandungen des Holzes, indem man nach Waffermann [10] das Holz vor der Tränkung einem ftarken Druck ausfetzt, der während des Hinzutretens des Oels noch gefteigert wird. Bei Aufhören des Druckes preßt dann die gefpannte Luft das überfchüffige Oel heraus, während an den Zellwänden eine zur Konfervierung hinlängliche Menge haften bleibt. — Das Rüttgerfche Verfahren [11] ift eine Verbindung des Burnettfchen ($ZnCl_2$) mit dem Bethellfchen (Kreofotieren); das Wiefefche benutzt als Imprägnierungsflüffigkeit eine heiße wäfferige Löfung von β-naphthalinfulfofaurem Zink. — Nach Nordon und Bretonneau wird das in Magnefiumfulfatlöfung liegende Holz mit dem elektrifchen Strom von 110 Volt Spannung, deffen Richtung ftündlich wechfelt, behandelt. Näheres hierüber wie über andre für Schwellentränkung vorgefchlagene und patentierte Verfahren in [10] und [12].

Zur Verbreitung der Konfervierungsverfahren bei den Bahnverwaltungen fei bemerkt, daß von 87 Verwaltungen, die auf dem fechften internationalen Eifenbahnkongreß 1900 in Paris vertreten waren, 38 mit Kreofot, 18 mit Chlorzink, 4 mit dem gemifchten Verfahren (Chlorzink und Kreofot), 3 mit Kupfervitriol und 1 mit Salzwaffer (fechsmonatiges Eintauchen) tränken, während 28 Bahnen von jeder Tränkung abfehen [14].

Aehnliche Verfahren wie für die Schwellen- werden auch für die Grubenhölzerkonfervierung angewendet [13].

Einer der größten Feinde des in Bauten verwendeten Holzes ift der Hausfchwamm (Merulius lacrymans). Ueber deffen Bekämpfung das folgende: Das Befte ift neben Fernhaltung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Feuchtigkeit gute Lüftung, da Zugluft ihn sofort absterben läßt, ferner Anwendung von Chlor; doch sind auch Anstriche mit Kochsalzlösung, Kupfervitriol, Karbolsäure und andern Mitteln, wie Carbolineum-Avenarius und das geruchlose Antinonnin (Orthodinitrokresolkalium) in Gebrauch.

Endlich werden zur Holzkonservierung auch noch die Flammenschutzmittel gerechnet. Während Anstriche nur bedingten Schutz verleihen, ergeben sich bessere Resultate durch Imprägnieren. In beiden Fällen finden Wasserglas in 10—15prozentiger Lösung, auch mit Zusatz von Kreide, ferner Ammoniumsulfat und -borat (Gautschieren), Natriumwolframat, Natriumaluminat, Alaun, Chromalaun und andre Chemikalien Verwendung; auch die obenerwähnte Einführung zweier aufeinander einwirkender Salze dient zu demselben Zwecke.

Historisches über Holzkonservierung findet sich in [15], S. 201.

Literatur: [1] Baumaterialienkunde, Bd. 11, S. 91. — [2] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 139, S. 182. — [3] Ebend., Bd. 169, S. 422. — [4] Polyt. Zentralbl. 1895/96, S. 41. — [5] Organ für den Fortschr. des Eisenbahnwesens 1891, S. 83. — [6] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 240, S. 445; Bd. 247, S. 225. — [7] Frémy, Encyclopéd. chimique, Le bois par Charpentier, S. 334. — [8] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 278, S. 221. — [9] Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1895, S. 2897. — [10] Oesterr. Chemikerztg., Bd. 8, S. 541 ff. — [11] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 271, S. 234. — [12] Bauingenieurztg., Bd. 2, S. 116 ff. — [13] Glückauf, Bd. 40, S. 394; Bd. 42, S. 560. — [14] Bauingenieurztg., Bd. 2, S. 133. — [15] Heinzerling, G., Die Konservierung des Holzes, Halle a. S. 1885.

Rathgen.

Holzmalerei, Malerei in Aquarell- oder Deckfarben auf Holzgegenständen (Tischplatten, Kästchen, Buchdeckel u. s. w.).

Am besten eignet sich Ahornholz für Holzmalereien, welches man vorher mit Gummi-, Schellack- oder Leimlösung imprägniert, dann gut abschleift, damit auf der Oberfläche nichts verbleibt. Die Zeichnung paust man auf, führt solche aus und überzieht sie mit farblosem Lack.

Literatur: Freitag, Die Kunst der Oel-, Aquarell-, Holz- und Steinmalerei, Wien 1885. — Vorlagen für Holzmalerei: Zahn, A. v., Musterbuch für häusliche Arbeiten, Leipzig 1870—74, 3 Teile; Wendt, ebend. 1881; Schreiber, Schaper, ebend. 1881 und Berlin 1887; Teschendorf, Berlin 1882.

Andés.

Holzmeißel, s. Stemm- und Stechwerkzeug.

Holzmosaik, s. Intarsia unter Kunstgewerbe.

Holznägel dienen zur Feststellung der Verzapfungen sowie der Ueberblattungen der Kopfbänder des Fachwerkbaues; sie werden mit dem Beile zugehauen, 2 cm dick und 6—8 cm lang.

Vorteilhaft sind die Holznägel beim Auffschlagen, weil sie die einmal zusammengesetzten Hölzer festhalten und ein Auseinanderweichen verhindern. Dagegen führt das Quellen der Nägel bei Nässe ein Auffsprengen der Bohrlöcher und damit ein Eindringen von Feuchtigkeit herbei, wodurch ein frühes Faulen des Holzes eintreten kann. An mittelalterlichen Holzbauten bilden die Holznägel die wesentlichen Hilfsverbindungen; in neuerer Zeit kommen sie wenig zur Anwendung.

Weinbrenner.

Holzöl, beim Dämpfen des Holzes gewonnenes Nebenprodukt, in gereinigtem Zustande wasserhell und vom spez. Gew. 0,85, dient in bestimmten Fällen als Ersatz für Terpentinöl; auch Bezeichnung für den Gurjunbalsam (s. Gurjun) und für das aus den Samen von Aleurites cordata *Müll.-Arg.* in China und Japan gewonnene, nach 24 Stunden eintrocknende Firnisbaum- oder Tungöl. Dieses wird zum Wasserdichtmachen und Lackieren der Möbel verwendet. *T. F. Hanausek.*

Holzöl, chinesiches, in China und Japan durch Auspressen der Früchte von Elaeococca vernicia gewonnenes fettes Oel, lichtgelb, ziemlich dickflüssig, mit eigentümlichem schweinefschmalzähnlichem, lange anhaftendem Geruch und von ganz besonderem Trocknungsvermögen.

Mit sogenannten Deckmitteln läßt es sich in Firnis überführen und hat die Eigenschaft, bei über 200° C. liegenden Temperaturen zu gelatinieren und in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich zu sein. Dient in der Fabrikation von Lacken und Anstrichfarben; ausgedehnte Anwendung ist durch die Verschiedenheit der importierten Qualitäten sehr erschwert. *Andés.*

Holzpappe, eine ganz aus Holzschliff, namentlich braunem, wohl auch gemischt mit Holzzellstoff, hergestellte Pappe von verhältnismäßig geringer Festigkeit; s. Pappesorten.

Kraft.

Holzpflaster, s. Straßenbau.

Holzpressung, s. Plastische Massen.

Holzprüfung (Holzuntersuchungen). Die Eigenschaften des Holzes, welche seinen bautechnischen Wert bestimmen, deren Erprobung daher sowohl für den Techniker als auch für den Forstmann von Bedeutung ist, sind I. die Festigkeit und II. das Verhalten gegen Feuchtigkeit. Ferner kommen bei der Auswahl unter den verschiedenen Holzarten zu einem bestimmten Verwendungszweck III. die Gewichtsverhältnisse in Frage. Das Verhalten gegen Feuchtigkeit ist hierbei nach drei Richtungen hin von Bedeutung, und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwar insofern, als 1. mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes auch dessen Festigkeit und 2. infolge Schwindens und Quellens dessen Rauminhalt sich ändern und 3. die Dauerhaftigkeit des Holzes in vielen Fällen der Verwendung von der Widerstandsfähigkeit gegen wechselnden Zutritt von Feuchtigkeit und Luft abhängt. Der Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeit ist durch Parallelversuche mit lufttrockenen und nassen Proben zu ermitteln. Seine Untersuchung bildet somit einen Teil der Festigkeitsversuche, erfordert daneben aber die Ermittlung des Feuchtigkeitsgehaltes und des Wasseraufnahmevermögens.

Die vollständige Untersuchung des Holzes auf seinen technischen Wert umfaßt somit die Ermittlung folgender Eigenschaften:

I. **Die Festigkeitseigenschaften.** 1. Druckversuche werden in der Regel in der Weise ausgeführt, daß die Druckrichtung mit der Längsrichtung des Stammes oder der Faserrichtung zusammenfällt. Sie umfassen dann bei größeren Probenlängen auch die Knickversuche. — Als Probenform sind bei Prüfung ganzer Stämme vereinzelt Platten verwendet, die den ganzen Querschnitt des entrindeten Stammes umfassen. Sie bieten den Vorteil, daß das Ergebnis unbeeinflußt ist von den Unterschieden in der Festigkeit des Holzes an den verschiedenen Stellen des Stammquerschnittes; dagegen haben sie den großen Nachteil, daß die Scheiben beim Trocknen reißen und das Ergebnis des Druckversuches dann durch die Größe und den Verlauf der Risse beeinflußt ist [1]. Zweckmäßiger ist es daher, Proben mit quadratischem Querschnitt in Form von Platten [2], Würfeln oder Prismen aus dem Stamm herauszuschneiden. Am gebräuchlichsten ist die Verwendung von Würfeln. Der Internationale Verband für die Materialprüfung der Technik hat ihn 1906 zu Brüssel zur Bestimmung der Bruchspannung vorgeschlagen, während zu Elastizitätsbestimmungen Prismen verwendet werden sollen, deren Länge gleich der dreifachen Querschnittskante ist [3]. Die Höhenverminderung soll auf den Spiegelflächen und Wölbflächen getrennt ermittelt werden. Die Meßlänge soll hierbei gleich der Querschnittskante sein und symmetrisch zur Mitte liegen. Diese Vorschrift ist gegeben, weil die Höhenverminderungen zu gering ermittelt werden, wenn die Endquerschnitte der Meßlänge der Druckfläche zu nahe liegen [1]. Die letzteren sind zur Erzielung gleichmäßiger Kraftübertragung entweder durch gutgeführte Sägenschnitte oder durch sorgfältiges Behobeln herzurichten [1], [3], [4]. Bei Untersuchung ganzer Stämme sind die Proben wie folgt zu entnehmen:

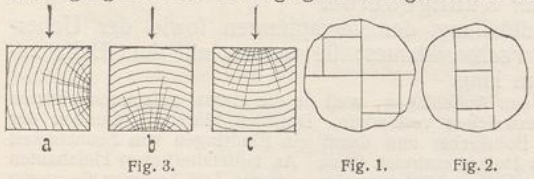


Fig. 3.

Fig. 1.

Fig. 2.

a) zur Ermittlung von Durchschnittswerten für die Druckfestigkeit nach Fig. 1 derart, daß eine Diagonale der quadratischen Druckfläche einen Halbmesser des Stammquerschnittes bildet, und

b) bei Sonderuntersuchungen, z. B. um den Einfluß des Alters des Holzes auf dessen Festigkeit zu ermitteln, nach Fig. 2 derart, daß immer zwei Seiten möglichst tangential zu den Jahresringen liegen [3], [5]—[8].

Bei Beurteilung der Ergebnisse aus den Versuchen nach a) ist in Rücksicht zu ziehen, in welchen Anteilen die Probe aus Splint- und Kernholz besteht. — Aus einzelnen bereits zugeschnittenen Hölzern (Bauholz) sind die Druckproben tunlichst so zu entnehmen, daß die Markröhre nicht innerhalb des Probekörpers liegt. Druckversuche mit Kraftrichtung senkrecht zu den Fasern, auch „Härteprüfungen" genannt [4], [9], sollen die Widerstandsfähigkeit des Holzes bei der Verwendung zu Unterlagen als Eisenbahnschwellen und im Holzverband erweisen. Bei ihnen wird daher auch nur ein Teil der Druckfläche belastet und die Zusammendrückung ermittelt.

2. Biegeversuche werden an prismatischen Proben ausgeführt, wobei die beiden Probenenden zweckmäßig durch Rollen unterstützt sind und die Belastung als Einzellast in der Mitte angreift. Oertliche Verdrückungen sind durch Zwischenlagen aus hartem Holz zu verhüten. Die Abmessungen der letzteren müssen zu denen der Probe in einem bestimmten Verhältnis stehen, damit die Ergebnisse vergleichbar bleiben [8]—[12]. Daher soll nach den Konferenzbeschlüssen [3] die Länge der Zwischenlagen über den Auflagern gleich der Probenhöhe, über dem Kraftangriff gleich einem Zehntel der Stützweite und die Dicke gleich einem Drittel der Probenhöhe sein. Von Einfluß auf das Ergebnis sind das Verhältnis zwischen Höhe des Probenquerschnittes und Stützweite sowie die Lage der Jahresringe zur Kraftrichtung (s. Fig. 3, *a*—*c*). Nach Wijkander erzielte die Beanspruchung nach a) größere Bruchlast und geringere Durchbiegung als Beanspruchungen nach b) und c) [9]. Tetmajer fand nach c) größere Bruchlasten als nach b). Nach den Konferenzbeschlüssen sollen daher bei Untersuchungen ganzer Stämme die Biegeproben derart entnommen werden, daß eine Diagonale des quadratischen Querschnittes einen Halbmesser des Stammes bildet. Von den entfallenden vier Proben sollen mindestens zwei diametral gegenüberliegende derart geprüft werden, daß eine der beiden radialen Schnittflächen auf der Zugseite liegt. Auch bei den aus einzelnen Holzstücken entnommenen Biegeproben sollen die Jahresringe tunlichst zu der einen Seite, der Zugseite, senkrecht stehen. Die Stützweite soll mindestens gleich der achtfachen Höhe sein und im allgemeinen 1,5 m betragen. Zum vollständigen Biegeversuch gehört die Bestimmung der Proportionalitätsgrenze, des Elastizitätsmoduls, der Bruchlast, d. h. der höchsten von dem Probestabe getragenen Belastung — einzelne Brüche von Faserbündeln oder Flächenabschieferungen sind noch nicht als Bruch anzusehen — und der Biegungsarbeit bis zur Höchstlast [8]—[11]. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Johnſon hält nicht die geſamte bis zum Bruch geleiſtete Arbeit für maßgebend zur Beurteilung des Holzes, ſondern nur die Arbeit bis zur Biege- oder Streckgrenze [12].

3. Zugverſuche werden in der Regel auf Proben beſchränkt, die in der Längsrichtung aus dem Stamm entnommen ſind. Bei ihrer Durchführung entſtehen beſondere Schwierigkeiten in der Einſpannung der Stabenden. Wie die letzteren auch angeordnet ſein mögen, in allen Fällen iſt die Belaſtung durch die Schubfeſtigkeit in der Längsrichtung von außen auf den Zerreißquerſchnitt zu übertragen. Da nun die Zugfeſtigkeit in der Längsrichtung ſo erheblich größer iſt als die Schubfeſtigkeit, ſo müſſen die Stabköpfe im Verhältnis zum Zerreißquerſchnitt außerordentlich lang gehalten werden. Ferner empfiehlt es ſich, die Einſpannung ſo zu wählen, daß ſie ſeitlichen Druck auf die Kopffläche ausübt, damit der Widerſtand gegen Herausziehen des Stabteiles mit dem Zerreißquerſchnitt aus den ſtärkeren Köpfen infolge Ueberwindung der Schubfeſtigkeit erhöht wird. — Nach dieſen Geſichtspunkten ſind die Stabformen von Baufchinger [11], des Lichterfelder Materialprüfungsamtes nach Martens [13], von Tetmajer [10], von Wijkander [9] und von Johnſon [12] bemeſſen. Alle arbeiten mit Flachſtäben, deren Köpfe bei den drei erſtgenannten mit Schrauben zwiſchen Druckplatten eingepreßt ſind, bei den beiden letzteren zwiſchen Beißkeilen liegen. Warren [14] verwendet Rundſtäbe mit langen flachen Köpfen. Sie werden eingeſpannt, indem die Schultern der Stabköpfe als Widerlager dienen. Die Proben werden am beſten aus Spaltſtücken herausgearbeitet [3], damit die Jahresringſchichten parallel zu den Staboberflächen liegen und nicht ausſchiefern. Die Breitſeiten ſtehen entweder ſenkrecht oder tangential zu den Jahresringen. Die Dicke der Stäbe ſoll 1 cm, die Breite mindeſtens 2 cm, die Verſuchslänge 22 cm betragen.

Holzart	nach	Mittlere Verhältniszahlen die Druckfeſtigkeit gleich 100 geſetzt		
		Zug	Schub	Biegung
Föhre oder Kiefer	Tetmajer	293	25	166
	Wijkander	242	21	160
Tanne oder Fichte	Tetmajer	203	23	157
	Wijkander	220	22	164
Eiche	Tetmajer	281	22	175
	Wijkander	264	30	179
Buche	Tetmajer	419	27	209
	Wijkander	(287)	31	194
Nadelholz . . .	Tetmajer	230	23	162
	Wijkander	231	22	162
Laubholz	Tetmajer	350	25	192
	Wijkander	276	31	190

Wie nebenſtehende Tabelle erkennen läßt, beſtehen beſtimmte Beziehungen zwiſchen den verſchiedenen Feſtigkeiten einer und derſelben Holzart, und zwar ſind für ſchweizeriſche Hölzer (Tetmajer) nahezu die gleichen Werte erhalten wie für ſchwediſche (Wijkander).

4. Spaltverſuche. Die Proben erhalten die von Nördlinger [15] eingeführte Form, Fig. 4 mit Spaltflächen *A B C* radial und tangential zu den Jahresringen, wobei die Kraft *P* beſtimmt wird, die in den Nuten *R* angreifend zum Auseinanderreißen der beiden Schenkel erforderlich iſt. Die Abmeſſungen ſind bei allen Proben gleich zu wählen, zumal die Federkraft, mit der die auseinander geſpannten Schenkel ſich wieder zu vereinigen, d. h. gerade zu richten, ſtreben, von bedeutendem Einfluß auf die Haltbarkeit ſind. Die Konferenzbeſchlüſſe haben folgende Werte angenommen: $a = 2{,}5$ cm, $b = 5{,}0$ cm, $h = 4{,}0$ cm, $l = 5{,}0$ cm und $w = 1{,}5$ cm. Reicht das Probematerial zur Erzielung der Länge $l = 5$ cm nicht hin, ſo wird die von Rudeloff vorgeſchlagene Anordnung (Fig. 5) verwendet [8]. Zur Laſtübertragung dienen hierbei unter vollſtändigem Ausſchluß der Federkraft die eiſernen Schenkel *S*, die mittels eiſerner Bügel *B* und Keilverbindung *K* feſt an die Probe angeſchloſſen und durch die Naſen *N* gegen Verſchieben nach außen geſichert ſind.

5. Scherverſuche. Nach der Anzahl der gleichzeitig auf Abſcheren beanſpruchten Querſchnitte ſind einſchnittige [11], [16] und zweiſchnittige [4], [9] Vorrichtungen zu unterſcheiden (ſ. Scherverſuch). Nach den Konferenzbeſchlüſſen [3] ſollen die einſchnittigen verwendet und die Scherfeſtigkeit ſoll ſowohl radial als auch tangential zu den Jahresringen ermittelt werden. Der Angriff der Belaſtung ſoll in beiden Fällen von Hirn (Querſchnittsfläche des Stammes) aus erfolgen. Beeinträchtigt wird das Ergebnis ſtets dadurch, daß die unter den Scherbacken liegenden Holzteile zerdrückt werden, ſo daß die Backen in die Probe eindringen und der auf Abſcheren beanſpruchte Querſchnitt ſich vermindert. Die Eindrucktiefe läßt ſich zwar ermitteln, es iſt aber Gebrauch, ſie unberückſichtigt zu laſſen und die Scherſpannung aus der Höchſtlaſt und dem urſprünglichen vollen Querſchnitt zu berechnen. Mit zunehmender Breite der Scherbacke nimmt die Eindrucktiefe zwar ab; dann wachſen aber die unvermeidlichen Biegungsſpannungen, die das Ergebnis des Scherverſuches ſtark beeinfluſſen können. Daher empfiehlt es ſich, die Scherbacken möglichſt ſchmal und die Scherfläche in Richtung der Scherkraft möglichſt klein zu wählen, damit die zum Abſcheren erforderliche Kraft eine im Verhältnis der Druckfeſtigkeit des Holzes möglich kleine Flächenbelaſtung der Scherbacken ergibt [16]. Nach den Konferenzbeſchlüſſen ſollen daher die Scherbacken nicht über 1 cm breit ſein und ihre

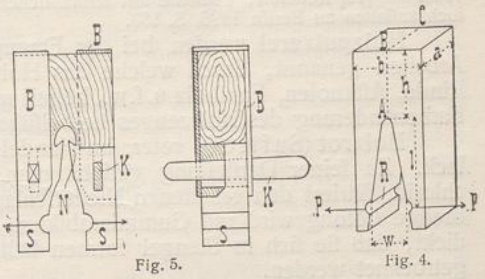


Fig. 5.

Fig. 4.

Angriffsflächen ſenkrecht zur Kraftrichtung ſtehen, alſo nicht meſſerartig abgeſchrägt ſein. Die Breite der Proben (Scherfläche) ſoll bei radialem Schnitt nicht über 5 cm, bei tangentialem Schnitt nicht über 3 cm betragen, ihre Länge in der Kraftrichtung ſoll gleich der vierfachen Breite der Scherbacken ſein.

Von weſentlichem Einfluß auf die Ergebniſſe der Feſtigkeitsverſuche mit Holz iſt neben der Form der Proben die Geſchwindigkeit, mit der die Belaſtung geſteigert wird, die Lagerdauer nach dem Fällen und der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. Dem Einfluß der Belaſtungsgeſchwindigkeit iſt zur Erzielung vergleichbarer Ergebniſſe dadurch Rechnung zu tragen, daß man die Belaſtung in der Zeiteinheit um gleich viel ſteigert — nach den Konferenzbeſchlüſſen [3] in der Minute um 20 kg/qcm — und die bleibende Formänderung erſt dann feſtſtellt, wenn ſie während einer Minute Entlaſtungsdauer keine Abnahme mehr zeigt. Der Einfluß der Lagerdauer nach dem Fällen ſcheint innerhalb eines Jahres beendet zu ſein; er äußert ſich in Zunahme der Feſtigkeit und Abnahme der Biegungsarbeit. Mit wachſendem Feuchtigkeitsgehalt nimmt die Feſtigkeit ab; daher empfiehlt es ſich, die Verſuche im allgemeinen an lufttrockenen Proben auszuführen, ihren Feuchtigkeitsgehalt zur Zeit der Prüfung feſtzuſtellen, 12% als Normalfeuchtigkeitsgehalt anzunehmen und die Beobachtungswerte auf ihn umzurechnen, ſoweit die Verhältniſſe über den Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes bereits erforſcht ſind.

II. Die **Beſtimmung des Feuchtigkeitsgehaltes,** ausgedrückt in Hundertteilen des vollſtändigen Trockengewichtes, ſoll möglichſt unmittelbar an den ganzen Feſtigkeitsproben erfolgen oder, wenn dieſe zu groß ſind, an 2—5 cm dicken Scheiben, die möglichſt nahe der Bruchſtelle quer zur Probe mittels Handſäge von ihr zu entnehmen ſind. Die Trocknung iſt bei 95—98° C. ſo lange fortzuſetzen, bis keine größeren Gewichtsunterſchiede als 0,3% des Trockengewichtes mehr feſtzuſtellen ſind.

III. Das **Raumgewicht** wird entweder aus dem Gewicht und den Abmeſſungen ſauber bearbeiteter, rißfreier Proben berechnet oder mittels Eintauchverfahrens (Friedrichſches Präziſionsxylometer) nach der verdrängten Waſſermenge beſtimmt. Dünne ſcheibenförmige Proben ſind hierbei durch Beſtreichen mit Leinöl oder durch Eintauchen in eine Löſung von Paraffin und Benzol gegen Waſſeraufnahme zu ſchützen. Die hierbei eintretende Volumenänderung iſt ſo gering, daß ſie nicht in Rechnung gezogen werden braucht.

IV. Das **Schwinden und Quellen** des Holzes bei Aenderung ſeines Feuchtigkeitsgehaltes wird entweder an Stücken beliebiger Form mittels Eintauchverfahrens oder durch Berechnung aus den Längenänderungen prismatiſcher Proben ſenkrecht und tangential zu den Jahresringen ſowie längs zum Stamm ermittelt. Die Gewichtsveränderungen ſind ebenfalls feſtzuſtellen. An jeder der ſechs Prismenflächen ſind in deren Mittellinien zwei Meſſungen auf 0,1 mm vorzunehmen, und zwar ſind feſtzuſtellen entweder die Geſamtlängen der Mittellinien an ſorgfältig bearbeiteten Prismen oder die Größe beſonderer durch Strichmarken abgegrenzter Meßlängen.

Literatur: [1] Rudeloff, Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der Verfahren zur Prüfung von Holz, Mitteilungen a. d. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1901, S. 270. — [2] Hadek und Janke, Unterſuchungen über die Elaſtizität und Feſtigkeit des öſterreichiſchen Bauholzes, 1. Fichte Südtirols, Wien 1900, S. 50. — [3] Rudeloff, Aufſtellung einheitlicher Methoden für die Prüfung von Holz, Bericht, vorgelegt dem Internationalen Verbande für die Materialprüfung der Technik, Brüſſel 1906. — [4] Johnſon, Progress in timber physic. 1898, Zirkular 18, S. 6. — [5] Martens, Handbuch der Materialienkunde, 1898, S. 110. — [6] Fernow, Allgemeine Forſt- und Jagdzeitung 1898, S. 373. — [7] Schwappach, ebend., S. 414. — [8] Rudeloff, Der heutige Stand der Holzunterſuchungen und die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren, Mitteilungen a. d. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1899, S. 186. — [9] Wijkander, Unterſuchung der Feſtigkeitseigenſchaften ſchwediſcher Holzarten, Göteborg 1897. — [10] Tetmajer, Mitteilungen der Materialprüfungsanſtalt am ſchweiz. Polytechnikum in Zürich, Heft 2, 1896. — [11] Baufchinger, Mitteilungen a. d. mech.-techn. Laboratorium der Techniſchen Hochſchule zu München, Heft 9. — [12] Johnſon, Timber Physics, Teil 1, Waſhington 1892. — [13] Rudeloff, Mitteilungen a. d. Kgl. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1887, Ergänzungsheft 3, S. 14. — [14] Warren, Australian Timbers, Sydney 1892, S. 14. — [15] Nördlinger, Die techniſchen Eigenſchaften des Holzes, 1860. — [16] Rudeloff, Verſuche mit afrikaniſchen Hölzern, Mitteilungen a. d. Kgl. techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1895, S. 133.

Rudeloff.

Holzputzerei werden bei der Erzeugung des Holzzeuges alle diejenigen Arbeiten genannt, durch welche das Holz von denjenigen Beſtandteilen, wie Rinde, Aſtknoten, Faulholz u. ſ. w., befreit wird, welche eine Verunreinigung bezw. Farbenänderung des Holzzeuges herbeiführen könnten; ſ. Holzzeug. *Kraft.*

Holzrot (Saftrot), roter, im Handel in Stangenform vorkommender Farblack. Zu ſeiner Darſtellung verſetzt man Fernambukholzabkochung mit Zinnchlorid, filtriert den erhaltenen Niederſchlag ab und löſt ihn in Ammoniak. Die breiige Löſung wird mit Gummiarabikum, Zucker und Weizenmehl ſo weit verdickt, daß ſie ſich in Stengel formen läßt, die ſchließlich bei gelinder Wärme getrocknet werden. *R. Möhlau.*

Holzſaure Tonerde, ſ. Aluminiumverbindungen.

Holzſchleifmaſchine, auch Zerfaſerer, Defibreur genannt, die in der Papierfabrikation bei der Herſtellung des Holzzeuges verwendete Vorrichtung, durch welche mittels eines Schleifſteines die Zerfaſerung des Holzes zur Ausführung kommt; ſ. Holzzeug. *Kraft.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzſchliff, ſ. v. w. Holzſtoff oder Holzzeug (ſ. d.).

Holzſchliffbleiche, das Bleichen des Holzzeugs (ſ. d.).

Holzſchneidekunſt (Xylographie), die Herſtellung von hölzernen Buchdruckformen durch Ausheben der weißbleibenden Stellen. In neuerer Zeit hat man mittels des ſogenannten Holztiefſtichs auch verſucht, Tiefdruckformen durch galvanoplaſtiſche Abformung von Holzſchnitten zu erzielen, bei welchen das Bild wie beim Kupferſtich vertieft eingeſchnitten wurde.

Zur Verwendung gelangen faſt ausſchließlich Hirnholzplatten (Querſchnitte der Stämme) aus Buchsbaumholz, und zwar liefert das gelbe das beſte Material. Um eine möglichſt homogene Platte (den ſogenannten Stock) zu erhalten, muß ſie häufig aus vielen Stücken ſorgfältig zuſammengeleimt werden. Die Erzeugung der Stöcke erfolgt heute beinahe ausnahmslos durch ſpeziell damit ſich beſchäftigende Werkſtätten. Die dem Holzſchneider als Grundlage dienende Zeichnung wird entweder mittels Bleiſtift oder photographiſch auf das Holz gebracht. Im erſteren Falle wird die feingeſchliffene Plattenoberfläche mit einer dünnen Schicht eines aus Gummiarabikum und Zinkweiß beſtehenden Breis verſehen, getrocknet, ſeitenverkehrt bezeichnet (im Spiegelbilde) und ſodann zum Schutze mit einem Papierblatt mittels Wachs beklebt, welches allmählich entfernt wird. Bei der Photoxylographie verreibt man (nach Brandlmayr) einen aus geſchlämmtem Kremſerweiß, warmer Gelatinelöſung (4:100) und etwas Eiweiß bereiteten Grund dünn auf dem Stocke, verſieht deſſen Seitenflächen mit etwas Wachs, um das Auflaugen von Flüſſigkeit zu verhindern, ſenſibiliſiert in mit ein Achtel ihres Gewichtes Zitronenſäure verſetzter geſättigter Löſung von kriſtalliſiertem Silbernitrat in Glyzerin, kopiert unter dem Negative, fixiert mit Fixiernatronlöſung (1:4) und wäſcht $^1/_4$ Stunde in fließendem Waſſer. — Beim Schneiden ſelbſt liegt der Stock auf einem mit Sand gefüllten Lederkiſſen, deſſen Unterlage ein ſchiefes Pult bildet. Mit Waſſer gefüllte Glaskugeln oder große Konvexgläſer werfen einen hellen Lichtkegel auf die Platte, in Kugelgelenken leicht bewegliche Lupen (auch Relieflupen) erleichtern das Bearbeiten feiner Details. Das Schneiden erfolgt in der Weiſe, daß der Stock mit der linken Hand dirigiert wird, während die rechte den Stichel (je nach der Notwendigkeit Grab- oder Meſſer-, Spitz-, Hohl-, Flach- und Fadenſtichel) führt. — Hat der Xylograph genau das vorgezeichnete Bild ſtehen zu laſſen, alſo nur die freien Stellen getreulich zu entfernen, ſo ſpricht man von Fakſimileſchnitt; dagegen bezeichnet man es als Linienmanier oder Tonſchnitt, wenn dem Holzſchneider das Zerlegen der geſchloſſenen (homogenen) Töne einer gewiſchten Zeichnung oder eines Halbtonbildes (Photographie) in druckfähige, aus verſchieden ſtarken Strichen und Punkten beſtehende (lineare) Töne überlaſſen iſt; findet das eine und das andre beim Schneiden eines Stockes ſtatt, ſo heißt es farbiger Fakſimileſchnitt. Um den Druck eines zarten Verlaufers zu erleichtern, werden die zuletzt abklingenden Tonpartien durch Abziehen mit dem Stichel unter das Niveau der Stockoberfläche gelegt. — Für die Herſtellung von Holzſchnitten zu techniſchen Abbildungen, die größtenteils aus in geometriſchen Figuren geführten, ſyſtematiſch angeordneten Linien (Schraffuren) beſtehen, dienen der Guillochiermaſchine (vgl. Guillochieren) ähnliche Apparate (Holzſchneidemaſchinen). — Die Chromoxylographie erzeugt Teilplatten für den Farbendruck (ſ. d.). — Zumeiſt wird, namentlich bei großen Auflagen, nicht vom Holzſchnitte direkt, ſondern von galvanoplaſtiſch gewonnenen Kopien (ſ. Klifchee) gedruckt. — Für grobe Arbeiten iſt der Hoffmannſche Meſſerholzſchnitt gedacht, bei welchem eine auf den Stock aufgepreßte dünne Holzdecke an den weißbleibenden Stellen mit dem Meſſer durchtrennt und abgehoben wird.

Literatur: Rouget, J. M., Anleitung zur Holzſchneidekunſt, Ulm 1855; Hering, A., Anleitung zur Holzſchneidekunſt, Leipzig 1873; Hoffmann, H. (M. Krauſe), Der Meſſerholzſchnitt, Berlin 1890; Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906; Linton, Wood engraving, London 1884.

A. W. Unger.

Holzſchneidereien, ſ. Sägen und Sägemaſchinen.

Holzſchrauben (nicht zu verwechſeln mit hölzernen Schrauben) dienen zum Einſchrauben in Holz, das zuvor mit einem feineren Nagelbohrer angebohrt iſt. Sie enthalten ein ſcharfes Gewinde in weiten Gängen auf koniſchem Kern und verſenkten oder halbrunden Kopf mit Schlitz für den Schraubenzieher oder Vierkantkopf (Schlüſſelſchrauben).

Berechnet man die Kraft zum Ausreißen einer Schraube von d cm Durchmeſſer und l cm eingeſchraubter Länge für 80 kg/qcm Scherfeſtigkeit von Hartholz, alſo $\pi d l$ 80 kg, ſo wird man die Schraube mit (25—40) $d l$ kg belaſten dürfen, in weichem Holz von 40 kg/qcm Scherfeſtigkeit nur halb ſo ſtark; in Hirnholz halten die Schrauben ſehr wenig, weil ſie die Faſern durchſchneiden. Es koſtet ein Gros von 144 Stück eiſerne (bezw. meſſingene) Holzſchrauben von $d/l = 3/25$ mm ca. 0,50 (1,20) *M.*, 5/50 mm 1,50 (5) *M.*, 10/100 mm 10 *M.*; 100 Stück Schlüſſelſchrauben roh (bezw. blank) von 8/50 mm koſten 3 (3,50) *M.*, 10/100 mm 5 (8) *M.*, 16/200 mm 15 (28) *M.*

Lindner.

Schwellenſchrauben zur Schienenbefeſtigung ſ. Oberbau.

Holzſchuppen, -ſchopf, -ſtall, -remiſe, zur Aufbewahrung von Holz im Trockenen, 1. für Brennholz; iſt leicht und luftig zu erſtellen, am beſten aus Lattenwänden; 2. für Nutzholz der Schreiner; zur Lagerung und Aufhölzelung der Bretter ſind niedere Stockwerke übereinander zu errichten; äußere Wandungen können hier entbehrt werden, dagegen ſollen weite Dachvorſprünge das Eindringen von Regen verhüten.

Weinbrenner.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzschwarz, schwarze Farbe für Seide und Wolle, aus Blauholz mit Eisenbeize oder zweifach chromsaurem Kali dargestellt.

Holzspiritus, s. Holzgeist.

Holzstein (Kieselholz), meist in Quarz umgewandeltes versteinertes Holz. Die Beschaffenheit des Quarzes ähnelt derjenigen des Hornsteins (s. Quarz), ist sehr feinkörnig bis dicht und von Farbe meist dunkelbraun oder grau bis schwarz. Die Wände der Holzgefäße sind meist dunkler wie ihre Ausfüllung; dadurch entsteht eine feine Streifung und ein genaues Abbild der Holzstruktur. Im Längs- und noch mehr im Querschnitt tritt daher bei in Quarz umgewandelten Stämmen eine schöne Holzzeichnung heraus, die sich auf polierten Flächen sehr scharf hervorhebt. Die Holzsteine werden daher vielfach zu allerlei kleinen Kunstgegenständen verarbeitet, zu Dosen, kleinen Gefäßen, Briefbeschwerern, Teilen von Leuchtern u. s. w., in wenigen Fällen auch zu Schmucksteinen (Broschen). Querschnitte durch dicke und gut erhaltene Stämme dienen als Tischplatten, Sockel u. s. w. Große Stücke werden im Rotliegenden des Kyffhäusers und Sachsens gefunden, andre kommen aus Arizona, Colorado und Kalifornien und werden in Oberstein-Idar an der Nahe wie andre Quarzarten verarbeitet. Das massenhafte Vorkommen setzt den Wert des Rohmaterials sehr herab. Der Preis der Waren richtet sich daher mehr nach der Arbeit. *Leppla.*

Holzstiele für Handwerkszeuge, Stiele aus Eschen-, Hickory-, Weißbuchenholz.

Holzstifte, Holznägel der Schuhmacher aus Birken- oder Ahornholz zur Verbindung des Oberleders mit dem Sohlleder.

Man unterscheidet amerikanische, mit von vier Seiten zugeschärfter, und deutsche Stifte, deren Spitze Keilform besitzt. Die Herstellung der Holzstifte erfolgt ausschließlich durch besondere Maschinen (Holzstiftmaschinen). Das zu verarbeitende Holz wird mit der Pendelsäge in ca. 2 m lange Blöcke, letztere sodann mit der Kreissäge in Scheiben von der Länge der Stifte geschnitten. Diese Scheiben werden hierauf auf der Spitzmaschine auf einer Seite mit Spitzen versehen und endlich auf der Spaltmaschine die einzelnen Spitzenreihen voneinander getrennt und in einzelne Stifte zerlegt. Jetzt werden in der Schuhgroßindustrie die Holzstifte unmittelbar vor ihrem Eintreiben in der betreffenden Maschine selbst durch Abscheren von einem Holzbande, das unten eine Längsschneide aufweist, erzeugt.

Holzstöckelpflaster für Brückenfahrbahnen besteht aus prismatischen Klötzen (Blöcke, Stöckel), die mit der einen Hirnseite nach oben entweder dicht nebeneinander oder mit Fugen von 2—12 mm verlegt sind. Die Stöckel haben 10—15 cm Höhe, 7—10 cm Breite, 16—25 cm Länge.

Nach der üblichen Art der Ausführung werden die Stöckel in Reihen quer zur Fahrtrichtung angeordnet. Zwischen den Reihen, in welchen die Stöckel dicht im Verbande liegen, werden durch Einlegen von etwa 4 mm starken Holzleisten Fugen offen gehalten, die nachträglich mit Kies und Asphalt ausgefüllt werden. Verschiedene andre vorwiegend amerikanische Ausführungsarten sind beschrieben in [1]. Als Unterlage des Holzpflasters dient auf eisernen Brücken entweder ein mit Teerpappe belegter Bohlenbelag oder eine Betonschicht, die mit einer Schichte Zementmörtel oder Asphalt abgeglichen ist. Es werden Stöckel aus Eichen-, Nadel- oder Buchenholz angewendet. Um ihre Dauer zu erhöhen, werden sie mit fäulniswidrigen Stoffen (Zinkchlorid oder schwache Karbolsäure) imprägniert, wodurch erfahrungsgemäß auch das Quellen und Schwinden des Holzes erheblich vermindert wird. Statt des Imprägnierens hat man auch starkes Trocknen und nachheriges Eintauchen der Stöckel in heißen Teer oder Asphalt angewendet und damit bei Eichenholzstöckeln gute Erfahrungen erzielt. Ueber Buchenholz liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor. Vor dem Verlegen werden die Holzstöckel in eine heiße Klebemasse (aus Teer und Pech u. dergl.) getaucht, oder es werden nachträglich die Fugen gut mit Asphalt ausgegossen. Ueber das fertige Pflaster wird eine Schicht Sand gestreut. Vgl. Holzkonservierung.

Das Holzstöckelpflaster hat für Brückenfahrbahnen zwei wichtige Vorteile: es ist beträchtlich leichter als andre dauerhafte Konstruktionen (Steinpflaster oder Steinschlagdecke) und es mildert durch seine Elastizität die Stöße der bewegten Lasten. Der Gewichtsunterschied gegen Steinpflaster ist bei der Stärke d cm des Pflasters etwa $14\,d$ kg pro Quadratmeter, mithin bei $d = 13$ cm rund 180 kg pro Quadratmeter. Hiernach würde bei Anwendung eines Holz- gegenüber einem Steinpflaster bei der Brückenbreite b m die Ersparnis am Gewichte des eisernen Ueberbaues von der Spannweite l sich mit $\frac{180}{250 - l}\,b\,l$ kg pro Meter Brücke veranschlagen lassen. Diesen Vorteilen stehen die höheren Kosten des Holzpflasters (eichenes Stöckelpflaster pro Quadratmeter im Mittel 20 ℳ), die raschere Abnutzung sowie der Umstand gegenüber, daß in einigen Fällen infolge des Werfens und Aufquellens des Pflasters ungünstige Erfahrungen über dessen Erhaltung gemacht wurden, welche aber wohl zum größten Teile einer nicht ganz entsprechenden Ausführungsweise zuzuschreiben sind. — Vgl. a. Straßenbau.

Literatur: [1] Winkler, E., Vorträge über Brückenbau, Die Querkonstruktionen der eisernen Brücken, Wien 1884. — [2] Häfeler, Der Brückenbau, 2. Lief., Braunschweig. — [3] Handbuch der Ingenieurwissensch., Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., 8. Kap., Leipzig 1890. *Melan.*

Holzstoff, eine in der Papierfabrikation als Surrogat für Hadern verwendete, aus zerfasertem Holze bestehende Masse; s. Holzzeug. *Kraft.*

Holzstoffisolator, eine der Hauptsache nach aus Holzstoff bestehende

Maſſe, welche bei der Iſolierung elektriſcher Leitungen das Hartgummi erſetzen ſoll und entweder aus einer Miſchung von Holzſtoff und Gummiabfällen oder auch aus Holzſtoff und Schellack hergeſtellt wird. *Kraft.*

Holzſtoffpapier, auch Holzſchliffpapier, ein ausſchließlich aus Holzſchliff beſtehendes Papier, welches jetzt nicht mehr erzeugt wird, zur Zeit der Erfindung der Holzſchliffabrikation aber manchmal in vollkommener Reinheit hergeſtellt wurde; ſ. Papierſorten. *Kraft.*

Holzſtoffplatten werden nach dem Patent Grünert aus gefärbtem Holzſchliff oder Holzzellſtoff, welcher mit Leim oder Firnis zu einer gewiſſen Konſiſtenz gebracht wurde, hergeſtellt.

Um der Maſſe eine größere Plaſtizität zu erteilen, wird Sirup oder Glyzerin und der Waſſerbeſtändigkeit wegen Waſſerglas beigemengt. Dieſe Maſſe wird, der Vorlage entſprechend, in die in Fig. 1 dargeſtellte Form gedrückt, welche aus einem Blechrahmen *a* von gewünſchter Höhe und aus den einzelnen der Zeichnung angepaßten Abteilungen beſteht, die ebenfalls aus dünnen Blechwänden *b* erzeugt ſind. Nach dem Einſtampfen der Maſſe in die einzelnen Abteilungen, wobei der Erleichterung wegen Schablonen verwendet werden, durch welche jeweilig nur diejenigen Abteilungen offen gelaſſen bleiben, die mit gleichgefärbtem Stoff zu füllen ſind, wird die ganze Maſſe aus der Form heraus in einen Umfaſſungsrahmen geſtoßen, wobei der aus den Abteilungsformen entſprechenden Holzſtücken beſtehende Stempel (Fig. 2) in Anwendung ſteht. Die ſo in einem Rahmen eingeſchloſſenen, jedoch noch durch ſchmale Furchen getrennten Maſſenteile werden nun durch einen ſtarken Druck in einer hydrauliſchen Preſſe miteinander zu einer zuſammenhängenden Holzſtoffplatte verbunden, wobei die Furchen durch das Breitdrücken der einzelnen Maſſenteile ausgefüllt werden. *Kraft.*

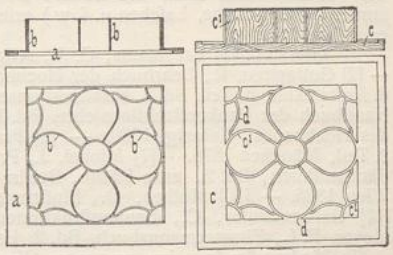


Fig. 1. Fig. 2.

Holzſtoffſortierer, diejenigen bei der Herſtellung des Holzzeuges verwendeten Vorrichtungen, durch welche das vom Zerfaſerer erzeugte Holzfaſermaterial nach der Größe der Faſern in verſchiedene Stoffgrößen ſortiert wird und welche gewöhnlich aus Zylinder- oder Rahmenſieben beſtehen; ſ. Holzzeug.

Holzſtofftrockner, diejenigen Vorrichtungen, durch welche das Holzzeug behufs weiterer und billigerer Verfrachtung auf phyſikaliſchem Wege bis auf etwa 12—15% Feuchtigkeit gebracht wird. Dieſelben ſind den Pappetrockeneinrichtungen ähnlich; ſ. Holzzeug und Pappefabrikation. *Kraft.*

Holzſtuck, Holzſurrogate, ſ. Plaſtiſche Maſſen.

Holztrum, derjenige Raum im Schachte (ſ. d.), in dem das für den Grubenbetrieb benötigte Holz in die Grube hinabgelaſſen wird.

Holzverband (Holzverbindung). Die einzelnen Teile einer Holzkonſtruktion — Holzſtücke — müſſen an den Zuſammenſtößen (der Berührungsflächen, Fugen) entſprechend geformt ſein, damit ſie genau zuſammenpaſſen und (entweder ohne oder mit Befeſtigungsmittel) ſo miteinander verbunden ſind, daß ſie in ihrem Zuſammenhang den Wirkungen der Außenkräfte als ein Ganzes Widerſtand leiſten können.

Die Holzverbindungen laſſen ſich wie folgt einteilen:

I. Das Zuſammenleimen. In der Tiſchlerei die gebräuchlichſte Verbindungsart. Für geringe Beanſpruchungen, wie ſie bei Möbeln u. ſ. w. vorkommen.

II. Das Zuſammenſchrauben und Zuſammennageln mittels eigner Holzſchrauben, Nägel und Klammern aus Eiſen, deren Formen allgemein bekannt ſind.

III. Die eigentlichen Holzverbände des Zimmermanns und auch des Tiſchlers, welche am häufigſten bei den Baukonſtruktionen und auch bei den Möbeln angewendet werden. Dieſe können in bezug auf die gegenſeitige Lage der Verbandſtücke eingeteilt werden in: Verlängerungen horizontaler und vertikaler Hölzer; Kreuzungen zwiſchen Hölzern von verſchiedener Lage; Verſtärkungen durch gleichlaufende Hölzer. Verlängerungen und Kreuzungen werden als Verbände mit kurzer, die Verſtärkungen als Verbände mit langer Fuge bezeichnet.

In bezug auf die Berührungsfläche oder Fuge ergeben ſich folgende Hauptformen bei den Verbänden aus Kantholz: 1. Der Stoß. Wird vornehmlich bei den Verlängerungen, und zwar als gerader und ſchräger Stoß angewendet. 2. Das Blatt, ebenfalls vornehmlich bei den Verlängerungen und dann auch bei Eckverbänden und Kreuzungen in Anwendung (ſ. Aufblattung, Bd. 1, S. 350). 3. Der Kamm (ſ. d.) bei den Kreuzungen horizontaler Hölzer. 4. Die Verzapfung (ſ. d.) zumeiſt bei Verbindung ſenkrechter Hölzer mit wagerechten. 5. Die Verfatzung (ſ. d.) (Anſtirnen), zumeiſt beim Verbande ſenkrechter oder ſchiefer Hölzer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit horizontalen, in derfelben Vertikalebene liegenden. 6. Die Klaue (f. d.) bei fchiefen Hölzern mit kreuzenden horizontalen. 7. Die Verzahnung (f. d.) bei Verftärkungen durch Aufeinanderlegung zweier oder mehrerer Hölzer. In der Form als eigentliche Verzahnung mit fchiefen Zähnen und als Verfchränkung mit geraden Zähnen. 8. Die Verdübelung, ebenfalls bei Verftärkungen; f. Dübel, Bd. 3, S. 149.

Bei Rundhölzern wird die Verlängerung durch das Blatt, die Aufpfropfung und manchmal durch den Kreuzzapfen (f. d.) bewerkftelligt. Bei Brettern, Bohlen oder Pfoften verwendet man für Verbreiterungen das Fugen oder Säumen, das Falzen, Spunden, dann Feder und Nut. Für Eckverbände wendet man, je nach der gegenfeitigen Lage der Bretter, in dem einen Falle die fogenannten Verzinkungen (f. d.) und die Schlitzzapfen (f. d.), im andern Falle die Aufblattung an. Weitere Formen der Verbindungen von Brettern finden bei Türen, Lambris und Vertäfelungen ihre Erklärung.

Die näheren Angaben über Anordnung und Konftruktion aller angeführten Verbände find bei den betreffenden Artikeln nachzufehen. Die gefchnittenen Holzverbindungen — befonders die in früherer Zeit häufig angewendeten, fehr komplizierten Verbände — haben in der Jetztzeit nicht mehr die frühere Bedeutung. Sie werden, wo es angeht, durch Eifenarmierungen (Schuhe, Lafchen u. f. w.) erfetzt, wodurch der angeftrebte Zweck beffer und billiger erreicht wird.

Literatur: [1] Breymann, G. A., Allgemeine Baukonftruktionslehre, 2. Teil, Stuttgart 1881. — [2] Gottgetreu, R., Lehrbuch der Hochbaukonftruktionen, 2. Teil, Berlin 1882. — [3] Handbuch d. Architektur, 3. Teil, Bd. 1, Konftruktionselemente, 2. Aufl., Darmftadt 1891. — [4] Wanderley, G., Handbuch der Baukonftruktionslehre, Bd. 1, 3. Aufl., Karlsruhe 1887. — [5] Schmidt, O., Abriß des Hochbaues, Leipzig 1880. — [6] Frauenholz, W., Baukonftruktionslehre für Ingenieure, 2. Teil, München 1876. — [7] Michel, J., Praktifche Baugewerkslehre, Wien 1870. — [8] Deutfches Bauhandbuch, Bd. 2, erfte Hälfte, Berlin 1880. — [9] Kretfchmar, K., Die Holzverbindungen, Wien 1885. — [10] Mothes, O., Illuftriertes Baulexikon, 4. Aufl., Leipzig und Berlin 1889. — [11] Gunzenhaufer, C., Baukonftruktionen in Holz, Ravensburg 1901. — [12] Krauth und Meyer, F. L., Zimmermannsbuch, Bd. 2, Leipzig 1899.

Weinbrenner.

Holzwände, im engeren Sinne nur aus Holz erftellte Wände, welche in zwei verfchiedenen Weifen gebildet fein können (f. Holzbau). 1. als Ständerwand (Schrotwand) und 2. als Blockwand.

1. **Die Ständerwand** befteht aus fenkrecht ftehenden Pfoften (Bundftielen) oder Ständern, welche mit gleich ftarken Schwellen und Pfetten einen Rahmen bilden, in welchem ca. 5 cm ftarke Bohlen in ringsum laufenden Nuten eingefetzt find. Zur Verfteifung der Wand gegen feitliche Verfchiebung dienen Schrägbüge oder Kopfbänder (f. d.), welche an den Ecken flach in die Pfoften, oft auch in die Bohlen eingelaffen find. Die Richtung der Bohlen ift meift eine wagerechte, kann aber auch eine fcheitrechte fein. Für die Bildung der Oeffnungen dienen befondere Riegel und Pfoften, welche fo angebracht find, daß die Flächen möglichft wenig unterbrochen werden (Fig. 1). Die alten Holzbauten des Schwarzwaldes, im Tieflande der Schweiz, in Tirol und Bayern find zum Teil in diefer Wandbildung hergeftellt. Bei neueren Ausführungen empfiehlt es fich, ftatt der ftarken Bohlen folche von geringerem Querfchnitt (etwa 3 cm ftark) zu verwenden, welche nicht eingenutet, fondern zwifchen Leiften

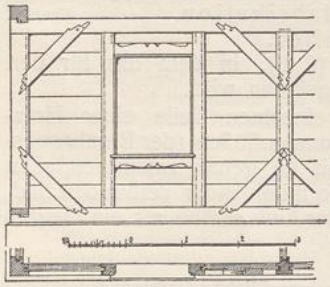


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

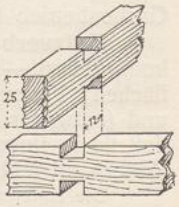


Fig. 5.

eingefetzt find, dahinter aber eine Hintermauerung mit liegenden oder geftellten Backfteinen, Schwemmfteinen oder dergl. auszuführen, auf welchen der Wandputz aufzubringen ift.

2. **Die Blockwand.** Diefelbe befteht aus mehrfachen Lagen wagerecht übereinander hingeftreckter Holzftämme, welche an ihren Enden durch Uebergreifen von Vorköpfen feft miteinander verbunden find. Zur urfprünglichften Art diefer Wandbildung werden unbehauene Nadelholzftämme (Fig. 2) gedient haben, eine Bauweife, welche ebenfo in den älteften Zeiten in Geltung war, als auch heute bei den erften Anfiedlungen in holzreicher Gegend geübt wird. Die weitere Ausbildung brachte zunächft eine Schließung der Fugen (Fig. 3), fodann eine glatte Bearbeitung der Seitenflächen mit vervollkommneter Fugendichtung (Fig. 4), zuletzt eine bildnerifche Ausfchmückung der Wandflächen durch Schnitzerei u. f. w.

Die konftruktiven Eigenarten der Blockwand in ihrer vollendeten Form, wie fie an den Bauernhäufern der Alpengebiete Deutfchlands und der Schweiz, befonders fchön im Berner Oberland (f. Fig. 7), fich darftellt, beruhen: 1. in der unverfchiebbaren Eckverbindung durch Ueberkämmung (Fig. 5) fowie auch durch Ueberblattung (Fig. 6) oder Verzinkung (Oftfchweiz). Während die erfte Art zur günftigen Ausbildung der Vorköpfe verfchiedene Höhenlagen der fich in den Ecken treffenden Stämme bedingt, liegen bei den letzteren Arten die Stämme in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einer Ebene und endigen in den Ecken. 2. in der Lagerung der verdübelten Wandhölzer, Dichtung der Fugen durch Verſtopfen mit Werg (Fig. 4). 3. in der Bildung breiter Flächen durch Zuſammenrücken der Fenſter zu Gruppen von 3—6 Oeffnungen.

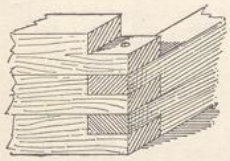


Fig. 6.

4. in der Verſteifung der Außenwände mittels der eingeſtellten Zwiſchenwandungen, welche durch ihre Vorköpfe äußerlich ſichtbar ſind. 5. in der Ausbildung der vorkragenden Wandhölzer zu Trägern der weit ausladenden Dachungen oder Umgänge und Lauben. 6. in der Belebung der Wandflächen durch vortretende geſchnitzte Glieder, wie Bogenfrieſe, Zahnſchnitte u. dergl., oder flaches Rankenwerk; letzteres iſt ſehr geeignet, die Schwindriſſe des Holzes, welche ſich in der Längsrichtung hinziehen, geſchickt zu verdecken. 7. Zur letzten Vollendung der Wirkung dient eine farbige Ausſchmückung, beſtehend in breiten weißen Schriftbändern mit grüner oder violetter Randbemalung. In Verbindung mit dem Naturton des Holzes wird hierdurch ein maleriſches Ganze geſchaffen, das ſich der großartigen Umgebung der Landſchaft aufs würdigſte und innigſte anpaßt.

Fig. 7.

Vgl. a. Holzgebäude, Sprengwand, Bretterſchalung, Fachwand.

Literatur: [1] Grafenried u. Stürler, Architecture suisse, Paris 1844. — [2] Hochſtetter, J., Schweizeriſche Architektur, Holzbauten des Berner Oberlands, Karlsruhe 1858. — [3] Gladbach, E., Der Schweizer Holzſtil, ſowie [4] Derſ., Die Holzarchitektur der Schweiz, Zürich 1876. — [5] Das Bauernhaus in der Schweiz, herausg. v. Schweiz. Ing.- u. Arch.-Ver., Dresden 1903. *Weinbrenner.*

Holzwandputz erfordert gegenüber den homogenen Flächen der Steinwände eine Vorkehrung, um die Ausdehnung und das Schwinden des Holzwerks, als Pfoſten, Riegel u. ſ. w., das ein Springen bezw. Losreißen des Putzes verurſacht, unſchädlich zu machen. Dies geſchieht durch Zwiſchenlagen von dünnen Stäben aus Schilfrohr oder von ſchwachen Holzlättchen, ſogenannten Gipslättchen, auch dünnen Ruten aus Haſelholz, Weiden, Erlen u. ſ. w., auf welchen der Mörtel mechaniſch haftet (ſ. Deckenputz). Als ſehr unvollkommener Behelf dient Aufpicken des Holzes mit ſpitzem Hammer oder Beil oder netzförmiges Verdrahten des Holzes. *Weinbrenner.*

Holzwerk, alles an einem Gebäude verwendete, beſonders das ſichtbar bleibende Holz, wie es durch den Zimmermann erſtellt wird.

Holzwolle, feine, ſchmale Hobelſpäne, welche mit beſonderen Maſchinen (Holzwollmaſchinen) hergeſtellt und als Verpackungsmaterial verwendet werden; auch Bezeichnung für ein Schafwollſurrogat aus feinem Holzſtaub, das zur Herſtellung der ſogenannten Samttapeten dient. Vgl. a. Polſtermaterialien.

Auch der zur Papierfabrikation im großen durch Zerfaſerung des Holzes hergeſtellte Rohſtoff heißt Holzwolle. Was aber als Holzwolle oder Waldwolle zu Kleidungsſtücken (Strümpfen, Unterhemden) als Mittel gegen Rheumatismus Verwendung findet, rührt nicht vom Holz her, ſondern iſt braungefärbte und mit Terpentinöl u. dergl. parfümierte Baumwolle. *T. F. Hanauſek.*

Holzwolle, Holzwollmaſchinen. Holzwolle beſteht aus ſchmalen dünnen Holzſpänen und findet zum Verpacken, zu Holzwollſeilen für Gießereien, als Polſtermaterial, zum Frottieren als Scharpiewolle (hygroſkopiſche Watte) Verwendung.

Sie wird in einer Stärke von 0,05—0,5 mm und in einer Breite von 1—6 mm hergeſtellt. Als Rohmaterial eignen ſich vorzugsweiſe die Nadelhölzer, dann die weichen Laubhölzer und die Rotbuche. Das Holz ſoll möglichſt aſtfrei ſein. Die Verarbeitung erfolgt am beſten in halbfeuchtem Zuſtand.

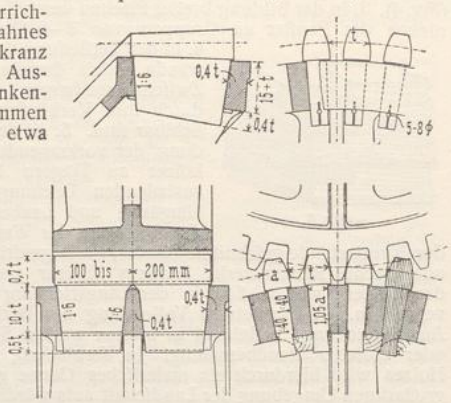
Die Holzwollmaſchinen beſitzen einen in der Regel wagerecht unter dem zu zerſpänenden Holz hin und her gehenden Schlitten, der eine entſprechende Anzahl nebeneinander liegender, durch auswechſelbare Zwiſchenſtücke voneinander getrennter Ritzelmeſſer und hinter dieſen ein breites Hobelmeſſer trägt.

Die Spanbreite wird durch die Entfernung der etwa 1 mm ſtarken und 10 mm breiten Ritzelmeſſer voneinander, die Spandicke durch die Zuführung des Holzes beſtimmt. Dieſe erfolgt entweder durch Walzen, die das Holz mit den Hirnflächen zwiſchen ſich faſſen, oder beſſer, weil gleichmäßigere Zuführung möglich, durch Schlitten, in denen das Holz eingeſpannt wird und die mit Schraubenſpindel und Mutter geſchaltet werden. Die Anzahl der Zuführungsſchlitten in einer Maſchine beträgt bis zu vier. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Holzzähne für Holz-Eisenräder (s. d.), auch Radkämme oder Kammen genannt, bestehen aus Weißbuchenholz; s. a. Compoundzähne, Bd. 2, S. 475.

Sie werden so geschnitten, daß die Faserrichtung in der Richtung vom Kopf zum Fuß des Zahnes geht. Die Befestigung der Zahnwurzel im Radkranz erfolgt durch Eintreiben in die gegossenen Aussparungen, wobei hauptsächlich die breiten Flankenflächen der Zahnwurzel fest zur Anlage kommen sollen. Zur Sicherung gegen Herausschleudern etwa lose gewordener Zähne dienen Spannklötze innerhalb des Radkranzes oder eiserne Stifte von 5—8 mm Stärke. Ein einzelner Kamm erhält 10—20 cm Breite; je nach der Zahnbreite setzt man mehrere Kämme aneinander. Nach dem Einsetzen werden die Zähne abgedreht und gefräst. Die Konstruktionsregeln ergeben sich aus der Figur. Im Betrieb sind Holzzähne mit zäher Schmiere zu versehen. *Lindner.*



Holzzellstoffgewebe, aus Garnen erzeugte Gewebe, welch erstere aus Holzzellstoffasern durch Spinnen hergestellt sind. Das Verfahren ist noch nicht vollkommen durchgebildet; es sind jedoch bisher schon ganz schöne Möbelstoffe aus Fichtenholzfasern erzeugt worden, die im Gewebe eine ziemlich bedeutende, im Garne aber sehr geringe Festigkeit besitzen. *Kraft.*

Holzzement, von S. Häusler (Hirschberg, Schlesien) 1839 angegebene Mischung aus 60 Gewichtsteilen möglichst wasserfreiem und ammoniakhaltigem Steinkohlenteer, 15 Teilen Asphalt und 25 Teilen Schwefel, welche zur Herstellung von sogenannten Holzzementdächern ausgedehnte Anwendung findet.

Wegen der Haltbarkeit der Beschüttung darf die Neigung solcher Dächer nicht über 1:18 betragen, auch würde bei stärkerer Neigung der bei großer Wärme erweichende Holzzement von selbst abfließen. Zunächst ist die gespundete Schalung auf allen Seiten und an der Durchdringung von Kaminen u. dergl. mit Metallrand, unten mit einer Rinne zu versehen. Sodann wird die Dachschalung mit einer zirka 1 cm dicken Schicht feinen Sandes belegt, hierauf folgt eine mit Nägeln befestigte Lage starker Pappe, die mit weicher Bürste einen Anstrich von erwärmtem Holzzement erhält. In der Regel wird in gleicher Weise bis zu vier Lagen fortgefahren. Die oberste Pappenlage erhält einen nochmaligen Holzzementanstrich und wird sodann mit feinem und schließlich mit gröberem Sand bezw. Kies überdeckt. Ein solches Dach ist bei feiner Anlage zwar etwas teuer und bedarf einer starken Dachkonstruktion, verursacht dagegen nur sehr geringe Unterhaltungskosten.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, 5. Heft, Dachdeckungen. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, 3. Aufl. 1893, S. 540 ff. *Weinbrenner.*

Holzzeug, auch Holzstoff oder Holzschliff genannt, ist eine aus zerfasertem Holze bestehende Masse, welche in der Papierfabrikation als Surrogat für die in nicht genügender Menge herstellbaren Hadernfasern in Anwendung kommt.

Die Verwendung der Holzfaser zu diesem Zweck sowie die in der Hauptsache bis jetzt noch übliche Herstellung derselben wurde in den Jahren 1840—45 von F. G. Keller erfunden, auf dessen ausschließlich aus Holzfasern erzeugtem Papier 1845 ein Teil des Frankenberger Kreisblattes gedruckt wurde. Vom Jahre 1846 an wurde das Verfahren auf mechanischem Wege namentlich durch H. Völter ausgebildet. Der Hauptsache nach besteht der Herstellungsprozeß darin, daß entsprechend vorbereitetes Holz auf einem Schleifstein zerfasert, die nicht verwendbaren Splitter entfernt, die groben Fasern entsprechend zerkleinert und die so entstandene Masse behufs Transportierung, durch Entwässerung in einen lose zusammenhängenden Körper verwandelt wird.

1. Das Rohmaterial. Das Holz besteht der Hauptsache nach aus den die Holzfaser bildenden Zellen, dem Zellstoff und den diese Zellen inkrustierenden Stoffen, den Inkrustationen, auch Lignin (s. d.) genannt. Das Rohmaterial darf nicht zu alt sein, da die inkrustierenden Teile dann zu stark verhärten; vom frisch geschlagenen Holze verschmieren sie anderseits den Schleifstein. Die Verwendung soll daher erst nach einer mehrmonatigen Lagerung nach dem Schlagen erfolgen. Tropisches Holz ist seiner Härte und Farbe wegen nicht verwendbar; von den Hölzern der gemäßigten Zone, welche eine weitaus weichere Faser liefern, sind insbesondere die Nadelhölzer, und zwar die Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche; dann auch die Laubhölzer, namentlich die Aspe, Erle und Weißpappel, gut verwendbar. Die beste Faser liefert einerseits die Fichte, anderseits die Aspe.

2. Vorbereitungsarbeiten. Dieselben bestehen aus der Holzputzerei und Zerkleinerung. Da alle abweichend gefärbten, aus anders gearteten oder veränderten Fasern bestehenden Teile des Holzes die Gleichmäßigkeit des Holzzeuges stören würden, müssen Rinde, Aeste, kranke oder faulende Teile aus dem Holze entfernt werden; außerdem muß eine den Dimensionen der Schleifapparate entsprechende Zerkleinerung des Holzes zur Ausführung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kommen. — Das Entrinden des Holzes geſchieht außer durch Handarbeit mittels zweigriffiger Meſſer, wobei die Unregelmäßigkeiten der Form beſſer beachtet werden können, auch durch die Rindenſchälmaſchine, die der Hauptſache nach aus einer in ſenkrechter Ebene rotierenden Eiſenſcheibe beſteht, in welche radial oder im Winkel zum Radius angeordnete, gerad- oder gekrümmtſchneidige, wenig hervortretende Meſſer befeſtigt ſind, welchen das auf einem flachen Tiſche oder geriffelten Walzen liegende Holz dargeboten wird. — Die in Fig. 1 und 1a dargeſtellte, von W. Kapp in Düſſeldorf gebaute Maſchine beſitzt an horizontaler, durch Riemenſcheiben betriebener, in ſtarken Ständern gelagerter Welle zwei Meſſerſcheiben *a* und *b*, mit radial geſetzten Meſſern, von welchen *a* mit zylindriſchem Rande nur die grobe Rinde, *b* mit abgerundetem Rande und an dem Ende gebogenen Meſſern die zurückbleibenden Rindenteile vollkommen entfernen ſoll. Bei *a* liegt das Holz *h* auf langſam rotierenden, gezahnten Scheiben *d d* und wird mittels der Stange *c* durch Hebelwirkung und an dem Hebel drehbar gelagerter Walze *g* an die Meſſerſcheibe angepreßt, wobei durch langſame Rotation des Holzes immer neue Teile vor die Meſſer gelangen. Bei der Scheibe *b* wird das Holz *h* mit der Hand angepreßt, um dasſelbe ſeiner Form entſprechend drehen und wenden zu können. Nach einer andern Methode von Bache-Wiig und Morterud ſoll die Entrindung dadurch erreicht werden, daß die Holzklötze in einer aus Latten hergeſtellten, in Waſſer oder Ablauge tauchenden rotierenden Trommel übereinander kollern und dadurch eine teilweiſe Ablöſung der Rinde bewirken, deren zurückbleibende Teile ſchließlich durch Abbürſten mittels Stahldrahtbürſten entfernt werden. Die Trommel wird auch aus Eiſen mit innen angeordneten Winkeleiſenſchienen und geſchloſſen verwendet, und Waſſer durch den hohlen Zapfen in das Innere gepreßt. Nach Schmiedel wird das Entrinden durch Hobeln mittels eines entſprechenden mechaniſchen Apparates bewirkt. — Als weitere Arbeit folgt nun das Zerkleinern des Holzes auf eine Länge, welche der Breite des Schleifſteines entſpricht, was durch Pendelſägen und durch Kreisſägen zur Ausführung kommt. Das Entfernen der Aſtreſte wird gewöhnlich durch Ausbohren oder bei dünnem Holz durch Herausſchlagen erreicht, worauf ſchließlich das Spalten des Holzes in der Faſerrichtung und das Entfernen der inneren Aſtreſte durch Ausbohren folgt. — Das Spalten wird entweder von Hand aus oder durch die Hack- oder Spaltmaſchine bewirkt, welch letztere aus einem gußeiſernen Geſtelle beſteht, an welchem ein ſenkrecht geführter, am unteren Ende mit ſcharfem Meſſer verſehener Schlitten durch Kurbel und Kurbelſtange auf und ab bewegt und an dem auf den Tiſch des Geſtelles geſetzten Holz ein Spalten bewirkt wird. — Ein Trennen der ſchwereren Aſtknoten vom leichteren Holz wurde auch durch einen Luftſtrom auf Grund der Verſchiedenheit des ſpezifiſchen Gewichtes durch Piette bei zerkleinertem Holze verſucht. — Die bei dieſen Vorarbeiten ſich ergebenden Holzabfälle können mit andern Holzabfällen und Sägeſpänen nach einer Methode von Mitſcherlich durch Behandeln mit einer billigen konzentrierten Salzlöſung, durch Kriſtalliſieren des Salzes, darauffolgendes Mahlen, Walzen u. ſ. w. und ſchließliches Auslaugen in Holzſchliff verwandelt werden.

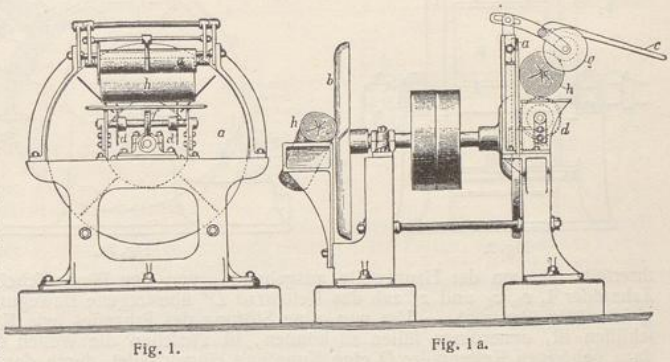


Fig. 1.

Fig. 1a.

3. Die Hauptarbeit beſteht aus dem Zerfaſern, Sortieren und Verfeinern, Raffinieren. Das Zerfaſern des Holzes, durch welches weiche, biegſame, mit andern Faſern leicht verfilzbare, nicht geſchnittene, ſondern geriſſene Holzteilchen erzeugt werden ſollen, kann in ſehr verſchiedener Weiſe zur Ausführung kommen. Von allen bisher verſuchten Methoden wurde jedoch die ſchon von Keller in Anwendung gebrachte, durch das Abſchleifen des Holzes auf einem aus Sandſtein hergeſtellten Schleifſtein, als die allen Anforderungen entſprechendſte erkannt. Das zerkleinerte Holz wird dabei kontinuierlich an die Umfangs- oder auch an eine Seitenfläche (Flachſchleifer) des rotierenden Schleifſteines gepreßt, wobei die Erreichung einer tunlichſt gleichförmigen Faſermaſſe von dem gleichmäßigen Druck pro Flächeneinheit und von der gleichmäßigen Geſchwindigkeit der Schleifſläche abhängt. Die Schleifſteine, gewöhnlich von 1,3 m Durchmeſſer und 0,5 m Dicke, ſind entweder in ſenkrechter Ebene auf wagerechter Achſe oder in wagerechter Ebene auf ſenkrechter Achſe angeordnet und laufen mit höchſtens 15 m Umfangsgeſchwindigkeit. Dieſelben müſſen häufig geſchärft werden. Manchmal wird dem Steine außer der Dreh- noch eine kleine axiale Bewegung erteilt. — Wichtig für den Prozeß iſt das Freihalten der Schleifſläche des Steines von Faſern, was durch energiſches Abſpülen mit Waſſer erreicht wird.

Ein zum Zerfaſern des Holzes dienender Apparat, Defibreur, Holzſchleifmaſchine, Zerfaſerer genannt, iſt in den Fig. 2 und 2a nach dem Syſtem Völter dargeſtellt. Er zeigt den um eine wagerecht gelagerte Welle rotierenden, in ein Blechgehäuſe *Q* eingeſchloſſenen Schleifſtein, an deſſen Umfangsfläche fünf radial geſtellte, aus Gußeiſen beſtehende, an zwei gußeiſernen Wangen befeſtigte Kammern *N* angeordnet ſind, in welchen je ein mit einer hohlen, außen verzahnten Kolbenſtange *z* verbundener Kolben *A* ununterbrochen radial gegen den Schleifſtein

gedrückt wird, um dadurch das unter den Kolben eingelegte Holz gegen die Umfangsfläche des Schleifsteines zu preſſen, wobei die Kolben bezw. Zahnſtangen ihre Führung in den die beiden Wangen verbindenden Querbalken erhalten. Zwiſchen je zwei Kammern befinden ſich die zum kräftigen Abſpülen des Steines dienenden, durch die Hähne *M* regulierbaren Spritzröhren. Der ununterbrochene Vorſchub der Preßkolben *A* erfolgt durch die Zahnräder *B*, an deren Achſen Kettenräder *D* aufgekeilt ſind, über welche die Kette ohne Ende *F* läuft, die

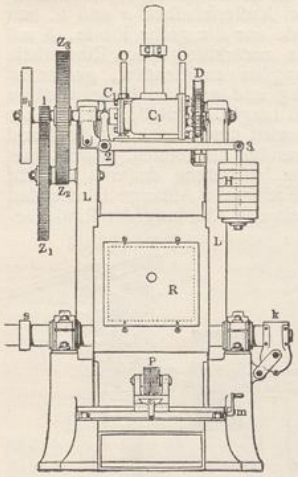


Fig. 2.

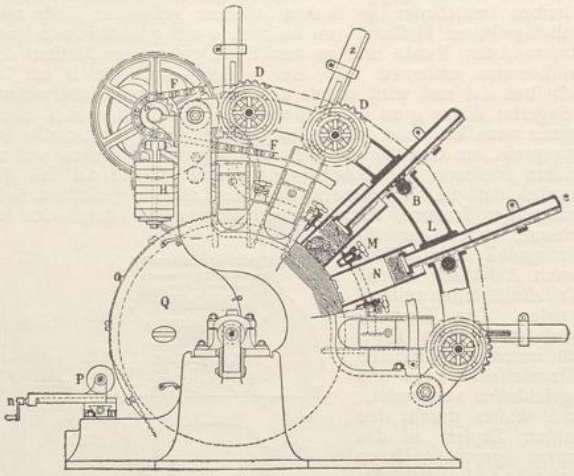


Fig. 2a.

ihrerſeits die von der Hauptwelle ausgehende, von den Riemenſcheiben *s* und s_1 durch die Zahnräder 1, z_1, z_2 und z_3 auf das Kettenrad *D'* übertragene Bewegung auf alle Zahnräder *B* gleichmäßig überträgt. — Um nun ohne Störung des Prozeſſes jede Kammer, deren Holz verſchliffen iſt, neuerdings füllen zu können, iſt zwiſchen die Wellen der Zahnräder *B* und die dazu gehörigen Kettenräder *D* eine Kupplung eingeſchaltet, durch deren Löſung das Zahnrad *B* von der Wirkung der Kette *F* befreit und dann behufs neuerlicher Füllung der Kammer mittels eines Handrades gedreht werden kann. Iſt eine Kammer ausgeſchaltet, ſo wird die von der Welle auf das Kettenrad *D'* übertragene Kraft gleichmäßig auf alle übrigen Preßkolben übertragen. Behufs Schärfens des Steines iſt vor demſelben eine aus mehreren gezahnten Scheiben *P* beſtehende, auf einem Kreuzſupport angebrachte Schärfvorrichtung angeordnet. Dieſe Holzſchleifmaſchine leiſtet bei einer Schleiffläche von 2,2 qm und 160 Umdrehungen pro Minute auf je 7—8 PS. pro 24 Stunden 100 kg trocken gedachten Holzſchliff und beanſprucht im ganzen 70—80 PS. Die Preßkolben dieſer Maſchinen werden außerdem bewegt durch Schraube und Mutter, durch belaſtete Hebel, durch unmittelbare Belaſtung, durch hydrauliſchen Druck u. ſ. w. — Um den auf die Preßkolben übertragenen Druck noch gleichförmiger zu geſtalten, wird derſelbe von einer gemeinſchaftlichen Transmiſſionswelle auf mehrere Holzſchleifmaſchinen übertragen und zwiſchen den Motor und die Transmiſſionswelle ein Kugelregulator eingeſchaltet, der durch zwei koniſche Riemenſcheiben für die Gleichmäßigkeit der Bewegung ſorgt. Bei neueren Flachſchleifern iſt der horizontal angeordnete Stein unter Waſſer geſetzt, ſo daß das Zerfaſern unter Waſſer ſtattfindet. Neuererzeit iſt der Unterſchied zwiſchen Heiß- und Kaltſchliff immer ſtärker hervorgetreten. Erſterer wird durch ſtärkere Preſſung und Anwendung weit geringerer Waſſermengen erzielt und ſoll eine weitergehende Zerfaſerung und größere Ausbeute ermöglichen, ebenſo ein ſchmierigeres Produkt. Die Steine werden jedoch durch die hohe Preſſung ſtärker beanſprucht. Durch ein Zerſchneiden des Holzes in 4 cm dicke Scheiben und ſchiefe Stellung dieſer zur Steinachſe können längere und feinere Faſern erhalten werden. Die gleichmäßige Geſchwindigkeit des Steines bei abnehmendem Durchmeſſer desſelben wird in neuerer Zeit durch beſondere Reguliervorrichtungen erreicht. Der Stoff ſoll dadurch weicher und geſchmeidiger werden.

Die auf dieſe Weiſe erzeugten Faſern fließen, mit Waſſer gemengt, aus dem unteren Teile des Maſchinengeſtells durch eine Rinne dem Sortierapparate (Epurateur) zu, welcher angewendet werden muß, um die ungleich großen Faſern voneinander zu trennen. — Die Faſermaſſe wird gewöhnlich in fünf Sorten getrennt, wenn wir die abgeriſſenen, nicht zerfaſerten Splitter nicht als eine Sorte betrachten. Es ergeben ſich daher: Splitter, zu grobe Faſern, grobe, feine, feinſte Faſern und unbrauchbares Holzpulver. Von dieſen Sorten ſind die erſten zwei und die letzte ganz abzuſcheiden und die drei mittleren voneinander zu trennen, die groben Faſern einer weiteren Zerfaſerung, die feinen und feinſten Faſern den Nacharbeiten zuzuführen. — Das Sortieren wird durch aus Drahtgeweben hergeſtellte Siebe zur Ausführung gebracht, die jedoch nicht quadratiſche, ſondern der Faſergeſtalt entſprechend längliche Maſchenöffnungen haben ſollen. — Dieſe Siebe ſind entweder zylindriſch geſtaltet und in dieſem Falle um eine Achſe rotierend angeordnet — Drehſiebe, Zylinderſiebe — oder ſie beſtehen aus ebenen, mit etwas Fall in Rahmen angeordneten Siebflächen und werden ſehr häufig, um das Verſetzen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Siebes zu verhüten, mit einer Schüttelvorrichtung verfehen (Rahmenfiebe, Schüttelfiebe). Um das Verfetzen noch beffer zu umgehen und ein langfameres Durchlaufen bezw. beffereres Sortieren zu erreichen, läßt man die untere Siebfläche auch in Waffer tauchen (Schwimmfieb). Bei den Zylinderfieben kann die zu fortierende Maffe entweder in das Innere des Zylinders geleitet werden, in welchem Falle die feineren Fafern radial, die gröberen axial austreten und der Zylinder aus mehreren verfchiedenmafchigen Abteilungen herftellbar ift und für alle Sorten genügt, oder man läßt die Fafermaffe auf die oberfte Linie des Zylinders auffließen, in welchem Falle die feinen Fafern axial austreten, die groben an der Mantelfläche des Zylinders haften bleiben und von dort durch ein Schabmeffer oder eine Walze abgelöft werden. Der Hauptnachteil diefer Siebe befteht darin, daß das Sortieren auf einer verhältnismäßig zu kleinen Fläche ftattfindet und die an der Mantelfläche haftenden gröberen Fafern das Hindurchtreten der feineren erfchweren.

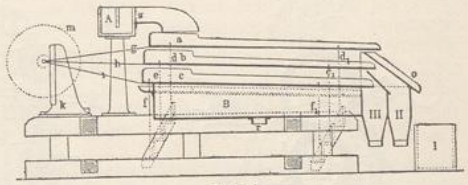


Fig. 3.

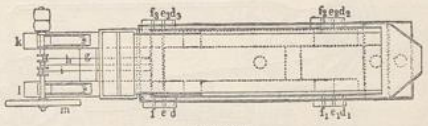


Fig. 3a.

Diefe Siebe find jedoch kompendiöfer als die Rahmenfiebe, von welchen eine Anordnung in den Fig. 3 und 3a dargeftellt ift; fie bieten der Sortierung eine bedeutend größere Fläche. In der dargeftellten Anordnung find drei Siebe *a*, *b*, *c* übereinander gelegt, fie find 1,6 m lang, werden durch die Federn *d*, *e*, *f*, und d_1, e_1, f_1 in Schwebe erhalten und durch im Ständer *k* gelagerte Kurbeln mittels der Stangen *g*, *i*, *h* in fchüttelnde Bewegung verfetzt. Die vom Zerfaferer kommende Maffe fließt in den Aufgußkaften *A*, wo die Splitter durch den Splitterfang *s*, beftehend aus einem Stabgitterwerk, zurückgehalten werden. Aus *A* fällt die Maffe auf das Sieb *a*, durch welches der grobe Stoff ausgefchieden und über *o* in den Kaften *I* geliefert wird. Die durchlaufende Fafermaffe fällt auf das Sieb *b*, wo die groben, noch zu verfeinernden Fafern, dann auf das Sieb *c*, wo die groben, feineren und feinften Fafern ausgefchieden und in die Kaften II und III geworfen werden, und endlich in den Kaften *B*, von wo das unbrauchbare Pulver abgeleitet wird. In letzter Zeit wird für diefe Sortiervorrichtungen namentlich das Schleuderprinzip angewendet und die Fafern werden mit Waffer vermengt durch zylindrifche Siebe gefchleudert. Die vom erften oder auch vom zweiten Siebe zurückgehaltenen Fafern müffen je nach der Mafchenweite diefer Siebe einer weiteren Verfeinerung zugeführt werden. Diefelbe wird ausgeführt auf dem Verfeinerer (Raffineur), welcher entweder einer Mahlmühle, Stoffmühle, Feinmühle ähnlich konftruiert wird, oder aus einer fogenannten Scheibenmühle, auch Zentrifugalholländer genannt, befteht, wie fie in Fig. 4 vorgeführt ift.

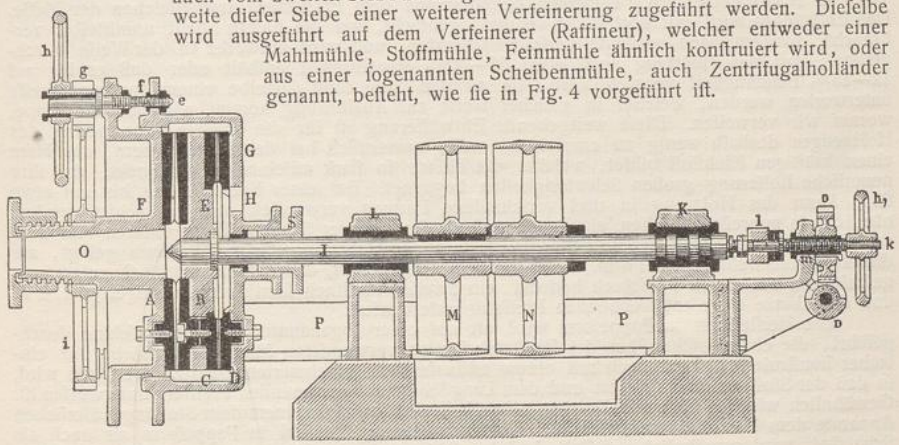


Fig. 4.

Die Vorrichtung befteht aus dem gußeifernen Gehäufe *GF*, in deffen Mitte die durch die Welle *J* von der Riemenfcheibe *M* aus drehbare, auf beiden Seiten mit auswechfelbaren, ringförmigen, gefchärften Mahlflächen *B* verfehene Scheibe *E* fich befindet, welche mit beiderfeits im Gehäufe angeordneten, feftftehenden, aus Hartguß oder Sandftein hergeftellten, ringförmigen Mahlflächen *A* und *D* den eigentlichen Verfeinerungsapparat bildet. Um verfchiedene Verfeinerungsgrade erreichen zu können, auch nach dem Einfetzen neuer Mahlflächen fowie nach einer Abnutzung derfelben, muß eine genaue gegenfeitige Stellung der Mahlflächen ftattfinden. Die Stellung der Scheibe *E* zu der fixen Mahlfläche *D* wird durch eine axiale Verfchiebung der erfteren, die Stellung von *E* zur andern Mahlfläche *A* wird durch die Verfchiebung des Gehäufedeckels *F* erreicht. Die Einftellung der Scheibe *E* wird durch die Verfchiebung des Kammlagers *K* mittels der Schraube *k* und Handrad h_1 grob, mittels derfelben Schraube durch Schnecke *m* und Schneckenrad *o* fein bewirkt. Das Verftellen des Deckels *F* wird durch das Handrad *h* erreicht, durch welches mittels der Räderüberfetzung *g i* drei oder vier durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Flanſche von *F* hindurchtretende Schrauben *f* gedreht werden, welche ihre Muttern *e* im Flanſch des Gehäuſes *G* finden. Das zu zerkleinernde Material tritt axial durch die Oeffnung *O* ein und zuerſt zwiſchen die Mahlflächen *A* und *B*, wird radial in den Hohlraum *C* des Gehäuſes und von da infolge des vorhandenen Druckes zwiſchen die Mahlflächen *B* und *D* geführt und tritt endlich durch die Oeffnung *H* aus. Die Scheibe dieſes Zentrifugalholländers hat gewöhnlich 600 mm Durchmeſſer, liefert dann 750—1500 kg trocken gedachten Stoff in 24 Stunden und bedarf hierzu des Aufwandes von 8—15 PS. Auch das aus dem Verfeinerer austretende Material wird häufig einer Sortierung unterzogen und das nicht genügend feine Zeug dem Raffineur nochmals überliefert. Das genügend feine Holzzeug vom Zerfaſerer und Verfeinerer wird gemeinſchaftlich den Nacharbeiten zugeführt.

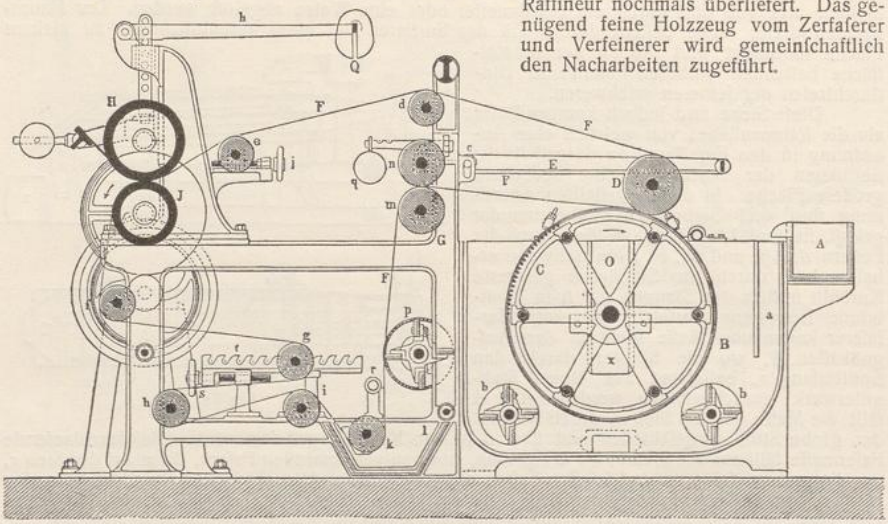


Fig. 5.

4. Nacharbeiten. Dieſelben beſtehen aus dem Entwäſſern und Bleichen der Maſſe. Das Entwäſſern wird nur dort in Anwendung gebracht, wo die Faſern nicht unmittelbar verbraucht, ſondern nach auswärts verfrachtet werden, und wird entweder in der Weiſe durchgeführt, daß das Holzzeug noch etwa 66—40% Feuchtigkeit enthält oder daß es bis auf 12—15% Feuchtigkeit gebracht wird. Im zweiten Falle muß dasſelbe einem Trockenprozeſſe unterworfen werden, welcher in gleicher Weiſe zur Ausführung kommt wie bei der Pappe, worauf wir verweiſen. Dieſe weitgehende Entwäſſerung iſt für die weitere Verwendung des Holzzeuges deshalb wenig zu empfehlen, weil, namentlich bei den Nadelhölzern, das Harz einen kräftigen Klebſtoff bildet, welcher die Faſern ſo ſtark miteinander verbindet, daß ihre neuerliche Iſolierung großen Schwierigkeiten begegnet. Bei einer Entwäſſerung bis auf etwa 66% kann das Holzzeug in drei verſchiedene Formen verwandelt und verfrachtet werden, nämlich als gepreßter Kuchen, als Pappe und als ſogenannter Schabſtoff. Im erſteren Fall wird auf die Preßplatte einer hydrauliſchen Preſſe ein aus Hanf hergeſtelltes Preßtuch gelegt, auf dieſes ein Holzrahmen als Form, dieſer mit Holzzeug gefüllt, darüber das Preßtuch zuſammengeſchlagen, mit einem Preßblech bedeckt, ein zweites Preßtuch ſamt Rahmen aufgelegt u. ſ. w. und das Ganze einer entſprechenden Preſſung unterworfen.

Die Herſtellung in Pappeform wird oft auf einer ſogenannten Langſiebmaſchine durchgeführt, die einer ſolchen bei der Papierfabrikation verwendeten Maſchine ähnlich, nur einfacher konſtruiert iſt und auch mit einem mitlaufenden, beſchwerten Oberſieb verſehen wird, ſo daß der Stoff zwiſchen dieſem und dem Langſieb einer zunehmenden Preſſung unterworfen iſt. Gewöhnlich wird in dieſem Falle eine teilweiſe Entwäſſerung in einem dem Stoffänger ähnlichen Apparate dem Prozeſſe vorangeſchickt. Die Entwäſſerung, ſowohl in Pappeform als auch als Schabſtoff, wird gewöhnlich auf Zylinderſiebmaſchinen durchgeführt, wie eine ſolche aus Fig. 5 zu erſehen iſt. Das Holzzeug fließt in die Rinne *A* und aus dieſer zuerſt in den Kanal *a* des Blechtroges *B*, in welchem ſich außer den Rührflügeln *b* der langſam rotierende, mit vier Fünfteln ſeines Durchmeſſers in das Holzzeug eintauchende Siebzylinder *C* befindet, deſſen Kanten beiderſeits zwiſchen an den Seitenwänden des Bottichs *B* angeordneten, kreisförmig gebogenen Anſätzen laufen und dadurch gegen den Raum des Bottichs abgedichtet ſind. Das in *B* befindliche Holzzeug legt ſich an die Siebfläche von *C* an, während das Waſſer in das Innere des Zylinders und von hier durch die ſenkrecht angeordneten Kanäle *O* abfließt. Dadurch wird die Entwäſſerung ſo weit gebracht, daß das Holzzeug von dem Zylinder über das Flüſſigkeitsniveau im Bottich herausgehoben und dem endloſen Filz *F* dargeboten wird, der, infolge ſeines Aufliegens mittels der beweglichen Walze *D*, das Holzzeug anſaugt, vom Zylinder abnimmt und über die Walzen *d* und *e* der aus den Walzen *HJ* beſtehenden Preſſe zuführt, von der dasſelbe durch ein an *H* tangential anliegendes Meſſer abgeſchabt wird. Durch die Walze *g* wird der Filz geſpannt, im mit Waſſer gefüllten Gefäße *l*, in das er durch die Walze *k* gezwungen wird, gewaſchen, durch den Ventilator *p* getrocknet und in der Preſſe *mn* aus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gebreitet, worauf er zum weiteren Abnehmen vom Siebe geeignet ist. — Bei einem Entwässern bis auf 40 % leistet die Maschine in 24 Stunden 1500—2000 kg trocken gedachten Holzstoff und verbraucht dabei ½—1 PS.

Das Entwässern kann ferner, allerdings in viel geringerem Grade, durch Ausschleudern auf Schleudermaschinen sowie durch Abtropfen in Abtropfkästen zur Ausführung kommen. Das aus den Entwässerungsapparaten abfließende Wasser führt noch immer feine Holzfasern mit sich, deren Zurückgewinnung für die Oekonomie des Betriebes von Wichtigkeit ist. Wiedergewonnen werden diese Fasern entweder durch die sogenannten Stoffänger, Egoutteure oder in Dekantierungskästen. Die ersteren bestehen aus einer Vorrichtung, welche der früher beschriebenen Zylindersiebmaschine beinahe vollkommen gleicht, nur daß die am Zylinder sich ansetzenden Fasern unmittelbar durch eine Walze vom Zylinder abgenommen und in eine nebenliegende Abteilung gefördert werden und daß der Zylinder mit außerordentlich feinem Metallgewebe überzogen ist. Die Dekantierungskästen sind große, hölzerne, wasserdicht hergestellte Kästen, aus welchen das sich über dem Holzzeug sammelnde Wasser schichtenweise abgezapft wird. Um die Zerfaserung, die der Holzschliff beim Mischen des Papierstoffs durchmachen muß, zu erleichtern, wird derselbe von der Zylindersiebmaschine durch eine rotierende Zahntrommel abgenommen, in Fasergruppen zerteilt und in einen Raum geschleudert, in dem er durch heiße Luft getrocknet wird.

Das Bleichen des Holzzeugs ist wegen der harzigen Inkrustationen nur schwierig durchführbar, und wurden gasförmige schweflige Säure sowie Chlorgas ohne Erfolg in Anwendung gebracht. In neuerer Zeit verwendet man doppeltschwefligsauren Kalk und doppeltschwefligsaures Natron hierzu, namentlich das letztere, da der erstere nicht käuflich ist. Der in Pappenform verwendete Holzschliff wird in einem Stoffkasten in bald senkrechter, bald wagerechter Lage schichtweise eingelegt, der Kasten hierauf, auf 100 kg trockenen Stoff mit 2,5 kg konzentrierter Bisulfitlösung mit 20—30facher Wassermenge verdünnt, gefüllt. Die im Natriumbisulfit befindliche freie schweflige Säure wirkt sofort auf die Inkrusten des Holzes und überführt die bräunlichen Farbstoffe in lichte Verbindungen. Um nun die in der Lauge befindliche gebundene schweflige Säure zur Wirkung zu bringen, läßt man auf die mit Natriumbisulfit vollgesaugte Fasermasse so viel Schwefel-, Salz-, Oxalsäure oder schwefelsaure Tonerde einwirken, als zur Ausscheidung der schwefligen Säure nötig ist. Am häufigsten werden Oxalsäure und schwefelsaure Tonerde verwendet, weil die erstgenannten Säuren die spätere Leimung beeinflussen. Die Herstellung des braunen Holzschliffs s. Dampfholzschliff.

Literatur: Müller, L. D., Die Fabrikation des Papiers, Berlin 1877, S. 37; Dropisch, B., Holzstoff und Holzcellulose, Weimar 1879; Derf., Handbuch der gesamten Papierfabrikation, Weimar 1881, S. 160; Hoyer, E. v., Die Fabrikation des Papiers, Braunschweig 1887, S. 152; Hofmann, C., Praktisches Handbuch der Papierfabrikation, 2. Ausg., Berlin 1894, S. 1231; Derf., Papierztg.; Schubert, M., Die Holzstoff- oder Holzschliffabrikation, Berlin 1898. *Kraft.*

Holzzucker (Xylose), aus Holzgummi und Maiskolben durch Kochen mit verdünnten Säuren entstehende Zuckerart $C_5H_{10}O_5 = CH_2(OH)\cdot[CH\cdot OH]_3\cdot CHO$. Der Holzzucker ist mithin ein zu den Aldopentosen gehöriges Kohlehydrat, welches mit dem Hauptvertreter dieser Gruppe, der Arabinose, in nahen Beziehungen steht; s. Kohlehydrate. *Herzfeld.*

Homespunes, ein meist in allen Tönen des Braun gefärbtes, aus Streichgarn ziemlich rauh erzeugtes, tuchartiges, zu Paletots verwendetes Gewebe, ursprünglich nur in der schottischen Hausindustrie erzeugt; s. Tuchfabrikation.

Homogen. Eine Funktion f heißt homogen vom $r$ten Grad in einer Anzahl Größen $x_1\, x_2 \ldots . x_n$, wenn f nur von den Verhältnissen $x_1 : x_2 : \ldots : x_n$ abhängt, in der Art, daß bei Multiplikation von $x_1 \ldots x_n$ mit ϱ sich f nur um eine Konstante ϱ^r ändert.

Eine nichthomogene Funktion von $x_1 \ldots x_n - 1$ wird homogen gemacht durch Einführung der homogenisierenden Veränderlichen x_n, indem man $x_1 \ldots x_n - 1$ durch $\frac{x_1}{x_n} \ldots \frac{x_n - 1}{x_n}$ ersetzt und, wenn f rational ganz ist, durch Multiplikation mit $x_n{}^r$ den Nenner wegschafft; z. B. $a x_1{}^2 + b x_1 + c$ lautet homogen $a x_1{}^2 + b x_1 x_2 + c x_2{}^2$. In einer ganzen rationalen homogenen Funktion (Form) ist bei jedem Glied die Summe der Exponenten aller Veränderlichen konstant gleich r (in obigem Beispiel $2 + 0 = 1 + 1 = 0 + 2 = 2$). Für eine homogene Funktion f gilt der Eulersche Satz: $x_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + x_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + x_n \frac{\partial f}{\partial x_n} = r \cdot f$. *Wölffing.*

Homogenisieren. Da in den keramischen Industrien zur Herstellung der Waren verschiedene Rohmaterialien zusammengemischt werden, welche nicht nur verschiedene Korngrößen, sondern auch verschiedenen Wassergehalt haben, ein gutes Produkt aber nur dann hergestellt werden kann, wenn die zur Fabrikation verwendete Masse durchweg eine gleiche chemische Zusammensetzung und gleiches physikalisches Verhalten zeigt, so wird es erforderlich, die Masse zu homogenisieren, und zwar um so eingehender, je feinere Waren man herstellen will.

Das Homogenisieren erfolgt teils auf trockenem, teils auf nassem Wege. Ersteres geschieht dadurch, daß die feinstgepulverten Teile in geeigneten Mischapparaten zusammengerührt oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auch in Zerkleinerungsapparaten, z. B. Kollergängen, Kugelmühlen und ähnlichen Apparaten, gleichzeitig zerkleinert werden. Die Homogenisierung auf naſſem Wege geſchieht, indem man die verſchiedenen Rohmaterialien zuſammenſchlämmt und die feuchten Rohmaterialien in Miſchapparaten durcheinander knetet; letzteres iſt auch dann erforderlich, wenn die trocken zuſammengemiſchten Stoffe auf naſſem Wege weiterverarbeitet werden ſollen. Als derartige Miſchapparate werden Tonſchneider, Traden oder Radbahnen, Miſchkollergänge und ähnliche benutzt. Die Verwendung dieſer Apparate ſetzt die gleichmäßige Aufgabe der zu miſchenden Stoffe voraus, wenn ſtets Maſſen gleicher Homogenität erzielt werden ſollen. Ein Apparat, welcher das Abteilen verſchiedener Stoffe in beſtimmten Mengenverhältniſſen und gleichzeitiges Miſchen derſelben geſtattet, iſt der Teil- und Miſchapparat von P. Jochum. — Nicht genügend homogenisierte Maſſen geben ſchlechte Waren, namentlich haben Schwankungen im Waſſergehalt beim Trocknen und Brennen der Waren Riſſe derſelben zur Folge, weil die Schwindung der einzelnen verſchieden feuchten Teile eine verſchiedene iſt. — Weiteres ſ. unter Tonwaren, Ziegel und den genannten Miſchapparaten. *Dümmler.*

Homogenitätsbeſtimmung. Ein Bauſtoff heißt homogen, wenn er durchweg gleichartig iſt, d. h. an allen Stellen die gleiche Stoffanordnung und die gleichen Eigenſchaften (Dichte, Elaſtizität, Feſtigkeit u. ſ. w.) beſitzt und infolgedeſſen in allen Teilen gleichen äußeren Einflüſſen gegenüber das gleiche Verhalten zeigt. Nichthomogene Stoffe nennt man heterogen. Ihre Entſtehung kann die Folge ſein von Ungleichmäßigkeiten: a) in der chemiſchen Zuſammenſetzung, veranlaßt durch ungleichmäßige Miſchung oder Ausſcheidung und örtliche Anreicherung der einzelnen Beſtandteile, b) im Gefügeaufbau bei verſchiedenartiger Kriſtalliſation, c) in der mechaniſchen Bearbeitung, d) im Erkalten des Stückes.

Ganz abgeſehen von groben Fehlern, als poröſen und unganzen Stellen, die ohnehin den tragenden Querſchnitt vermindern, kann mangelhafte Homogenität der Bauſtoffe leicht die Urſache zu Betriebsbrüchen werden, indem ſie ungleichmäßige Verteilung der Spannungen über den beanſpruchten Querſchnitt und daher örtliche Ueberanſtrengung zur Folge haben kann.

Das roheſte Verfahren zur Prüfung der Homogenität iſt die Bruchprobe. Bei ihr erfolgt die Beurteilung nach dem Ausſehen und dem Zuſtande der erzeugten Bruchflächen. Sie reicht aus zur Aufdeckung von groben Fehlern, als Blaſen, Saugſtellen im Guß, Schwindriſſen u. ſ. w. Proben zäher Bauſtoffe, z. B. aus dehnbaren Metallen, pflegt man vor dem Brechen ſcharf einzukerben, damit dem Bruch möglichſt keine Formänderungen voraufgehen, die Aenderungen des Gefügeausſehens zur Folge haben würden [1], [2]. Zur Aufdeckung ungleichmäßiger chemiſcher Zuſammenſetzung dient die chemiſche Analyſe, wozu die Proben an mehreren Stellen getrennt zu entnehmen ſind. Bei Feſtigkeitsverſuchen geben ſich Mängel in der Homogenität in verſchiedenartigen Erſcheinungen an der Oberfläche und auf der Bruchfläche zu erkennen; z. B. äußern ſich Unterſchiede in den Feſtigkeitseigenſchaften an verſchiedenen Stellen desſelben Stückes, die bei ſonſt gleichmäßigem formbaren Material durch voraufgegangene mechaniſche, örtliche Ueberanſtrengung und Kaltbearbeitung (Druckſtellen, Hammerſchläge u. ſ. w.) veranlaßt ſind, in örtlichem Zurückbleiben der Formänderung, Knotenbildungen, mehrfachen Einſchnürungen u. ſ. w. So treten z. B. während der Erzeugung des Materials (Schienen) eingewalzte Firmenzeichen, wenn ſie durch Abhobeln der Oberfläche beſeitigt wurden, beim Zerreißverſuch wieder deutlich zutage [3]. Mangelhafte Homogenität infolge der Kriſtalliſation beim Erkalten des Guſſes liefert bei Feſtigkeitsverſuchen Oberflächenerſcheinungen, wie ſie in den Abbildungen (Fig. 1) von Zerreißproben aus Nickelkohlenſtoffeiſen dargeſtellt ſind. Oertliche Ausſcheidungen von Härtebildnern, beſonders Anreicherungen von Phosphor im Flußeiſen, führen beim Auswalzen des Materials zu harten Streifen, Schichten oder Adern. Treten ſie an der Oberfläche der Zerreißprobe zutage, ſo entſtehen innerhalb ihres Bereiches zahlreiche reihenförmig angeordnete Querriſſe (Fig. 2), ſogenannte Härteadern; auf der Bruchfläche geben ſie ſich durch meiſt ſcharfbegrenzte, körnige, glänzende Stellen zu erkennen (Fig. 3), die auch geringeren Widerſtand gegen den Roſtangriff beſitzen (Fig. 4) als der übrige Teil der Bruchfläche [4]. Die ſicherſte Prüfung der

Fig. 1.

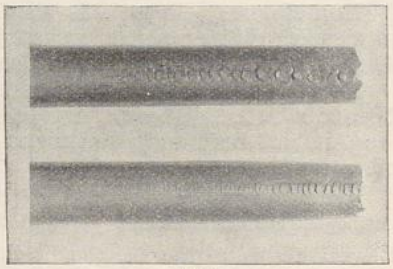


Fig. 2.

Fig. 3.

Homogenität iſt die mikroſkopiſche Unterſuchung. Bei ihr erfolgt die Prüfung der Geſteine an dünnen Scheiben, ſogenannten Dünnſchliffen (ſ. Geſteine), bei durchfallendem Licht, die Prüfung der Metalle an vollkommen ebenen, polierten und nötigenfalls geätzten Flächen mit auffallendem Licht [5]. Die Anwendung der Metallographie beruht darauf, daß das Angriffsvermögen des Schleifmittels (Polierrot) mit der Härte der Gefügebeſtandteile ſich ändert, ſo daß die härteren Teile als Relief erhaben hervortreten, und daß die Wirkung der Aetzmittel beſonders von der chemiſchen Zuſammenſetzung der Gefügeteile abhängig iſt. Die Art des Aetzmittels iſt dem zu unterſuchenden Material und der Art der aufzudeckenden Ungleichförmigkeit anzupaſſen.

Fig. 4.

Literatur: [1] Rudeloff, Beitrag zum Studium des Bruchausſehens zerriſſener Stäbe, Baumaterialienkunde, Bd. 4, S. 85. — [2] Die Abhängigkeit des Gefüges der Bruchflächen ſchmiedeeiſerner Stäbe von der Wirkungsweiſe der zerſtörenden Kraft, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1888, S. 501. — [3] Martens, Unterſuchungen mit Eiſenbahnmaterialien, Mitteil. aus den Kgl. Techn. Verſuchsanſtalten zu Berlin 1890, I. — [4] Rudeloff, Bericht über vergleichende Unterſuchungen von Schweiß- und Flußeiſen auf Widerſtand gegen Roſten, ebend. 1902. — [5] Heyn, Einiges über das Kleingefüge des Eiſens, „Stahl und Eiſen“ 1879, S. 709.

Rudeloff.

Homogenkohle, ſ. Bogenlampen, Bd. 2, S. 171.

Homologie, chemiſcher Verbindungen (im engeren Sinne), diejenige Aehnlichkeit organiſcher Körper, welche durch die Gleichheit der charakteriſtiſchen Atomgruppen bedingt iſt, während ein Unterſchied nur in der Erſetzung von *H*-Atomen durch CH_3 beſteht.

Solche homologe Reihen ſind z. B. (die charakteriſtiſche Gruppe iſt unterſtrichen):

$H\underline{CH_2OH}$ Methylalkohol	$H\underline{COOH}$ Ameiſenſäure	$\underline{C_6H_5}H$ Benzol
$CH_3\underline{CH_2OH}$ Aethylalkohol	$CH_3\underline{COOH}$ Eſſigſäure	$\underline{C_6H_5}CH_3$ Toluol
$C_2H_5\underline{CH_2OH}$ Propylalkohol	$C_2H_5\underline{COOH}$ Propionſäure	$\underline{C_6H_5}C_2H_5$ Aethylbenzol
$C_3H_7\underline{CH_2OH}$ Butylalkohol	$C_3H_7\underline{COOH}$ Butterſäure	$\underline{C_6H_5}C_3H_7$ Kumol u. ſ. w.

Honigſtein (Mellit), Mineral, waſſerhaltige, mellitſaure Tonerde $Al_2C_{12}H_{12} + 18\,H_2O$ (40,30 % Mellitſäure, 14,36 % Al_2O_3, 45,34 % H_2O).

Kriſtalliſiert tetragonal in niedrigen Pyramiden, auch derb. Weiß, gelb; fettglänzend, durchſcheinend; muſchelig brechend. Durch Reiben negativ elektriſch. Härte 2—2½. Spez. Gew. 1,5—1,64. Wird beim Erhitzen zuerſt ſchwarz durch Verkohlung, dann weiß und hinterläßt Tonerde. Löslich in Salpeterſäure und Kalilauge. Kommt in Braunkohlenflötzen vor und wird zur Darſtellung der Mellitſäure verwendet.

Leppla.

Honorarnorm, Gebührenordnung für Arbeiten des Architekten und Ingenieurs. Sie iſt aufgeſtellt vom Verband deutſcher Architekten- und Ingenieurvereine, Verband deutſcher Zentralheizungsinduſtrieller, Verband deutſcher Elektrotechniker, vom Deutſchen Verein von Gas- und Waſſerfachmännern, Verein deutſcher Ingenieure, Verein deutſcher Maſchineningenieure, Berlin 1901, zu beziehen von jeder Buchhandlung.

Hontoriakanone, ſ. Schiffsgeſchütze.

Hoofdtau (Haupttau), die den Maſt eines Schiffes ſtützenden Wanten ohne den Zubehör an Jungfern- und Taljenreeps.

In der Regel beſtehen zwei nebeneinander liegende Hoofdtaue aus einem Tau, das um den Top des Maſtes mit eingebundenem Auge gelegt wird; ein ſolches Tau heißt Spannwant.

T. Schwarz.

Hookeſche Räder ſind zwei ineinander greifende Zahnräder mit ſchraubenförmiger Verzahnung, durch welche eine große Gleichmäßigkeit und Sicherheit der Uebertragung der Bewegung von einem Rade auf das andre bewirkt und bei einer ungewöhnlich großen Ueberſetzung eine ſehr ſchnelle gleichförmige Bewegung ermöglicht wird.

Um eine Vorſtellung von der Geſtaltung der ſchraubenförmigen Verzahnung zu erhalten, denken wir uns in Fig. 1 mehrere kongruente Zahnkurven $k_1, k_2, k_3 \ldots$ des einen Rades Fo in nahen Abſtänden aufeinander folgend und die entſprechenden unter ſich kongruenten Zahnkurven $\varkappa_1, \varkappa_2, \varkappa_3 \ldots$ des andern Rades $\Phi\omega$ gezeichnet, dann berühren ſich die Zahnkurvenpaare in den Punkten $E_1, E_2, E_3 \ldots$ auf der Eingriffskurve e, die in Fig. 1 eine Gerade, die gemeinſame Tangente $a\alpha$ der Kreiſe o, ω iſt, weil wir beiſpielsweiſe als Zahnkurven die dieſen Kreiſen angehörenden Kreisevolventen (ſ. Evolventenverzahnung) genommen haben. Behufs der praktiſchen Ausführung dieſer Anordnung denken wir uns ein Zahnrad ſenkrecht zu ſeiner Achſe in gleich dicke dünne Scheiben zerſchnitten, dieſelben auf der Achſe um gleiche Winkel

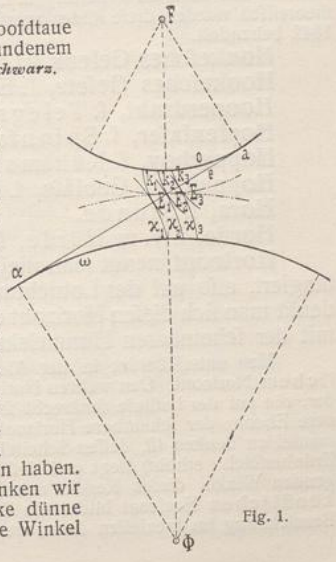


Fig. 1.

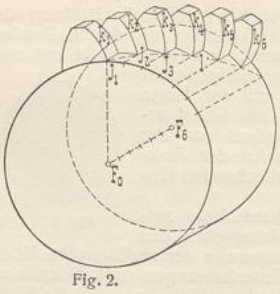


Fig. 2.

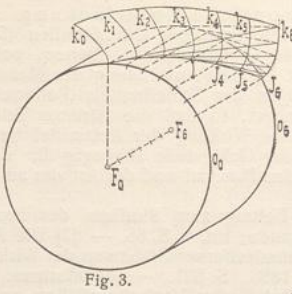


Fig. 3.

gegeneinander gedreht und wieder feſt miteinander vereint, wie die parallel perſpektiviſche Darſtellung in Fig. 2 zeigt, wo der beſſeren Ueberſicht wegen nur eine Zahnreihe $k_1, k_2, k_3 \ldots k_6$ in Betracht gezogen iſt. In gleicher Weiſe denken wir uns das zweite zugehörige nicht gezeichnete Zahnrad entſprechend geſtaltet. Wird nun die Einrichtung derart getroffen, daß von den in Fig. 2 gezeichneten ſechs Zähnen der ſchraubenförmigen Zahnreihe der Zahn k_1 ſeinen Eingriff begonnen hat, bevor der Eingriff des Zahnes k_6 endet, ſo befinden ſich die ſechs Zähne gleichzeitig im Eingriff. Die Fußpunkte $J_1, J_2, J_3 \ldots$ der Zahnkurven liegen auf dem Grundkreiszylinder in einer Schraubenlinie l und die Zahnkurven k_1, $k_2, k_3 \ldots$ befinden ſich auf einer Schraubenfläche.

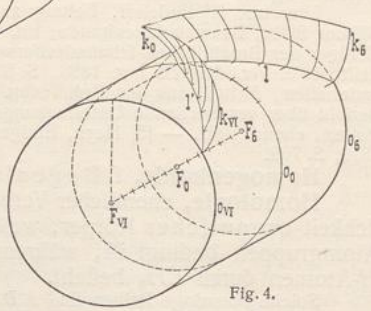


Fig. 4.

Denken wir uns die gleich dicken Scheiben unendlich dünn, alſo in unendlicher Anzahl vorhanden, und jene gleichen Drehungswinkel unendlich klein genommen, dann geht aus jener ſtufenartigen Zahnreihe eine Schraubenfläche $k_0 \ldots k_6$ als Zahnfläche hervor, die in Fig. 3 parallelperſpektiviſch dargeſtellt iſt [1]. Mit ſolchen ſchraubenförmigen Zähnen verſehene Räder, die auch Schraubenräder (ſ. d.) genannt werden, wurden zuerſt von Hooke [2], ſpäter von White und Woollams [3] ausgeführt. Durch eine derartige ſchraubenförmige Verzahnung entſteht aber ein zur Radachſe $F_0 F_6$ parallel gerichteter Druck. Um dieſen Druck aufzuheben, wird die Zahnfläche, wie in Fig. 4 parallelperſpektiviſch dargeſtellt iſt, von einer Schraubenfläche $k_0 k_6$ längs der Schraubenlinie l und von einer ſymmetriſchen Schraubenfläche $k_0 k_{VI}$ längs der Schraubenlinie l' gebildet, die zu l in bezug auf den mittleren Zylinderkreis o_0 ſymmetriſch iſt.

Literatur: [1] Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, S. 226, Leipzig 1888. — [2] Im Jahre 1666 hat Robert Hooke dieſe Räder im Modell der Kgl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften in London vorgezeigt; beſchrieben ſind dieſelben in Hooke, Lectiones Cutlerianae or a collection of lectures, Nr. 2, Animadversions on the first part of the Machina Coelestis 1674, S. 70, Fig. 20 und 21. — [3] Im Repertory of arts, manufactures and agriculture 1822, Bd. 40, S. 142, hat White dieſe Schraubenräder in unklarer Weiſe beſchrieben, und eine Ueberſetzung befindet ſich im Polytechn. Journal 1822, Bd. 7, S. 287; deshalb ſind dieſe Räder von einigen Autoren auch Whiteſche Räder genannt worden; klarer und ausführlicher ſind dieſe Schraubenräder von Woollams, Specification Nr. 4477 vom 20. Juni 1820, beſchrieben; dieſe Beſchreibung befindet ſich auch im Repertory u. ſ. w. a. a. O., S. 1, und im Polytechn. Journal a. a. O., S. 137; theoretiſch wurden dieſe Räder zuerſt von Olivier in ſeiner Théorie géométrique des engrenages 1842 behandelt.

Burmeſter.

Hookeſches Gelenk (Hookeſcher Schlüſſel), ſ. Gelenk, Bd. 4, S. 356.

Hookeſches Geſetz, ſ. Elaſtizitätsgeſetz, Bd. 3, S. 383.

Hooperdraht, ſ. Telegraphie.

Hopfenfaſer, ſ. Spinnfaſern.

Hopperboy, ſ. Kühlmaſchine.

Hoppeſches Gebläſe, ſ. Kapſelgebläſe.

Hora, ſ. Stunde.

Horde, ſ. v. w. Hürde, ſ. Schafſtälle.

Horizont nennt man diejenige Ebene, welche die Erde im Beobachtungsort tangiert, alſo auf der Lotrichtung in dieſem Punkte ſenkrecht ſteht. Gewöhnlich denkt man ſich dieſen Horizont dargeſtellt durch die Schnittlinie der Tangentialebene mit der ſcheinbaren Himmelskugel, deren Sichtbarkeitsgrenze ſie zugleich bildet.

Man unterſcheidet in der Meßkunſt zwiſchen wahrem, ſcheinbarem und künſtlichem Horizont. Den wahren Horizont ſtellt die durch den Mittelpunkt der Erde gelegte Ebene dar, die auf der Lotlinie ſenkrecht ſteht, ihr parallel iſt die ſchlechtweg als Horizont bezeichnete Ebene; der ſcheinbare Horizont wird durch diejenige Fläche gebildet, welche als Kegelmantel zu denken iſt, deſſen Scheitel im Beobachtungspunkt (meiſt mehr oder weniger über der Erdoberfläche erhöht) liegt und deſſen Seiten die Erdkugel berühren (90° weniger dem erzeugenden Winkel dieſes Kegels nennt man die Depreſſion des Horizonts, ſ. d.). Einen künſtlichen Horizont bildet die Oberfläche einer freien Flüſſigkeit und man gebraucht dieſe Bezeichnung im ſpeziellen dann, wenn eine ſolche Oberfläche wegen der Reflexion der Strahlen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Geſtirne an ihr zur Höhenmeſſung benutzt wird (vgl. Queckſilberhorizont, Sextant und Reflexionsinſtrumente). Auf dem Horizont denkt man ſich die ſogenannten Kardinalpunkte gelegen, nämlich Nord und Süd als Schnittpunkte des Meridians und Oſt und Weſt als Schnittpunkte des erſten Vertikals mit dem Horizont. *Ambronn.*

Horizont, geologiſcher, oder geologiſches Niveau, wird eine Schicht von einem beſtimmten Alter bezeichnet, das in erſter Linie durch die in der Schicht enthaltenen Verſteinerungen bezeichnet wird. Der Begriff deckt ſich alſo mit dem Alter der Schicht oder mit der Zeit ihrer Entſtehung, nicht aber mit ihrer Geſteinsbeſchaffenheit. *Leppla.*

Horizontal, jede einem Horizont, beſonders dem „ſcheinbaren", angehörende Fläche oder Linie (Horizontale, Horizontallinie, Horizontalkurve). Alle Oberflächen ruhender Flüſſigkeiten ſind Horizontalflächen; zur künſtlichen Herſtellung horizontaler Linien oder Flächen dienen Horizontierungsinſtrumente, vornehmlich die Libelle (ſ. d., ſowie Geodätiſche Inſtrumente).

Manche Inſtrumententeile, welche nach dem Prinzip des betreffenden Inſtrumentes horizontal einzurichten ſind, werden dementſprechend bezeichnet. Zum Beiſpiel heißt die Fernrohrkippachſe beim Durchgangs- (Paſſage-) Inſtrument und allen theodolitartigen Inſtrumenten (ſ. Theodolit) Horizontalachſe; der nach dem Prinzip dieſer Inſtrumente horizontal einzurichtende Teilkreis (Azimutalkreis) „Horizontalkreis", der entſprechende Faden des Fadenkreuzes „Horizontalfaden". Die Einrichtung dieſer Inſtrumenteile in die Horizontale, z. B. der Horizontalachſe, nennt man die Horizontierung (wobei in übertragener Bedeutung die Lotrechtſtellung der entſprechenden Achſen eingeſchloſſen iſt). — Weiteres hierüber ſ. die betreffenden Inſtrumente. *Reinhertz.*

Horizontalintenſität, ſ. Magnetismus.

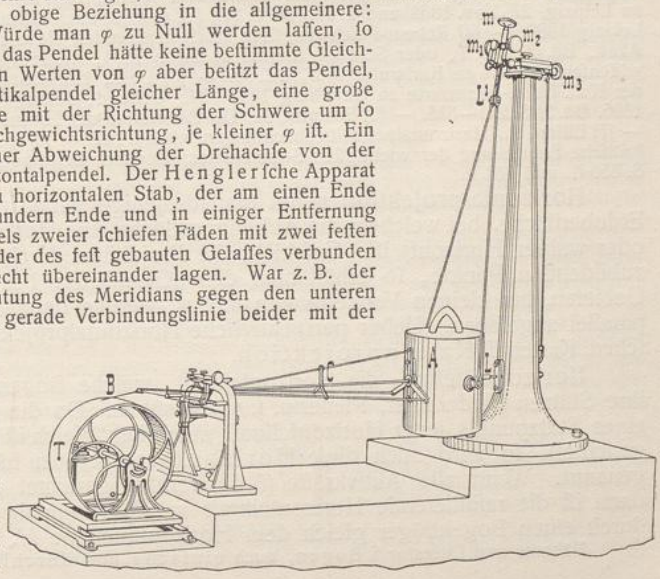
Horizontalkoordinaten, ſ. Koordinaten am Himmel.

Horizontalkurven (Höhenkurven, Höhen-, Niveau-, Schichtenlinien), Linien gleicher Höhe (Horizont, Niveau), welche entweder im Felde unmittelbar abgeſteckt oder auf Grund von Höhenmeſſungen in Karten konſtruiert ſind. Weiteres ſ. Höhenmeſſungen, Nivellieren und Topographie. *Reinhertz.*

Horizontalmeſſung, ſ. Längenmeſſung.

Horizontalpendel. Dieſer Apparat wurde 1830 von Lorenz Hengler [1], [2], ſpäter von Zöllner [3] erfunden und beſonders von E. v. Rebeur-Paſchwitz [4] und Ehlert [7] vervollkommnet und zu wichtigen geophyſikaliſchen Forſchungen verwendet.

Bei kleinen Ausſchlägen hängt die Schwingungszeit T eines gewöhnlichen Pendels (Vertikalpendels) von dem Trägheitsmoment K, dem Abſtand s des Schwerpunktes von der Achſe, der Maſſe M und der Beſchleunigung der Schwere g ab nach der Gleichung: $T^2 Mgs = \pi^2 K$. Das Vertikalpendel ſchwingt in vertikaler Ebene um eine horizontale Achſe. Läßt man aber ein Pendel um eine ſchiefe Achſe ſchwingen, deren Winkel mit der Lotrichtung die Größe φ beſitzen mag, ſo verwandelt ſich obige Beziehung in die allgemeinere: $T^2 Mgs \sin\varphi = \pi^2 K$. Würde man φ zu Null werden laſſen, ſo würde T unendlich groß, das Pendel hätte keine beſtimmte Gleichgewichtslage. Bei kleinen Werten von φ aber beſitzt das Pendel, verglichen mit dem Vertikalpendel gleicher Länge, eine große Schwingungszeit um eine mit der Richtung der Schwere um ſo ſtärker veränderliche Gleichgewichtsrichtung, je kleiner φ iſt. Ein ſolches Pendel mit kleiner Abweichung der Drehachſe von der Vertikalen heißt ein Horizontalpendel. Der Henglerſche Apparat war gebildet durch einen horizontalen Stab, der am einen Ende ein Gewicht trug, am andern Ende und in einiger Entfernung von dieſem letzteren mittels zweier ſchiefen Fäden mit zwei feſten Punkten eines Stativs oder des feſt gebauten Gelaſſes verbunden war, die beinahe ſenkrecht übereinander lagen. War z. B. der obere feſte Punkt in Richtung des Meridians gegen den unteren ſo verſchoben, daß die gerade Verbindungslinie beider mit der Lotlinie den Winkel φ einſchloß, ſo hatte der Stab ſeine Gleichgewichtslage im Meridian. Wenn nun aber, etwa infolge veränderter Stellung des Mondes oder der Sonne, die Richtung der Schwere gegen Oſt oder Weſt ſich um einen kleinen Winkelbetrag α änderte, ſo mußte der horizontale Stab ſich



um den Winkel $\alpha/\sin\varphi$ gegen Oſt oder Weſt drehen. Ebenſo war zu erwarten, daß bei der ſeitlichen Annäherung einer großen Maſſe gegen das Pendelgewicht ein Ausſchlag des Horizontalpendels die Gravitationskonſtante werde berechnen laſſen. Auch kleine Schiefſtellungen des Bodens, etwa infolge vorüberziehender Erdbebenwellen oder einer etwaigen oſtweſtlich ſich fortpflanzenden Flutbewegung der feſten Erdrinde mußten an dem im Meridian aufgeſtellten Horizontalpendel ihren im Verhältnis $\sin\varphi : 1$ vergrößerten Ausſchlag erzeugen.

Alle dieſe Erwartungen haben ſich bei der exakten Ausführung und Beobachtung des Horizontalpendels durch Rebeur-Paſchwitz beſtätigt, mit Ausnahme der Verwendbarkeit des Apparats zur Beſtimmung der Maſſenanziehung, für die der Gebrauch von ſymmetriſch gebauten Apparaten (ſ. Bifilardynamometer) geeigneter iſt, vgl. darüber [4] und [5]; nur ſind die Urſachen der Ausſchläge nicht allein in wirklichen Veränderungen der Lotrichtung gegen das Niveau des Aufſtellungsortes zu ſuchen, ſondern beſonders auch in nur ſcheinbaren, durch die horizontalen Komponenten der Bodenbewegung bei Erdbeben und Erdpulſationen erzeugten Störungen der Lotrichtung [6]. Die Ausſchläge des Horizontalpendels ſind nicht nur ein zweideutiger Ausdruck entweder der horizontalen Bodenbewegung des Aufſtellungsortes oder der Veränderung der Lotrichtung gegenüber dem Boden, ſie ſind auch weſentlich beeinflußt durch die Eigenſchaften des Inſtruments bezüglich der Periodendauer und der Dämpfung ſeiner Eigenſchwingungen. Der Apparat von Rebeur-Paſchwitz beſteht ganz aus ſtarren Teilen; er iſt um zwei Stahlſpitzen eines ſehr ſoliden Stativs drehbar, in die das leicht gearbeitete Pendel mittels Achatſchalen eingehängt wird, derart, daß von beiden ſchiefgeſtellten Spitzen die obere gegen den Schwerpunkt, die untere vom Schwerpunkt des Pendels weg gerichtet iſt. Zwei Spiegel, der eine am Stativ, der andre an der Pendelachſe befeſtigt, liefern zur photographiſchen Regiſtrierung ein feſtes und ein veränderliches Lichtbild, die auf einem durch Uhrwerk vorbeigeführten Papierſtreifen die Pendelausſchläge verzeichnen. Das Horizontalpendel bildet in verſchiedenen Formen ſeiner Konſtruktion [8] die gebräuchlichſte Art von Seismometern. Außer den zur photographiſchen Regiſtrierung eingerichteten Pendeln mit leichter Maſſe ſind, beſonders nach dem Vorgang des Japaners Omori, mechaniſch regiſtrierende Apparate mit ſchwerer Pendelmaſſe im Gebrauch, um deren Vervollkommnung ſich die Firma J. & A. Bofch in Straßburg verdient gemacht hat, die auch die photographiſch regiſtrierenden Apparate in neuer Vervollkommnung herſtellt. Die Figur zeigt das 100-kg-Pendel. An ſtarkem eiſernen Stativ iſt die mit dem horizontalen Hebel LC verbundene ſchwere Maſſe A um die Schneide in L und die Feder L^1 leicht drehbar aufgehängt, ſo daß mittels der Schrauben m, m_1, m_2, m_3 die Aufhängung nach Azimut und Eigenſchwingungszeit des Pendels genau reguliert werden kann. Die Bewegung des Erdbodens gegenüber der trägen Maſſe A wird nach doppelter Hebelüberſetzung mittels des Schreibſtiftes B durch einen ſehr leichten Druck auf berußtes Papier verzeichnet, das auf die durch Uhrwerk gedrehte Trommel T aufgezogen iſt. Die ſtörenden Eigenſchwingungen des Apparats, die beſonders durch Bodenbewegungen von einer mit der des Apparats nahe übereinſtimmenden Schwingungsperiode hervorgerufen werden, können durch Dämpfungsvorrichtungen beſchränkt werden. Da jedes Horizontalpendel nur die zu ſeiner vertikalen Hauptebene ſenkrechten Bodenbewegungen regiſtriert, ſo pflegt man meiſt zwei oder drei nach verſchiedenen Himmelsrichtungen rotierende Pendel zuſammen zu verwenden.

Literatur: [1] Zöllner, Zur Geſchichte des Horizontalpendels, Kgl. ſächſ. Geſellſch. der Wiſſenſch. zu Leipzig, math.-phyſ. Klaſſe, November 1872. — [2] Safarik, Beitrag zur Geſchichte des Horizontalpendels, Poggend. Ann. 1873, Bd. 150, S. 150. — [3] Zöllner, Ueber einen neuen Apparat zur Meſſung anziehender und abſtoßender Kräfte, Kgl. ſächſ. Geſellſch. der Wiſſenſch. zu Leipzig, 27. Nov. 1869 und 1. Juli 1871; [1], [2] und [3] auch Zöllner, Wiſſenſch. Abhandl. 4, Leipzig 1880. — [4] Rebeur-Paſchwitz, Das Horizontalpendel, Nova acta der Kaiſ. Leop. Carol. Akad., Bd. 60, Nr. 1, oder Seismol. Journal of Japan 1894, Nr. 3; vgl. a. Verhandl. des Naturwiſſenſch. Vereins zu Karlsruhe 1887, Bd. 10. — [5] Derſ., Horizontalpendelbeobachtungen auf der Kaiſ. Univ.-Sternwarte zu Straßburg 1892—94; Gerland, Beiträge zur Geophyſik, Stuttgart, 1895, Bd. 2, S. 211—535. — [6] Schmidt, A., Die Aberration der Lotlinie, ebend. 1896, Bd. 3, S. 1. — [7] Ehlert, R., Horizontalpendelbeobachtungen, ebend. 131. — [8] Derſ., Zuſammenſtellung und kritiſche Beurteilung der wichtigſten Seismometer; Gerland, Beiträge zur Geophyſik 1897, III, 3, S. 350 ff. und 481 ff.

Aug. Schmidt.

Horizontalprojektion nennt man dasjenige Verfahren der Abbildung der Erdoberfläche, bei welchem die Abbildungsfläche eine Horizontfläche (ſcheinbarer oder wahrer Horizont) iſt. Geſchieht die Projektion durch die Lotlinien der abzubildenden Punkte, ſo erhält man den „Grundriß“; bei wenig ausgedehnten Gebieten, bei kleinen Vermeſſungen u. ſ. w. werden dabei die Lotrichtungen als parallel angeſehen. Ueber perſpektiviſche Horizontalprojektionen bei geographiſchen Karten ſ. Kartenprojektion.

Reinhertz.

Horizontalſchub, die Horizontalkraft, welche Bogenträger (ſ. Bogen) auf ihre Stützen (Widerlager, Pfeiler u. ſ. w.) ausüben. Da die Horizontalreaktion eines Stützpunkts jener Horizontalkraft numeriſch gleich iſt (und entgegengeſetzt gerichtet), ſo wird auch dieſe Horizontalreaktion häufig Horizontalſchub genannt. Wenn alle Aktivkräfte (ſ. d.) vertikal gerichtet ſind (Laſten u. ſ. w.), dann iſt die reſultierende Horizontalkraft in allen beliebig geformten Schnitten durch einen Bogenträger gleich dem Horizontalſchube H.

Näheres und Literatur ſ. Bogen, auch einfache und durchlaufende, Bogenfach-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werke, Gewölbe, Hängebrücken, auch feſte, Kämpferreaktionen, Ketten, Schnittkräfte. In allgemeinerer Auffaſſung werden auch andre Horizontalkräfte als die obenerwähnten Horizontalſchübe genannt. S. a. Horizontalſchub, künſtlicher. *Weyrauch.*

Horizontalſchub, künſtlicher. Bei eiſernen Bogenträgern mit zwei Gelenken (ſ. Bogen) wird mitunter beabſichtigt, die durch das Eigengewicht allein entſtehenden Biegungsmomente M_x aufzuheben, um für dieſe Belaſtung eine gleichmäßige Beanſpruchung der Querſchnitte zu erreichen und damit auch für andre Belaſtungen die Beanſpruchungen herabzuſetzen [1], S. 35, [3], S. 272. Die Bogenachſe muß zu dieſem Zwecke vor Einwirkung von Laſten und Temperaturänderungen etwas über ihrem normalen Orte unter letzteren Vorausſetzungen liegen. Eine ſolche Ueberhöhung der Bogen wird auch angeordnet, um ein Durchhängen der horizontalen Obergurten der Tragwände bei niedriger Temperatur zu vermeiden [3], S. 272. Vgl. Ueberhöhung von Trägern. Die künſtliche Ueberhöhung erfolgt durch einen künſtlichen Horizontalſchub K, welcher nach ſeiner Erzeugung bei jeder Belaſtung zu dem ohne letztere maßgebenden Werte des Horizontalſchubs tritt.

Durch geeignete Wahl von K kann neben Erreichung der obenerwähnten Zwecke die Normaltemperatur des Bogens auf die mittlere Ortstemperatur reduziert werden [3], S. 92, 98, 290. Als Normaltemperatur iſt diejenige Temperatur anzuſehen, für welche ohne Belaſtung bei normaler Spannweite der ſpannungsloſe Zuſtand eintreten würde. Ueber die Mittel zur Herſtellung des künſtlichen Horizontalſchubs ſ. [1], S. 36, [3], S. 290, Berechnung der Größe desſelben [3], S. 90, 92, 98, 272, 290.

Literatur: [1] v. Leibbrand, Die König-Karls-Brücke über den Neckar zwiſchen Stuttgart und Cannſtatt, Berlin 1895 (Auszug: Zeitſchr. f. Bauweſen 1895, S. 61). — [2] Weyrauch, Berechnung der neuen Bogenbrücke über den Neckar zwiſchen Stuttgart und Cannſtatt, Allgem. Bauztg. 1895, S. 49, 57, 73, 85. — [3] Derſ., Elaſtiſche Bogenträger, ihre Theorie und Berechnung entſprechend den Bedürfniſſen der Praxis, München 1897. *Weyrauch.*

Horizontaluhr, ſ. Sonnenuhren.

Horizontalverband, ſ. Querverbände.

Horizontalwinkel, auch Azimutalwinkel, nennt man diejenigen Winkel, welche von lotrechten (vertikalen) Richtungsebenen gebildet und demnach unmittelbar beſtimmt werden durch die Schnittlinien, welche dieſe Lotebenen mit der ſcheinbaren Horizontfläche bilden, oder mit andern Worten, die Projektion beliebig geneigter Winkel auf die Horizontfläche. Zur Meſſung dieſer Winkel dient vornehmlich der Theodolit (auch Aſtrolabium und eventuell Buſſole) mit Horizontal- (Azimutal-) Kreis und Kippfernrohr; zur unmittelbaren Aufzeichnung derſelben dient der Meßtiſch mit Diopterlineal oder Kippregel (ſ. Meßtiſch). Ueber Horizontalwinkelmeſſung mit dem Theodoliten ſ. dieſen ſowie den Art. Triangulierung. *Reinhertz.*

Horizontierungsvorrichtung, ſ. Horizont, Horizontal.

Horn, die paarige, aus Hornſubſtanz beſtehende Scheide der (knöchernen) Stirnbeinzapfen der Cavicornia (horntragenden Wiederkäuer). Im weiteren Sinne als Hornmaterial rechnet man hierzu noch die Hufe der Unpaarzeher, die Klauen der Paarzeher und die ſoliden Epidermisbildungen auf den Naſenbeinen der Rhinozerosarten.

In ausgedehnter techniſcher Verwendung ſtehen insbeſondere die Hörner des Rindes (Ochſen-, Kuhhorn), des Büffels, Schafes und der Ziege; die meiſt prächtig entwickelten Hörner der Antilopen (wozu auch unſre Gemſe) werden wohl nur deswegen ſelten verarbeitet, weil der Rohſtoff nicht regelmäßig zu haben iſt [1].

Die Hornſubſtanz, Hornſtoff oder Keratin, bildet den weſentlichen Beſtandteil der Oberhautgebilde, wie der Haare, Nägel, Federn, Epidermiszellen, und der obengenannten Hornmaterialien und iſt je nach ſeinem Urſprunge verſchieden, ſo daß man beſſer von Keratinen ſpricht. Dieſelben ſind ſehr hygroſkopiſch, im Waſſer wenig quellend, in kochender Eſſigſäure löslich: in Alkalien quellen ſie auf und werden, darin gekocht, ebenfalls aufgelöſt. Sie beſtehen aus *C*, *H*, *N*, *O* und *S*, außerdem iſt in den Hörnern noch Calciumphosphat nachgewieſen worden.

Die wichtigſten techniſchen Eigenſchaften des Hornes ſind Elaſtizität, Biegſamkeit, hinlängliche Härte, Spaltbarkeit, bequeme Bearbeitungsfähigkeit auf der Drehbank, vor allem aber das Erweichen in höherer Temperatur, welches ein Biegen, Preſſen, Löten oder Schweißen, mithin ein ſehr weitreichendes Formen und eine vielſeitige Verwendung geſtattet. Die mikroſkopiſchen Eigenſchaften ſ. [2]. Das Horn iſt hohl, gegen die Spitze maſſiv; dieſer Teil gibt die Hornſpitzen des Handels, ein vielgebrauchtes Drechſlermaterial für Pfeifenſpitzen u. ſ. w. Die Hohlſtücke, Hornſchrot genannt, dienen zu Kämmen, Laternenhorn, Wageſchalen, Griffen u. ſ. w. Die Bearbeitung derſelben beruht auf Erweichen des Hornes in heißem Waſſer und über Feuer; eine höhere Transparenz wird durch Abſchaben trüber Stellen, Einlegen in kaltes und heißes Waſſer, Eintauchen in geſchmolzenen Talg, Preſſen mit heißen eiſernen Platten erzielt. Wichtige

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zubereitungsarbeiten sind ferner das Spalten und das Löten, d. h. Vereinigen kleiner Stücke zu einer größeren Platte; die entsprechend zugeschärften Enden zweier Platten werden in einer heißen Flachzange zusammengepreßt und sind nach dem Erkalten innig miteinander vereinigt. Ueber diese und andre Verarbeitungsformen s. insbesondere [3]. Die gangbarste Ware sind Ochsen-(und Kuh-)hörner, deren Primaqualität zumeist von Südamerika kommt; geschätzt sind auch die großen Hörner der ungarischen und galizischen Rinder; das Horn ist im Querschnitt rund. Fester und feiner, daher auch besser polierfähig sind die dreikantigen Büffelhörner (von Indien, Kleinasien, Rumänien, Ungarn), wegen der dunkeln Farbe aber zu transparenten Objekten nicht tauglich. Schafhorn ist transparent, zu Laternenhorn und zu Sonnenschirmgriffen geeignet; ebenso Ziegenhorn. Hornabfälle (Hornspäne) werden zu Tierkohle verarbeitet, finden bei der Erzeugung von Blutlaugensalz, bei dem Verstählen des Eisens Verwendung, können aber auch durch heiße Pressung zu einer festen Masse vereinigt werden; auf diese Weise werden Knöpfe und Dosen hergestellt. Hornknöpfe werden auch aus den Klauen und Hufen erzeugt [4]. Durch Rösten und Dämpfen der Hornspäne erhält man einen wertvollen Stickstoffdünger; gedämpft bildet das Horn eine weiche elastische Masse, welche leicht zerreiblich ist und gemahlen als Hornmehl in den Handel kommt.

Literatur: [1] Karmarsch u. Heeren, Technol. Wörterbuch, Prag 1878, Bd. 4, S. 424 u. 429. — [2] Nebeski, O., Beiträge zur histologischen Charakterisierung der Hornmaterialien, Jahresbericht der Wiener Handelsakademie, 1883. — [3] Hanausek, Eduard, Die Technologie der Drechslerkunst, 2. Aufl., Wien 1897, S. 257 ff. — [4] Isenbeck, R., Die Knopffabrikation, Weimar 1862; Hanausek, T. F., Lehrb. der techn. Mikroskopie, Stuttgart 1901, S. 423 ff. *T. F. Hanausek.*

Horn wird, wie auch die Hornspäne, auf Stickstoffdünger verarbeitet, und zwar durch Rösten oder Dämpfen.

Beim Rösten wird das Horn in eisernen Gefäßen unter kräftigem Rühren stark erhitzt, wobei jedes Anbrennen vermieden werden muß, da dasselbe große Stickstoffverluste zur Folge haben würde. Nach dem Rösten und Erkalten ist es brüchig und leicht zu mahlen. Das Dämpfen des Hornes geschieht in sogenannten Digestoren, das sind geschlossene eiserne Kessel, welche mit einem Dampfkessel in Verbindung stehen. In dem Digestor wird das Horn ca. 2 Stunden lang unter einem Druck von 2—3 Atmosphären mit Dampf behandelt. Nach dem Dämpfen bildet das Horn eine weiche elastische Masse, welche in den Trockenstuben zu einer leicht zerreiblichen glasigen Substanz zusammentrocknet und als solche leicht gemahlen werden kann. Gemahlen kommt es als Hornmehl in den Handel. Kommt das Horn in größeren Stücken in den Handel, wie z. B. als Horn der Wiederkäuer, so enthält es 13—14 % Stickstoff, welcher bei den Hornspänen infolge der Verunreinigungen der Werkstatt bis auf 7—8 % heruntergehen kann. *Weitz.*

Hornbaum, s. Nutzhölzer.

Hornblei, s. v. w. Bleihornerz (s. d.).

Hornblende (Amphibol), Mineral, Silikate von Tonerde, Kalk, Magnesia, Eisenoxydul in wechselnder Mischung, ähnlich wie Augit zusammengesetzt und wie dieser auch kristallisierend. Nur bilden die Flächen des Prisma an der Kante einen Winkel von 124° 30′, ebenso auch die Hauptspaltungsrichtungen. Die technische Bedeutung ist trotz der zahlreichen Arten und des häufigen Vorkommens ziemlich untergeordnet.

Man unterscheidet: 1. Hornblende, gemeine, ohne konstante Zusammensetzung; kristallisiert monoklin, prismatisch, selten derb; meist dunkelgrün oder -braun bis schwarz und glasglänzend. Durchsichtig. Spaltbar. Härte 5½—6. Spez. Gew. 3,1—3,3. Schmilzt um so leichter, je reicher an Eisen und Alkali. Nach dem Schmelzen von Säuren angreifbar. Bei der Verwitterung entstehen oft chloritische Aggregate und als Endprodukt Kalkspat, Kieselsäure und Ton. Sie ist ein Hauptgemengteil in vielen kristallinen Schiefern, dann in zahlreichen Eruptivgesteinen (Syenit, Diorit, Porphyrit, Andesit u. s. w.), tritt dagegen seltener in Sedimenten auf. Wird als Zuschlag beim Schmelzen der Eisenerze benutzt.

2. Aktinolith, Strahlstein, eine sehr eisenreiche, bouteillengrüne Abart, kristallisiert monoklin. Spez. Gew. 3,03—3,17. Sehr häufig in Talk- und Chloritschiefern, aber auch reine Strahlsteinschiefer bildend.

3. Tremolit, Grammatit, Magnesia-Kalk-Silikat ohne Tonerde $Mg_3CaSi_4O_{12}$ (28,85 % MgO, 13,35 % CaO, 57,70 % SiO_2), weiße bis graue prismatische monokline Kristalle, glasglänzend, durchscheinend. Spez. Gew. 2,9—3,0. Sehr schwer schmelzbar; nach dem Erstarren hat das Schmelzprodukt Augitform und ist spezifisch schwerer.

4. Uralit wird sekundäre Hornblende in der äußeren Form des Augit genannt. Diese Pseudomorphose kommt in Eruptivgesteinen vor.

5. Glaukophan, Natron-Tonerde-Silikat $Na_2OAl_2O_3 + 4\,SiO_2$. Kristallisiert monoklin. Blau durchscheinend. Härte 6—6½. Spez. Gew. 3,1. Leicht schmelzbar. Gesteinsbildend in der Reihe der kristallinen Schiefer.

6. Krokydolith, eine faserige Abart einer aus Natron-Eisenoxyd-Silikat bestehenden Hornblende. Ohne äußere Kristallformen. Blau. Die Fasern sind zäh, elastisch biegsam und blau durchscheinend; seidenglänzend. Härte 4. Spez. Gew. 3,2—3,3. Wird geglüht braunrot und gibt Wasser ab. Schmilzt leicht zu einem schwarzen magnetischen Glas. Durch Säuren unangreifbar. Bei der Umwandlung mancher Krokydolithvorkommen entsteht Quarz in faseriger Beschaffenheit. In dem sogenannten Falkenauge ist der Krokydolith teilweise in farblosen bis gelben (durch Eisenhydroxyd gefärbten) Quarz umgewandelt. Beim Tigerauge hat sich diese

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Umlagerung ganz vollzogen. Beide, Falkenauge und Tigerauge (ſ. Quarz), kommen als ſogenannter Krokydolith viel in den Handel, vornehmlich aus Griquatown in Südafrika.

7. Nephrit, Beilſtein, Nierenſtein, ein dichter, verworren faſeriger, ſcheinbar homogener Strahlſtein, zum Teil mit beigemengtem Diopſid. Nephrit von Oſtturkeſtan enthält 58 % SiO_2, 1,3 % Al_2O_3, 2,07 % FeO, 24,18 % MgO, 13,24 % CaO, 1,28 % Na_2O. Sehr zäh und ſchwer zu ſprengen. Iſt keine Schieferung vorhanden, ſo wird der Stein beim Zertrümmern zuerſt ſtark erhitzt und dann plötzlich in kaltem Waſſer abgekühlt, wobei er zahlreiche Riſſe erhält, nach welchen ſich der Stein durch den Hammer weiter zerlegen läßt. Die Bruchfläche iſt ſehr ſplitterig. Farbe grün infolge des Eiſengehaltes, und zwar in verſchiedenen Tönen. Bei ſinkendem Eiſengehalt wird der Nephrit heller, in wenigen Fällen ſogar farblos; ſelten ſind gelbe und braune Töne. Stets undurchſichtig und nur in dünnen Schichten durchſcheinend. Härte 6; Glas wird geritzt. Spez. Gew. 2,91—3,01, leichter als der manchmal ähnlich ausſehende Jadeit. Von Säuren nicht angreifbar. Vor dem Lötrohr wird er trüb und weiß; ſchwer ſchmelzbar. Kommt in kriſtallinen Schiefern, beſonders in Hornblendeſchiefern, und Serpentin als Einlagerungen vor, ſo in Schleſien, Skandinavien, vor allem aber in Aſien (Oſtturkeſtan, Bucharei, Pamirgebiet, Nanſchangebirge in der Provinz Kanſu in China), Neuſeeland. Die Vorkommen in Oſtturkeſtan bei Yarkand und Khotan liefern den in Handel kommenden und in der Induſtrie verarbeiteten Nephrit teils in Form von eckigen Bruchſtücken, teils in Form von Flußgeröllen; dieſe letzteren gelten als das wertvollſte Material. Der Nephrit dient den aſiatiſchen Naturvölkern bis heute als ein wertvoller Zierſtein, dann auch zu Waffen, Meſſer, Beilen, Meißeln u. ſ. w. und wurde in Form von Beilen ſchon in den früheſten Kulturepochen nach Europa gebracht. Hier wird er heute wenig mehr als Schmuckſtein verwendet. Nur die ſchön grünen Steine von Neuſeeland werden noch jetzt zu Ring- und Nadelſteinen benutzt, Außerdem wird er zu allerhand kleinen Nippesſachen, Doſen, Vaſen, Figuren, Papiermeſſern u. ſ. w. verarbeitet. Bedeutend iſt der Verbrauch von Nephrit noch in China, wo er in zahlreichen Farbentönen und zu ſehr verſchiedenen Preiſen in den Handel kommt und zur Herſtellung von Kunſtgegenſtänden aller Art dient. Die Bearbeitung iſt auf der Drehbank möglich, doch wird er auch auf Sandſtein geſchliffen.

Literatur: Bauer, Edelſteinkunde, Leipzig 1896, S. 514—523; Fiſcher, Nephrit und Jadeit, 1875; Traube, Neues Jahrb. f. Miner. 1884, Beil.-Bd. 412; Meyer, Mitteil. der Anthropol. Geſ., Wien 1883, 1885. — Bogdanowitſch, K. J., Verhandlungen der kaiſ. ruſſ. mineral. Geſellſch. 1892, XXIX (ruſſ.). *Leppla.*

Hornblendefels, ſ. Hornblendeſchiefer.

Hornblendeſchiefer (Hornblendefels, Amphibolit, Amphibolitſchiefer, Syenitſchiefer z. T.), diejenigen kriſtallinen Schiefer, welche vorzugsweiſe aus Hornblende beſtehen.

Nur in ſeltenen Fällen fehlen andre Mineralien. Meiſt treten noch Feldſpat und Quarz, in manchen Fällen auch Granat, Augit, Zoiſit, untergeordnet, aber ſelten fehlend, Titanit, Magnetit, Apatit u. a. auf. Die Hornblende iſt ſelten äußerlich kriſtallographiſch begrenzt, meiſt ſtengelig oder faſerig und vielfach parallel gelagert. Iſt die gemeine Hornblende durch Aktinolith erſetzt, ſo werden die Schiefer auch Aktinolith- oder Strahlſteinſchiefer genannt. Die Hornblende verleiht dem Geſtein ſeine dunkelgrüne bis ſchwarze Farbe. Iſt Feldſpat vorhanden, ſo wird er ſich in den meiſten Fällen dem unbewaffneten Auge durch ſeine hellgraue oder weiße Farbe zu erkennen geben. Im feinkörnigen und friſchen Zuſtand ſind Quarz und farbloſer Feldſpat oft nicht unterſcheidbar. Als Umwandlungsprodukte der Hornblende erſcheinen oft Chlorit oder auch Epidot. Die Epidoſite und Epidotſchiefer ſind ſehr eng mit den Hornblendeſchiefern verwandt und teilweiſe aus ihnen hervorgegangen. Sie enthalten neben vorwaltendem Epidot noch Hornblende, Chlorit und Quarz.

Das Korn der Hornblendeſchiefer iſt meiſtens ein mittleres bis feines, ſeltener ein grobes oder dichtes. Die Schieferung wird durch die parallele Lage der Hornblendefaſern oder -prismen erzeugt. Parallel dieſer Längsrichtung ſpaltet das Geſtein in der Regel ziemlich leicht; ſenkrecht dazu iſt es ſchwer zu zertrümmern. Iſt die Lagerung der Hornblendeindividuen eine regelloſe und ihre innere Struktur eine faſerige, dann erlangen die Geſteine eine ſehr große Zähigkeit, und nur ſehr ſchwer laſſen ſie ſich ſprengen und bearbeiten. In dieſem Falle bilden ſie in der Regel auch dicke plumpe Lagen. Feinkörnige und ſchieferige Hornblendeſchiefer ſind dagegen meiſt dünnſchichtig. Ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung nach ſind ſie kieſelſäurearme, dagegen an Eiſen, Kalk und Magneſia reiche Geſteine und enthalten 45—50 % SiO_2, 7—18 % Al_2O_3, 7—25 % $FeO + Fe_2O_3$, 8—15 % CaO, 2—18 % MgO, 0—4 % Alkalien. Das ſpezifiſche Gewicht ſchwankt zwiſchen 2,9—3,1. Ihre Härte bewegt ſich zwiſchen 5 und $5\frac{1}{2}$. Bei der Umwandlung der feldſpatreichen Hornblendeſchiefer entſteht als Endprodukt ein an Brauneiſenerz reicher, wenig ſandiger Lehm. Reine Hornblendeſchiefer verwittern oft ſehr ſchwer und bilden Riffe und Klippen. Als Umwandlungsprodukte der Hornblende ſelbſt erſcheint Epidot oder Chlorit oder bei den tonerdearmen der Serpentin. Die Hornblendeſchiefer treten mit Glimmerſchiefer und Phyllit zumeiſt in den oberen Abteilungen der archäiſchen Schiefer auf, ſeltener im Gneis; in den echten Sedimentärformationen ſind ſie unbekannt.

Die techniſche Verwendung der Hornblendeſchiefer iſt ſo untergeordnet wie die Häufigkeit und Mächtigkeit des Vorkommens in dicken Bänken. Ihre Zähigkeit verleiht ihnen gegen Druck großen Widerſtand, hindert aber ihre Bearbeitung. Für Verwendung in Waſſerbauten ſpricht ihre ſchwere Verwitterbarkeit. Sie laſſen ſich nicht unſchwer ſchneiden, ſchleifen und ſägen und nehmen auch bei ihrer dunkelgrünen bis ſchwarzen Farbe eine ſchöne Politur an. Dickbankige und maſſige Vorkommen laſſen ſich alſo wie Syenit als Dekorationsſtein verwenden, aber nicht ſo leicht bearbeiten.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, III., S. 333. *Leppla.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Horners Diviſionsmethode und Näherungsmethode, ſ. Gleichungen, Bd. 4, S. 562 bezw. 565.

Hornfels, ſ. Fleckſchiefer. Cornubianit iſt ein aus Andaluſit und Glimmer beſtehender Hornfels.

Hornfiſchbein (Indianerfiſchbein), aus Büffelhörnern hergeſtellter billiger Erſatz für echtes Fiſchbein.

Hornhaſpel, im Bergbau ſ. v. w. Haſpel, welcher zum Handbetrieb mit Kurbeln verſehen iſt (ſ. Bremsbergförderung).

Hornkalk, ſ. Kalkſtein.

Hornmehl, ein Stickſtoffdüngemittel mit 13—15% Stickſtoff, das aus dem Horn durch Röſten oder Dämpfen und ſpäteres Mahlen desſelben hergeſtellt wird; ſ. Horn. *Weitz.*

Hornmetalle, frühere Bezeichnung einiger Chlormetalle von einem gewiſſen Grad von Weichheit und Zähigkeit und durchſcheinend wie „Horn"; z. B. geſchmolzenes Chlorſilber, ſublimiertes Queckſilberchlorür, Chlorblei. Die Mineralogen nennen die natürlich vorkommenden Chloride der genannten Metalle Hornſilber, Hornblei u. ſ. w. *Bujard.*

Hornſchiefer, ſ. Hälleflint.

Hornſchienen (Flügelſchienen), ſ. Herzſtück.

Hornſignale werden im Eiſenbahnbetriebe zuweilen an Stelle der durchlaufenden Linienſignale angewendet, die mittels elektriſcher Läutewerke gegeben werden. Ebenſo erſetzt beim Rangierdienſt das Horn zuweilen die Mundpfeife (ſ. Linienſignale, durchlaufende, Rangierſignale). *Köchy.*

Hornſilber, ſ. v. w. Chlorſilber (ſ. d.).

Hornſtatt, im Bergbau ſ. v. w. Haſpelſtatt, d. i. der Aufſtellungsort eines Haſpels in der Grube (ſ. Bremsbergförderung).

Hornſtein, ſ. Quarz.

Hornſteinporphyr, ſ. Quarzporphyr.

Hornwerk, ſ. Feſtungsbau.

Horopter (Sehziel) heißt der Komplex aller derjenigen Punkte der Außenwelt, die bei einer beſtimmten Stellung beider Augen ihre Bilder auf korreſpondierende Netzhautpunkte entwerfen.

Beim Sehen mit zwei Augen entſtehen auf beiden Netzhäuten zwei verſchiedene Bilder der Außenwelt. Gleichwohl erhält der Sehende die Empfindung eines einzigen Bildes aus zwei Gründen: einmal, weil durch Uebung die Augſtellungen ſo übereinſtimmen, daß die vom Sehenden jeweils fixierten äußeren Punkte ihre Bilder je auf die empfindlichſte Stelle der Netzhaut, den gelben Fleck der Netzhautgrube (ſ. Auge), entwerfen. Auch diejenigen Punkte der Außenwelt, deren Bilder in gleicher Entfernung und Richtung von beiden Netzhautgrübchen, in ſogenannten korreſpondierenden Punkten, entworfen werden, rufen einen einheitlichen Geſichtseindruck hervor. Punkte der Außenwelt, deren Bilder nicht auf korreſpondierende Punkte der Netzhäute fallen, werden doppelt geſehen; aber, und das iſt der zweite Grund des Einfachſehens, das Auge vernachläſſigt gewöhnlich unbewußt dieſe doppelt geſehenen Bilder. In der Tat, fixiert man von zwei hintereinander ſtehenden Gegenſtänden den vorderen, ſo ſieht man den hinteren doppelt, und umgekehrt. In der mathematiſchen Behandlung der Horopterkurve (Hering, Helmholtz) betrachtet man jeden Punkt des Horopters als Schnittpunkt zweier Linienhoropter und ſpricht dann von Meridian-, Parallelkreis-, Horizontal-, Vertikalhoropter, vgl. darüber [1]—[3].

Literatur: [1] Helmholtz, H. v., Ueber die Form des Horopters, mathematiſch beſtimmt, Wiſſenſch. Abhandlungen, II., S. 420, Leipzig 1883. — [2] Derſ., Ueber den Horopter, ebend. S. 427. — [3] Derſ., Bemerkungen über die Form des Horopters, ebend. S. 478. *Aug. Schmidt.*

Horoſkop, ſ. Zeitbeſtimmung.

Horrebow-Talcotts Methode, ſ. Polhöhenbeſtimmung.

Hoſpital (Spital, norddeutſch Spittel), ſeit Jahrhunderten die Bezeichnung für ein Gebäude zur Unterbringung und Pflege von armen, alten oder gebrechlichen Menſchen, welche für ihren Unterhalt nicht Sorge tragen können.

In früherer Zeit begriff man hierunter im allgemeinen alle Wohltätigkeitsanſtalten, alſo auch diejenigen, welche heute unter den engeren Begriff des Krankenhauſes (ſ. d.) oder der Heilanſtalt fallen. Seit der ſtrengen Scheidung in Anſtalten zur Heilung und ſolche zur ſtändigen Pflege und Verſorgung Hilfsbedürftiger iſt das Hoſpital eine ſelbſtändige Anſtalt geworden, welche durch Stiftungen oder aus öffentlichen Mitteln, beſonders der Gemeinden, erhalten wird. Je nach den Zwecken unterſcheidet man: 1. Pfründnerhäuſer, Aſyle, Bürgeraſyle, Alterverſorgungshäuſer für bemittelte, alleinſtehende Perſonen, welche den Reſt ihres Lebens in geſundem, ruhigem Aufenthalt ſorgenfrei verbringen wollen. Dieſelben erhalten entweder eine eigne abgegrenzte Wohnung mit beſonderer Verpflegung oder Unterkunft

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in nicht zu großen allgemeinen Schlafſälen und Tagräumen. 2. Armenhaus, Pflegeanſtalt für unbemittelte, auch ſieche Leute, deren Erhaltung der Armenkaſſe zur Laſt fällt; dieſe werden ihren Kräften entſprechend zu geringer Arbeit beigezogen. Die Grundrißanlage kann nach zwei Arten erfolgen, wobei die Trennung nach Geſchlechtern und die Zuführung von viel Licht und Luft im Auge zu behalten iſt: a) Mehrſtöckige Gebäude mit langen Flügeln, weiten Höfen und Gärten. b) Kleinere Gebäude, um das Verwaltungs- und das Wirtſchaftsgebäude gruppiert.

Literatur: Handbuch der Architektur, 4. Teil, 5. Halbbd., Darmſtadt 1891, 6. Kap., S. 130 ff. — [2] Baukunde des Architekten. Bd. 2, Berlin 1884, S. 448 ff. ſowie S. 456 ff. *Weinbrenner.*

Hoſpitalſchiff, ein zu Lazarettzwecken eingerichteter Handelsdampfer. Dasſelbe bildet ein Begleitſchiff für größere Geſchwader.

Hoſpiz, ſ. v. w. Fremdenherberge bei Klöſtern; auch in neuerer Zeit noch gebräuchlich für Herbergen in unbewohnbaren Gebirgsgegenden, in welchen Reiſende Aufnahme und wenn nötig ärztliche Hilfe und Pflege erhalten können.

Hotchkiß-Kanone, ſ. Schnellfeuergeſchütze.

Hotel, ſ. Gaſthof.

Hoteltelegraphen, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 768, und Haustelegraphen.

Hotflue, ein aus Ziegelſteinen gemauerter, kanalartiger, gewölbter Raum, der ein möglichſt ſchnelles Trocknen des gepflatſchten oder bedruckten Gewebes bei höherer Temperatur bezweckt.

Die Erwärmung der Luft in demſelben geſchieht entweder durch indirekten Dampf oder durch Feuerungsgaſe, die durch einen am Boden befindlichen, leicht geneigten und mit übergreifenden Eiſenplatten abgedichteten Kanal in eine Eſſe ſtrömen. Das durch einen Spalt in der Wandung in den Trockenraum eintretende Gewebe wird über Leitwalzen weitergeführt, kehrt, an ſeinem Ende angelangt, um und verläßt ihn getrocknet durch denſelben Spalt, vor dem der Bewegungs- und Ablegemechanismus für das Gewebe angebracht iſt. Beſonders in der Kattundruckerei angewendet. *R. Möhlau.*

Houari-Takelage, auch Slidinggunter-Takelage genannt, ſ. Beſegelung.

Hourdis, große Hohlſteine aus gebranntem Ton, welche zur Ueberdeckung zwiſchen eiſernen Trägern benutzt werden; vgl. Decke, Bd. 2, S. 684.

Howeſche Gitterbrücken, ſ. Brücken, hölzerne, Bd. 2, S. 343.

HP (horse-power), engliſche Abkürzung für Pferdeſtärke.

Hub (Kolbenhub) heißt der Weg, den der Kolben einer Dampfmaſchine, Gasmaſchine, Pumpe, Gebläſemaſchine u. ſ. w., kurz einer Hubmaſchine (ſ. d.) von einer Zylinderſeite bis zur andern zurücklegt.

Zur Hubbegrenzung dient die Hilfsrotation, und bei Anwendung der letzteren iſt der Hub ſtets gleich dem doppelten Kurbelradius. Bei Maſchinen ohne Hilfsrotation (direkt wirkende Dampfpumpen nach amerikaniſchem Syſtem, z. B. Worthington-Pumpen) dient dem gleichen Zwecke ein Dampfpolſter, d. h. eine beſtimmte, gegen Ende des Hubes auf jeder Zylinderſeite eingeſchloſſene Menge des Auspuffdampfes, die komprimiert wird und bei wachſendem Druck den Stillſtand des Kolbens bewirkt. Aus dem Hube h in Metern und der minutlichen Tourenzahl n einer Maſchine berechnet ſich nach der Formel $c = h \cdot n : 30$ die mittlere Kolbengeſchwindigkeit in Metern in der Sekunde. *v. Ihering.*

Hubbegrenzung, automatiſche, für Aufzüge; ſelbſttätig wirkender Mechanismus zur Umſteuerung des Waſſerzufluſſes bei hydrauliſchen oder des Dampfzufluſſes bei Dampfaufzügen, oder zur Ausrückung der Transmiſſionen bei Transmiſſionsaufzügen, oder endlich zur Stromumſchaltung oder -unterbrechung bei elektriſchen Aufzügen, der zur Wirkung kommt, ſobald der Aufzug ſeine höchſte Lage überſchreitet; ſ. Aufzüge. *v. Ihering.*

Hubbrücken, ſ. Brücken, bewegliche.

Huber-Preßverfahren, ein von Huber angegebenes Hohlpreß- (Hohlpräg-, Stanz-) verfahren mittels hohen Waſſerdrucks. Näheres ſ. Prägen.

Hubmaſchinen, im Gegenſatz zu rotierenden Maſchinen ſolche, bei denen durch Hin- und Herbewegung eines Kolbens entweder (bei Kraftmaſchinen) Arbeit gewonnen wird oder (bei Arbeitsmaſchinen, wie Pumpen, Gebläſen u. ſ. w.) Arbeit an die zu bewegende Flüſſigkeit (Waſſer, Luft oder andre gasförmige Körper) abgegeben wird. Dieſelben werden auch Kolben- oder Zylindermaſchinen genannt. *v. Ihering.*

Hubzähler, ſ. Geſchwindigkeitsmeſſer.

Hubzylinder, der Arbeitszylinder bei hydrauliſchen, pneumatiſchen und Dampfaufzügen; ſ. Aufzüge.

Huckaback (engl.), abgekürzt Huck, ſ. v. w. gemuſtertes Gerſtenkornleinen, d. i. grobfädiges Leinengewebe mit kleinkörnigem Muſter, beſonders für Handtücher beliebt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hügel, ſ. Berg.

Hühnerſtälle, ſ. Federviehſtälle.

Hülbe, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 788.

Hülf . . ., ſ. Hilf . . .

Hüllkurve, ſ. Enveloppen.

Hülſenmaſchine, ſ. Zündwaren.

Hürde, Ausdruck für die bei der Deichverteidigung verwendeten Fleeken (ſ. Deichverteidigung). Vgl. a. Schafſtälle.

Hüſing, eine aus drei Garnen zuſammengedrehte Leine, welche für Bändſel oder zum Kleiden von Tauwerk benutzt wird.

Hütte, 1. ein kleines, niedriges Haus, das nur auf kurze Zeit meiſt aus Holz, Stroh, Rohr, Zweigen u. dergl. errichtet iſt; 2. ein einzeln ſtehendes, zu beſtimmten Gewerbszwecken dienendes Gebäude (Hüttenwerk), wie Glashütte, Schmelz-, Pech-, Ziegelhütte u. ſ. w. *Weinbrenner.*

Hütte eines Schiffes, ein Aufbau auf dem Oberdeck.

Steht derſelbe im Vorſchiff, ſo reicht er nicht von Bord zu Bord des Schiffes und umfaßt dann meiſt das Volkslogis — Mannſchaftsraum — und die Kombüſe. Am Heck gelegen, reicht die Hütte, auch Poop genannt, von Bord zu Bord und iſt meiſt als Kajüte eingerichtet. *T. Schwarz.*

Hüttenglas, in der Maſſe gefärbtes Tafelglas.

Hüttenrauch, aus metallurgiſchen Oefen abgehende Gaſe, welche dampf- und ſtaubförmige Metalle und Metallverbindungen mit ſich führen.

Hüttenwerke (Transport- und Lageranlagen auf Hüttenwerken). Das wirtſchaftlich wichtigſte Gebiet, das bei der Bewegung und Lagerung von Rohſtoffen überhaupt in Betracht kommt, liegt im Bergbau- und Hüttenweſen (Hüttenrohſtoffe: Erze, Brennſtoffe, Kalkſteine, Erden, Schlacken u. ſ. w.). Die Weltlage verlangt eine zunehmende Bewertung des Zeitfaktors; das beweiſt am beſten das nicht zu leugnende, auf allen Gebieten der Induſtrie in den letzten Jahren das Erwerbsleben ſcharf kennzeichnende Hindrängen auf Schnell- und Maſſenbetriebe bei größtmöglicher Erſparnis an Zeit und Arbeitsmitteln, und dieſe Tatſache bedingt in erſter Linie die Ausſchaltung des Menſchen als Kraftmaſchine, insbeſondere an den Stellen, wo auch hygieniſche Rückſichten die gleichen Forderungen ſtellen.

Da im übrigen auf den Hüttenwerken, wie bei den Gasfabriken (ſ. d.), faſt alle unter „Maſſentransport“ aufgeführten Förder- und Lagermittel Anwendung finden, ſo iſt hier auf dieſes Stichwort wie auf alle darunter aufgeführten Begriffe hingewieſen. Hervorgehoben ſei aus der einſchlägigen (ſehr umfangreichen)

Literatur: Frahm, „Stahl und Eiſen“ 1898, S. 175; 1900, S. 513; 1903, S. 1038; Buhle, Glaſers Ann. 1898, II, S. 41 ff.; Sahlin, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 760 ff.; Schrödter, „Stahl und Eiſen“ 1900, S. 3 ff.; Buhle, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 509; Lührmann, „Stahl und Eiſen“ 1900, S. 564; Aumund, ebend. 1900, S. 825 ff.; Johnſton, ebend. 1901, S. 14 ff.; Langheinrich, ebend. 1901, S. 953 ff.; Haedicke, ebend. 1901, S. 975 ff.; Raſch, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1525 ff.; v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journ. 1902, S. 245; 1906, S. 273, und Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1345; Stephan, Gewerbefleiß 1902, S. 277 ff.; Kotzſchmar, ebend. 1903, S. 191 ff.; Brennecke, „Stahl und Eiſen“ 1904, S. 1113 ff.; Althaus, „Glückauf“ 1904, S. 1209 ff.; Johannſen, „Stahl und Eiſen“ 1905, S. 15 ff.; Kirdorf, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 94 ff.; Oſann, „Stahl und Eiſen“ 1905, S. 1281 ff.; Simmersbach, ebend. 1906, S. 262 ff.; Dieterich, ebend. 1906, S. 380 ff.; Buhle, ebend. 1906, S. 641 ff.; ferner: Wedding, H., Ausführliches Handbuch der Eiſenhüttenkunde, Bd. 3, S. 663 ff.; Vogel, Jahrbuch für das Eiſenhüttenweſen; Buhle, Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern), Bd. 3, S. 6, 57, 93, 148, 169, 214 ff. und 241 ff.; Zeitſchriftenſchau der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., „Bergbau“, „Eiſenhüttenweſen“, „Lade- und Lagervorrichtungen“, „Seil- und Kettenbahnen“. *M. Buhle.*

Hufſtabeiſen, eine gute Handelseiſenſorte mit rund 3500 kg/qcm Zugfeſtigkeit und 12% Dehnung.

Hughes-Apparat, ein Typendrucktelegraph; ſ. Telegraphie.

Hughes Mikrophon, ſ. Telephonie.

Huile simili, ſ. Firniserſatz.

Hulk, der Rumpf eines abgetakelten Schiffes, welcher bei aus den Schiffsliſten geſtrichenen Schiffen für Hafenzwecke verwendet wird, zum Stauen von Kohlen — Kohlenhulk —, als Kaſerne für Marineſoldaten — Kaſernenhulk.

Humboldtſcher Kompreſſor, ſ. Luftkompreſſor.

Humus iſt jene dunkle in fortwährender Verweſung begriffene organiſche, namentlich pflanzliche Subſtanz, die keine organiſche Struktur mehr zeigt. In

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

chemiſcher Hinſicht beſteht der Humus aus oxydierbaren Kohlenſtoffverbindungen (durchſchnittlich 58% Kohlenſtoff); jedoch ſind dieſelben ſo unbeſtändig und verſchiedenartig zuſammengeſetzt, daß eine chemiſche Formel nicht gegeben werden kann. Bei der Zerſetzung der Kohlenſtoffverbindungen geht mehr Waſſer als Kohlenſtoff verloren, weshalb der Humus mehr oder weniger dunkel gefärbt erſcheint.

Nach Mulder (Chemie der Ackerkrume, deutſch von Grimm, Leipzig 1882, S. 245) ſind es drei in chemiſcher Hinſicht noch nicht genau charakteriſierte Stoffe, welche dem Humus die dunkle Färbung geben, namentlich Ulmin, Humin und Gein. Alle drei Verbindungen ſind ſtickſtoffhaltig und können unter gewiſſen Bedingungen in Humusſäure übergehen, von denen nur Huminſäure auch bezüglich ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung bekannt iſt. Nach Detmer beſteht ſie aus $C_{60}H_{54}O_{27}$ (Landw. Verſuchsſtation, Bd. 14, S. 248, und Bd. 18, S. 468). Durch weitere Oxydation der Humusſäuren entwickeln ſich ſehr ſtarke, ſauerſtoffreiche Säuren, die Apokrenſäure oder Quellſalzſäure und die Krenſäure oder Quellſäure, welche in hohem Grade die Fähigkeit haben, mineraliſche Bodenbeſtandteile löslich zu machen, und ſich unter Zutritt von Sauerſtoff leicht zerſetzen, d. h. in Kohlenſäure und Waſſer zerfallen. Hierdurch erklärt ſich die verhältnismäßig raſche und günſtige Wirkung der Phosphorſäure des Thomasſchlackenmehls in humusreichen Bodenarten. Landwirtſchaftlich unterſcheidet man dreierlei Arten von Humus: 1. Milden oder ſüßen Humus; derſelbe entſteht durch Zerſetzung der ſäurearmen organiſchen Subſtanz bei reichlichem Luftzutritt und iſt für die phyſikaliſche Verbeſſerung der Bodenarten der beſte Dünger. 2. Saurer Humus entſteht bei der Zerſetzung organiſcher Subſtanzen bei nicht hinreichendem Luftzutritt, z. B. in dichten, waſſerhaltenden Bodenarten oder auf Wieſen, die ſtark mit Moos behaftet ſind; dieſe Säuren laſſen ſich durch das Aufführen von gelöſchtem Kalk leicht neutraliſieren. Man verwendet in Zeiträumen von 6 zu 6 Jahren 15—25 Kilozentner auf 1 ha. 3. Adſtringierender Humus entſteht durch Zerſetzung gerbſäurereicher, harzhaltiger Pflanzenſtoffe (Heidekraut, Eichenrinde u. ſ. w.) bei ganz unzureichendem Luftzutritt. Dieſer Humus iſt dem Pflanzenwuchs geradezu ſchädlich und läßt ſich nur durch jahrelange intenſive Bodenbearbeitung, Kalkdüngung u. ſ. w. in einen milden Humus verwandeln.

Der Humus als ſolcher iſt keine Pflanzennahrung, ſondern nur feine Zerſetzungsprodukte; dagegen trägt derſelbe, wenn er in nicht zu großen Mengen im Boden vorhanden iſt, ſehr zur Verbeſſerung der phyſikaliſchen Eigenſchaften bei und iſt in dieſer Hinſicht für die dauernde Erhaltung der Fruchtbarkeit unentbehrlich. Der Humusgehalt eines Bodens wird dadurch feſtgeſtellt, daß eine gewiſſe Menge lufttrockenen Bodens abgewogen und dann durchgeglüht wird. Der entſtandene Gewichtsverluſt iſt Humus.

Literatur: Heiden, Düngerlehre, 2. Aufl., Berlin 1886, Bd. 2, S. 115; Wolff, E. v., Anleitung zur chemiſchen Unterſuchung, 3. Aufl., ebend. 1875, S. 40; Wollny, Die Zerſetzung der organiſchen Stoffe und die Humusbildung, Heidelberg 1897.

Hund (Wendehaken), Beſtandteil des Jacquardgetriebes, dient zum Schalten des Prismas (ſ. Weberei).

Hund, im Bergbau ein Wagen beſtehend aus einem länglichen, oben offenen Kaſten, welcher auf zwei Achſen mit vier Rädern ruht (ſ. Streckenförderung).

Hundebeförderung, ſ. Eiſenbahnverkehr, -wagen.

Hundehaare (Hundeweiß), die markhaltigen Grannen- und ſteifen Stichelhaare unter der als Merino oder Edelwolle bezeichneten Schafwolle, die den Wert der Ware verringern. Merino ſoll nur aus markloſen Wollhaaren beſtehen.

Hundeſtall, Unterkunftsraum des Hundes.

Bei einem Hund genügt eine Hundehütte aus Holz, 1—1,5 m lang, 0,6—0,9 m breit und 1 m hoch, bei welcher der Boden aus Eichenholz um 12 cm über dem äußeren Boden erhöht iſt. Für mehrere Hunde iſt eine Reihe von niederen Gelaſſen anzuordnen, welche von einem Gang aus zugänglich, durch Zwiſchenwände aus Holz oder Backſtein getrennt und mit einem ins Gefäll gelegten, erhöhten Boden einzurichten ſind. Die Türe iſt mit einem 30 × 35 cm großen Loche zu verſehen, ſo daß nur ein Hund zumal durchſchlüpfen kann. Die Gelaſſe ſind mit vergitterten Fenſtern zu erhellen und zu lüften. Die großen Hundeſtälle oder Zwinger für ganze Meuten von 50—60 Hunden erhalten außerdem Wohnungen für Wärter und Jagdknechte (Piqueure); ſie ſind mit einem hoch umgrenzten Hof, in welchem fließendes Waſſer zum Tränken und Baden vorhanden, in Verbindung zu bringen. *Weinbrenner.*

Hundredweight, abgekürzt Cwt, Gewicht, in England = 112 engl. Pfund = 50,8024 kg. In den Vereinigten Staaten, in Kanada und Jamaika benutzt man ſtatt des Cwt das Central (ſ. d.) zu 45,359 kg.

Hundſpünt, die mit einem Auge verſehene Verjüngung des Tamps einer Troſſe, um das Durchſcheren derſelben durch Blöcke zu erleichtern.

Hundſtößer, ein gewöhnlich jugendlicher Arbeiter, welcher im Bergbau die Beförderung der in den Hunden (ſ. d.) verladenen Mineralien zu beſorgen hat.

Hungerbrunnen, ſ. Quelle.

Hungerige (gezwungene) Ware, ſ. Wirkerei.

Hungerſtein, ſ. Salz.

Hunsrückſchiefer, dunkelgraue, ſehr feinkörnige und gleichmäßige, meiſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dünn und transverſal geſchieferte Tonſchiefer, welche eine ſehr mächtige Schichtenreihe über dem Taunusquarzit im Unterdevon des rheiniſchen Schiefergebirges, alſo im Hunsrück und am Nordabhang des Taunus, ausmachen.

Die Schiefer ſind meiſt ſeidenglänzend und phyllitiſch, führen zuweilen etwas Schwefelkies, ſind kalkarm bis -frei, werden im dünn- und ebenſchiefrigen Zuſtand bei leichter Spaltung als Dachſchiefer verwendet und in zahlreichen Gruben von der unteren Saar an über den Rhein (Caub) bis ins Naſſauiſche abgebaut. Bei dem Mangel andern Baumaterials werden die dickſchiefrigen Lagen auch vielfach zur Herſtellung von rauhem Mauerwerk verwendet, in welchem ſie der Verwitterung außerordentlich lang widerſtehen. Ein Behauen iſt der ſtarken Schieferung wegen nicht möglich. Ihre Verwitterungsprodukte ſind lehmiger und kalkfreier Art und geben in ſtärkerer Mächtigkeit einen ziemlich ſchweren Ackerboden. Die Waſſerfaſſung iſt trotz der vielen Schieferriſſe und Klüftchen ſehr minimal, daher ſind Quellen ſelten und Hochwaſſerſchäden häufig. *Leppla.*

Huntprozeß, der Kupfergewinnung, ſ. unter Kupfer.

Hurrikandeck, ein leichtes Schiffsdeck über den Aufbauten des Oberdecks. Auf den Paſſagierdampfern dient es als Promenadendeck.

Hut, 1. Baldachin (ſ. d.). — 2. Haube oder Kappe = oberſte Bedeckung eines Mauerkörpers, z. B. einer Einfriedigungsmauer; auch oberſte ſchützende Endigung eines Schornſteins (Schornſteinaufſatz). — 3. Oberteil eines gebrochenen Daches. *Weinbrenner.*

Hut, eiſerner, ſ. Gang.

Hutmann, ſ. Grubenbetrieb.

Huyghensſches Prinzip, ſ. Wellenbewegung.

Hyalit, ſ. Opal.

Hyalitglas (Lavaglas), dunkle, durch Schmelzen von Eiſenſchlacken, Baſalt oder Lava mit 2% Kohlenpulver und 5—6% Knochenaſche erhaltene Glasmaſſe, aus der Flaſchen zur Aufbewahrung lichtempfindlicher Subſtanzen, auch Luxusgegenſtände hergeſtellt werden.

Hyalochromien, die fabrikmäßig zumeiſt durch Uebertragung von mit Schmelzfarben hergeſtellten Abziehbildern (ſ. d.) auf Glas und nachfolgendem Einbrennen erzeugten Fenſterbilder; vgl. Diaphanien und Keramiſcher Druck.

Hyalographie, von Bromeis in Hanau und Böttcher in Frankfurt angeblich erfundenes und von Piil in Wien verbeſſertes Radier- und Aetzverfahren auf Glasplatten für Dekorierungszwecke und zur Herſtellung außerordentlich ſcharfer Originaldruckplatten (zumeiſt Tiefdruckformen).

In einem z. B. aus 1 Teil Spermacet und 2 Teilen ſyriſchem Aſphalt auf die Glasplatte aufgetragenen Aetzgrund wird die Zeichnung mit einer Nadel ſcharf derart eingeritzt, daß das Glas an dieſen Stellen völlig vom Deckgrunde entblößt wird, worauf man mittels Flußſäure ätzt. — Auf dieſe Weiſe erzeugte Druckplatten können wohl auch direkt benutzt werden, beſſer iſt es jedoch, ſie galvanoplaſtiſch abzuformen (vgl. Hyalotypie).

Literatur: Piil, C., Verſuche in der Hyalographie, Wien 1853. *A. W. Unger.*

Hyalomelan, ſ. Gläſer, natürliche.

Hyaloſiderit, ſ. v. w. Olivin (ſ. d.).

Hyalotypie (Glasdruck), von Hann in Warſchau (1829) angegebenes Verfahren zur Erzeugung von Glashoch- und -tiefätzungen für den Buch- und Kupferdruck (vgl. Hyalographie).

Winterhoff in Köln arbeitete (1890) eine ähnliche Methode für lithographiſche und Buchdruckzwecke aus. Als Hyalotypie wurden auch Prozeſſe bezeichnet, bei welchen ein zum Kopieren auf lichtempfindliche Stoffe geeignetes Negativ dadurch erhalten wird, daß man in eine auf Glasplatten aufgetragene undurchſichtige Schicht die Zeichnung derart einritzt, daß die Platte an dieſen Stellen wieder transparent wird. Derartige Glasradierverfahren werden neuerdings wieder mehrfach benutzt. Oder man bemalt die Glasfläche, um das Ausſehen einer getuſchten Zeichnung zu erzielen, mit verſchieden konſiſtenter Bleiweißfarbe.

Literatur: Netto, Fr. A. W., Die Glasdruckkunſt oder Hyalotypie, Quedlinburg 1840; Kampmann, Titel u. Namen der verſchiedenen Reproduktionsverfahren, Wien 1891. *A. W. Unger.*

Hyalurgie, Glasbereitung, ſ. Glas.

Hyazinth, ſ. Riechſtoffe, künſtliche, und Zirkon.

Hydralcelluloſe, ein Produkt der Hydratation der Celluloſe, dem nach Bumcke und Wolffenſtein [1] die Formel $6C_6H_{10}O_5 + H_2O$ zukommt.

Hydralcelluloſe bildet ſich bei der Behandlung der Celluloſe mit mäßig ſtarken Oxydationsmitteln und läßt ſich insbeſondere durch langandauernde Einwirkung von verdünntem Waſſerſtoffſuperoxyd auf zerkleinertes Filtrierpapier bei gewöhnlicher Temperatur erhalten. Im reinen Zuſtand ſtellt ſie eine weiße, pulverförmig zerfallene Maſſe dar, die Fehlingſche Löſung in der Wärme reduziert, ſich mit Phenylhydrazin vereinigt und durch Natronlauge in Celluloſe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Acidcellulose (s. Hydrocellulose) gespalten wird. Sehr wahrscheinlich ist auch die Veränderung, welche die Baumwolle durch starke Chlorkalklösung erleidet, auf die Bildung von Hydralcellulose zurückzuführen.

Literatur: [1] Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft, Bd. 32, 2493. *Häußermann.*

Hydranten (Wasserpfosten, Feuerhähne), Vorrichtungen, um aus Druckwasserleitungen Wasser zum Begießen der Straßen und Gärten (s. Gartenhydranten) sowie für die Zwecke der Feuerlöschung zu entnehmen; sie werden in den Straßen und auf den öffentlichen Plätzen, wie auch im Innern der Häuser, in Höfen und Wohnungen angebracht.

Die Straßenhydranten stehen in unmittelbarer Verbindung mit dem Wasserleitungsrohrnetz und werden entweder direkt über dem Straßenrohr oder besser seitlich unter dem Trottoir aufgestellt und in letzterem Falle durch Zweigleitung verbunden. Die hauptsächlich in Württemberg übliche Unterbringung der Hydranten in zugänglichen gemauerten Schachten findet anderwärts selten statt; bei den meisten Wasserleitungen werden die Hydranten unter dem Straßenniveau in das Erdreich gestellt und mit einer gußeisernen Straßenkappe überdeckt, in welcher die Anschlußteile für Standrohre oder Schläuche zugänglich und für den Gebrauch bereit liegen (Unterflurhydranten). Der Umstand, daß die Straßenkappen im Winter sich mit Schnee und Eis bedecken und dann schwer zu öffnen, auch bei Nacht nicht immer leicht zu finden sind, hat in neuerer Zeit Veranlassung gegeben zur Konstruktion der sogenannten Ueberflurhydranten (s. d.), bei welchen die Anschlüsse stets sicher zur Hand an einem über der Straßenhöhe stehenden gußeisernen Ständer angebracht sind. Ein Haupterfordernis für alle Straßenhydranten ist Frostsicherheit; es müssen deshalb Vorrichtungen angebracht werden, durch welche der Hydrantenkörper nach Gebrauch bis zur frostfreien Tiefe (ca. 1 m unter der Oberfläche) entleert werden kann. Die Entleerung findet entweder durch jedesmalige Handhabung eines Entleerungsventils statt oder auch selbsttätig beim Abschluß des Hauptventils. Manche Hydranten sind auch so eingerichtet, daß man durch eine besondere verschließbare Oeffnung den Saugschlauch einer kleinen Handpumpe einführen kann, wonach man den Wasserinhalt herauspumpt.

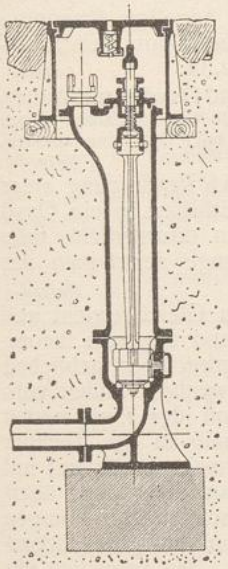


Fig. 2.

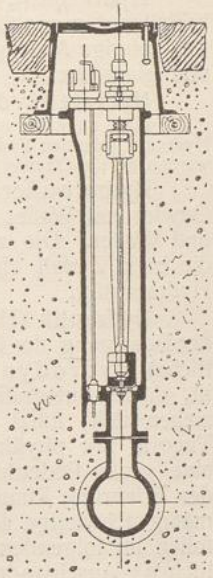


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen Hydranten mit nichtselbsttätiger Entleerung; das Entleerungsventil wird mittels einer Zugstange in die Höhe gezogen. Fig. 2 zeigt einen Hydranten mit selbsttätiger Entleerung. Hier trägt das Hauptventil seitlich einen kleinen Schieber, der eine in der Wandung des Gehäuses angebrachte Oeffnung verschließt, und zwar durch den Wasserdruck selbst, der einen im Schieber vorhandenen Leder- oder Metallstreifen gegen die Oeffnung andrückt, wenn das Ventil sich in gehobenem Zustand befindet. Mit dem Niedergehen des Hauptventils kommt der Schieber unter die Entleerungsöffnung herunter und diese wird frei, so daß das Wasser aus dem Steigrohr des Hydranten ausströmt. In jedem Falle muß dafür gesorgt werden, daß das austretende Wasser abfließen kann; bei undurchlässigem Boden sind daher Ableitungen nach Kanälen oder tiefliegenden Gruben herzustellen. Die Hydranten, welche in die Erde eingelassen werden, müssen so eingerichtet sein, daß man sie reparieren kann, ohne aufgraben zu müssen. Mit Ausnahme des Karlsruher [1] und des v. Rollschen Hydranten (D.R.P. Nr. 12507) lassen die Selbstschlußhydranten in der Zwischenstellung, d. h. unmittelbar nach dem Oeffnen oder vor dem Schließen des Ventils, Wasser unter Druck entweichen. Injektorhydranten werden durch eine besondere Hochdruckleitung in ihrem Wasserergebnis verstärkt [3], [4]. Eine große Zahl von Unterflurhydranten sind durch Zeichnungen und Beschreibungen in [1] und [2] erläutert. Die verschiedenen übrigen Systeme u. s. w. ersieht man am besten aus den Patentschriften D.R.P. Nr. 3727, 4040, 4501, 4962, 5083, 7520, 7874, 8618, 9609, 10674, 12507, 14266, 16799, 22007, 24514, 25156, 25159, 25160, 27761, 28472, 31861, 32056, 34039, 35358, 35359, 35726, 35932, 36349, 39160, 43663, 44325, 50471, 57728, 60068, 61186, 64606, 66503, 67740, 75179, worauf wir verweisen.

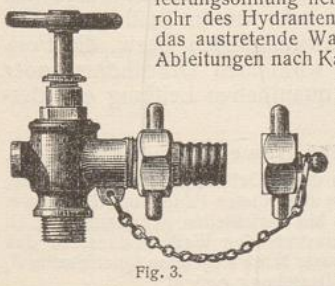


Fig. 3.

Die Straßenhydranten erhalten in der Regel 65 oder 80 mm Ventilweite, in Privatgrundstücken auch 50 oder 40 mm. Die größten Hydranten haben 100 mm Ventilweite. Zur Ent-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nahme des Waſſers dienen meiſtens Standrohre, welche mittels Bajonettverſchluß aufgeſchraubt werden und welche oben eine oder zwei Verſchraubungen für den Schlauchanſchluß tragen (Bd. 3, S. 790). Direkter Schlauchanſchluß an die unterirdiſch angebauten Hydranten kommt wenig vor und iſt unzweckmäßig. Schlauchverſchraubungen, Aufſatzröhren u. ſ. w. ſ. Bd. 3, S. 778 und 790.

Die Hydranten im Inneren der Gebäude und Wohnungen ſind zum Teil Auslaufhähne mit Schlauchverſchraubung, meiſtens aber Eckhähne nach Fig. 3. Die Verſchlußkappe dient zur Sicherung des Gewindes bei abgenommenem Schlauch; ſolche Hydranten werden in den Korridoren, Treppenhäuſern, Speiſeräumen u. ſ. w. angebracht.

Ueber die Bedienung der Hydranten und Feuerhahnen ſ. Bd. 3, S. 789.

Literatur: [1] Hydranten für Straßen, Höfe und Gärten (Zuſammenſtellung mit Zeichnungen von Unterflurhydranten), Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1873, S. 153 ff. — [2] Blum, in den Verhandlungen des Ver. f. Bef. d. Gewerbeſl. in Preußen 1877 (ebenfalls Zuſammenſtellung der Syſteme von Unterflurhydranten). — [3] Grahn, Londoner Hydranten (Injektorhydranten), Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1879, S. 664. — [4] Berthot, P., Traité de l'élévation des eaux, Paris 1893, S. 347. *Blecken.*

Hydrantenſchachtdeckelſchlüſſel, -ſteg, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 789.

Hydrargillit, Mineral, Tonerdehydrat $Al_2O_6H_6$ (65,5 % Al_2O, 34,5 % H_2O), kriſtalliſiert monoklin in ſechsſeitigen Tafeln, meiſt jedoch kugelige, ſchuppige und faſerige Aggregate. Farblos, weiß bis hellgrün, -blau oder -rot; perlmutter- und glasglänzend; durchſcheinend; Härte 2,5; ſpez. Gew. 2,34. *Leppla.*

Hydrate (Hydroxyde), Verbindungen von Oxydulen und Oxyden mit Waſſer. Man kann ſie auffaſſen als Subſtitute der Oxyde, in denen die Sauerſtoffatome durch Hydroxyl vertreten ſind. Je nachdem ſich die Hydrate von Oxyden oder Oxydulen ableiten, werden ſie als Oxydhydrat bezw. Oxydulhydrat bezeichnet. *Bujard.*

Hydratwaſſer. Die meiſten Hydrate können ſich durch Vereinigung eines Oxydes mit Waſſer bilden, ſie zerfallen auch meiſt beim Erhitzen in ein Oxyd und Waſſer. Die zur Bildung eines Hydrates aus Oxyden erforderliche oder die beim Zerfall eines Hydrates ſich abſpaltende Waſſermenge nennt man das Hydratwaſſer. *Bujard.*

Hydraulik (Hydromechanik), die Lehre von dem Gleichgewicht und der Bewegung der Flüſſigkeiten, ſpeziell des Waſſers. Während die (rein theoretiſche) Hydrodynamik (ſ. d.) für die Praxis ziemlich unfruchtbar geblieben iſt, da die Integration der Grundgleichungen ſich nur in wenigen Fällen vollziehen läßt, ſtützt ſich die Hydraulik auf eine Kombination der ſogenannten Theorie mit phyſikaliſchen Beobachtungen. Sie hat deshalb in der Technik eine große Bedeutung, ſoweit die von ihr gelieferten Formeln annähernd mit der Erfahrung ſtimmen und ſo geſtaltet ſind, daß ihre Verwendung ohne übermäßig ſchwierige Rechnungen möglich wird. Dieſe einfachſten Beziehungen ſollen im folgenden vorgeführt werden; wer die zahlreichen ſonſtigen „theoretiſchen“ Auseinanderſetzungen wohlgeordnet überſehen will, den verweiſen wir zunächſt auf [1] und die weiter im Text angegebene Literatur. Die Hauptaufgaben der Hydraulik erſtrecken ſich auf den Ausfluß des Waſſers aus Gefäßen, den freien Ueberfall des Waſſers über Wehre, die Bewegung des Waſſers in Flüſſen, Kanälen und Röhren und die Bewegung des Grundwaſſers. In allen dieſen Fällen handelt es ſich entweder um die Ermittlung von Geſchwindigkeiten bezw. Waſſermengen unter gegebenen Verhältniſſen oder um die Beſtimmung der für die Erzeugung und Erhaltung gewiſſer Geſchwindigkeiten bezw. die Fortbewegung gegebener Waſſermengen erforderlichen wirkſamen Druckhöhen oder endlich um die Feſtſetzung der für eine gewiſſe quantitative Leiſtung erforderlichen Waſſerquerſchnitte.

I. Die mit der Zeit unveränderliche ſtationäre Bewegung des Waſſers.

1. Der **Ausfluß des Waſſers aus Gefäßen** erfolgt teils durch Oeffnungen in dünner Wand, teils durch Anſatzröhren aus untergetauchten Oeffnungen. In allen dieſen Fällen ſind die Bahnen der einzelnen Waſſerteilchen gegen die Ausflußmündung A hin verſchieden gekrümmt (Fig. 1), und dies verurſacht eine Einſchnürung (Kontraktion) des austretenden Waſſerſtrahles, ſo daß zwiſchen dem Mündungsquerſchnitte A und dem in unmittelbarer Nähe folgenden Querſchnitte F, in welchem die Waſſerfäden annähernd parallel laufen, die Beziehung beſteht:

$$F : A = \alpha. \qquad 1.$$

Der Wert von $\alpha < 1$ heißt der Kontraktionskoeffizient. Sind, wie fernerhin durchweg angenommen werden ſoll, die Preſſungen p_0 über dem Spiegel des Gefäßes und gegen die Ausflußöffnungen gleich (in der Regel kommt hier nur die atmoſphäriſche Preſſung in Betracht), ſo wird die wirkſame Druckhöhe H mit der Fallhöhe identiſch. Die den Widerſtänden entſprechende Druckhöhe B pflegt man zu ſetzen: $B = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g}$; außerdem iſt die Geſchwindigkeit

von v_0 auf v abzuändern, was einer Druckhöhe von $\frac{v^2 - v_0^2}{2g}$ entſpricht. Man hat alſo $H = B + \frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v^2(1+\zeta) - v_0^2}{2g}$. Aus dieſer Gleichung folgt:

$$v = \sqrt{\frac{v_0^2 + 2gH}{1+\zeta}} = \varphi\sqrt{v_0^2 + 2gH}. \qquad 2.$$

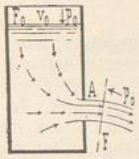


Fig. 1.

Den Koeffizienten $\varphi < 1$, der den Reibungswiderſtänden entſpricht, pflegt man den Geſchwindigkeitskoeffizienten zu nennen. Das Produkt $\alpha\varphi = \mu$ nennt man den Ausflußkoeffizienten. Iſt bei freiem Auslauf aus beliebig geſtalteten Oeffnungen in dünner Wand (Fig. 2) dH die Höhe, $b \cdot dH$ der Querſchnitt eines Elementes und die Geſchwindigkeit v_0 klein genug, daß ihr Quadrat gegenüber $2gH$ vernachläſſigt werden kann, ſo fließt durch dieſes Element die Waſſermenge $dQ = \mu b \cdot dH\sqrt{2gH}$ und durch den ganzen Querſchnitt:

$$Q = \mu \int_{H_1}^{H_2} b \cdot dH\sqrt{2gH}. \qquad 3.$$

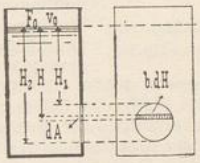


Fig. 2.

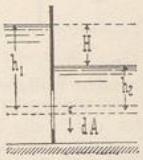


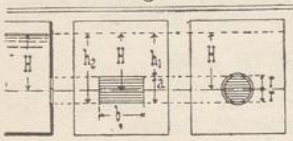
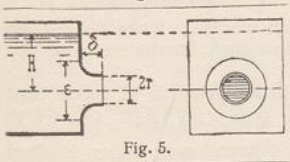
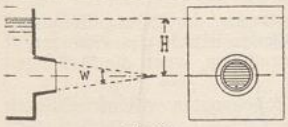
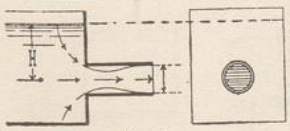
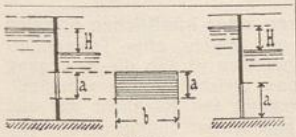
Fig. 3.

Sobald der Ausflußquerſchnitt A in größerer Tiefe unter dem Spiegel des Gefäßes liegt und relativ klein iſt, kann eine konſtante mittlere Geſchwindigkeit in demſelben angenommen werden. Iſt dann H der Abſtand des Schwerpunktes von A unter dem Spiegel, ſo ergibt ſich:

$$Q = \mu A\sqrt{2gH}, \qquad 4.$$

mit welcher Formel meiſtens gerechnet wird. Erfolgt der Auslauf durch kurze Anſatzröhren, ſo gelten dieſelben Formeln; doch wird der Wert von μ um ſo größer, je mehr die Form des Anſatzrohres durch Abrundung die Kontraktion des Strahles verhindert (vgl. a. Zierbrunnen). — Beim Auslaufe unter Waſſer ſteht ein beliebig gelegenes Element dA der Ausflußöffnung vom Oberwaſſer aus unter einer Druckhöhe h_1, vom Unterwaſſer unter einer ſolchen h_2 (Fig. 3). Mithin iſt in allen Teilen des Querſchnittes die wirkſame Druckhöhe $h_1 - h_2 = H =$ der Spiegeldifferenz zwiſchen Ober- und Unterwaſſer. Auch hier gilt die Formel 4., ſofern daſelbſt $H = h_1 - h_2$ geſetzt wird.

In der nachſtehenden Tabelle haben wir für verſchieden geſtaltete Auslauföffnungen die Werte der entſprechenden Koeffizienten beigeſetzt. Im allgemeinen ſind die Formeln nur für kleinere Oeffnungen, die keine einſpringenden Winkel zeigen, brauchbar.

Figur	A	F	v	Q	Bemerkungen
 Fig. 4.	$b(h_2 - h_1)$	$0{,}62\,A$	$\sqrt{2gH}$	$0{,}62\,A\sqrt{2gH}$	$\mu = 0{,}62$ als Mittelwert; veränderlich zwiſchen 0,57 und 0,70
	π	$0{,}62\,A$	$\sqrt{2gH}$	$0{,}62\,A\sqrt{2gH}$	
 Fig. 5.	πr^2	$0{,}97\,A$	$\sqrt{2gH}$	$0{,}97\,A\sqrt{2gH}$	$\mu = 0{,}97$ als Mittelwert; ſchwankt zwiſchen 0,95 und 0,99 $\varepsilon = 4r$, $\delta = 1{,}5 \cdot r$
 Fig. 6.	πr^2	$0{,}99\,A$	$0{,}95\sqrt{2gH}$	$0{,}94\,A\sqrt{2gH}$	Winkel w an der Spitze des Kegels 12 Grad
 Fig. 7.	πr^2	$1\,00\,A$	$0{,}82\sqrt{2gH}$	$0{,}82\,A\sqrt{2gH}$	Druckverluſt im Anſatzrohr ungefähr $0{,}33\,H$
 Fig. 8.	ba	$0{,}62\,ba$	$\sqrt{2gH}$	$0{,}62\,A\sqrt{2gH}$	$\mu = 0{,}62$ als Mittelwert

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die neuere Literatur über den Ausfluß des Waffers aus Gefäßen ift in [1], 8, S. 396, angegeben; auch findet man dort die Behandlung verfchiedener andrer hierher gehöriger Probleme, worauf wir verweifen.

2. Der freie **Ueberfall des Waffers über Wehre** bildet ein fehr wichtiges Kapitel der Hydraulik. Im allgemeinen werden Ueberfallwehre und Grundwehre (f. d.) unterfchieden. Die erfteren haben insbefondere für Waffermeffungen (f. d.) hervorragende Bedeutung erlangt. Eine vollftändige Kontraktion des Strahles findet bei diefen Wehren nicht ftatt; man unterfcheidet folche, bei denen Kontraktion an der Ueberfallfchwelle und an den Seiten ftattfindet (Poncelet-Ueberfall), und folche, die keine Seitenkontraktion aufweifen (Caftelfche Wehre). Befonders die letzteren geftatten die relativ genaueffe Beftimmung der überfallenden Waffermengen. Die theoretifche Grundlage für Berechnung der über ein Ueberfallwehr ftrömenden Waffermenge ift wieder Gleichung 3. Es wird jedoch angenommen, daß entfprechend der Gefchwindigkeit des Waffers im Oberkanal am Spiegel in O (Fig. 9) eine Druckhöhe s, in S d. h. in der durch die Ueberfallfchwelle gelegten Horizontalebene eine von der obengenannten Gefchwindigkeit und der Konftruktion des Wehres abhängige Druckhöhe s_1 vorhanden fei. Zwifchen beiden Stellen O und S ift die eigentliche, auf die Ausflußöffnung bh wirkfame Druckhöhe H gleichmäßig zunehmend, d. h. es wird $H = s + (s_1 - s)\,x : h$ (Fig. 9a): dementfprechend hat man nach Formel 6. für die Ausflußmenge mit konftanter Wehrbreite b:

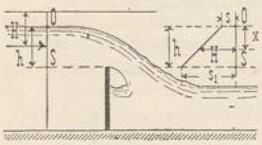


Fig. 9. Fig. 9a.

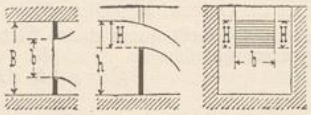


Fig. 10.

$$Q = \mu b \sqrt{2g} \int_0^h dx \sqrt{s + \frac{s_1 - s}{h} x} = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g}\, \frac{h}{s_1 - s} (s_1^{\frac{3}{2}} - s^{\frac{3}{2}}). \qquad 5.$$

Die den verfchiedenen Verhältniffen entfprechenden Werte von s_1, s und $\frac{2}{3}\mu$ wollen in den Art. Grundwehr und Ueberfallwehr fowie in [2], S. 26 ff. nachgefehen werden. Die Höhe h ift etwa 1,5—2 m rückwärts von der Ueberfallfchwelle vom ungefenkten Spiegel aus zu ermitteln.

Für Poncelet-Ueberfälle (Fig. 10) von der Breite b liefert Formel 3. nach Integration mit konftantem b und den Grenzen $H = 0$ und $H = H$:

$$Q = \mu' b \sqrt{2g H^3} \qquad 6.$$

mit $\mu' = \frac{2}{3}\mu$; wenn das Verhältnis $bH : Bh$ (Fig. 10) mit n bezeichnet und b wefentlich kleiner als B gewählt wird, fo daß an den Seitenkanten vollkommene Kontraktion ftattfindet, fo ift zu fetzen: $\mu' = c\,(1 + 1{,}718 \cdot n^4)$,

wobei: $c = 0{,}412 \quad 0{,}407 \quad 0{,}401 \quad 0{,}397 \quad 0{,}395 \quad 0{,}393 \quad 0{,}390$
für $H = 0{,}03 \quad 0{,}04 \quad 0{,}06 \quad 0{,}08 \quad 0{,}10 \quad 0{,}15 \quad 0{,}20$ m.

In der dem Deutfchen Vereine von Gas- und Waffer fachmännern 1901 vorgelegten Befchreibung der Waffervorforgung von Wien find S. 165 für Ueberfälle die Formeln:

$$Q = \mu' b \sqrt{2g (H + s)^3} \text{ mit } \mu' = 0{,}4342 + 0{,}009 \cdot \frac{b}{B} - 0{,}0777 \cdot \frac{H}{h} \text{ und } s = \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{Bh} \right)^2$$

als den dortigen Beobachtungen am beften entfprechend aufgeftellt worden. Diefe Formel gilt allgemein, d. h. fie liefert nicht nur für Poncelet-Ueberfälle, fondern auch für die im folgenden erwähnten Caftelfchen Ueberfälle (Fig. 11) brauchbare Werte.

Bei den Caftelfchen Ueberfällen (Fig. 11) ift $B = b$, d. h. der Ueberfall ift gleich breit wie der rechteckige Zuflußkanal. Auch hierfür gilt die Formel: $Q = \mu' b \sqrt{2g H^3}$ und es ift nach Verfuchen von Hanfen zu fetzen: $\mu' = \frac{0{,}41137}{1 - 0{,}35815 \cdot \sqrt[4]{H^3}}$ während man früher konftant $\mu = 0{,}443$ annahm. Die Differenz $h - H$ foll mehr als 500 mm betragen, der Unterwafferfpiegel mindeftens 150 mm über Gerinneboden liegen. In einer der vertikalen Wände des Gerinnes ift ein mit der Atmofphäre kommunizierendes Luftloch a (Fig. 11) herzuftellen, wenn die Meffungen zu brauchbaren Refultaten führen follen.

In [1], S. 396 und [2] find die wefentlichften Ergebniffe der fogenannten wiffenfchaftlichen Behandlung von Ueberfallwehren und Grundwehren mitgeteilt, worauf wir, insbefondere auch wegen der Literatur, verweifen.

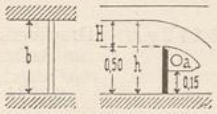


Fig. 11.

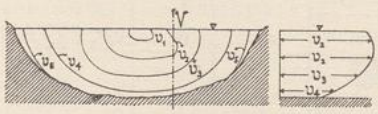


Fig. 12.

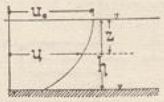


Fig. 13.

3. Die **ftationäre Bewegung des Waffers in natürlichen oder künftlichen Kanälen** (Röhren) geht in Wirklichkeit felten ohne Bildung von Wirbeln und Wellen, ohne Temperaturveränderungen und allerlei äußere Einflüffe vor fich. Genau genommen ift alfo die Bewegung eine pulfierende ([1], S. 346), wird aber in der Rechnung als eine gleichbleibende unterftellt. Trotzdem ift die exakte mathematifche Darftellung diefer Bewegung mit Rückficht auf alle Nebenumftände bis jetzt noch nicht gelungen; nicht einmal jene Unterfuchungen, die von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wärmeänderungen u. f. w. abfehen und lediglich die Bewegung unter dem Einfluffe der Schwere behandeln, find vollkommen.

Es ift überall zu beobachten, daß bei der Strömung des Waffers durch offene oder allfeits gefchloffene Gerinne in einem fenkrecht zur Strömungsrichtung genommenen Vertikalfchnitte die Gefchwindigkeit an verfchiedenen Stellen des durch den letzteren erhaltenen Waffer-

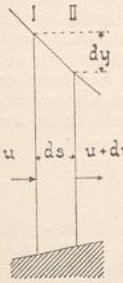


Fig. 15.

querprofils eine ungleiche ift. Längs des benetzten Umfanges entwickelt fich die größte Reibung des Waffers bei deffen Fortbewegung, alfo die geringfte Stromgefchwindigkeit; die letztere nimmt mit der Entfernung von diefem Umfange zu, und zwar meift in ziemlich gefetzmäßiger, durch die Form des Querprofils, die Rauhigkeit des benetzten Umfanges und die Zähflüffigkeit des Waffers bedingter Weife. Die Zu- bezw. Abnahme läßt fich bei oben offenen Waffer querprofilen durch Linien gleicher Gefchwindigkeit (Ifotacheen) graphifch darftellen. Legt man an irgend einer Stelle V einen Vertikalfchnitt durch die Ifotacheen, fo erhält man mit Fig. 12 ein Bild von der Abnahme der Gefchwindigkeit gegen die Sohle des Gerinnes. Die Gefchwindigkeiten v_2, v_3, v_4 laffen fich in einer folchen Vertikalen durch direkte Meffung ermitteln, und eine große Zahl folcher Ermittlungen hat dazu geführt, die in Fig. 12 dargeftellte Kurve in regelmäßigen Profilen im allgemeinen als Parabel mit horizontaler Achfe anzunehmen, deren Scheitel entweder im Waffer fpiegel oder nicht weit unterhalb desfelben (Fig. 12) liegt. Liegt der Scheitel im Waffer fpiegel (Fig. 13) und handelt es fich um Gerinne, bei welchen der mittlere Profilradius r annähernd gleich der Tiefe h wird, fo ift, unter u_0 der Maximalwert der Gefchwindigkeit an der Oberfläche verftanden, die in einer Tiefe z vorhandene Gefchwindigkeit u (f. Fig. 13):

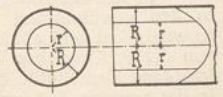


Fig. 14.

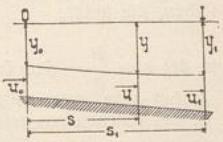


Fig. 16.

$$u = u_0 - 20\sqrt{\frac{z^4 \alpha}{h^3}}. \qquad 7.$$

Eine große Anzahl andrer Beziehungen können wir hier nicht vorführen; wir verweifen auf [1], S. 343, und auf [8]—[12] fowie auf Waffermeffung.

Ift das Querprofil gefchloffen, fo nehmen die Gefchwindigkeiten im allgemeinen vom Umfang gegen den Schwerpunkt des Waffer querfchnittes zu. Wir haben in Fig. 14 eine Ifotachee bei kreisförmigem, vollkommen mit Waffer erfülltem Querfchnitte dargeftellt, ebenfo die Kurve für die Zunahme der Gefchwindigkeiten nach der Rohrachfe hin. Mit umfaffenden Unterfuchungen für vollaufende kreisförmige Röhren befchäftigte fich zuerft [3], worauf wir verweifen; die durch Fig. 14 dargeftellte Kurve, bezogen auf die Rohrachfe, beftimmt Bazin [4] neuerdings wie folgt. Ift R der Radius des Rohres, r der Abftand einer Zylinderfchichte von der Rohrachfe, α das Gefälle der Drucklinie, v_0 die Maximalgefchwindigkeit in der Rohrachfe, fo ift die Gefchwindigkeit v in der Zylinderfchichte mit dem Abftande r (f. Fig. 14):

$$v = v_0 - 20{,}86\sqrt{R\alpha}\left[1 - \sqrt{1 - 0{,}95\left(\frac{r}{R}\right)^2}\right]. \qquad 8.$$

Früher fetzte Bazin einfacher:

$$v = v_0 - 14{,}9\sqrt{\frac{\alpha r^6}{R^5}}. \qquad 9.$$

Für die rechnungsmäßige Verfolgung der Waffer bewegung find die eben erwähnten Tatfachen nicht bequem. Es ift deshalb allgemein im Gebrauche, ftatt der verfchiedenen Gefchwindigkeiten v_1, v_2 u. f. w. innerhalb eines Waffer querprofils eine **mittlere Gefchwindigkeit** u anzunehmen, derart, daß man mit derfelben die in der Zeiteinheit durchfließende Waffermenge Q und das Waffer querprofil F durch die Gleichung 10. verbindet, d. h. fetzt:

$$Q = Fu. \qquad 10.$$

Sieht man fodann von Wärmeänderungen u. f. w. ab und nimmt man die Schwere als einzige bewegende Kraft und die bewegte Waffermenge Q als konftant an, fo ift bei der im allgemeinen ungleichförmigen Bewegung:

$$dy = dh + d\left(\frac{u^2}{2g}\right) \qquad 11.$$

unter g die Befchleunigung durch die Schwere, dy das auf der Länge ds vorhandene Spiegelgefälle der Strömung (Fig. 15) und unter dh die auf derfelben Länge erforderliche Druckhöhe zur Ueberwindung der Reibungswiderftände beim Durchfluffe verftanden. Die Gleichung 11. befagt, daß das Gefamtgefälle jene Größe haben muß, um damit alle Reibungswiderftände überwinden und die Gefchwindigkeit auf $u + du$ abändern zu können; $\frac{u^2}{2g}$ ift die fogenannte Gefchwindigkeitshöhe. Betrachtet man auf der Strecke ds den Waffer querfchnitt F als unveränderlich, fo würde dh auch den Weg bedeuten, den ein Waffergewicht $\gamma F \cdot ds$ (wobei γ = Gewicht eines Kubikmeters Waffer) in Richtung der Schwere beim Strömen von I nach II zurücklegt. Die Arbeit A wäre alfo dabei: $A = \gamma F \cdot ds \cdot dh$. Ift anderfeits der Reibungswiderftand gegen die Bewegung des Waffers pro Flächeneinheit $= \gamma R_1$, p der benetzte Umfang des Waffer querfchnittes, alfo $p \cdot ds$ die Fläche, auf der Reibung ftattfindet, fo beträgt die Arbeit R der Reibung auf der Länge ds, fofern man, wie üblich, die Reibung an der feften Bahn als Hauptwiderftand anfieht, dem gegenüber innere Reibung, Wärmeänderung u. f. w. vernachläffigt werden dürfen: $R = \gamma R_1 p \cdot ds \cdot ds$, und man findet durch Gleichfetzung:

$$A = R; \qquad F \cdot dh = R_1 p \cdot ds; \qquad dh = \frac{R_1 p}{F} \cdot ds,$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

womit sodann aus 11. die Integralgleichung folgt:

$$y - y_0 = \int_{s_0}^{s} \frac{R_1 p}{F} \cdot ds + \frac{u^2 - u_0^2}{2g}. \qquad 12.$$

wenn y_0, s_0, u_0 am Anfange, y, s und u am Ende der Bewegung zusammengehörige Werte sind.

In der Gleichung 12. ist R_1 noch nicht angegeben; es ist ein Erfahrungswert, den man in den gewöhnlichen praktischen Fällen als proportional dem Quadrate der mittleren Geschwindigkeit und abhängig von der Rauhigkeit des benetzten Umfanges, dagegen unabhängig von der Pressung des Wassers ansehen darf. Man setzt also: $R_1 = c^2 u^2$ und ermittelt für verschiedene Verhältnisse die entsprechenden Werte von c. Früher nahm man c als Konstante an. In der neueren Zeit ermittelt man den Zahlenwert von c mittels der Formeln von Kutter und Ganguillet [7], und zwar für Spiegelgefälle von mehr als 1 : 2000 nach der einfacheren derselben, die heißt:

$$c = \frac{m + \sqrt{r}}{100\sqrt{r}}, \qquad 13.$$

in der $r = \frac{F}{p}$ = dem sogenannten mittleren Profilradius, m aber ist:

1. bei ganz glatten Flächen des Gerinnes . . . . . $m = 0{,}12$
2. bei Flächen aus reinem Zementverputz oder glatt gehobelten Brettern . . . . $m = 0{,}15$
3. „ „ „ rauhen Brettern, sauberem Backsteinmauerwerk, Quadermauern . $m = 0{,}25$
4. „ „ „ Bohlen, ordinärem Backsteinmauerwerk . . . . . $m = 0{,}35$
5. „ „ „ gewöhnlichem Backsteinmauerwerk mit gespitzten Steinen . . $m = 0{,}45$
6. „ „ „ bestochenem Bruchsteinmauerwerk mit schlammiger Sohle des Gerinnes . . . . . $m = 0{,}55$
7. „ „ „ Rauhmauerwerk und schlammiger Sohle des Gerinnes . . . . $m = 0{,}75$
8. „ „ „ älterem, aber moos- und pflanzenfreiem Mauerwerk und schlammiger Sohle des Gerinnes . . . . . $m = 1{,}00$
9. bei trapezförmigen Profilen in felsigem Boden, Sohle unter 1,5 m breit mit wenig Wasserpflanzen . . . . . $m = 1{,}25$
10. bei Flächen eines sehr regelmäßig sauber ausgeführten Erdkanales . . . . . $m = 1{,}50$
11. bei Flächen in Erde mit schlammiger oder steiniger Sohle von mehr als 2 m Breite mit wenig Wasserpflanzen . . . . . $m = 1{,}75$
12. bei Flächen rauherer Beschaffenheit mit mehr oder weniger Wasserpflanzen $m = 2{,}00$—$2{,}50$

Für kleine Gefälle und große Ströme geben Kutter-Ganguillet die Formel:

$$c = \frac{\sqrt{r} + \left(23 + \frac{0{,}00155}{\alpha}\right) n}{\left(\frac{1}{n} + 23 + \frac{0{,}00155}{\alpha}\right)\sqrt{r}}, \qquad 14.$$

in der α das Spiegelgefälle pro Längeneinheit bedeutet, n aber ist:

1. für Gerinne von sorgfältig gehobeltem Holze oder glattem Zementputz . . . . $n = 0{,}010$
2. „ „ „ Brettern . . . . . $n = 0{,}012$
3. „ „ „ behauenen Quadersteinen oder sauberem Backsteinmauerwerk . $n = 0{,}013$
4. „ „ „ Bruchsteinmauerwerk . . . . . $n = 0{,}017$
5. „ „ in Erde sowie für Bäche und Flüsse . . . . . $n = 0{,}025$
6. „ Gewässer mit groben Geschieben und Wasserpflanzen . . . . . $n = 0{,}030$

In der Regel ist in der Literatur statt c ein Wert $k = 1 : c$ angegeben, worauf wir, um Verwechslungen zu vermeiden, hinweisen wollen. Führt man in Formel 3. den Wert von $R_1 = c^2 u^2$ ein, so folgt:

$$y - y_0 = Q^2 \int_{s_0}^{s} \frac{c^2 p\, ds}{F^3} + \frac{u^2 - u_0^2}{2g}. \qquad 15.$$

Diese Gleichung gilt im allgemeinen und unter den gemachten Voraussetzungen für die **ungleichförmige Bewegung** und ergibt das Spiegelgefälle des Stromes, der für den Transport einer gewissen Wassermenge erforderlichen Profile bezw. bei bekannten Profilen und Spiegelgefällen die Wassermenge. In der Regel kann die Integration nicht direkt, sondern nur mit Verwendung von Annäherungsmethoden ausgeführt werden. Ist aber speziell die ungleichförmige Bewegung auf einer Strecke s_1 derart, daß die Geschwindigkeit sich ganz allmählich ändert, so daß man an beliebiger Stelle s die Beziehung hat: $u = u_0 \pm \frac{u_0 - u_1}{s_1} \cdot s$, unter u_0 die Geschwindigkeit am Anfang, unter u_1 die Geschwindigkeit am Ende der Strecke s_1 verstanden, so ergibt 15., wenn man für p den konstanten Mittelwert B setzt, mit $ds = \pm \frac{s_1}{u_0 - u_1} \cdot du$ und konstantem Q:

$$y - y_0 = \mp \int_{u_0}^{u} \frac{c^2 B u^3 \cdot du}{Q(u_0 - u_1)} \pm \frac{u^2 - u_0^2}{2g} = \pm \frac{c^2 B s_1 (u_0^4 - u^4)}{4Q(u_0 - u_1)} \pm \frac{u^2 - u_0^2}{2g}. \qquad 15a.$$

Diese einfache Gleichung eignet sich besonders zur Berechnung von Längenprofilen (Fig. 16) bezw. Uebergangskurven bei langsam fließenden Strömen, ebenso aber auch in der gemachten Voraussetzung entsprechenden Fällen zur einfachen Berechnung der Staulinien (s. Stauanlagen).

Kann man für eine kurze oder längere Strecke die Bewegung als **gleichförmig permanent** betrachten, so ist $u = u_0$, F und p bleiben konstant, ebenso c, und man hat:

$$y - y_0 = \frac{Q^2 c^2 p}{F^3} (s - s_0)$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder, da in diesem Falle der Wert von $(y-y_0):(s-s_0)$ gleich dem Gefälle α pro Längeneinheit ist:

$$\frac{Q^2}{F^2}=u^2=\frac{F\alpha}{c^2 p}; \qquad u=k\sqrt{r\alpha}, \tag{16.}$$

wenn $1:c=k$ und $F:p=r$ gesetzt werden. Bei der gleichförmig permanenten Bewegung lassen sich also die Bewegungsverhältnisse leicht übersehen.

Im allgemeinen sind die hier eintretenden Aufgaben weniger auf die nach Gleichung 16. direkt ermittelbare Geschwindigkeit gerichtet; es sind vielmehr entweder das Gefälle α oder die Querschnittsdimensionen des Profils gesucht. Es folgt aus 16. für das Gefälle α pro Längeneinheit:

$$\alpha=\frac{u^2}{k^2 r}=\frac{Q^2 p}{k^2 F^3}. \tag{17.}$$

Sind die Dimensionen des Wasserquerschnittes zu bestimmen, so ist wegen der gegenseitigen Beziehungen von k, F und p die Aufgabe nicht ohne weiteres lösbar. Man hat zunächst die Querschnittsform zu wählen und wird bei regelmäßiger Gestaltung derselben und einer Wasserbreite $2b$ des Spiegels die Beziehungen herstellen:

$$F=nb^2, \quad p=n_1 b, \quad r=\frac{n}{n_1}b.$$

Mit diesen liefert sodann 8.:

$$b=\sqrt[5]{\frac{Q^2 n_1}{k^2 n^3 \alpha}} \tag{18.}$$

und es ergibt sich zunächst mit $k=50$ ein erster Annäherungswert von b; dementsprechend erhält man einen Wert von r, mittels 4. oder 5. einen richtigen Wert von $k=1:c$ und so durch mehrmalige Wiederholung der Manipulation einen beliebig genauen Wert für b bezw. den Wasserquerschnitt (vgl. a. Querprofil der Flüsse).

Findet die **Bewegung in einer kreisrunden Röhre** von der Lichtweite D statt und ist diese ganz mit Wasser erfüllt, so ist während derselben stets: $F=\pi D^2:4$, $p=\pi D$, $r=D:4$, mithin nach 15., da der Weg s von der Lichtweite D unabhängig:

$$y-y_0=\frac{\lambda Q^2 (s-s_0)}{D^5}+\frac{u^2-u_0^2}{2g} \tag{19.}$$

mit $\lambda=64\cdot c^2:\pi^2$. In dieser Gleichung ist $y-y_0$ die sogenannte wirksame Druckhöhe H, $s-s_0$ der vom Wasser in der Röhre zurückgelegte Weg L, und es kann, wenn der letztere groß ist, ohne erheblichen Fehler dem ersten Glied auf der rechten Seite von Gleichung 19. gegenüber das zweite vernachlässigt werden, besonders, wenn die Geschwindigkeit u nicht erheblich größer ist als 1 oder wenn Eintritts- und Austrittsgeschwindigkeit einander ganz oder nahezu gleich sind. Dies führt sodann zu der in der Praxis fast ausschließlich verwendeten Formel:

$$H=\frac{\lambda Q^2 L}{D^5}. \tag{20.}$$

Man erhält mit $\lambda=0{,}0025$ eine erste Annäherung, sofern D gesucht wird. Mit dem so gefundenen D liefert 13. einen richtigeren Wert von c bezw. $\lambda=64\cdot c^2:\pi^2$, dessen Einsetzen in 20. einen genauen Wert von D u. s. w. Tabellen über die gegenseitigen Beziehungen von Q, $H:L=\alpha$ und D s. Rohrleitung; vgl. a. [16], S. 97 ff.

Hat man es mit einem vollaufenden Wasserquerschnitte von andrer als der Kreisform zu tun, so sind die zwischen Gleichung 17. und 18. angegebenen Beziehungen in analoger Weise verwendbar; vgl. a. Rohrleitung.

Vorstehende Formeln schließen sich den heutzutage noch üblichen und auch in den meisten Lehrbüchern (vgl. [8]—[11]) vertretenen Anschauungen an. Im übrigen sind von jeher auch andre Anschauungen vorhanden gewesen, die man so ziemlich alle in [5], S. 3—26, gesammelt findet. Neuerdings haben z. B. Christen [5], Siedeck [6] u. a. versucht, die Rauhigkeitsziffern m bezw. n der Formeln 13. und 14. zu entfernen und andre Beziehungen für den Reibungswiderstand aufzustellen; es wäre dies zweifellos ein Gewinn, doch sind vorerst noch umfassendere weitere Auseinandersetzungen abzuwarten, ehe man daran denken kann, die bis jetzt mit gutem Erfolge verwendete, im vorstehenden dargelegte Rechnungsweise gegenüber der neu vorgeschlagenen fallen zu lassen.

II. Die mit der Zeit veränderliche ungleichförmige Bewegung des Wassers.

Diese Bewegung hat praktisches Interesse, soweit dabei die Fortpflanzung von kleinen und größeren Anschwellungen auf fließendem und ruhendem Wasser, z. B. das Fortschreiten der Flutwelle bei Hochwasser (s. d.), die periodischen Bewegungserscheinungen in den Aestuarien und die Wellenbewegungen an Binnenseen und am Meere in Betracht kommen. Die Hochwasserprognose, die Wahrung der Schiffahrtsinteressen in den Aestuarien, die durch die Brandungswellen u. s. w. in Konstruktion und Höhenlage bedingten Bauten an den Ufern der Binnenseen und des Meeres, vorzugsweise die Hafenanlagen erfordern eingehende diesbezügliche Studien. Theoretische Auseinandersetzungen hat besonders Bouffinesq [12] gegeben; sie sind in [1], S. 366, der Uebersicht über die mit der Zeit veränderliche Strömung vorangestellt und in [1], S. 369 ff., benutzt zur Betrachtung von kleinen Anschwellungen auf fließendem und (S. 373) auf ruhendem Wasser. Mit den dort vorgenommenen Vernachlässigungen gestalten sich die Schlußresultate überraschend einfach. Dasselbe trifft zu bei der Behandlung langer Anschwellungen (S. 375), speziell der Ebbe und Flut in den Strommündungen (S. 378). — Die Wellenbewegung (s. d. und [13]) hat von jeher in der Hydrodynamik eine große Rolle gespielt; man findet den für die Hydraulik brauchbaren Teil und die Literatur in [1], S. 419, zusammengestellt.

Technisch bemerkenswert ist der von dem Anprall der Brandungswoge ausgeübte Druck auf ein ihm entgegenstehendes Hindernis (Wellenbrecher) und die Höhe, auf die das Wasser der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Welle emporgeſchleudert wird; ebenſo die Schwächung des Seegangs in Hafenbecken, in die derſelbe durch die Einfahrten vordringt. Es ergibt ſich dabei folgendes: Iſt (vgl. Fig. 17) H die Waſſertiefe, $2l$ die Wellenlänge (in Metern), ſo beträgt die Waſſergeſchwindigkeit der Welle in Meterſekunden:

$$w = \sqrt{\frac{g\,l}{\pi}\,\mathfrak{Tang}.\frac{\pi H}{l}}. \qquad 21.$$

Bei ſtarkem Winde betragen die Wellenhöhen $2h$ (ſ. Fig. 17) auf großen Binnenſeen (z. B. am Bodenſee) etwa 2—3 m; in der Nord- und Oſtſee ca. 4—5 m. Die Wellenlänge kann dabei auf das Zehn- bis Zwölffache der Höhe $2h$ angenommen werden. Selbſtverſtändlich ſind im ſpeziellen Falle Beobachtungen oder Studien erforderlich. Nach Cornish [1], S. 429 und [14] beträgt die Wellenhöhe $2h$ etwa 1 : 10000 der ſekundlichen Windgeſchwindigkeit. Nach Stevenſon [1], S. 429, gilt für Binnenſeen (ſ. Fig. 18), alſo bei geringer Luvweite e und heftigen Windſtößen (Sturm), die empiriſche Formel (alle Maße in Metern):

$$2h = 0{,}762 + 0{,}0106\sqrt{e} - 0{,}0465\sqrt[4]{e}. \qquad 22.$$

Aendert ſich die Waſſertiefe allmählich von H auf H_1 ab, ſo ändert ſich auch die Geſchwindigkeit nach dem Verhältnis ([1], S. 426):

$$\frac{w}{w_1} = 0{,}9 \cdot \sqrt[4]{\frac{H}{H_1}};\ \text{d. h. es wird: } w_1 = 1{,}11 \cdot w\sqrt[4]{\frac{H_1}{H}}. \qquad 23.$$

Mit abnehmender Waſſertiefe wird alſo die Wellenhöhe geringer.

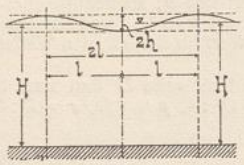


Fig. 17.

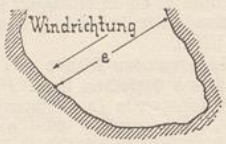


Fig. 18.

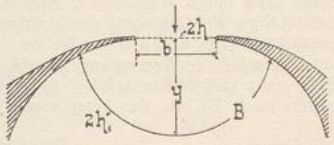


Fig. 19.

Die größte Preſſung, die eine Brandungswoge gegen den Wellenbrecher ausübt, wird zu $\frac{\gamma w^2}{g}$ angenommen, unter γ das ſpezifiſche Gewicht des Waſſers verſtanden. Von beſonderem praktiſchen Intereſſe iſt die Abnahme der Wellenhöhe beim Eintritt des Seegangs durch die an Hafenbecken beſtehenden Einfahrten, ſofern — wie üblich — die letzteren ſenkrecht zum ſtärkſten Seegange gelegt ſind. Nach [1], S. 425 ff., und [15] iſt, unter b die Oeffnungsweite und B die mit dem Radius y beſchriebene Bogenweite im Hafen (ſ. Fig. 19) verſtanden, das Verhältnis der Wellenhöhe $2h_1$ zur Wellenhöhe $2h$ vor der Einfahrt:

$$2 \cdot h_1 = 2 \cdot h\left[\sqrt{\frac{b}{B}} - 0{,}02\left(1 + 1{,}35\sqrt{\frac{b}{B}}\right)\right]. \qquad 24.$$

Ueber die von Forchheimer unterſuchte intereſſante Bewegung des Waſſers in „Wanderwellen“ (in Flußbetten) ſ. [1], S. 432 ff.

Die Einwirkung des Waſſers auf das Flußbett, insbeſondere die Geſchiebebewegung, hat man ebenfalls theoretiſch zu behandeln verſucht. Wir verweiſen auf [1], S. 462 ff., und beſonders auf [10], S. 295 ff. (Entrainement et suspension); auf die ſehr umfangreichen Betrachtungen können wir hier näher nicht eingehen. Einzelnes darüber, insbeſondere die Geſchwindigkeiten, bei welchen die Sohle angegriffen wird, haben wir bereits unter Geſchiebeführung, Bd. 4, S. 412, mitgeteilt; vgl. a. Längenprofil der Flüſſe, Querprofil der Flüſſe, Schleppkraft, Sinkſtoffe.

III. Die Bewegung des Grundwaſſers.

Die ſtationäre Grundwaſſerbewegung (vgl. a. [1], S. 452 ff.) iſt bereits in dem Art. Grundwaſſerſtrom behandelt; über die mit der Zeit veränderliche Grundwaſſerſtrömung iſt in [1], S. 458 ff., nachzuſehen. Von beſonderem techniſchen Intereſſe ſind die Beziehungen zwiſchen Grundwaſſerſtrömen und offenen Waſſerläufen, bezüglich welcher wir auf [16], S. 232 ff., verweiſen. Vgl. a. Brunnen, Drainage, Entwäſſerung.

Literatur: [1] Enzyklopädie der mathem. Wiſſenſchaften mit Einſchluß ihrer Anwendungen, IV, 20, Hydraulik von Ph. Forchheimer, Leipzig 1906. — [2] Wex, G. v., Hydrodynamik, Leipzig 1888 (bringt ausſchließlich Formeln für Berechnung der über Wehre und durch Schleuſen abgehenden Waſſermengen). — [3] Darcy, H., Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux, Paris 1857. — [4] Paris, Mém. prés. par div. sav. 32 (1902), Nr. 6, S. 4, 15, 17. — [5] Chriſten, Th., Das Geſetz der Translation des Waſſers, Leipzig 1903. — [6] Zeitſchr. des öſterr. Ingen.- und Arch.-Ver. 1901, S. 397 ff., und 1903, S. 119 ff. — [7] Formel 13. findet ſich in der Allg. Bauztg. 1870, S. 150, Formel 14. in der Zeitſchr. des öſterr. Ingen.- und Arch.-Ver. 1869, S. 6 und 46, Tabellen in Kutter, W. R., Bewegung des Waſſers in Kanälen und Flüſſen, Berlin 1885. — [8] Weisbach, J., Lehrb. der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Braunſchweig 1845 (5. Aufl. 1875). — [9] Grashof, F., Theoretiſche Maſchinenlehre, Bd. 1, Hydraulik, Leipzig 1875. — [10] Flamant, A., Hydraulique, 2. Aufl., Paris 1900. — [11] Bovey, H. T., A treatise on hydraulics, 2. Aufl., New York 1902. — [12] Bouſſinesq, J. V., Essai sur la théorie des eaux courantes, Mém. prés. par div. sav., 23 und 24, Paris 1877; Derſ., Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits réctilignes à grande section, Paris 1897. — [13] de St. Venant und Flamant, Annales des ponts et chauss., 13, 1887, S. 31, und 15, 1888, S. 705. — [14] Geogr. Journ. 1904, S. 643. — [15] Stevenſon, Th., The design and construction

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

of harbours, 3. Aufl., S. 165, Edinburgh 1886. — [16] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, Darmſtadt 1895; Derſ., Die Bewegung des Grundwaſſers in den Alluvionen der Flußgebiete, Stuttgart 1883. *Lueger.*

Hydraulik, in der Gasbereitung, ſ. Vorlage.

Hydrauliſche Aufzüge, mit Rollenüberſetzung, ſ. Aufzüge, Bd. 1, S. 378.

Hydrauliſche Bindemittel, ſ. Mörtelprüfung.

Hydrauliſche Motoren, ſ. Waſſermotoren.

Hydrauliſcher Bremszylinder, ſ. Krane.

Hydrauliſcher Kalk, Hydrauliſcher Mörtel, ſ. Zement.

Hydrauliſche Setzmaſchine, ſ. Setzarbeit.

Hydrauliſches Geſtänge, ſ. Kraftübertragung im Bergbau.

Hydrocelluloſe. Unter beſtimmten Bedingungen wirken verſchiedene Agenzien auf Celluloſe in der Weiſe ein, daß zunächſt ein eigentümliches, nach dem Vorgang von Girard von den meiſten Forſchern als Hydrocelluloſe bezeichnetes Produkt gebildet wird, deſſen quantitative Zuſammenſetzung trotz zahlreicher Unterſuchungen noch nicht in einwandfreier Weiſe feſtgeſtellt iſt.

Als Agenzien, welche die Celluloſe in Hydrocelluloſe überzuführen vermögen, ſind in erſter Linie die Mineralſäuren ſowie die Ameiſen-, Eſſig-, Oxal-, Wein- und Zitronenſäure zu nennen. Dabei iſt zu beachten, daß manche Säuren gleichzeitig eſterartige Verbindungen liefern oder aber eine weitergehende, ſchließlich zur Bildung von Traubenzucker führende Hydrolyſe der Celluloſe bewirken können. Weiterhin läßt ſich die Umwandlung auch mittels Kupferoxydammoniak, Chlorzink, Aluminiumchlorid, Kaliumchlorat und Salzſäure, Kaliumpermanganat u. ſ. w. bewerkſtelligen und außerdem wird die Celluloſe durch andauerndes Kochen mit konzentrierter Natronlauge in der gleichen Weiſe verändert. Dagegen bedarf die Angabe von Tauß [1], wonach Celluloſe beim bloßen Erhitzen mit Waſſer im geſchloſſenen Gefäß auf 210—215° in Hydrocelluloſe übergehen ſoll, noch der Beſtätigung. — Zur Herſtellung von Hydrocelluloſe für techniſche Zwecke eignen ſich beſonders die von Girard-Vieille [2] und von Sthamer [3] gegebenen Vorſchriften, nach denen Celluloſe in Form von Baumwolle ca. 36 Stunden lang mit kalter Salzſäure von 1,15 ſpez. Gew. in Berührung gelaſſen bezw. bei 65—70° in freies Chlor enthaltenden Eiseſſig eingetragen wird. Dadurch wird die Baumwolle zerfafert, ohne in Löſung zu gehen und nach dem Zerreiben, Auswaſchen und Trocknen reſultiert ein weißes Pulver, das unter dem Mikroſkop noch organiſierte Struktur aufweiſt und neben Hydrocelluloſe noch Teile des Urſprungsmaterials enthält. Derartige Produkte finden bei der Fabrikation von Acetaten und von Nitraten der Hydrocelluloſe Verwendung, und die betreffenden Präparate ſpielen ihrerſeits in der Kunſtfädeninduſtrie und in der Sprengtechnik eine gewiſſe Rolle. Amorphe Hydrocelluloſe von gleichförmiger Beſchaffenheit und einheitlicher Zuſammenſetzung liegt in der von Bumcke und Wolffenſtein [4] als Acidcelluloſe bezeichneten Hydratationsſtufe der Celluloſe vor, die außer durch Auflöſen von Baumwolle in Kupferoxydammoniak — Holzcelluloſe iſt nach Riefenfeld und Taurke (Berichte der Deutſchen Chemiſchen Geſellſchaft, Bd. 38, 2798) in Kupferoxydammoniak unlöslich, löſt ſich dagegen in einer ammoniakaliſchen Kupferkarbonatlöſung leicht auf — oder in kochender 30prozentiger Natronlauge und Fällen dieſer Löſungen mit verdünnten Säuren auch dadurch erhalten werden kann, daß man denitriertes Pyroxylin in verdünnte Natronlauge oder aber in konzentrierte Salzſäure einträgt und die eventuell zuvor filtrierten Flüſſigkeiten mit Säure bezw. mit viel Waſſer verſetzt. Auf dieſelbe Weiſe läßt ſich Acidcelluloſe auch aus den nach den Vorſchriften von Girard-Vieille und Sthamer hergeſtellten Produkten erhalten. Die in Form weißer Flocken ausgefällte Acidcelluloſe löſt ſich im noch feuchten Zuſtand ſchon bei gewöhnlicher Temperatur vollkommen in 10prozentiger Natronlage auf und wird aus dieſer Löſung durch ſehr konzentrierte Alkalilauge, durch Säuren, Salze und Alkohol wieder abgeſchieden. Konzentrierte Salzſäure wirkt gleichfalls löſend; durch Zuſatz von Waſſer ſcheidet ſich die Acidcelluloſe wieder ab, wenn die Löſung nicht zuvor erwärmt oder mehrere Stunden lang ſich ſelbſt überlaſſen war. Nach dem Trocknen ſtellt die Acidcelluloſe eine hellgraue ſpröde Maſſe dar, die ſich in Natronlauge wie in Salzſäure nur noch ſehr langſam und unvollſtändig auflöſt. Ob alle Hydrocelluloſen im weſentlichen aus Acidcelluloſe beſtehen, iſt angeſichts des Umſtands, daß manche der in der Literatur über das Verhalten der Hydrocelluloſe gegen Agenzien vorliegenden Angaben einander widerſprechen, zurzeit noch unſicher [5]. Außerdem iſt zu beachten, daß einzelne Forſcher die Hydratationsprodukte der Celluloſe unzutreffenderweiſe als Oxydationsprodukte aufgefaßt und dementſprechend als Oxycelluloſen (ſ. d.) bezeichnet haben.

Literatur: [1] Dingl. Polyt. Journ., S. 273, 276. — [2] Mémorial des Poudres et Salpêtres, Bd. 2, S. 23. — [3] Franz. Patent Nr. 304723; Chemikerztg., Bd. 25, S. 270. — [4] Berichte der Deutſchen Chem. Geſellſch. 1899, S. 2493. — [5] Lippmann, E. v., Die Chemie der Zuckerarten, 3. Aufl., S. 1617, Braunſchweig 1904. *Häußermann.*

Hydrochlor, ſ. v. w. Salzſäure (ſ. d.).

Hydrodynamik, die rein mathematiſche Behandlung der Bewegung eines flüſſigen Syſtems im Gegenſatze zu der mehr mit empiriſchen Formeln arbeitenden Hydraulik (ſ. d.).

Eine ideale Flüſſigkeit (wozu auch die vollkommenen Gaſe gehören) iſt ein Medium, in welchem der Druck überall ſenkrecht auf dem Flächenelement ſteht, welches den Druck aufnimmt. Es iſt dann auch der Druck in einem Punkte der Flüſſigkeit gleich groß nach allen Richtungen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und das Spannungsellipsoid, das in einem beliebigen Medium zur Darstellung der Drucke nach den verschiedenen Richtungen durch einen Punkt des Mediums dient, wird hier eine Kugel. Um die Bewegungsgleichungen einer solchen Flüssigkeit aufzustellen, denkt man sich ein unendlich kleines, rechtwinkliges Flüssigkeitsparallelepiped von der übrigen Masse abgetrennt und drückt nach dem d'Alembertschen Prinzip das Gleichgewicht zwischen der Reaktionskraft, den gegebenen und den Druckkräften analytisch aus. Diese Gleichungen sind partielle Differentialgleichungen zwischen den Koordinaten x, y, z des Punktes, in welchem das Massenelement verschwindet, den Komponenten u, v, w seiner Geschwindigkeit, dem Druck p, welcher ringsherum auf dasselbe einwirkt, seiner Dichtigkeit ϱ und der Zeit t, so daß durch deren Integration die fünf Größen x, y, z, p, ϱ als Funktionen von t bestimmt werden, sobald die Anfangslage und der anfängliche Geschwindigkeitszustand des Systems bekannt sind. Zugleich wird hierdurch auch die Bahn bekannt, welche das Element im Laufe der Zeit beschreibt.

Gewöhnlich geht man behufs Aufstellung der Bewegungsgleichungen von einer etwas andern Auffassung aus, indem man die Geschwindigkeit, mit welcher ein Teilchen der Flüssigkeit zur Zeit t durch den Punkt x, y, z hindurchgeht und ihre Komponenten u, v, w als Funktionen von x, y, z und t ansieht. Diese Größen sind an demselben Orte zu verschiedenen Zeiten und zu derselben Zeit an verschiedenen Orten verschieden. Dasselbe findet in bezug auf den Druck p und die Dichtigkeit ϱ statt. Hiernach hat man für die fünf Größen u, v, w, p und ϱ fünf Differentialgleichungen aufzustellen zwischen ihnen und den vier Variablen x, y, z, t, durch deren Integration sie als Funktionen dieser dargestellt werden können. Nach dieser Auffassungsweise verfolgt man nicht die Bahn und die Bewegungszustände des einzelnen Flüssigkeitsteilchens, vielmehr beantwortet man die Frage, wie der Bewegungszustand in einem Punkte x, y, z zur Zeit t beschaffen ist und sich mit Ort und Zeit ändert.

Von den genannten fünf Gleichungen ist jene eine endliche Gleichung, die den Zusammenhang der Dichtigkeit ϱ und des Druckes p angibt. Dieser Zusammenhang hängt von der inneren Beschaffenheit des Mediums ab, und man unterscheidet in dieser Hinsicht zwei Hauptarten von Flüssigkeiten: inkompressible, für welche ϱ konstant bleibt, und elastische, für welche ϱ eine gegebene Funktion von p ist. Für Gase kommen dabei zumeist folgende Zustandsänderungen in Betracht: isotherme, für welche $\varrho = pk$ ist, und adiabatische $\varrho = kp^{\gamma}$, wo γ das Verhältnis der spezifischen Wärmen bei konstantem Volumen und konstantem Druck (γ für Luft 1 : 1,408) angibt. Die vier übrigen Gleichungen sind partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung; ihre Integration würde die Gleichungen liefern, aus denen man durch Elimination von p und ϱ die Koordinaten x, y, z eines Teilchens als Funktionen der Zeit t finden würde. Hierdurch wäre die obige, zuerst aufgestellte Auffassungsweise des Problems in ihrem Zusammenhange mit der zweiten nachgewiesen. — Die durch die Integration einzuführenden unbestimmten Funktionen sind durch den Anfangszustand und die Bedingungen zu bestimmen, welche die Begrenzung des Systems (Gefäßwände, freie Oberfläche u. s. w.) betreffen.

In dem Systempunkt x, y, z verschwindet ein unendlich kleines, rechtwinkliges Massenparallelepiped von den Kanten dx, dy, dz, welches sich im Zeitelement um dx, dy, dz parallel den Koordinatenachsen fortbewegt. Die an ihm angreifende Reaktionskraft hat die Komponenten, welche die Produkte aus der Masse und den Komponenten der Beschleunigung sind. Die letzteren sind $\frac{du}{dt}$, $\frac{dv}{dt}$, $\frac{dw}{dt}$, oder da die u, v, w Funktionen von x, y, z, t sind,

$$\frac{\partial u}{\partial x}\frac{dx}{dt}+\frac{\partial u}{\partial y}\frac{dy}{dt}+\frac{\partial u}{\partial z}\frac{dz}{dt}+\frac{\partial u}{\partial t},\quad \frac{\partial v}{\partial x}\frac{dx}{dt}+\frac{\partial v}{\partial y}\frac{dy}{dt}+\frac{\partial v}{\partial z}\frac{dz}{dt}+\frac{\partial v}{\partial t},$$
$$\frac{\partial w}{\partial x}\frac{dx}{dt}+\frac{\partial w}{\partial y}\frac{dy}{dt}+\frac{\partial w}{\partial z}\frac{dz}{dt}+\frac{\partial w}{\partial t},$$

oder da $u=\frac{dx}{dt}$, $v=\frac{dy}{dt}$, $w=\frac{dz}{dt}$ sind,

$$\frac{du}{dt}=u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+w\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial u}{\partial t},\quad \frac{dv}{dt}=u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial v}{\partial z}+\frac{\partial v}{\partial t},$$
$$\frac{dw}{dt}=u\frac{\partial w}{\partial x}+v\frac{\partial w}{\partial y}+w\frac{\partial w}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial t}.$$

Die Masse des Elementes ist $dm=\varrho\,dx\,dy\,dz$. Daher sind die Komponenten der Reaktionskraft

$$-\varrho\frac{du}{dt}dx\,dy\,dz,\quad -\varrho\frac{dv}{dt}dx\,dy\,dz,\quad -\varrho\frac{dw}{dt}dx\,dy\,dz.$$

Die Resultante der am Punkte x, y, z angreifenden gegebenen Kräfte bezieht man auf die Masseneinheit, und es seien demnach $X\,dm$, $Y\,dm$, $Z\,dm$, d. h. $X\varrho\,dx\,dy\,dz$, $Y\varrho\,dx\,dy\,dz$ $Z\varrho\,dx\,dy\,dz$ ihre Komponenten. Beziehen wir den Druck p auf die Flächeneinheit, so stellt $p\,dy\,dz$ den Druck auf die Seitenfläche $dy\,dz$ des Parallelepipeds parallel zur x-Achse dar. Aus ihm ergibt sich der Druck auf die gleich große gegenüberliegende Fläche $dy\,dz$, indem man p in $p+\frac{\partial p}{\partial x}dx$ übergehen läßt, und da er jenem entgegengesetzt ist, so wird er $-(p+\frac{\partial p}{\partial x}dx)\,dy\,dz$. Beide zusammen stellen die Druckkomponente $-\frac{\partial p}{\partial x}dx\,dy\,dz$ parallel der x-Achse vor und ähnlich sind $-\frac{\partial p}{\partial y}dx\,dy\,dz$ und $-\frac{\partial p}{\partial z}dx\,dy\,dz$ die Druckkomponenten parallel der y- und z-Achse. Die Gleichgewichtsbedingungen zwischen den gegebenen, den Druck- und den Reaktionskräften am Massenelement werden daher nach Division mit dem gemeinschaftlichen Faktor $dx\,dy\,dz$:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$$\varrho X - \frac{\partial p}{\partial x} - \varrho \frac{du}{dt} = 0, \quad \varrho Y - \frac{\partial p}{\partial y} - \varrho \frac{dv}{dt} = 0, \quad \varrho Z - \frac{\partial p}{\partial z} - \varrho \frac{dw}{dt} = 0,$$

oder nachdem man die Werte für $\frac{du}{dt}$, $\frac{dv}{dt}$, $\frac{dw}{dt}$ eingesetzt hat:

$$\begin{aligned} u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial t} &= X - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x}, \\ u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v}{\partial t} &= Y - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial y}, \\ u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial t} &= Z - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \qquad 1.$$

Zu diesen drei Gleichungen kommt eine vierte hinzu, welche die Aenderung der Dichtigkeit ϱ im Punkte x, y, z im Zeitelement dt gibt. Man erhält dieselbe, indem man die Masse bestimmt, welche im Zeitelement in das Volumenelement $dx\,dy\,dz$ eintritt und aus ihm während desselben austritt. Diese Masse besteht aus drei Teilen. Durch die Seitenfläche $dy\,dz$ tritt parallel der x-Achse mit der Geschwindigkeit u die Masse $\varrho\,dy\,dz \cdot u\,dt$ ein, da während dt zusammenhängende Masse um $u\,dt$ fortrückt. Zugleich tritt aber durch die gegenüberliegende Seitenfläche Masse aus, die man erhält, indem man in der eben bestimmten Masse x um dx zunehmen läßt. Diese austretende Masse ist daher $dy\,dz\left(u\varrho + \frac{\partial(u\varrho)}{\partial x}\right)dt$. Die Differenz beider, nämlich $-\frac{\partial(u\varrho)}{\partial x}\,dx\,dy\,dz\,dt$ ist die Aenderung, welche die Masse des Volumenelementes im Zeitelement parallel der x-Achse erfährt. Aehnlich sind $-\frac{\partial(v\varrho)}{\partial y}\,dx\,dy\,dz\,dt$ und $-\frac{\partial(w\varrho)}{\partial z}\,dx\,dy\,dz\,dt$ die entsprechenden Massenänderungen parallel den beiden andern Koordinatenachsen. Addiert man diese drei Größen und dividiert ihre Summe mit $dx\,dy\,dz\,dt$, so erhält man die vierte Gleichung, die Gleichung für die Dichtigkeitsänderung auf die Zeiteinheit bezogen, nämlich:

$$\frac{\partial\varrho}{\partial t} + \frac{\partial(u\varrho)}{\partial x} + \frac{\partial(v\varrho)}{\partial y} + \frac{\partial(w\varrho)}{\partial t} = 0.$$

Die Gesamtänderung der Dichtigkeit beim Uebergang des Massenelements von der Stelle x, y, z zur Stelle $x+dx, y+dy, z+dz$ im Zeitelement würde aber sein:

$$d\varrho = \left(\frac{\partial\varrho}{\partial x}\frac{dx}{dt} + \frac{\partial\varrho}{\partial y}\frac{dy}{dt} + \frac{\partial\varrho}{\partial z}\frac{dz}{dt} + \frac{\partial\varrho}{\partial t}\right)dt,$$

und hieraus folgt:

$$\frac{d\varrho}{dt} = \frac{\partial\varrho}{\partial x}u + \frac{\partial\varrho}{\partial y}v + \frac{\partial\varrho}{\partial z}w + \frac{\partial\varrho}{\partial t}.$$

Hiermit erhält man an Stelle der vierten Gleichung nach Ausführung der Differentiationen die sogenannte Kontinuitätsgleichung:

$$\frac{d\varrho}{dt} + \varrho\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{dz}\right) = 0.$$

Hierzu tritt als fünfte Gleichung noch, wie obenerwähnt, eine Gleichung:

$$\varrho = f(p),$$

welche von der Beschaffenheit der Flüssigkeit abhängt. Diese fünf Gleichungen sind die gesuchten Gleichungen der Bewegung der Flüssigkeit.

Für die inkompressiblen Flüssigkeiten reduziert sich die fünfte auf $\varrho = \text{const.}$, also wird $\frac{d\varrho}{dt} = 0$ und hiermit die vierte Gleichung: $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$.

Diese Gleichungen rühren von Euler her, der sie auch noch in einer zweiten Form aufgestellt hat, die gewöhnlich als die Lagrangesche Form der hydrodynamischen Gleichungen bezeichnet wird. Sie sind bis jetzt nur unter bestimmten Voraussetzungen in einzelnen Fällen integriert worden.

Die Veränderung, welche ein mit Flüssigkeit erfülltes Volumelement während eines Zeitteilchens infolge der Bewegung erleidet, ist eine Translationsbewegung, eine Kondensation oder Dilatation und eine Rotation. — Es kann gezeigt werden, daß die Komponenten der Winkelgeschwindigkeit im Falle der Rotation um Achsen parallel den Koordinatenachsen sind:

$$\tfrac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\right), \tfrac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial z}\right), \tfrac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right).$$

Sollen die Flüssigkeitsteilchen nicht rotieren, so müssen diese Größen verschwinden. Wenn aber $\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}$, $\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial y}$, $\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial x}$, so existiert eine Funktion φ von x, y, z, deren partielle Differentialquotienten u, v, w sind, d. h. es ist

$$u = \frac{\partial\varphi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial\varphi}{\partial y}, \quad w = \frac{\partial\varphi}{\partial z}.$$

Die Funktion φ heißt das Geschwindigkeitspotential und die Flüssigkeitsbewegung, für welche eine solche charakteristische Funktion existiert und welche also die Rotationsbewegung ausschließt, eine Potentialbewegung. Daneben können auch die Komponenten X, Y, Z der auf die Flüssigkeit wirkenden Kräfte ein Potential besitzen, d. h. es kann eine Funktion V von x, y, z existieren, deren partielle Differentialquotienten nach den Koordinaten X, Y, Z sind, so daß $X = \frac{\partial V}{\partial x}$, $Y = \frac{\partial V}{\partial y}$, $Z = \frac{\partial V}{\partial z}$ ist. Die allgemeine Bewegung der Flüssigkeit, wobei die Teilchen rotieren, heißt die Wirbelbewegung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Theorie der Wirbelbewegung ist zuerst von v. Helmholtz begründet worden (Crelle. Journal für reine und angewandte Mathematik, 55. Jahrg., 1858). Geht man von einem Teilchen zu einem folgenden über, welches auf der Rotationsachse des ersteren liegt, von diesem zu einem nächsten, auf der Rotationsachse dieses gelegenen u. s. w., so bildet der Inbegriff aller solcher Teilchen eine sogenannte Wirbellinie der Flüssigkeit. Eine solche Wirbellinie bleibt stets Wirbellinie und enthält immer dieselben Teilchen. Sie muß als das Grundelement der wirbelnden Flüssigkeit angesehen werden. Ein unendlich dünnes Bündel von Wirbellinien heißt ein Wirbelfaden. Auch der Wirbelfaden enthält stets dieselben Teilchen; Wirbellinie und Wirbelfäden können im Inneren der Flüssigkeit nicht anfangen und nicht enden. Sie enden vielmehr auf der Oberfläche oder laufen in sich zurück. Im letzteren Falle heißen sie Wirbelringe.

Linien von der Eigenschaft, daß ihre Tangentenrichtung mit der Richtung der Geschwindigkeit in einem bestimmten Zeitmoment zusammenfällt, heißen die Stromlinien für diesen Zeitmoment. Ist die Bewegung stationär, d. h. ist die Geschwindigkeit in einem bestimmten Punkt des Raumes unabhängig von der Zeit, so sind es auch die Stromlinien, und sie fallen unter dieser Voraussetzung mit den Bahnen der Flüssigkeitsteilchen zusammen. Bei einer Potentialbewegung der Flüssigkeit, wobei die Geschwindigkeitskomponenten Differentialquotienten des Geschwindigkeitspotentials φ sind, stehen die Stromlinien senkrecht zu den Flächen gleichen Potentials $\varphi = \text{const.}$, welche Niveauflächen heißen. Die Größe der Geschwindigkeit ist dem Abstand benachbarter Niveauflächen von derselben „Niveaudifferenz" umgekehrt proportional. — Von großer Wichtigkeit für den Verlauf von Flüssigkeitsbewegungen ist die innere Reibung oder Zähigkeit der Flüssigkeit, die bei einer idealen Flüssigkeit als Null vorausgesetzt wird. Diese Reibung wirkt wie eine Scherkraft und ist der Geschwindigkeitsdifferenz benachbarter Teilchen, nicht aber dem Drucke proportional. — Nicht weniger wichtig ist schließlich der Umstand, daß eine Bewegung, die nach dem Ansatz der Hydrodynamik an sich möglich ist, noch nicht stabil zu sein braucht und bei der geringsten Störung aufhören und ganz unregelmäßigen, sogenannten turbulenten Bewegungen Platz machen kann. So ist die einfachste Bewegung einer zähen Flüssigkeit im Inneren einer zylindrischen Röhre, wobei die Stromlinien der Achse parallel laufen, nur für kleine Geschwindigkeiten in engen Röhren stabil (Poiseuillesche Bewegung), in weiten Röhren bei größerer Geschwindigkeit tritt dagegen Turbulenz auf, die bewirkt, daß der Widerstand der Röhre, der für enge Röhren der Strömungsgeschwindigkeit proportional war, bei weiten Röhren annähernd mit dem Quadrate derselben wächst.

Literatur: Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik und Mechanik, Leipzig 1897, Bd. 15, 26. Vorlesung; Auerbach, Die theoretische Hydrodynamik, Braunschweig 1881; Lamb, Einleitung in die Hydrodynamik, bearbeitet von Reiff, Freiburg i. B. und Tübingen 1884; Derf., Hydrodynamics, Cambridge 1895; Auerbach, Hydrostatik, Hydrodynamik u. s. w. in Winkelmanns Handbuch der Physik, Breslau 1891; Basset, A treatise on Hydrodynamics, Cambridge 1888; Wien, Lehrbuch der Hydrodynamik, Leipzig 1900; Reynolds, O., An experimental investigation whether the motion of water shall be direct or sinuous etc., Land. Philos. Trans. 174 (1883); Boussinesq, Théorie de l'écoulement tourbillonnant, Paris 1897. *(Schell) Finsterwalder.*

Hydroextrakteur, s. Zentrifugen.

Hydrofugin, Masse für wasserdichte Ueberzüge, besteht aus einem Gemisch von in Terpentinöl gelöstem palmitinsauren Zinnoxyd, Kupferoxyd und Aluminiumoxyd. *Andés.*

Hydrokarbür, s. Mineralöle.

Hydrologie (Wasserkunde) bildet einen Teil der Geophysik und beschäftigt sich sowohl mit dem Herkommen des Stoffes H_2O in seinen verschiedenen Aggregatformen als auch mit den Wirkungen desselben. Einen wesentlichen Teil der Hydrologie bildet die Hydrographie, d. h. die Beschreibung und Aufzeichnung der auf der Erdoberfläche vorkommenden Gewässer; in der letzteren inbegriffen ist die Ozeanographie: die Beschreibung des Meeres.

Chemische Beschaffenheit, Aggregatform und Beziehungen zwischen Pressung, Temperatur und Gewicht des Wassers wollen in dem Art. Wasser nachgesehen werden. Die Entstehung und den Verlauf des sich aus der Dampfform bildenden flüssigen Wassers und des Eises zu erklären und zu verfolgen ist die Hauptaufgabe der Hydrologie. Man nennt die Vorgänge auch den Kreislauf des Wassers. Ende und Anfang des letzteren ist das Meer; in dieses ergießen sich schließlich alle bis dorthin flüssig bleibenden Gewässer und aus diesem vollzieht sich durch die Arbeit der Wärme die Umwandlung des flüssigen Wassers in die Dampfform. Die infolge der ungleichen Erwärmung der Erdoberfläche entstehenden atmosphärischen Strömungen tragen den Wasserdampf wieder über das Festland, wo er unter verschiedenen Einflüssen kondensiert wird, um dann als flüssiges Wasser von neuem den Kreislauf zu beginnen. Die regelmäßige Wiederkehr dieser Vorgänge ist veranlaßt durch die Bewegung der Erde um die Sonne, die Bestrahlung der ihr zugewendeten Erdhälfte und durch die niedrige Temperatur des Weltenraumes, in dem die Bewegung stattfindet. Sie ist auch die notwendige Vorbedingung für die Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen flüssigen Wassers über und unter der Oberfläche des Festlandes. Diese Erscheinungen sind jedoch wandelbar. Erwünschte und unerwünschte Aenderungen hängen mit dem Eingreifen der Technik zusammen, die den Ablauf des flüssigen Wassers nach dem Meere beschleunigen oder hemmen (Flußregulierungen, Sammelteiche u. s. w.) sowie die Umwandlung in die Dampfform begünstigen oder hintanhalten kann (Bodenkultur). Um diese Tätigkeit zu regeln und das durch die natürlichen Verhältnisse Gebotene richtig auszunutzen, sind hydrologische Studien von unschätzbarem Werte, besonders wenn sie sich mehr auf richtige

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beobachtung von Tatſachen (Meſſungen, Kartierungen) als auf Spekulationen erſtrecken. Im übrigen kann nur derjenige auf dieſem Gebiete mit Erfolg arbeiten, der gründliche Kenntniſſe der Hydraulik und brauchbare geognoſtiſche Unterlagen beſitzt.

Faſt in allen Kulturſtaaten ſind in neuerer Zeit hydrographiſche Aemter, meiſt in Verbindung mit den meteorologiſchen Stationen, errichtet worden. Die bis 1884 vorliegenden Beobachtungen u. ſ. w., beſonders aber eine reiche Literatur erwähnt [1]; weitere ſchätzenswerte Anhaltspunkte liefern [2] ſowie die Publikationen der Staatsſtellen, unter welchen wir [3] als Beiſpiel nennen.

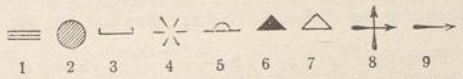
Literatur: [1] Günther, S., Geophyſik, Bd. 2, Stuttgart 1885. — [2] Wollny, Forſchungen auf dem Gebiete der Agrikulturphyſik, Zeitſchr., Heidelberg, alljährlich. — [3] Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden, Karlsruhe. *Lueger.*

Hydrolyſe, die chemiſche Reaktion des Waſſers auf Salze unter Bildung von Säure und Baſis.

Die hydrolytiſche Spaltung von Salzen kann nur dann in merkbarem Maße eintreten, wenn die in dem Salz enthaltene Säure oder (bezw. und) Baſe von vergleichbarer Stärke mit den ſauren bezw. baſiſchen Eigenſchaften des Waſſers ſind. Da dieſe gemäß ſeiner ungemein geringen elektrolytiſchen Diſſoziation (ſ. d.) ſehr ſchwach ſind, ſo tritt Hydrolyſe nur bei Salzen ſehr ſchwacher Säuren und Baſen auf, meiſt bei organiſchen Verbindungen, von Baſen z. B. die aromatiſchen Amine wie Anilin und ſeine Homologe, von Säuren die Phenole (z. B. Karbolſäure), Blau-, Kohlen-, Phosphor-, Borſäure, Schwefelwaſſerſtoff, die höheren Fettſäuren wie Stearin-, Palmitin-, Oelſäure. Dieſe letzteren Alkaliſalze ſind bekanntlich die Seifen, deren Wirkung gerade auf der Hydrolyſe beruht, indem durch Waſſer eine teilweiſe Spaltung in die Säure und freies Alkali hervorgerufen wird und letzteres dann eine löſende Kraft gegenüber Fett u. ſ. w. ausübt. Der Grad der hydrolytiſchen Spaltung iſt von dem Mengenverhältnis von Salz und Waſſer abhängig und beträgt nach Shields in Löſungen, die $^1/_{10}$ g Molekeln pro Liter enthalten, bei Cyankalium 1,12 %, Natriumkarbonat (Soda) 3,17 %, Phenolkalium 3,05 %. Von anorganiſchen Salzen unterliegen der Hydrolyſe in merkbarem Grade die des Wismut, des Zinn, der Borſäure und tertiäre Phosphate; z. B. iſt Trinatriumphosphat faſt völlig nach folgender Gleichung hydrolyſiert: $Na_3PO_4 + HOH = Na_2HPO_3 + NaOH$.

Literatur: Vgl. Abegg, Theorie der elektrolytiſchen Diſſociation (Ahrens' Sammlung), Stuttgart 1903; Shields, Zeitſchr. für phyſikaliſche Chemie, Bd. 12, S. 167 ff. *Abegg.*

Hydrometeore, die Kondenſationsprodukte des Waſſerdampfes der Atmoſphäre, für welche die Meteorologie folgende Symbole eingeführt hat (ſ. die Figur):



1 Nebel. 2 Regen. 3 Reif. 4 Schnee. 5 Tau. 6 Hagel. 7 Graupeln. 8 Schneegeſtöber. 9 Eisnadeln.

Hydrometrie, ſ. Waſſermeſſung.

Hydrooxyde, ſ. Hydrate.

Hydrooxygengas, ſ. v. w. Knallgas (ſ. d.).

Hydrophan, ſ. Opal.

Hydrophon, telephoniſcher Apparat am Land zur Anmeldung von Fahrzeugen, welche vom Meere herkommen. Eine mit Telephonplatte ausgerüſtete eiſerne Glocke wird in eine Waſſertiefe von 10—30 m verſenkt und durch das fortgepflanzte Geräuſch der Schiffsſchrauben auf ca. 1 km Entfernung in Schwingungen verſetzt, die ſich auf den Apparat am Lande übertragen. Vgl. a. Waſſerleitung.

Hydrophor, Hydrophorſchlauch, Hydropult, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 771 ff.

Hydroſkop, Sehapparat für Unterſeeboote (ſ. d.).

Hydroſtatik, die Lehre vom Gleichgewicht der Flüſſigkeiten; ſie bildet einen Spezialfall der Hydrodynamik, wenn angenommen wird, daß ſich eine Flüſſigkeit in relativer Ruhe befinde.

Für dieſen Fall werden in den S. 157 aufgeſtellten Fundamentalgleichungen 1 die Werte der Geſchwindigkeiten u, v, w gleich Null und man hat:

$$X - \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} = 0; \quad Y - \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \quad Z - \frac{1}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z} = 0, \qquad 1.$$

wobei X, Y, Z die in Richtung der Achſen wirkenden auf die Maſſeneinheit bezogenen Komponenten der äußeren Kräfte, μ die Maſſe der Volumeneinheit (Dichte vgl. Bd. 2, S. 740), p die im Punkte x, y, z herrſchende Preſſung pro Flächeneinheit bedeuten. Multipliziert man die erſte der Gleichungen 1. mit dx, die zweite mit dy, die dritte mit dz und addiert, ſo ergibt ſich, weil $\frac{\partial p}{\partial x} \cdot dx + \frac{\partial p}{\partial y} \cdot dy + \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz = dp$:

$$\mu (X\,dx + Y\,dy + Z\,dz) = dp. \qquad 2.$$

Die Integration dieſer Gleichung liefert die Preſſung als Funktion der Koordinaten x, y, z, wenn für einen beſtimmten Zuſtand an einer beſtimmten Stelle die Preſſung bekannt iſt, alſo die bei der Integration entſtehende Konſtante ermittelt werden kann. Für $dp = 0$, alſo $p = c$ ergeben ſich die ſogenannten Niveauflächen, in welchen die Preſſung überall einen kon-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtanten Wert annimmt (Flächen gleicher Preſſung). Die zu 2. gehörigen Erörterungen allgemeiner Natur wollen in [1], S. 285 ff., nachgeſehen werden.

Ohne Rückſicht auf Wärmebewegung und Molekularkräfte nimmt in einer relativ ruhenden Flüſſigkeit nur die Schwerkraft (welche auf die Maſſeneinheit bezogen $= g$ iſt) Einfluß auf die Preſſung; es wird dann $X = 0$, $Y = 0$, und, ſofern man die Z-Achſe poſitiv in Richtung der Schwere wählt, $Z = g$. Somit ergibt ſich aus 2.

$$d p = \mu g d z = \gamma d z \qquad 3.$$

unter γ das Gewicht der Volumeneinheit der Flüſſigkeit verſtanden (vgl. Bd. 2, S. 740). Bei Annahme eines konſtanten Wertes von γ (unzuſammendrückbare Flüſſigkeit und Vernachläſſigung der Wärmewirkung) liefert die Integration mit den zuſammengehörigen Anfangswerten $p = p_0$, $z = h$:

$$p - p_0 = \gamma (z - h). \qquad 4.$$

Aus dieſer Gleichung erſieht man ohne weiteres, daß, weil anläßlich der Annahme für die Z-Achſe die XY-Ebene horizontal ſein muß, alle Niveauflächen horizontale Ebenen ſind, mithin auch der Spiegel der Flüſſigkeit. Iſt der letztere (vgl. Fig. 1) dem atmoſphäriſchen Drucke p_0 ausgeſetzt, ſo nennt man in bezug auf den Punkt M, wenn $p_0 = \gamma h$, $z = p : \gamma$ die Druckhöhe und $z - h = (p - p_0) : \gamma$ die Ueberdruckhöhe (vgl. Bd. 3, S. 123).

Für die Technik von größter Bedeutung ſind die Preſſungen, welche das ruhende Waſſer auf die Wände der einſchließenden Gefäße ausübt. Iſt in dieſem Falle, wie gewöhnlich, die gedrückte Fläche beiderſeits mit der atmoſphäriſchen Preſſung belaſtet, ſo kommt für die reſultierende Preſſung nur der Ueberdruck $\gamma (z - h)$ in Betracht. Verlegt man den Koordinatenanfang in den Spiegel der Flüſſigkeit, verſteht man alſo jetzt unter z die Tiefe des gedrückten Flächenelementes $d F$ unter dem Spiegel, ſo iſt die normal gegen dieſes eben gedachte Element gerichtete, von der Ueberdruckhöhe z herrührende Waſſerpreſſung $d p$:

$$d p = \gamma z d F. \qquad 5.$$

Wir werden nun im folgenden die wichtigſten, mit Hilfe dieſer Formel lösbaren Probleme der Waſſerpreſſung gegen Gefäßwände berechnen.

1. **Waſſerpreſſung gegen ebene oder zylindriſche Wandflächen, die in Richtung der mit dem Spiegel des Waſſers parallelen Erzeugenden eine konſtante Breite b haben.** — Das obere Ende einer ebenen Fläche liege in der Tiefe h_0, das untere in h_1 unter Spiegel (Fig. 2); die Länge der Fläche ſei $= d$, ihre konſtante Breite ſenkrecht zur XZ-Ebene $= b$. Entſprechend der Figur wird:

$$x = a (h_1 - z) : h_1;\ z = h_1 (a - x) : a;\ a d z = - h_1 \cdot d x.$$

Das vom Waſſer gedrückte Flächenelement in der Richtung der X-Achſe iſt $= b \cdot d z$; jenes in Richtung der Z-Achſe $= b d x$. Man hat alſo für die Komponenten der Preſſung P:

$$P_x = \gamma b \int_{h_0}^{h_1} z \cdot d z = \gamma b \cdot \frac{{h_1}^2 - {h_0}^2}{2};\quad P_z = \gamma b \int_0^c z \cdot d x = -\gamma \frac{b a}{h_1} \int_{h_1}^{h_0} z \cdot d z = \gamma b c \cdot \frac{h_1 + h_0}{2}.$$

mithin:

$$P = \sqrt{{P_x}^2 + {P_z}^2} = \gamma b d \cdot \frac{h_1 + h_0}{2}.$$

Der Angriffspunkt der Reſultanten iſt beſtimmt, wenn man die Ordinate z_1 desſelben ermittelt. Letztere findet ſich als Mittelpunkt der Parallelkräfte P_z aus der Gleichung

$$z_1 = \frac{\int z^2 \cdot d x}{\int z \cdot d x} = \frac{\int_{h_0}^{h_1} z^2 \cdot d z}{\int_{h_0}^{h_1} z \cdot d z} = \frac{2}{3} \cdot \frac{{h_1}^3 - {h_0}^3}{{h_1}^2 - {h_0}^2}.$$

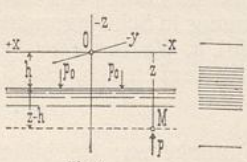


Fig. 1.

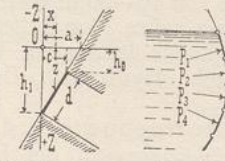


Fig. 2.

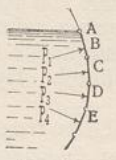


Fig. 3.

Nachdem $F = b d$ die Größe der gedrückten Fläche, $(h_1 + h_0) : 2$ der vertikale Abſtand ihres Schwerpunktes vom Spiegel iſt, ergibt ſich die Regel: Die Preſſung auf eine ebene Fläche iſt gleich dem Produkte aus dem Gewichte einer Waſſerſäule von der Baſis F und einer Höhe gleich dem Vertikalabſtande des Schwerpunktes von F unter Spiegel.

Iſt die Fläche gekrümmt, ſo muß eine Gleichung der im Schnitte der XZ-Ebene entſtandenen Leitlinie des Zylinders beſtehen, welche für die ganze Fläche oder einen beliebigen Teil derſelben die Komponenten P_x, P_z der Preſſung und ihre Angriffspunkte x_1 und z_1:

$$P_x = \gamma b \int z d z,\ P_z = \gamma b \int z d x,\ x_1 = \int x z \cdot d z : \int z d z,\ z_1 = \int z^2 d x : \int z d x$$

ermitteln läßt. Diesbezügliche Rechnungen ſind zwar einfach, aber unbequem. Man ermittelt deshalb die Waſſerpreſſungen auf gekrümmte Flächen in der Regel annähernd, und zwar dadurch, daß man die in der XZ-Ebene als Schnittlinie erſcheinende Kurve $ABCDE$ (Fig. 3) in ein Polygon mit den Ecken $ABCDE$ umwandelt, die Preſſungen gegen die ſo gedachten ebenen Flächen aus dem Angriffspunkte nach der vorhergehenden Methode feſtſtellt und ſodann die Zuſammenſetzung der verſchiedenen P graphoſtatiſch vornimmt. Die Methode iſt überſichtlich und gewährt größere Sicherheit gegen Irrtümer als das rein analytiſche Verfahren.

2. **Waſſerpreſſungen gegen ebene Flächen, welche ſenkrecht zur XZ-Ebene nicht überall die gleiche Breite b haben.** Legt man das Koordinatenſyſtem ſo, daß der Urſprung in die Schnittlinie der ebenen Fläche mit dem Spiegel fällt und die XZ-Ebene ſenkrecht auf dieſer die Y-Achſe bildenden Schnittlinie ſteht, ſo iſt nach dem vorhergehenden jedenfalls die Preſſung P gegen die Fläche F: $P = \gamma \int z \cdot d F = \gamma F s$, unter s den Vertikalabſtand des Schwerpunktes unter Spiegel verſtanden. Ferner ſind die Momente der Elementarpreſſungen in bezug

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf die Ebene der YZ: $\gamma x z \cdot dF$, auf die Ebene der XZ: $\gamma y z \cdot dF$, auf die Ebene der XY: $\gamma z^2 \cdot dF$. Hieraus ergeben ſich die Koordinaten des Angriffspunktes der Geſamtpreſſung P:

$$x_1 = \int x z \cdot dF : Fs;\ y_1 = \int y z \cdot dF : Fs;\ z_1 = z^2 \cdot dF : Fs.$$

Außerdem beſteht infolge der Wahl des Koordinatenſyſtems (Fig. 4) die allgemeine Beziehung $x = m z$, alſo $x_1 = m z_1$.

Hat die Fläche F eine Symmetrielinie oder Mittellinie, in welche der Druckmittelpunkt notwendigerweiſe fallen muß, ſo genügt es, die Koordinate z_1 zu berechnen. Dies iſt z. B. der Fall bei einem Trapez, deſſen parallele Seiten a und b mit der Y-Achſe parallel ſind (Fig 5). Für dieſe Figur iſt $u(h_1 - h_0) = c(z - h_0)$, alſo $(h_1 - h_0) \cdot du = c \cdot dz$. Das Flächenelement wird: $dF = \left(a + \frac{b-a}{c} u\right) du$, und wenn man u und du aus der vorhin gefundenen Beziehung erſetzt, ſo folgt: $dF = [a h_1 - b h_0 + (b - a) z] \cdot \frac{c \cdot dz}{(h_1 - h_0)^2}$, womit:

$$P = \gamma \int_{h_0}^{h_1} z\, dF = \frac{\gamma c}{6 (h_1 - h_0)^2} \cdot [3 (a h_1 - b h_0)(h_1^2 - h_0^2) + 2 (b - a)(h_1^3 - h_0^3)]$$

gefunden wird. Die z-Koordinate des Angriffspunktes von P ermittelt ſich zu:

$$z_1 = \int_{h_0}^{h_1} z^2\, dF : \int_{h_0}^{h_1} z\, dF = \frac{4 (a h_1 - b h_0)(h_1^3 - h_0^3) + 3 (b - a)(h_1^4 - h_0^4)}{6 (a h_1 - b h_0)(h_1^2 - h_0^2) + 4 (b - a)(h_1^3 - h_0^3)}.$$

Wird $a = b$, d. h. ändert ſich das Trapez in ein Parallelogramm von der Höhe c und der Grundlinie a (Fig. 6), ſo wird:

$$P = \gamma c a \cdot \frac{h_1 + h_0}{2};\ z_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{h_1^3 - h_0^3}{h_1^2 - h_0^2}.$$

Wird $b = 0$, d. h. ändert ſich das Trapez in ein auf der Spitze ſtehendes Dreieck (Fig. 7), ſo iſt:

$$P = \gamma c a \cdot \frac{h_1^3 + 2 h_0^3 - 3 h_1 h_0^2}{6 (h_1 - h_0)^2},\ z_1 = \frac{h_1^4 + 3 h_0^4 - 4 h_1 h_0^3}{2 h_1^3 + 4 h_0^3 - 6 h_1 h_0^2}.$$

Mit $a = 0$ ergibt ſich ein auf der Grundlinie ſtehendes Dreieck (Fig. 7a), wofür:

$$P = \gamma c b \cdot \frac{h_0^3 + 2 h_1^3 - 3 h_0 h_1^2}{6 (h_1 - h_0)^2},\ z_1 = \frac{h_0^4 + 3 h_1^4 - 4 h_0 h_1^3}{2 h_0^3 + 4 h_1^3 - 6 h_0 h_1^3}.$$

Weitere Vereinfachungen ergeben ſich mit $h_0 = 0$, d. h. wenn die obere Seite des Trapezes mit der Y-Achſe zuſammenfällt, und $c = h_1 - h_0$, d. h. wenn die gedrückte Fläche des Trapezes vertikal ſteht; ſie ſind leicht zu finden.

Für eine elliptiſche Fläche, deren kleine Achſe b mit der Y-Achſe parallel geht und deren Mittelpunkt in der Tiefe h, deren Scheitel in h_0 unter der Abziſſenachſe (Fig. 8) liegen, beſtehen die Beziehungen: $\frac{u^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$; $dF = 2y\, du$; $y = b\sqrt{1 - \frac{u^2}{a^2}}$, da die Ebene der XZ die große Achſe der Fläche enthält. Aus der Figur ergibt ſich ferner: $u(h - h_0) = a(h - z)$.

Es wird demgemäß: $P = \gamma \int_{h_0}^{2h - h_0} z\, dF = \gamma a b \pi h$, und man erhält für z_1:

$$z_1 = \int_{h_0}^{2h - h_0} z^2\, dF : \int_{h_0}^{2h - h_0} z\, dF = h + \frac{(h - h_0)^2}{4h}.$$

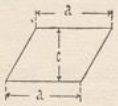


Fig. 6.

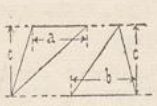


Fig. 7. Fig. 7a.

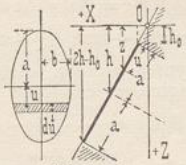


Fig. 8.

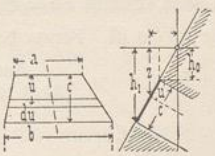


Fig. 5.

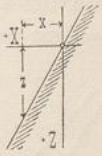


Fig. 4.

Selbſtverſtändlich gelten dieſe Reſultate auch für den Kreis von Radius R, wenn $b = a = R$ geſetzt wird.

Es iſt zu beachten, daß der Waſſerdruck ſtets normal gegen die gedrückte Fläche gerichtet iſt, alſo in vielen Fällen auch als Auftrieb (ſ. d.) wirkt. Waſſerpreſſungen auf gekrümmte Flächen ſind nicht parallel und laſſen ſich nicht immer auf eine Reſultierende reduzieren. Der Angriffspunkt der reſultierenden Waſſerpreſſung und der Schwerpunkt der gedrückten Fläche fallen nur bei horizontaler Lage der letzteren zuſammen; bei geneigten Flächen liegt der gedachte Angriffspunkt ſtets tiefer als der Schwerpunkt.

Literatur: [1] Grashof, F., Hydraulik, Leipzig 1875. — [2] Lueger, O., Waſſerverſorgung der Städte, Darmſtadt 1895, wofelbſt reichliche, chronologiſch geordnete Literaturangaben. *Lueger.*

Hydroſtatiſche Preſſe, ſ. v. w. Realſche Preſſe (ſ. d.).

Hydroſtatiſche Wage, eine gewöhnliche zweiarmige Wage mit der Abänderung, daß die eine Wagſchale höher hängt als die andre, ſo daß daran mittels dünner Drähte aufgehängte Körper ſowohl in der Luft als untergetaucht in ein Gefäß mit Waſſer gewogen werden können zum Zwecke der Ermittlung des ſpezifiſchen Gewichtes der Körper. Das Gewicht und der Auftrieb des

mit untergetauchten Drahtſtücks müſſen durch beſonderen Verſuch ermittelt werden. *Aug. Schmidt.*

Hydroſulfitküpe, ſ. Indigoküpen.

Hydrotachylyt, ſ. Gläſer, natürliche.

Hydrotelegraphie, Telegraphie ohne Drahtleitung durch die Erde oder das Waſſer mittels galvaniſcher Ströme; ſ. Telegraphie.

Hydroxyde (Hydrooxyde), ſ. Hydrate.

Hydroxyl, in der Chemie die einwertige Atomgruppe OH, tritt wie ein einwertiges Atom auf und wird in Verbindungen oft durch einwertige Atome (Chlor, Brom u. ſ. w.) erſetzt; ſ. a. Hydrate. *Bujard.*

Hydrozinkit (Zinkblüte), Mineral, waſſerhaltiges Zinkkarbonat $Zn_3Co_5 + 2\,H_2O$ (75,24% ZnO, 13,62% CO_2, 11,14% H_2O), meiſt weiße bis gelbe, dichte, erdige bis nierenförmige Maſſen. Spez. Gew. 4,25. Wegen ſeines untergeordneten Vorkommens techniſch unbedeutend. *Leppla.*

Hyetometer, ſ. Regenmeſſer.

Hygrometer, ſ. Feuchtigkeitsmeſſer; Hygrometrie, die Lehre von der Meſſung des in der Luft enthaltenen Waſſerdampfes.

Hygroſkop, Inſtrument zur Schätzung der Feuchtigkeit der Luft; ſ. Feuchtigkeitsmeſſer.

Hypäthros, ſ. v. w. unter freiem Himmel; jene griechiſchen Tempel hießen Hypäthraltempel, die im Dache und in der Decke eine Lichtöffnung (Opaion) hatten.

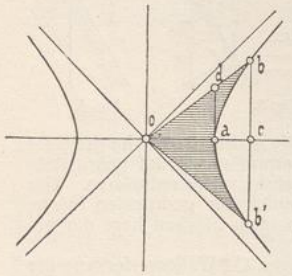
Es waren dies ſtets nur die größeren Tempel, die eine beſondere Beleuchtung erforderten, und da dann auch die Spannweite eine größere war, erſchien die Cella durch zwei Säulenreihen in drei ungleich große Schiffe geteilt; auf dieſen Säulen ſtanden dann kleinere Säulen, welche die Deckenbalken zu tragen hatten. Das einzige noch einigermaßen wohlerhaltene diesbezügliche Beiſpiel bietet der Poſeidon-Tempel zu Päſtum.

Literatur: [1] Vitruvii, M. P., Architectura, 2. Buch, Kap. 2. — [2] Roß, Hypaithraltempel, Halle 1846. — [3] Bötticher, Karl, Der Hypaithraltempel, Potsdam 1847. — [4] Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 1; Durm, J., Baukunſt der Griechen, Darmſtadt 1881. *Weinbrenner.*

Hyperbel, ſ. Kegelſchnitte.

Hyperbelfunktionen, die (wahrſcheinlich von Riccati um 1753 zuerſt eingeführten) Funktionen sin h (= sinus hyperbolicus), cos h, tg h, ctg h, welche auch (nach Gudermann) mit Sin, Coſ, Tg, Ctg bezeichnet werden und ſich geometriſch auf ähnliche Art von der gleichſeitigen Hyperbel herleiten laſſen, wie die Kreisfunktionen sin, cos, tg, ctg vom Kreiſe.

Iſt nämlich (ſ. die Figur) o der Mittelpunkt, a ein Scheitel einer gleichſeitigen Hyperbel, deren reelle Halbachſe $o\,a$ die Länge Eins hat, b ein beliebiger Punkt der Kurve, b' der in bezug auf die reelle Achſe ſymmetriſch zu b liegende Punkt, c der Schnittpunkt der Sehne $b\,b'$ mit der reellen Achſe, d der Schnittpunkt der Geraden $o\,b$ mit der Scheiteltangente $a\,d$, ſo werden die Strecken $c\,b$, $o\,c$, $a\,d$ als Funktionen der (in der Figur ſchraffierten) Hyperbelfläche $o\,b\,a\,b'\,o$ aufgefaßt und man ſchreibt $c\,b = \mathrm{Sin}\,\varphi$, $o\,c = \mathrm{Coſ}\,\varphi$, $a\,d = \mathrm{Tg}\,\varphi$, wenn φ = Fläche $o\,b\,a\,b'\,o$ = 2 mal Fläche $o\,b\,a\,o$ iſt. Ferner bezeichnet man $\frac{1}{\mathrm{Tg}\,\varphi}$ mit $\mathrm{Ctg}\,\varphi$.



Analytiſch werden dieſe Funktionen durch die für jeden (auch imaginären) endlichen Wert von φ gültigen Formeln:

$$\mathrm{Sin}\,\varphi = \frac{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}{2} = \frac{\varphi^1}{1!} + \frac{\varphi^3}{3!} + \frac{\varphi^5}{5!} + \cdots,$$

$$\mathrm{Coſ}\,\varphi = \frac{e^{\varphi} + e^{-\varphi}}{2} = 1 + \frac{\varphi^2}{2!} + \frac{\varphi^4}{4!} + \frac{\varphi^6}{6!} + \cdots,$$

$$\mathrm{Tg}\,\varphi = \frac{\mathrm{Sin}\,\varphi}{\mathrm{Coſ}\,\varphi} = \frac{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}{e^{\varphi} + e^{-\varphi}}, \qquad \mathrm{Ctg}\,\varphi = \frac{\mathrm{Coſ}\,\varphi}{\mathrm{Sin}\,\varphi} = \frac{e^{\varphi} + e^{-\varphi}}{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}$$

definiert. Entſprechend der Gleichung $x^2 - y^2 = 1$ für die gleichſeitige Hyperbel hat man:

$$\mathrm{Coſ}^2\varphi - \mathrm{Sin}^2\varphi = 1,$$

woraus folgt

$$1 - \mathrm{Tg}^2\varphi = \frac{1}{\mathrm{Coſ}^2\varphi}, \qquad \mathrm{Ctg}^2\varphi - 1 = \frac{1}{\mathrm{Sin}^2\varphi}.$$

Coſ iſt eine gerade Funktion, d. h. $\mathrm{Coſ}\,(-\varphi) = +\,\mathrm{Coſ}\,\varphi$; Sin, Tg, Ctg ſind ungerade Funktionen, d. h. $\mathrm{Sin}\,(-\varphi) = -\,\mathrm{Sin}\,\varphi$ u. ſ. w.

Für reelle Werte des Arguments φ kann $\mathrm{Sin}\,\varphi$ jeden poſitiven oder negativen Zahlenwert annehmen, $\mathrm{Coſ}\,\varphi$ dagegen nicht kleiner als $+1$, $\mathrm{Tg}\,\varphi$ weder kleiner als -1, noch größer als $+1$, ſein, in Zeichen: $\mathrm{Coſ}\,\varphi \geq +1$, $-1 \leq \mathrm{Tg}\,\varphi \leq +1$.

Es beſtehen für die Hyperbelfunktionen auch Additionstheoreme, Formeln für die Funktionen der doppelten und halben Argumente u. ſ. w., und zwar von derſelben Geſtalt wie für die Kreisfunktionen; nur in den Vorzeichen der Glieder iſt manchmal ein Unterſchied. Aus jeder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beziehung zwiſchen Kreisfunktionen erhält man die entſprechende Beziehung der Hyperbelfunktionen, wenn man ſtatt der in erſterer vorkommenden Argumente $\alpha, \beta, \ldots$ das i-fache, alſo $i\alpha, i\beta, \ldots$ ſetzt, dann die Gleichungen:

$$\sin ix = i\,\mathfrak{Sin}\,x,\quad \cos ix = \mathfrak{Cof}\,x,\quad \operatorname{tg} ix = i\,\mathfrak{Tg}\,x,\quad \operatorname{ctg} ix = -i\,\mathfrak{Ctg}\,x$$

anwendet und nötigenfalls mit einer Potenz von i dividiert. So folgt aus

$$\begin{aligned}\sin(\alpha+\beta) &= \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta:\\ \sin(i\alpha+i\beta) &= \sin i\alpha\cos i\beta + \cos i\alpha\sin i\beta \text{ oder}\\ i\,\mathfrak{Sin}(\alpha+\beta) &= i\,\mathfrak{Sin}\,\alpha\,\mathfrak{Cof}\,\beta + i\,\mathfrak{Cof}\,\alpha\,\mathfrak{Sin}\,\beta, \text{ alſo}\\ \mathfrak{Sin}(\alpha+\beta) &= \mathfrak{Sin}\,\alpha\,\mathfrak{Cof}\,\beta + \mathfrak{Cof}\,\alpha\,\mathfrak{Sin}\,\beta; \text{ ferner}\\ \text{aus } \cos(\alpha+\beta) &= \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta\end{aligned}$$

die Beziehung $\mathfrak{Cof}(\alpha+\beta) = \mathfrak{Cof}\,\alpha\,\mathfrak{Cof}\,\beta + \mathfrak{Sin}\,\alpha\,\mathfrak{Sin}\,\beta$

(das Vorzeichen + im zweiten Glied iſt zu beachten) u. ſ. w.

Iſt $\mathfrak{Sin}\,\varphi = u$, ſo ſchreibt man $\varphi = \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,u$, d. h. $\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,u$ bedeutet diejenige Hyperbelfläche, deren $\mathfrak{Sin}$ gleich u iſt. Entſprechende Bedeutung haben $\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Cof}\,u$, $\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Tg}\,u$, $\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Ctg}\,u$. ($\mathfrak{Ar}$ iſt die Abkürzung des lateiniſchen area = Fläche, Flächeninhalt; die häufig benutzte Schreibweiſe $\mathfrak{Arc}\,\mathfrak{Sin}$, $\mathfrak{Arc}\,\mathfrak{Cof}$ u. ſ. w. iſt zu verwerfen.) Man hat

$$\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,u = ln\,(u+\sqrt{u^2+1}),\quad \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Cof}\,u = ln\,(u+\sqrt{u^2-1}),$$

$$\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Tg}\,u = \frac{1}{2}\,ln\,\frac{1+u}{1-u},\quad \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Ctg}\,u = \frac{1}{2}\,ln\,\frac{u+1}{u-1}.$$

Erwähnt ſeien noch die Differentialformeln

$$d\,\mathfrak{Sin}\,x = \mathfrak{Cof}\,x\,dx,\qquad d\,\mathfrak{Cof}\,x = \mathfrak{Sin}\,x\,dx\ (\text{Vorzeichen} + !),$$

$$d\,\mathfrak{Tg}\,x = \frac{dx}{\mathfrak{Cof}^2 x},\quad d\,\mathfrak{Ctg}\,x = -\frac{dx}{\mathfrak{Sin}^2 x}$$

und die Integralformeln

$$\int\frac{dx}{\sqrt{x^2+1}} = \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,x + c,\qquad \int\frac{dx}{\sqrt{x^2-1}} = \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Cof}\,x + c,$$

$$\int\frac{dx}{1-x^2} = \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Tg}\,x + c\quad (x<1);\qquad \int\frac{dx}{x^2-1} = -\,\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Ctg}\,x + c\quad (x>1).$$

Die Hyperbelfunktionen haben ſich nicht bloß in der Mathematik bei der Auflöſung kubiſcher Gleichungen (ſ. den Art. Gleichungen, Bd. 4, S. 563), bei der Darſtellung der Kettenlinie (ſ. d.), allgemeiner der Seilkurven für horizontal begrenzte Belaſtungsflächen [5], der Antifriktionskurve oder Huyghensſchen Traktorie, bei vielen Integralen u. ſ. w., in der nautiſchen Aſtronomie [6] u. ſ. w., ſondern auch in verſchiedenen Zweigen der techniſchen Wiſſenſchaften [7]—[9] als ſehr nützlich, ja unentbehrlich erwieſen.

Literatur: Ausführlichſte Theorie und Geſchichte der Hyperbelfunktionen in [1]; Tafeln: vierſtellig in [2] und [3], fünf- bis ſiebenſtellig [4]. — [1] Günther, Siegm., Die Lehre von den Hyperbelfunktionen, Halle 1881. — [2] Des Ingenieurs Taſchenbuch, herausgeg. vom akadem. Verein Hütte, 18. Aufl., Berlin 1902, Abt. 1, S. 28—32. — [3] Ligowski, W., Taſchenbuch der Mathematik, 3. Aufl., Berlin 1893, S. 22—36. — [4] Derſ., Tafeln der Hyperbelfunktionen und der Kreisfunktionen nebſt einem Anhange, enthaltend die Theorie der Hyperbelfunktionen, Berlin 1890. — [5] Zimmermann, H., Ueber Seilkurven, Zentralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 3, 1883, S. 231. — [6] Villarceau, Yvon et Magnac, Nouvelle navigation astronomique, Paris 1877. — [7] Ligowski, W., Die Beſtimmung der Form und Stärke gewölbter Bogen mit Hilfe der hyperboliſchen Funktionen, Erbkams Zeitſchrift f. Bauweſen, 4. Jahrg., 1854, S. 127, 267. — [8] Zimmermann, H., Die Berechnung des Eiſenbahnoberbaues, Berlin 1888. — [9] Lodge, J., The electrical transmission of power, Engineer 1883, I, S. 59, 97, 137, 179.

Mehmke.

Hyperbelräder ſind an Stelle von Kegelrädern anzuwenden, wenn die Wellen beider Zahnräder aneinander vorbeigehen müſſen. Bei Uebertragung großer Kräfte vermeidet man ſie, weil die Zähne ſich nicht nur in der Richtung vom Fuß zum Kopf reiben, ſondern auch in der Breitenrichtung aneinander gleiten und darum bei ſtarkem Zahndruck großen Reibungsverluſt und ſchnelle Abnutzung verurſachen. Die Zähne ſind der Breite nach geradlinig verjüngt, ſtehen aber nicht zentriſch, ſondern ſchräg.

Spannt man zwiſchen zwei gleichen konaxialen Reifen parallele Fäden, ſo daß dieſe zunächſt in einer Zylinderfläche liegen, und dreht den einen Reifen um ſeine Achſe um 180°, ſo bilden die Fäden eine Kegelfläche; dreht man aber weniger als 180°, ſo iſt die von geradlinigen Fäden umſchriebene Fläche ein Hyperboloid, weil ihre Meridianſchnitte Hyperbeln darſtellen. Der kleinſte Kreis in der Mitte zwiſchen beiden Reifen heißt Kehlkreis. Die geraden Linien der geſpannten Fäden geben die gerade Berührungslinie zweier aneinander gelegten Hyperboloide und zugleich die Richtung der Zähne eines Hyperbelrades an. Läßt man zwei ſich berührende Hyperboloide um ihre Achſen rotieren, indem man ſich anſtatt der Fäden Zähne denkt, ſo muß die Geſchwindigkeit v ſenkrecht zur geraden Berührungslinie für beide Räder dieſelbe ſein. In der Umfangsrichtung dagegen ſind die Zahngeſchwindigkeiten v_1 und v_2 verſchieden, je nach dem Winkel zwiſchen der Geraden und den Umfängen der beiden Räder. Es ſei weiterhin vorausgeſetzt, daß die Achſen einen Winkel von 90° bilden und im Abſtande a (Fig. 1 und 3) aneinander vorbeigehen, daß ferner das Ueberſetzungsverhältnis $Z_1 : Z_2 = n_2 : n_1$ (z. B. $= 1:2$ in der Figur) gegeben ſei. In Fig. 2 geht, der Bildebene parallel (alſo unverkürzt), die gerade Berührungslinie CD der Hyperboloide von dem ſcheinbaren Schnittpunkte C der Achſen aus, und zwar ſo, daß $DA : DB = Z_1 : Z_2$ iſt. Durch die Annahme des Punktes D iſt die Größe der Räder beſtimmt. Am kleinſten werden die Kehlkreiſe mit den Radien k_1 und k_2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

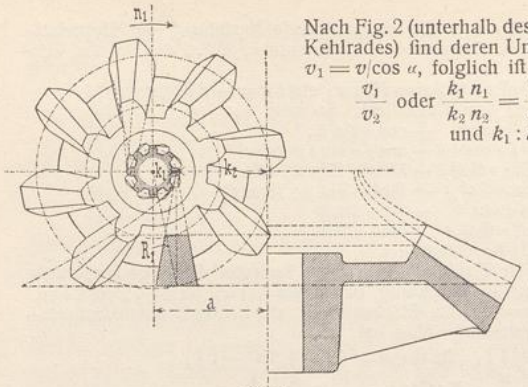


Fig. 1.

Nach Fig. 2 (unterhalb des in Anſicht gezeichneten, obenaufliegenden Kehlrades) ſind deren Umfangsgeſchwindigkeiten $v_2 = v/\sin\alpha$ und $v_1 = v/\cos\alpha$, folglich iſt:

$$\frac{v_1}{v_2} \text{ oder } \frac{k_1 n_1}{k_2 n_2} = \frac{v \sin\alpha}{v \cos\alpha} = \operatorname{tg}\alpha = \frac{DA}{DB} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

und $k_1 : k_2 = (n_2 : n_1)^2 = (Z_1 : Z_2)^2$.

In dem Verhältnis $k_1 : k_2$ iſt die Achſenentfernung a in Fig. 1 und 3 zu teilen. Als Tangenten an den ſo erhaltenen Kehlkreiſen beſtimmen die Projektionen von CD in Fig. 1 und 3 die Richtungen der Zähne. In dem Abſtande des in Fig. 3 projizierten Punktes D' von der Achſe des Rades erhält man den Radius R_2 des äußeren Teilkreiſes. Hat man weiter den Punkt d in Fig. 2, der Zahnbreite $D\,d$ entſprechend, angenommen, ſo ergibt ſich aus der Projektion d' in Fig. 3 der Radius r_2 des inneren Teilkreiſes. Trägt man dieſe Radien R_2 und r_2 und außerdem noch beliebige andre ebenſo konſtruierte Radien in Fig. 2 ein, ſo erhält man die Punkte der Hyperbel des zweiten Rades und ebenſo aus Fig. 1 die des erſten Rades. Senkrecht zur Zahnrichtung $C'D'$ in Fig. 3 iſt die für beide Räder gleiche und für die Zahnſtärke maßgebende Teilung $t_0 = 2\pi \cdot C'D'/Z_2$ aufgetragen. Weil nun aber die Zähne am äußeren Umfang ſchräg unter dem Winkel, den $C'D'$ mit R_2 bildet, abgeſchnitten ſind, wird die am Rade meßbare Teilung t_2 im Verhältnis $R_2 : C'D'$ größer als t_0. Entſprechend ergibt ſich aus Fig. 1 die Teilung t_1 für das kleine Rad. Hiernach werden die Umfangsteilungen beider Räder verſchieden. Errichtet man in Fig. 2 auf CD in D ein Lot, ſo erhält man in deſſen Schnittpunkten auf den Achſen die Spitzen M_1 und M_2 der Kegel, welche die Zahnkränze außen begrenzen. In der Abwicklung dieſer Kegel (Fig. 2, rechts) ſind die Zahnkurven zu konſtruieren. Hiernach laſſen ſich die Begrenzungslinien der Zähne in die Räder einzeichnen. An Stelle der Hyperboloide, welche die Kopfflächen und den Zahnboden bilden, wird man Kegelflächen annehmen.

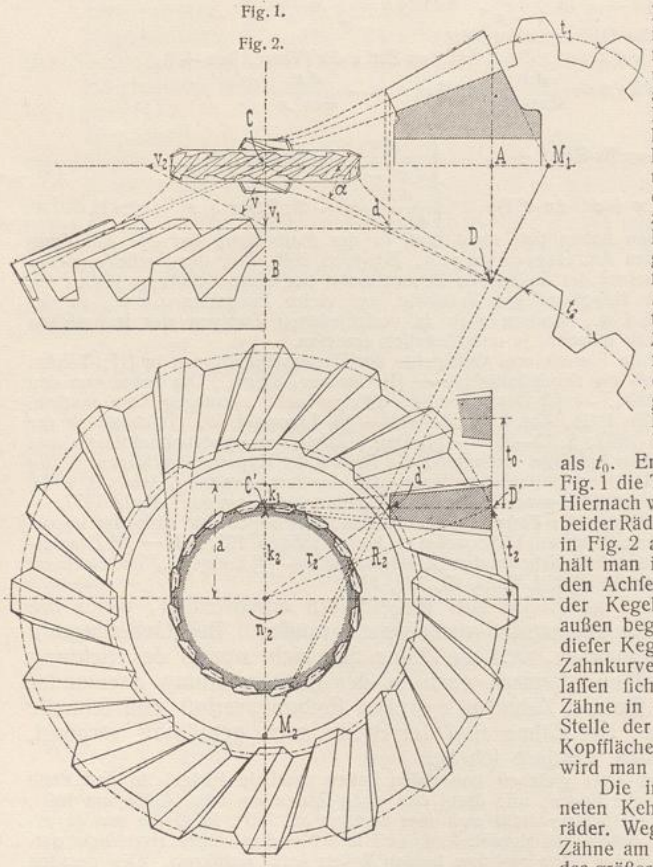


Fig. 2.

Fig. 3.

Die in den Figuren eingezeichneten Kehlkreisräder ſind Schraubenräder. Wegen der ſtarken Steigung der Zähne am kleineren Rade wird dieſes das größere nicht zu treiben vermögen, wohl aber umgekehrt von dem größeren getrieben werden können. — Zur Anwendung kommen hyperboliſche Räder beiſpielsweiſe an den Spindelbänken für Baumwollſpinnerei (ſ. Bd. 1, S. 610).

Literatur: [1] Reuleaux, Der Konſtrukteur, Braunſchweig 1882—89, S. 549—554. — [2] Keller, Triebwerke, München 1904, S. 163—170. — [3] Herrmann-Weisbach, Mechanik, Braunſchweig 1876, 3. Teil, 1. Abt., S. 228—237.

Lindner.

Hyperbelträger, ſ. Schwedler-Träger.

Hyperboloid, ſ. Flächen zweiten Grades.

Hyperelliptiſche Integrale und Funktionen. Ein Integral heißt hyperelliptiſch, wenn unter dem Integralzeichen ein Ausdruck $\sqrt{X}$ vorkommt, wo X

ein Ausdruck vom p-Grad in x und $p > 4$ ift; es heißt insbefondere ultraelliptifch, wenn p gleich 5 oder 6 ift.

Die hyperelliptifchen Integrale zerfallen wie die elliptifchen (f. d.) in drei Gattungen, je nachdem fie für keinen Wert von x unendlich oder für einen Wert von x algebraifch unendlich oder für zwei Werte von x logarithmifch unendlich werden. Sie find $(p-2)$- oder $(p-1)$fach unendlich vieldeutig, je nachdem p gerade oder ungerade ift.

Hyperelliptifche Funktionen entftehen durch Umkehrung der hyperelliptifchen Integrale. Doch kann z. B. in dem ultraelliptifchen Integral $u = \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{X}}$, wo $X = a_0 x^6 + a_1 x^5 + \ldots + a_6$ ift, nicht die obere Grenze x als Funktion des Integrals u beftimmt werden. Es müffen vielmehr x und y aus den beiden Gleichungen: $u = \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{X}} + \int_0^y \frac{dy}{\sqrt{Y}}$; $v = \int_0^x \frac{x\,dx}{\sqrt{X}} + \int_0^y \frac{y\,dy}{\sqrt{Y}}$ (wo $Y = a_0 y^6 + a_1 y^5 + \ldots a_6$) als Funktionen von u und v beftimmt werden (ultraelliptifche Funktionen). x und y find die Wurzeln einer quadratifchen Gleichung, deren Koeffizienten durch ultraelliptifche Thetafunktionen (f. Thetafunktionen) von u und v ausgedrückt werden. x und y find vierfach periodifch.

Literatur: [1] Königsberger, Vorlefungen über die Theorie der hyperelliptifchen Integrale, Leipzig 1878. — [2] Neumann, Vorlefungen über Riemanns Theorie der Abelfchen Integrale, 2. Aufl., Leipzig 1884. — [3] Ohneforge, A., Hyperelliptifche Integrale und Anwendungen auf Probleme der Mechanik, Berlin 1889. *Wölffing.*

Hypergeometrifche Reihe (Gaußfche Reihe), die von Gauß unterfuchte Reihe $F(\alpha, \beta, \gamma, x) = 1 + \frac{\alpha\beta}{1\cdot\gamma}x + \frac{\alpha(\alpha+1)\,\beta(\beta+1)}{1\cdot 2\quad\gamma(\gamma+1)}x^2 + \frac{\alpha(\alpha+1)\,(\alpha+2)\,\beta(\beta+1)(\beta+2)}{1\cdot 2\cdot 3\qquad\gamma(\gamma+1)(\gamma+2)}x^3 + \ldots$ Diefelbe ift konvergent für $x < 1$; ferner für $x = 1$, wenn $\alpha + \beta < \gamma$. Durch diefe Reihe laffen fich zahlreiche Funktionen darftellen, z. B. $l\,(1+x) = x\,F(1, 1, 2, -x)$.

Literatur: [1] Gauß, Werke, Göttingen 1868, Bd. 3, S. 125–162. — [2] Derf., Allgemeine Unterfuchungen über die hypergeometrifche Reihe, deutfch von Simon, Berlin 1887. — [3] Klein, J., Vorlefungen über die hypergeometrifche Funktion, Leipzig 1894. *Wölffing.*

Hyperit, f. Gabbro.

Hyperoxyd (Superoxyd), in der Chemie Bezeichnung für die Sauerftoffverbindung eines Elementes, die mehr Sauerftoff als andre Oxyde desfelben enthält.

Durch Erwärmen oder durch Einwirkung von Säuren geben die Hyperoxyde einen Teil ihres Sauerftoffs ab und werden in eine niedrigere Oxydationsftufe bezw. in Salze übergeführt, z. B. Manganhyperoxyd MnO_2 in Manganoxydul MnO, Waffertoffhyperoxyd H_2O_2 in Waffer H_2O. *Bujard.*

Hyperfthen, Hyperfthenfels, Hyperfthenit, f. Augit und Gabbro.

Hypochlorite, die Salze der unterchlorigen Säure. Unterchlorigfaures Kalium und Natrium bilden die wirkfamen Beftandteile des Eau de Javelle, das unterchlorigfaure Calcium ift der Hauptbeftandteil des Chlorkalks.

Sie dienen auch als Reinigungsmittel für Gafe (Acetylen) und gehören wegen ihrer bakteriziden Eigenfchaften zu den chemifchen Wafferreinigungsmitteln (Trinkwaffer). Sie find hierfür jedoch von zu ungleicher Wirkung, man braucht auch zu große Mengen von ihnen als Zufatz, fo daß man in der Praxis kaum einen Vorteil aus diefer Methode ziehen kann. *Bujard.*

Hypocykloidalführung, f. Cardanifche Kreife.

Hypocykloide, f. Kurven, cyklifche.

Hypoftil, Bezeichnung für die Anordnung von Säulen, bei welcher diefelben im ganzen Raum gleichmäßig verteilt find. *Weinbrenner.*

Hypofulfite, f. Thiofulfate.

Hypotenufe, die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite des rechtwinkligen Dreiecks.

Hypotrachelion, der Hals der griechifch-dorifchen Säule; f. Säule.

Hypotrochoide, f. Kurven, cyklifche.

Hypfometer, Apparat, beftehend aus einem fehr empfindlichen Thermometer (Hypfothermometer) in Verbindung mit einem Kochapparat, um die Temperatur der Dämpfe fiedenden deftillierten Waffers zu meffen und daraus den Luftdruck zu berechnen.

Da die Spannkraft der gefättigten Wafferdämpfe für jede Temperatur bekannt und anderfeits ftets gleich dem auf der fiedenden Flüffigkeit laftenden Druck, bei dem Sieden alfo gleich dem Luftdruck ift, fo läßt fich aus der abgelefenen Dampftemperatur der herrfchende Luftdruck berechnen, worauf die Bezeichnung des Inftruments zurückzuführen ift. Die Hypfometer haben vielfach bei Höhenmeffungen Anwendung gefunden und find auch von Mohn mit Erfolg zur Beftimmung der an Barometerablefungen anzubringenden Schwerekorrektion benutzt worden.

Literatur: Mohn, Das Hypfometer als Luftdruckmeffer und feine Anwendung zur Beftimmung der Schwerekorrektion, Wiffenfch. Schriften, I., math.-naturw. Klaffe, Chriftiania 1899. *Großmann.*

Hypfothermometer (Thermohypfometer), f. Hypfometer.

Hyfteresis, f. Elektromagnetismus, Bd. 3, S. 421.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

I

als Abkürzungszeichen bedeutet auf den deutſchen Reichsmünzen die Münzſtätte Hamburg, auf älteren franzöſiſchen Limoges; als Zahlzeichen im Griechiſchen $I = 9$, $\iota = 9000$; im Lateiniſchen I = 1; in der Mathematik $i = \sqrt{-1}$.

Iberger Kalk, im Oberharz (Grund) ein blaugrauer, gelblicher bis weißer, dichter, ſplitterig brechender Kalkſtein, der keine Schichtung zeigt, aber von zahlreichen Klüften und Spalten durchzogen wird. Das Geſtein gehört ſeinen Verſteinerungen nach dem Oberdevon an und enthält in zahlreichen, unregelmäßig geſtalteten Neſtern und Butzen, ſelten gangartig, Eiſenerze (Spat- und Brauneiſenſtein), welche vielfach durch Bergbau aufgeſchloſſen ſind. *Leppla.*

Identitäten, ſolche Gleichungen, welche nicht zur Beſtimmung der Veränderlichen dienen, ſondern für alle beliebigen Werte derſelben beſtehen, z. B. $(a+x)(a-x) = a^2 - x^2$. Man gebraucht oft bei denſelben ſtatt des Gleichheitszeichens das Identitätszeichen $\equiv$.

Bei einer algebraiſchen Identität müſſen (nach gehöriger Reduktion) die Koeffizienten ſämtlicher Potenzen von x und das Abſolutglied Null ſein. Wichtige Identitäten ſind die folgenden:

$$(b+c)(c+a)(a+b) = (a+b+c)(bc+ca+ab) - abc$$

$$(b-c)(c-a)(a-b) = a^2(c-b) + b^2(a-c) + c^2(b-a) = a(b^2-c^2) + b(c^2-a^2) + c(a^2-b^2)$$

$$(b-c)^2 + (c-a)^2 + (a-b)^2 = 2[(a-b)(a-c) + (b-c)(b-a) + (c-a)(c-b)]$$

$$(a^2+b^2+c^2)(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2) - (a\alpha+b\beta+c\gamma)^2 = (b\gamma-c\beta)^2 + (c\alpha-a\gamma)^2 + (a\beta-b\alpha)^2.$$

Wölffing.

Idioelektriſch, ſ. Elektrizität, Bd. 3, S. 401.

Idokras, ſ. v. w. Veſuvian (ſ. d.).

Idrialit (Queckſilberbranderz), ein Mineral, das aus einem Kohlenwaſſerſtoff, dem Idrialin (77 %) und beigemengtem Zinnober (17,8 %) beſteht. Stets derb, braungrau bis braunſchwarz, mild, fettglänzend und fettig anzufühlen. Entzündet ſich an der Kerze, ſchmilzt bei 250—300° C und gibt dabei Queckſilber, ſchweflige Säure und ein ölbildendes Gas. Durch Terpentin läßt ſich das Idrialin, ein aus etwa $C_{40}H_{27}O$ zuſammengeſetzter weißer Körper, aus dem Idrialit ausziehen. Kommt mit Queckſilbererzen zuſammen bei Idria vor. *Leppla.*

Idrisöl (Verbenaöl), ſ. Grasöle.

Igel (Igelkrempel), die mit Drahtſpitzen beſetzten Walzen in der Baumwoll-, Kammgarn-, Flachsſpinnerei.

Igeltransformator (Swinburnſcher Wechſelſtromtransformator), ſ. Umformer, elektriſcher.

Ikonometer (Bildmeſſer, Sucher, Ausſchnittmeſſer), Vorrichtung zur Einſtellung des Bildes an Handkameras (ſ. Kamera).

Die einfachſte Geſtalt des Ikonometers iſt die eines aufklappbaren Metallrähmchens mit Fadenkreuz, mittels welchem man, durch ein in einem abſtehenden Plättchen angebrachtes Viſierloch hindurchblickend, den Bildausſchnitt wahrnehmen kann. Die Größe des Rahmenausſchnittes und der Abſtand des Viſierloches vom Rähmchen müſſen entſprechend der Brennweite und dem Bildwinkel des benutzten Objektives beſtimmt werden. An Stelle eines Ikonometers der beſchriebenen Form ſtehen häufig noch andre Sucher in Verwendung. Der Watſonſche Sucher beſteht aus einem kleinen Metallkäſtchen, in welchem eine Linſe (von wenigen Zentimetern Brennweite) das Bild auf einem diagonal angeordneten Spiegel entwirft, der es nach oben auf eine Mattſcheibe reflektiert, ſo daß der Apparat unter Augenhöhe gehalten werden kann. Bei Talbots Doppelſucher iſt der Spiegel umzulegen; die Linſe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entwirft ſodann das Bild unmittelbar auf die in der Rückwand eingelaſſene Mattſcheibe (vgl. Kamera) und es kann daher der Apparat ſich in Augenhöhe befinden. Gleichfalls für die Durchſicht iſt der Newtonſche Sucher, eine in einem geſchwärzten Metallrähmchen gefaßte bikonkave Verkleinerungslinſe, beſtimmt. Ein intereſſanter neuer Sucher („Sellar") für Draufſicht wurde von Martin in Rathenow erfunden. Es iſt ein Hohlſpiegel mit einer Sattelfläche; er weiſt nämlich in der Richtung der Viſierlinie eine konkave, in der dazu ſenkrechten Richtung eine zum Zwecke der Beſeitigung der ſtarken Verzeichnungen zonenweiſe verſchiedene Werte aufweiſende konvexe Krümmung auf. — Außerdem gibt es noch einige Arten von Suchern, welche aber ſeltener verwendet werden, z. B. das Pleſiometer, vom Ausſehen eines kleinen Taſchenfernrohrs, welches auch als Einſtellupe und Entfernungsmeſſer benutzbar iſt, u. ſ. w.

Literatur: Eder, J. M., Ausführl. Handbuch der Photographie, 1. Teil, 2. Hälfte, Halle a. S. 1893; Derſ., Jahrbuch f. Photogr. u. Repr., Halle a. S. 1907. *A. W. Unger.*

Ikonoſtaſis, in den ruſſiſchen Kirchen die reichverzierte Wand, welche das Sanktuarium von dem übrigen Teil der Kirche trennt.

Ikonotypie, ein von J. Hentſchel in Mannheim ausgearbeitetes Verfahren zur Herſtellung elaſtiſcher Buchdruckformen.

Auf eine Metallplatte wird an den im Drucke weiß bleibenden Stellen eine paſtoſe Subſtanz allmählich bis zu 3 mm Dicke aufgetragen und die ſo erhaltene Matrize durch Ausgießen mit Leimmaſſe abgeformt (vgl. Gelatinographie). Die Methode iſt nur für grobe Zeichnung aufweiſende Druckplatten verwendbar. *A. W. Unger.*

Ikoſaeder, Ikoſitetraeder, ſ. Polyeder.

Illipefett, ſ. Baſſiafett.

Illipeöl, auch Mahwabutter und Baſſiaöl genannt, ein friſchgelbes oder grünlichgelbes Fett aus dem Samen von Bassia longifolia *L.* und Bassia latifolia *Roxb.* Es wird leicht ranzig und findet Verwendung in der Kerzen- und Seifenfabrikation.

Literatur: Schädler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 3. Aufl., Bd. 1, Berlin 1906; Lewkowitſch, Chem. Technologie der Fette, Bd. 2, Braunſchweig 1905. *Deite.*

Illumination, 1. feſtliche Beleuchtung von Straßen und Plätzen einer Stadt, von einzelnen Gebäuden, von Gartenanlagen u. ſ. w. durch Lampen in verſchiedenfarbigem Lichte, Gasflammen oder elektriſches Licht, durch Transparente; bei größter Wirkung auch durch Pechkränze in Pfannen (St. Peter-Kuppel in Rom).

Hierbei gilt als Regel, die Hauptteile eines Bauwerks, wie Fenſter, Bogenöffnungen, Gurten und Geſimſe, Liſenen u. ſ. w., durch einfache Lichtlinien zu bezeichnen und ſo die Hauptverhältniſſe hervorzuheben, wodurch meiſt eine prächtige und große Wirkung erzielt wird. In Gärten iſt durch Aufſtellung von Lämpchen längs den Beeten, durch Papierlaternen in Kettenlinien, durch bengaliſches Feuer ſowie durch Spiegelung an Seen oder Teichen eine reizende Wirkung von phantaſtiſch-feenhaftem Gepräge zu erreichen. Oft können auch durch Lattengerüſte Scheinarchitekturen (z. B. im Hintergrunde eines Gartens) hingezaubert werden.

2. Buntmalen von ſchwarzgezeichneten Bildern, daher Illuminator ſ. v. w. Handſchriftenmaler, Miniaturmaler. *Weinbrenner.*

Illuminator, Lichtwerfer, Vorrichtung zur Beleuchtung von Inſtrumententeilen.

Solche Vorrichtungen ſind erforderlich zur Beleuchtung von Teilungen für die Ableſung mit Lupen und zur Beleuchtung des Fadenkreuzes in Fernrohren bei Nachtbeobachtungen ſowie der Maßſtäbe und Fäden in Ableſemikroſkopen. Die Innenwandung des unteren Teils der Mikroſkoprohre wird mit weißem Gips bekleidet. Im übrigen werden die Vorrichtungen in paſſender Form und Stellung an den Inſtrumenten angebracht. Sie beſtehen aus kleinen Schirmen von weißem Papier, Webſtoff, Horn, Zellhorn, Glas oder Metall. S. Fadenkreuz. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Illuſtrationsdruck (-zurichtung), der Druck von Bildern mittels Holzſchnitten, Aetzungen u. ſ. w. und der Buchdruckpreſſe.

Der typographiſche Bilderdruck iſt gegenüber dem mittels andrer Techniken ausgeführten dadurch kompliziert, daß man zumeiſt eines beſonderen Reliefs bedarf, um ſämtliche Tonwerte des Bildes im Abdrucke richtig zu erhalten. Durch das Zurichtrelief wird nämlich bewirkt, daß entſprechend dem Dunkelheitsgrade der verſchiedenen Bildpartien dieſe auch einen verſchieden kräftigen Druck erleiden. Die Illuſtrationszurichtung (Kraftzurichtung) wird auf manuellem oder mechaniſchem Wege im eignen oder auch in beſonderen Betrieben hergeſtellt. Durch Handarbeit ſo, daß ſchablonenartige Ausſchnitte gemacht und übereinander geklebt werden, wodurch ſich, über die Mitteltöne wachſend, an den Schattenſtellen ſchließlich die meiſten Papierlagen aufbauen. Seltener erzeugt man das Relief durch entſprechend oftes Uebermalen mit paſtoſen Subſtanzen oder umgekehrt durch Herausſchaben der helleren Bildpartien aus einem Papierblatt, welches mit mehreren verſchieden gefärbten „Kreide"ſchichten verſehen iſt. Die mechaniſchen Zurichtmethoden ſcheiden ſich in mehrere Gruppen. Die Streuzurichtverfahren beruhen darauf, daß z. B. auf ein und demſelben Papierblatte wiederholt farbeſatte Abdrücke gemacht und dieſe jedesmal mit Harzpulver beſtäubt (dieſes wohl auch in verſchiedener Weiſe, z. B. durch ätheriſche Harzlöſungen, fixiert wird) werden; ſchließlich vereinigt man die Pulverſchichten durch Hitzeeinwirkung oder in andrer Weiſe zu einer zuſammen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hängenden Kruſte. Bei den photomechaniſchen Zurichtverfahren wird entweder nach einem Negative ein fertig entwickeltes Gelatinerelief (ſ. Pigmentdruck) erzeugt und unmittelbar als Zurichtung verwendet oder nach einem Diapoſitiv ein Quellrelief gewonnen, in Gips abgeformt und mittels dieſer Gipsmatrize erſt ein Guttaperchazurichtrelief hergeſtellt. Ein ſehr gutes Verfahren iſt die neue mechaniſche Kreidezurichtung. Ein beſonderes, zweiſeitig nach Art der Kunſtdruckpapiere (ſ. Papierforten) geſtrichenes Papier wird auf beiden Seiten (vorne mit dem richtigen, rückwärts mit einem Spiegelabklatſch) mit Abdrücken des zuzurichtenden Klifchees verſehen und hierauf in verdünnte Chlorlauge gebracht. Dieſe löſt an den von der harzhaltigen, fetten Druckfarbe nicht bedeckten Stellen das Bindemittel der Streichſchichte (den Leim oder das Kaſein), wodurch die des Zuſammenhangs beraubten mineraliſchen Pulverpartikeln fortgeſchwemmt werden können. Iſt das Relief fertig, wird es gewaſchen, getrocknet und gebürſtet. Auch geätzte Metallzurichtreliefs werden fabriksmäßig erzeugt. Bei den ſogenannten Reliefklifchees iſt die eigentliche Druckplatte mit einer durch photomechaniſche Uebertragung und Aetzen gewonnenen Zurichtreliefplatte unter Anwendung von Preſſengewalt und Hitze hinterprägt; dadurch erhalten die die verſchieden dunkeln Bildteile im Abdrucke ergebenden Formelemente ein verſchiedenes Niveau.

Für den Illuſtrationsdruck werden auch eigne Preſſen mit umfangreichem Farbwerk, ſchweren, gegen das Durchbiegen durch Rippenverſteifung geſicherten Druckzylinder und Formenplatte, Frontbogenausführung (vgl. Buchdruckmaſchinen) gebaut. Ferner bedarf man beſonders gut druckfähiger, aufs feinſte verteilbarer Schwärzen oder bunter Farbſtoffe; endlich muß das Papier eine ſpezielle Eignung aufweiſen (Weichheit, Widerſtand gegen Aufrauhen, Saugfähigkeit, homogene Struktur u. ſ. w.). Zumeiſt benutzt man heute, namentlich für den Druck von Autotypien (ſ. Autotypie), geſtrichenes Chromo- oder Kunſtdruckpapier, welche ſich durch ihre weiße, glatte und ſaugfähige Oberfläche auszeichnen. *A. W. Unger.*

Ilmenit, ſ. v. w. Titaneiſenerz (ſ. d.).

Imaginär (reinimaginär) heißen zunächſt die Quadratwurzeln aus negativen Zahlen; ihnen gegenüber werden die poſitiven und negativen Zahlen als reell bezeichnet. Jede imaginäre Zahl iſt das Produkt aus einer reellen Zahl in die Wurzel aus der negativen Einheit $\sqrt{-1}$; die letztere wird allgemein mit i bezeichnet. Dabei iſt $i = i^5 = i^9 = \ldots$; $i^2 = i^6 = \ldots = -1$; $i^3 = i^7 = \ldots = -i$; $i^4 = i^8 = \ldots = 1$. Summen von reellen und imaginären Zahlen heißen komplex (ſ. Komplexe Größen).

In der algebraiſchen und analytiſchen Geometrie iſt das Auftreten von imaginären (oder komplexen) Werten der Beſtimmungsſtücke der geſuchten Größe immer ein Zeichen, daß die betreffende Aufgabe keine oder nur eine uneigentliche Löſung beſitzt. So erhält man z. B. für den aus drei Seiten zu berechnenden Dreiecksinhalt einen imaginären Wert, wenn eine Seite größer iſt als die Summe der beiden andern; das Dreieck iſt alsdann nicht konſtruierbar. Ebenſo erhält man für die Koordinaten der Schnittpunkte zweier außerhalb voneinander liegender Kreiſe komplexe Werte. Die Kreiſe ſchneiden ſich tatſächlich nicht. Um jedoch die Allgemeingültigkeit gewiſſer geometriſcher Sätze (z. B. des Satzes, daß eine Kurve n-Ordnung mit einer ſolchen p-Ordnung gerade np Punkte gemein hat) zu ſichern, iſt man genötigt, in der Geometrie auch imaginäre Gebilde, d. h. ſolche mit imaginären oder komplexen Koordinaten oder Gleichungen zu betrachten.

In der ebenen Geometrie gelangt man hierbei zu imaginären Punkten $x_0 + ix_1$, $y_0 + iy_1$ (durch jeden geht eine reelle Gerade $\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_0 & y_0 & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \end{vmatrix} = 0$) und zu imaginären Geraden $(a_0 + ia_1)x + (b_0 + ib_1)y + (c_0 + ic_1) = 0$ (auf jeder liegt ein reeller Punkt $x : y : 1 = \begin{vmatrix} a_0 & b_0 & c_0 \\ a_1 & b_1 & c_1 \end{vmatrix}$); ferner zu imaginären Kurven (z. B. die imaginäre Ellipſe $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + 1 = 0$). Von Wichtigkeit ſind die ſogenannten imaginären Kreispunkte, die unendlich fernen Punkte des Geradenpaars $x^2 + y^2 = 0$. Es ſind die zwei Punkte, welche jeder Kreis der Ebene mit der unendlich fernen Geraden gemein hat. Sie werden harmoniſch getrennt durch je zwei aufeinander ſenkrechte Gerade. Eine Kurve, welche durch dieſelben geht, heißt zirkular. Ein imaginärer Punkt (Strahl) kann auch ſynthetiſch definiert werden als einer der Doppelpunkte (Doppelſtrahlen) einer durch zwei Punktepaare (Strahlenpaare) gegebenen elliptiſchen Involution.

In der Raumgeometrie unterſcheidet man außer imaginären Punkten und Ebenen imaginäre Gerade erſter und zweiter Art, je nachdem ſie einen reellen Punkt und eine reelle Ebene beſitzen oder nicht. Die imaginären Raumgeraden können ſynthetiſch als Leitlinien von Kongruenzen (ſ. Liniengeometrie) definiert werden. *Wölffing.*

Imaginäre Gelenke, ſ. Gelenkverbindung, Gelenkviereck.

Imaginäre Geometrie, ſ. Geometrie, nichteuklidiſche.

Imatraſtein, ſ. Konkretion.

Imbibition, die Durchtränkung feſter Körper mit Flüſſigkeit. Tritt dabei auch Flüſſigkeit in die Molekularinterſtitien, ſo findet ein Aufquellen des Körpers ſtatt. Speziell über die Wirkung des Waſſers bei dem Eindringen in den Boden ſ. Bodenphyſik, Bd. 2, S. 115, III.

Imitatgarne, ſ. Streichgarnſpinnerei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Imitation, ſ. v. w. Nachahmung. Im Gebiete des Bauweſens iſt die Nachahmung echter und teurer Stoffe durch Malerei oder durch minder koſtbare Stoffe ein oft gebrauchtes Mittel, um Wirkungen für den Augenblick oder für vorübergehende Zwecke zu erzielen. Oft aber ſoll dadurch auch unter der zwingenden Notwendigkeit geringer Geldmittel der Eindruck einer reicheren Ausführung hervorgerufen werden.

Wenn ſich das vom Standpunkte der wahren Kunſt in den erſtgenannten Fällen, alſo für Feſtdekorationen beſonders im Inneren der Gebäude, gutheißen läßt, ſo verbietet es ſich an den Außenſeiten der Gebäude und überhaupt da, wo die Einflüſſe der Witterung zu raſch den Schleier zerreißen und die nackte Wahrheit in ihrer Jämmerlichkeit zeigen würden. Am auffallendſten tritt dies zutage bei der Nachahmung von Quaderboſſen, Marmorſäulen u. dergl. durch Mörtelputz, bei welchen ſich in kurzer Zeit ſchon die Anfänge der Zerſtörung durch Froſt u. ſ. w. zeigen. — Günſtiger geſtalten ſich jene Nachahmungen von Marmorflächen in Stuckmarmor (ſ. Stucco luſtro), die im Inneren von vorzüglicher Wirkung und großer Dauer ſind. Ebenſo können in gewiſſen Fällen die durch Oelfarbanſtrich (ſ. Anſtriche, Bd. 1, S. 230) bewirkten Nachahmungen von feineren Holzarten oder verſchiedenen ſeltenen Marmoren von Wert ſein. Bei geſchickter und getreuer Nachbildung werden ſie oft eine vollkommene Täuſchung erzielen; auf die Dauer aber vermögen ſie nicht den Eindruck der Aermlichkeit zu beſeitigen.

Im Lichten (Lichtweite), Angabe des inneren Maßes bei hohlen Gegenſtänden.

Immerſionsſyſteme, ſ. Mikroſkop.

Impedanz. In einem Stromkreiſe mit hoher Selbſtinduktion iſt die Stromſtärke bei Wechſelſtrom kleiner als bei Gleichſtrom. Es hat den Anſchein, als ob der Widerſtand des Leiters mit hoher Selbſtinduktion gegen Wechſelſtrom größer ſei als gegen Gleichſtrom. Man bezeichnet den Widerſtand eines ſolchen Leiters als ſcheinbaren Widerſtand oder Impedanz desſelben, zum Unterſchiede gegen den gewöhnlichen Widerſtand, den der Leiter gegen Gleichſtrom hat.

Der Widerſtand wächſt mit der Periodenzahl des Wechſelſtromes, d. h. mit der halben Anzahl der Richtungswechſel in der Sekunde. Bezeichnet n die Periodenzahl des Wechſelſtromes und L den Selbſtinduktionskoeffizienten des Leiters, ſo iſt deſſen ſcheinbarer Widerſtand oder Impedanz $= 2\sqrt{w^2 + 4\pi^2 n^2 L^2}$. Dieſer ſcheinbare Widerſtand ſetzt ſich alſo zuſammen aus dem eigentlichen Leitungswiderſtande w und dem ſogenannten induktiven Widerſtande, der von dem Selbſtinduktionskoeffizienten L und der Periodenzahl des Stromes abhängt. *Otto Zentſch.*

Impedanzſpule (Droſſelſpule), ſ. Umformer, elektriſcher.

Imperial, Papierformat (ſ. d.) von 766 mm Länge und 554 mm Breite; ruſſiſche Goldmünze = 10 Rubel. Seit 1886 werden nur noch Halbimperiale geprägt zu 130,68 Doli = 5,80675 g Feingold = 16,20 *M.*, während die vor 1886 gemünzten Stücke 135 Doli enthielten = 5,998709 g Feingold = 16,65—16,74 *M.*

Imperialdukaten, ruſſiſche Goldmünze = 3 Rubel = 10,04 *M.*

Impermeator, Dampfſchmierapparat, der kurz vor der Maſchine auf das Hauptdampfrohr geſchraubt wird; er benutzt das durch Kondenſation des Dampfes entſtandene Waſſer, um das Schmieröl aus dem Apparat in das Hauptdampfrohr zu drücken. *T. Schwarz.*

Impfen, ſ. Beraſung, Bd. 1, S. 691.

Impluvium, die Oeffnung im Dache des römiſchen Atriums, durch welche das Regenwaſſer einfällt und in einem Baſſin (Compluvium) geſammelt wird.

Imprägnationszonen, ſ. Erzlagerſtätten.

Imprägnieren, ſ. Holzkonſervierung.

Impreſſaſchichten (Impreſſamergel, Impreſſaton), graue und grünlichgraue, gelblich verwitternde Tone und Mergel, die in wechſelnder Mächtigkeit ein Glied des unteren Malm oder weißen Jura in Süddeutſchland ausmachen. *Leppla.*

In, in der Chemie Zeichen für Indium (ſ. d.).

Inbau (Innenbau), innerer Ausbau, ſ. Ausbau.

Incaholz, ſ. Nutzhölzer.

Indamine, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 628.

Index (Indexſtrich, Zeiger, Zähler, Zählſtrich), die zur Ableſung an Teilungen dienende Marke, z. B. beim Nonius der Nullſtrich der Nonienteilung und beim Schraubenmikroſkop die Marke, welche eine feſte Schraubenſtellung bezeichnet. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Indexfehler (Zeigerfehler, -abweichung), die Abweichung der Stellung des Zeigers oder auch der Teilung von der Stellung, welche die Theorie des Inſtrumentes erfordert. *(† Reinhertz) Hillmer.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Indiafaſer, ſ. Spinnfaſern.

Indianerrot, ſ. Eiſenrot.

Indianſhirting, ein Baumwollſtoff, ſ. Weberei.

Indican $C_{26}H_{31}NO_{17}$, ein in allen Indigo liefernden Pflanzen enthaltenes Glykoſid; ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 638.

Indicatrix (indikatoriſche Linie), ſ. Flächentheorie, Bd. 4, S. 73.

Indices, in der Kriſtallographie die Verhältniszahlen der reziproken Werte von den Längen (Parametern), welche die Kriſtallflächen auf den Koordinatenachſen abſchneiden (vgl. Kriſtall).

Indifferenzpunkt, ſ. Magnetismus.

Indigblau, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 638, und Indigoküpen.

Indigblauſchwefelſäure, Indigdiſulfoſäure, ſ. Indigokarmin.

Indigextrakt, Handelsname für reines indigblaudiſulfoſaures Natrium.

Indigo, blauer Farbſtoff aus dem Pflanzenreich, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche (Bd. 3, S. 638), Indigodruck, Indigokarmin, Indigoküpen. — Indigo, chineſiſcher, grüner, ſ. Chineſiſchgrün; Indigo, künſtlicher, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche (Bd. 3, S. 627); Indigo, löslicher, ſ. Indigokarmin; Indigo, mineraliſcher, ſ. Molybdänblau; Indigo, präparierter, Handelsname für das reine Indigblau; Indigo, roter, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche (Bd. 3, S. 641); Indigo, ſchwarzer, ſ. v. w. Anilinſchwarz (ſ. d.)

Indigodruck. Das Drucken von Indigo zwecks Hervorbringung von Muſtern auf einſeitig küpenblau gefärbtem Gewebe verdankt ſeine Entſtehung der Küpenfärberei. Denn um den Indigo als Druckfarbe auf dem Zeuge befeſtigen zu können, mußte für ihn ein Löſungsmittel gefunden werden, das ſein Eindringen in die Faſer an der betreffenden Stelle geſtattet. Solche Löſungsmittel aber ſind alle diejenigen Subſtanzen, die zum Anſetzen der Indigoküpe dienen.

So entſtand zuerſt das Pinſelblau, das durch Auftragen einer mit Gummi verdickten konzentrierten Auflöſung von Indigo in Schwefelarſen und Alkalilauge (Opermentküpe) auf den Stoff mit Hilfe eines Pinſels und Entwicklung des Blau infolge Oxydation des Indigweiß zu Indigblau durch Einlegen des Gewebes in Waſſer fabriziert wurde. Ihm folgte ſpäter das Fayenceblau (ſ. d.), das ſeine Erzeugung der den Bedürfniſſen des Kattundruckes angepaßten Vitriolküpe verdankte. Aber auch dieſe Methode des Indigodruckens wurde gewiſſer Schwierigkeiten halber nur kurze Zeit angewendet, zumal in dem Solid- oder Echtblau alsbald eine einfachere Ausführungsform gefunden wurde. Der Indigo wurde mittels eines Gemiſches von Zinnoxydulhydrat, Alkalilauge und Traubenzucker zu Indigweiß reduziert, dieſes mit Gummi verdickt aufgedruckt und die Farbe durch Waſchen der bedruckten Ware in Waſſer entwickelt. Das Verfahren wurde ſpäter noch verſchiedentlich modifiziert, ſchließlich aber aufgegeben, da man nach demſelben ein gutes Dunkelblau nicht erzielen konnte [1]. Das gleiche Schickſal hatte das auf Grund der Baeyerſchen Syntheſe des Indigblau aus Zimtſäure 1881 ausgearbeitete vielverſprechende Verfahren der Badiſchen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen, beſtehend in der Entwicklung dieſes Farbſtoffes auf der Faſer aus der auf letzterer durch Druck aufgetragenen Propiolſäure (Orthonitrophenylpropiolſäure). Der unangenehme Geruch der damit bedruckten Gewebe, der hohe Preis des Präparates und die Sorgfalt, welche die Durchführung des Verfahrens erheiſcht, ſind der Anwendung des Propiolſäureblaus hinderlich geweſen [2]. Es kam hinzu, daß bald nach der Einführung des Propiolſäuredruckes ein Verfahren bekannt wurde, nach dem es möglich iſt, mit natürlichem Indigo ein Druckblau von jeder beliebigen Tiefe zu erzeugen. Es iſt dies der ſogenannte Glykoſe- oder Glukoſeprozeß oder das Schlieper und Baumſche Verfahren [3]. Dabei wird die Reduktion des Indigo durch Glukoſe und Natronlauge unter Mitwirkung von Waſſerdampf bewirkt. Das entſtandene Indigweiß vereinigt ſich zufolge ſeiner Affinität zur Celluloſe mit der Faſer und wird durch die nachfolgende Oxydation in Blau übergeführt. Die Ausführung des Verfahrens, zu deſſen Gelingen die ſtrenge Einhaltung gewiſſer Bedingungen abſolutes Erfordernis iſt, geſtaltet ſich kurz folgendermaßen: Das baumwollene Gewebe wird auf einer Foulardier- oder Klotzmaſchine (ſ. d.) mit Traubenzuckerlöſung imprägniert und dann gut getrocknet, ſo daß der Traubenzucker möglichſt wenig Waſſer zurückhält. Das ſo präparierte Gewebe wird nun mit der Farbe bedruckt. Letztere iſt eine innige und lauwarme Miſchung von gemahlenem Indigo, Natronlauge, Maisſtärke und British Gum von gelatineartiger Konſiſtenz. Es befinden ſich nun auf dem Stoff zwei Lagen, die eine aus Glukoſe, die andre aus Indigofarbe beſtehend. Unmittelbar nach dem Drucken muß das Gewebe bei einer 70° C. nicht überſchreitenden Temperatur getrocknet werden. Bei höherer Temperatur würde infolge der zerſtörenden Einwirkung des Aetznatrons auf den Indigo die Farbe abgeſchwächt werden. Das bedruckte Stück läuft längs einer geheizten Dampfplatte, die bis zur Decke des Druckraums reicht, und zwar ſo, daß es einige Zentimeter von der Druckwalze ſein Drucktuch verläßt, das hinter der Maſchine durch heiße Platten getrocknet wird. Hat das bedruckte Stück die Decke erreicht, ſo tritt es in einen benachbarten Raum über, wo in einem in drei Abteilungen geteilten Kaſten die weitere Trocknung mit 75° C. warmer, durch ein Root-Gebläſe eingeblaſener Luft erfolgt. Hierdurch wird die Einwirkung der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Glukoſe verhindert, die erſt beim Dämpfen ſtattfinden ſoll. Das Dämpfen muß unmittelbar nach dem Drucken und Trocknen erfolgen. Das kalte bedruckte Stück zirkuliert in auf- und abſteigender Linie in einem kleinen Dämpfkaſten, der ſich über einem Behälter mit Waſſer befindet, durch das der Dampf aus einer den Kaſten deckenden und die Kondenſation des Dampfes im Dämpfraum verhindernden Dampfplatte ſtreicht, und verläßt ihn nach 15—20 Sekunden. Durch die Einwirkung des Dampfes erfolgt die Reduktion des Indigo zu Indigweiß. Die gedämpfte Ware ſoll braun ausſehen und einen olivfarbigen Schein zeigen. Sie wird ſchließlich ſorgfältig gewaſchen, um die Natronlauge und die Verdickung zu entfernen und um die Oxydation zu vollenden. Das Verfahren iſt beſonders für den Rotblauartikel (ſ. d.) in Anwendung gekommen. Eine Weißreſerve für dieſes Blau iſt mit gebrannter Stärke verdickter Schwefel. Für Gelbreſerve wird dem Schwefel ein Kadmiumſalz beigemiſcht.

Inzwiſchen wurden die Verſuche fortgeſetzt, die darauf abzielten, dem Drucker ein Präparat zur Verfügung zu ſtellen, das gleich der Propiolſäure der Badiſchen Anilin- und Sodafabrik die ſynthetiſche Bildung von Indigblau auf der Faſer zuließ. 1893 brachten Kalle & Co. in Biebrich [4] unter dem Namen Indigoſalz in Geſtalt einer farbloſen Paſte die Biſulfitverbindung des von Baeyer & Drewſen entdeckten Orthonitrophenylmilchſäuremethylketons in den Handel. Genannte Firma liefert neuerdings als Indigoſalz *T* dies ſich beſſer konſervierende Keton ſelbſt und überläßt es dem Drucker, dasſelbe vor dem Gebrauch in die lösliche Form der Biſulfitverbindung zu verwandeln. Deren wäſſerige Löſung zerſetzt ſich bei 50° unter Abſcheidung von freiem Keton, beim Verſetzen derſelben mit verdünnten Alkalien wird in der Kälte ſchon Indigo abgeſchieden. Das Verfahren, das Indigblau in der Faſer zu erzeugen, beſteht entweder darin, den Baumwollſtoff mit der verdickten Löſung des Indigoſalzes zu bedrucken, ihn zu trocknen und durch Natronlauge von 10—12° Bé bei gewöhnlicher Temperatur zu paſſieren, oder umgekehrt den mit Indigoſalzlöſung geklotzten und getrockneten Stoff mit einer Druckfarbe, die 16% Aetznatron enthält und aus gleichen Gewichtsteilen Verdickungsmittel und Natronlauge von 40° Bé hergeſtellt wird, zu bedrucken und nach dem Trocknen zu waſchen. Unter Benutzung der erſten Methode findet das Indigoſalz zur Herſtellung feinerer blauer Muſter (Ketonblau) eine beſchränkte Verwendung im Kattundruck. Das gleiche gilt von einem weiteren ſynthetiſchen Indigopräparat, das die Badiſche Anilin- und Sodafabrik [5] ſeit dem Jahre 1895 unter dem Namen Indophor in den Handel gebracht hat. Dasſelbe beſteht aus Indoxylkarbonſäure, die durch Einwirkung von Alkalien auf Anthranilglykokoll bei 200° C. techniſch gewonnen wird und bei Gegenwart ſchwacher Alkalien an der Luft oder durch Oxydationsmittel, wie Eiſenchlorid, auf der Faſer in Indigblau übergeht. Für helle Töne wird der Stoff in einer Löſung von calcinierter Soda von 2° Bé geklotzt und getrocknet, darauf mit einer Farbe bedruckt, die durch Miſchen von Indophor mit Waſſer und Tragantſchleim unter Erwärmen bereitet iſt. Der bedruckte Stoff wird bei 40° C. getrocknet, gewaſchen und leicht geſeift. Einer größeren Verwendung des Indophors und des Indigoſalzes, namentlich auch für dunkle Töne, ſteht der hohe Preis im Wege.

Literatur: [1] Perſoz, Impression des tissus, Paris 1846, Bd. 3, S. 54; Schützenberger, Farbſtoffe, Berlin 1873, Bd. 2, S. 560; Georgievics, v., Der Indigo, Leipzig und Wien 1892, S. 90. — [2] D.R.P. Nr. 15516; Schmidt, H., Bulletin de Rouen 1881, S. 325; Coſtobadic, ebend. 1884, S. 757. — [3] Bulletin de Mulhouse 1883, S. 585 und 601; Bourcart, ebend. 1884, S. 49; Dinglers Polyt. Journ. 1883, Bd. 250, S. 373. — [4] D.R.P. Nr. 73377; Fiſcher, E., Bulletin de Mulhouse 1893; Lehnes Färberzeitung 1892/93, S. 397; Ulrich, G., ebend. 1893/94, S. 1. — [5] D.R.P. Nr. 85071, 85494; Lehnes Färberzeitung 1894/95, S. 221. *R. Möhlau.*

Indigoerſatz, ein Blauholzpräparat, das durch Miſchen von Blauholzextrakt mit Chromſäure- und Chromoxydſalzen bei höherer Temperatur bereitet werden ſoll und zum Färben von Baumwolle in einem Bade dient.

Nach H. Gutknecht wird es dargeſtellt durch allmähliches Vereinigen einer auf 80—100° erhitzten Miſchung von flüſſigem Blauholzextrakt und Glyzerin mit einer wäſſerigen, mit Salzſäure verſetzten Löſung von Kaliumbichromat und Chromalaun. Die nach dem Erkalten des Reaktionsgemiſches reſultierende violettblaue Flüſſigkeit färbt, zu 3—6% vom Gewicht der Baumwolle angewendet, dieſe durch Steigern der Temperatur des Bades von 20 auf 40° in einer halben Stunde. Durch Vermiſchen mit ca. 12% Natriumbiſulfit von 40° Bé erhält man nach mehrtägigem Stehenlaſſen ein Präparat, das, mit Stärkeverdickung auf Baumwolle gedruckt, nach dem Dämpfen ein Schwarz liefert. Unter der Bezeichnung Indigoerſatz kommen auch einige Indulinfarbſtoffe in den Handel.

Literatur: Chemikerzeitung 1891, S. 979; Lehnes Färberzeitung 1891/92, S. 18. *R. Möhlau.*

Indigoextrakt, ſ. Indigokarmin.

Indigokarmin (Indigokompoſition, Indigoextrakt, Indigotin, löslicher Indigo, Sächſiſchblau u. ſ. w.) ſind Bezeichnungen für mehr oder weniger reines, indigblaudiſulfoſaures Natrium in feſter Form oder teigartiger Beſchaffenheit.

Bei der Vereinigung von Indigblau mit konzentrierter Schwefelſäure bildet ſich je nach der Dauer der Einwirkung, der Konzentration der Schwefelſäure und der Temperatur des Reaktionsgemiſches eine in Waſſer wenig lösliche Monoſulfoſäure, die Phönicinſchwefelſäure (Indigmonoſulfoſäure, Indigpurpur $C_{16}H_9N_2O_2 \cdot HSO_3$, und eine in Waſſer leicht lösliche Diſulfoſäure, die Coerulinſchwefelſäure (Indigdiſulfoſäure, Indigblauſchwefelſäure) $C_{16}H_8N_2O_2 \cdot (HSO_3)_2$. Letztere entſteht ausſchließlich bei kurzem Erwärmen von 1 Teil pulveriſiertem Indigblau mit 5—10 Teilen Schwefelſäuremonohydrat auf 90°. Sie kann auch ſynthetiſch durch Behandeln von Phenylglycin mit hochprozentiger rauchender

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwefelſäure erhalten werden (Berichte der Deutſchen chemiſchen Geſellſchaft, Bd. 24, S. 1476). Aus der mit Waſſer verdünnten blauen Löſung wird ſie durch geſättigte Kochſalzlöſung als Natriumſalz gefällt, aus dem durch Ueberführung in das unlösliche Bleiſalz, Zerſetzen des letzteren mit Schwefelwaſſerſtoff und Eindampfen der vom Schwefelblei befreiten Löſung die Indigblaudiſulfoſäure als eine amorphe, blaue, hygroſkopiſche Maſſe iſoliert werden kann. Sie bildet mit Alkalien und kohlenſauren Alkalien Salze, die in Waſſer leicht, in geſättigter Kochſalzlöſung aber unlöslich ſind. Die freie Säure ſowohl wie dieſe Salze finden unter vorſtehenden Bezeichnungen eine ausgedehnte Anwendung in der Woll- und Seidenfärberei.

Das mit Waſſer verdünnte Einwirkungsprodukt von Schwefelſäure auf gemahlenen Indigo wurde früher als Sächſiſchblau vielfach zum Färben verwendet. Der durch Kochſalz aus dieſer Löſung als Natriumſalz gefällte filtrierte, mit Kochſalzlöſung gewaſchene und eventuell gepreßte Farbſtoff iſt als Indigoextrakt Handelsprodukt. Indigokarmin iſt aus ſehr reinem, raffiniertem Indigo dargeſtellter getrockneter und gemahlener Indigoextrakt. Die reinſte Sorte, die ſich vollſtändig in Waſſer löſen und von Begleitfarbſtoffen frei ſein muß, führt den Namen Indigotin. *R. Möhlau.*

Indigokompoſition, ſ. Indigokarmin.

Indigoküpen. Die Unlöslichkeit des Indigo in Waſſer und ſeine Unfähigkeit, ſich mit Beizen (ſ. d.) zu vereinigen, erfordern ſeine Ueberführung in lösliche Form, um ſeine Anwendung in der Färberei zu ermöglichen. Man fand dieſe zuerſt in ſeiner Eigenſchaft, durch Reduktion in eine in alkaliſchen Flüſſigkeiten lösliche farbloſe Verbindung, das Indigweiß, überzugehen, das ſich durch Oxydation leicht wieder in Indigblau zurückverwandelt. Da nun aus einer ſolchen alkaliſchen Indigweißlöſung, einer Indigoküpe, wie man dieſe nennt, das Indigweiß von der eingetauchten Textilfaſer aufgenommen wird, um dann in Berührung mit dem Sauerſtoff der Luft in unlösliches Indigblau (Fayenceblau, Engliſchblau) verwandelt zu werden und ſich feſthaftend in und auf der Faſer niederzuſchlagen, ſo iſt dadurch eine echte Färbung der letzteren gegeben. Den Begriff der Indigoküpe hat man von der färbenden Löſung des Indigo auf das Gefäß übertragen, in dem der Färbeprozeß ausgeführt wird.

Je nach dem zu färbenden Faſermaterial benutzt man warme und kalte Küpen. Zu den warmen gehören die Waid-, Pottaſche-, Soda-, Urin- und die Hydroſulfitküpe, zu den kalten die Vitriol- und die Zinkſtaubküpe. Die warmen Küpen werden für animaliſche, die kalten für vegetabiliſche Faſern angewendet. Der zum Anfetzen einer Küpe verwendete Indigo muß zur Beſchleunigung ſeiner Löſung im Zuſtande möglichſt feiner Verteilung ſein. Man erreicht dies durch Miſchen und 24ſtündiges Stehenlaſſen mit Natronlauge von 7° Bé und darauffolgendes Mahlen in beſonderen Mühlen (ſ. Indigomühle).

I. Warme Küpen.

Man unterſcheidet die Gärungsküpen (Waid-, Pottaſche-, Soda- und Urinküpe) von der Hydroſulfitküpe.

In den **Gärungsküpen** erfolgt die Reduktion des Indigo in alkaliſcher Flüſſigkeit durch Waſſerſtoff, der ſich durch einen Gärungsprozeß von an Zucker und andern Kohlehydraten reichen Subſtanzen entwickelt. Unter dem Einfluß beſonderer Bakterien und Pilze, für die jene einen gedeihlichen Nährboden abgeben, verwandelt ſich z. B. die Glukoſe des der Küpe zugeſetzten Krapp in Milchſäure, die ſich bei erhöhter Temperatur weiter in Waſſerſtoff, Kohlen- und Buttерſäure zerſetzt. Erſterer reduziert das Indigblau zu Indigweiß, und dieſes löſt ſich in der durch das Ammoniak, das bei der Gärung des ebenfalls zugeſetzten ſtickſtoffhaltigen Waid und der Kleie oder bei der Fäulnis des Harns auftritt, alkaliſchen Flüſſigkeit auf. Zur Bindung der gleichzeitig gebildeten, das Ammoniak neutraliſierenden Säuren iſt die Anweſenheit einer gewiſſen Menge Kalk weſentlich.

Waidküpe. Dieſelbe wird in einem von außen durch heißes Waſſer anwärmbaren eiſernen Keſſel von etwa 2 m Breite und Tiefe bereitet, indem man denſelben zu drei Vierteln mit heißem Waſſer füllt, 100 kg gut zerkleinerten Waid, 10 kg Krapp, 5 kg Kleie (oder ſtatt dieſer beiden eine geeignete Menge Sirup) und 5 kg gebrannten Kalk hinzufügt, der vorher gelöſcht und in einen dünnen Brei verwandelt iſt. Nach dreiſtündiger Ruhe wird die Küpe mittels hölzerner Krücken oder mittels eines hölzernen mechaniſchen Rührapparates zehn Minuten lang umgerührt und dieſe Operation von 3 zu 3 Stunden wiederholt, wobei die Temperatur auf 50° C. erhalten wird. Es entwickelt ſich nun ein eigentümlicher ammoniakaliſcher Geruch und es treten Gasblaſen auf, die ſich zu einem blauen Schaum, der Blume, vereinigen. Zugleich nimmt die Flüſſigkeit eine grünlichgelbe Farbe an und auf ihrer Oberfläche zeigen ſich kupfrig glänzende Streifen, Adern. Eine Probe nimmt beim Schütteln mit Luft ſchnell eine blaue Farbe an. An dieſem Zeichen erkennt man, daß der im Waid enthaltene Indigo ſich gelöſt hat. Nun fügt man 10 kg gemahlenen Indigo hinzu, rührt gut durch und überläßt die Küpe bedeckt 12 Stunden der Ruhe. Iſt die Gärung zu lebhaft, was man an der Gasentwicklung erkennt, ſo verlangſamt man ſie durch Zuſatz von Kalk, man ſchärft die Küpe; verläuft ſie zu langſam, ſo vermehrt man die Menge der Kleie bezw. des Sirups. Ein gutes Kennzeichen, ob eine Küpe ſchon genug Kalk hat oder noch welchen braucht, ob ſie „ſcharf“ oder „milde“ iſt, bildet ihr Geruch. Eine milde Küpe hat einen ſüßlichen Geruch, während eine ſcharfe Küpe mehr oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weniger ſtark nach Ammoniak riecht. Zeichen eines guten Ganges ſind die Bildung einer kräftigen Blume, ein angenehmer, weder ſtechender noch fader Geruch und das gute Anfärben, Vergrünen eines in die Küpe hineingebrachten, genetzten wollenen Lappens, des Stahls.

Pottaſcheküpe. Dieſelbe unterſcheidet ſich von der Waidküpe im Anſatz derart, daß an die Stelle von Waid und Kalk Pottaſche tritt. Man erhitzt die Miſchung der nötigen Menge Waſſer mit 3 kg Kleie, 3 kg Krapp oder Sirup und 10 kg Pottaſche einige Zeit auf 90° C., läßt die Temperatur alsdann auf 50° C. zurückgehen und ſetzt 10 kg gemahlenen Indigo zu, rührt auf und überläßt das Ganze einer mehrſtündigen Gärung. Der Vorteil dieſer Küpe beſteht in einem geringeren Bodenſatz, infolgedeſſen für die Gefäße kleinere Dimenſionen gewählt werden können.

Sodaküpe. Dieſe iſt der vorigen in der Zuſammenſetzung ganz ähnlich, ſtatt Pottaſche verwendet man eine entſprechende Menge Soda und Kalk. Die Alkalität dieſer Küpe iſt demnach vorwiegend durch Aetznatron bedingt. Man kocht zunächſt während einiger Stunden 60 kg Kleie mit Waſſer, läßt ſie auf 50° C. erkalten, ſetzt 20 kg Kriſtallſoda, 5 kg gelöſchten Kalk und 10 kg gemahlenen Indigo zu, rührt gut um und überläßt das Ganze mehrere Tage der Gärung. Zeitweilig wird aufgerührt, eventuell auch noch etwas Soda und Kalk hinzugeſetzt und, wenn die Kennzeichen auf einen guten Verlauf deuten, die Küpe ruhen gelaſſen.

Urinküpe. Dieſe Küpe wird mit faulendem Harn bereitet. Das durch Reduktion gebildete Indigweiß löſt ſich dabei in dem durch Zerſetzung des Harnſtoffs entſtehenden kohlenſauren Ammon und dem aus letzterem und Kochſalz entſtehenden kohlenſauren Natron. Man ſetzt zu 500 l gefaultem Harn 3 kg Kochſalz und 1 kg Krapp, hält die Miſchung einige Stunden auf 50° C., ſetzt 1 kg gemahlenen Indigo zu, rührt und überläßt dann die Küpe der Gärung. Sie eignet ſich nur für den Kleinbetrieb.

Die Wirkung der **Hydroſulfitküpe** beruht auf den ſtark reduzierenden Eigenſchaften der von Schützenberger entdeckten hydroſchwefligen Säure bezw. des hydroſchwefligſauren Natriums, das ſich als letzteres beim Verſetzen einer Löſung von ſaurem ſchwefligſaurem Natrium mit Zink bildet. $4\,NaHSO_3 + Zn = Na_2S_2O_4 + Na_2SO_3 + ZnSO_3 + 2\,H_2O$. Mit Kalkhydrat wird das Zinkſulfit als Zinkoxydhydrat und Calciumſulfit gefällt. In Gegenwart von Natriumoxydhydrat verwandelt Natriumhydroſulfit Indigblau in Indigweiß. $C_{16}H_{10}N_2O_2 + Na_2S_2O_4 + 2\,NaOH = C_{16}H_{12}N_2O_2 + 2\,Na_2SO_3$. Ob das gebildete Indigweiß als Alkali- bezw. Calciumverbindung oder als Doppelverbindung mit hydroſchwefligſaurem Natrium in Löſung geht und die Küpe bildet, iſt noch eine offene Frage. Zur Darſtellung des hydroſchwefligſauren Natriums dienen drei etagenförmig übereinander angeordnete Gefäße. In dem einen befindet ſich eine Natriumbiſulfitlöſung von 31° Bé, die in das darunter befindliche, mit Zinkſpänen loſe angefüllte Gefäß bei möglichſtem Luftabſchluß abgelaſſen werden kann. In dieſem ſpielt ſich die Bildung des hydroſchwefligſauren Natriums ab. Zur Beſeitigung des Zinkſulfits läßt man die Flüſſigkeit unter Luftabſchluß in das dritte Gefäß laufen, das Kalkmilch enthält. Nach einiger Zeit der Ruhe hat ſich ein aus Zinkoxydhydrat, Calciumſulfit und Kalk beſtehender Niederſchlag unter einer klaren Löſung von neutralem hydroſchwefligſaurem Natrium und Calcium abgeſetzt, die mittels eines Hahnes abgelaſſen werden kann. Die Stammküpe, die zum Anſetzen und Ergänzen der Färbeküpen dient, wird durch Miſchen der verſchiedenen Ingredienzien im Verhältnis von 1 kg Indigo zu 1,3 kg Kalkmich (enthaltend 200 g gebrannten Kalk im Liter) und ſo viel Hydroſulfitlöſung von 22° Bé, als aus 8 kg Natriumbiſulfit erhalten wird, und Erhitzen auf 70° C., bis völlige Reduktion und eine grüngelbe Löſung vorhanden iſt, bereitet.

Beim **Anſetzen einer Färbeküpe** wird dieſe mit Waſſer von 50° beſchickt, etwas Hydroſulfitlöſung und die genügende Menge Stammküpe zugeſetzt. Nach kurzem Rühren kann ſofort mit dem Färben begonnen werden, da auf das Niederſinken ſuspendierter Teile nicht gewartet zu werden braucht. Dies iſt neben der außerordentlichen Leichtigkeit der Handhabung der große Vorteil der Hydroſulfitküpe vor den Gärungsküpen, namentlich der Waidküpe, bei welcher der Bodenſatz (Mark) oft den dritten Teil des Geſamtvolumens beträgt.

Das Färben in den warmen Küpen. Da Indigo auf Seide nicht beſonders echte Farben liefert und der Küpenkalk die Seide brüchig macht, ſo wird letztere in der Küpe nur noch ſelten gefärbt. Die Hauptanwendung finden die warmen Küpen zum Färben von Wolle. Dasſelbe geſchieht in den Gärungsküpen nur im oberen Teil, der von dem unteren, den Bodenſatz enthaltenden, durch ein aus ſtarken Stricken beſtehendes, an einem eiſernen Rahmen befeſtigtes Netz (Trift) getrennt iſt. Die Hydroſulfitküpe bedarf dieſer Vorkehrung nicht. Die Temperatur der Küpen wird zweckmäßig auf 50° gehalten. Bevor man die Wolle einführt, wird die Blume von der Oberfläche ſorgfältig entfernt. Loſe Wolle wird abgekocht, mit lauwarmem Waſſer gewaſchen und gequetſcht, dann in ein Netz geſteckt und in die Küpe eingeführt, in der ſie mit Stangen langſam und mit der Vorſicht hin und her bewegt wird, daß ſie dabei nie über die Oberfläche ragt. Je nach der beabſichtigten Nuance währt die Dauer des Eintauchens 15 Minuten bis 2 Stunden. Nach dem Herausziehen wird ſie gut ausgewunden, auf einen Haufen geworfen und zur Vollendung der Oxydation durch Umſchaufeln mit der Luft möglichſt in Berührung gebracht. Hat ſich das Blau vollkommen entwickelt, ſo wird ſie erſt mit durch Schwefelſäure angeſäuertem Waſſer zur Entfernung mechaniſch anhaftenden Indigos und von Calciumkarbonat, dann mit Waſſer gewaſchen und getrocknet. Kammzug wird in mechaniſchen Färbeapparaten bearbeitet, in welchen die Bewegung der Küpenflüſſigkeit langſam unter möglichſtem Abſchluß der Luft erfolgt. Ein empfehlenswerter Apparat iſt derjenige von J. Simonis in Verviers, gebaut von F. W. Bündgens in Aachen. Wollgarn wird Strahn für Strahn in der Küpe umgezogen oder auf eignen Garnfärbemaſchinen mit Küpenflüſſigkeit durchtränkt, dann ausgewunden, zum Oxydieren hingelegt, wenn die gewünſchte Nuance noch nicht erreicht iſt, noch einmal eingetaucht u. ſ. w., ſchließlich wie loſe Wolle gereinigt. Wollenes Gewebe wird, nachdem es vorher gut ausgekocht worden iſt, in der Küpe entweder mittels Haken umgezogen oder auf dem ſogenannten Unterflottenhaſpel bewegt. Die im erſteren Falle verwendeten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Haken beſtehen aus ſchwachen Rundeiſen, deren eines Ende mit einem Holzgriff verſehen iſt, während ſich am andern der eigentliche Haken, ein ſcharf gezahnter, einem Reiterſporn ähnlicher Anſatz befindet, der zum Faſſen und Fortbewegen des Stoffes dient. Der Arbeiter führt in jeder Hand einen ſolchen Haken, faßt damit den Stoff beiderſeits etwa ein Drittel der Stoffbreite von der Kante entfernt, zieht das Stück immer nach ſeinem Stand hin und drückt mittels der Haken von Zeit zu Zeit die beigezogenen Falten unter. Kommt das Ende des Stückes, ſo begibt er ſich auf die entgegengeſetzte Seite der Küpe und bearbeitet den Stoff wieder in entgegengeſetzter Richtung.

Dieſe mühſame Operation wird durch den Unterflottenhaſpel in einfacher Weiſe durchgeführt. Derſelbe beſteht aus einem Holzgeſtell, deſſen obere beide Längsbalken ſich auf den Rand der Küpe auflegen, ſo daß der Apparat bis auf dieſe in die Küpe eintaucht. An jeder Langſeite des Geſtells lagert eine Holzwalze, beiderſeits mit Metallſcheiben verſehen, um ein Seitwärtslaufen des Stoffes zu verhindern. Zwiſchen beiden Walzen, aber etwas höher, ſind ein Paar mit dieſen durch Kettenübertragung verbundene Quetſchwalzen angebracht. Jede der beiden erſteren Walzen iſt mit einem Vorlauftuch verſehen, an das die Enden des Stückes geheftet werden, und iſt durch Kettenübertragung mit je einer Kurbelwelle in Verbindung. Indem nun wie bei der Jiggerfärbemaſchine (ſ. Jigger) das Gewebe ſich abwechſelnd einmal auf die eine, dann auf die andre Walze aufwickelt und zwiſchendurch gequetſcht wird, erfolgt eine ganz gleichmäßige Färbung. Nach dem Färben und Oxydieren an der Luft wird es erſt in angeſäuertem Waſſer geſpült, dann in reinem Waſſer gewaſchen. Die Echtheit der Färbung kann durch nachheriges Anſieden in Alaun und Weinſtein und halbſtündiges Dämpfen erhöht werden.

II. Kalte Küpen.

Das reduzierend wirkende Agens führt hier zur Unterſcheidung der Vitriol-, Zinkſtaub-, Hydroſulfit- und Arſenigküpe.

Vitriolküpe. Dieſe baſiert auf der Eigenſchaft des friſch gefällten Eiſenoxydulhydrates, in Gegenwart von Calciumoxydhydrat Indigblau zu reduzieren. Es wird in der Küpe ſelbſt durch Vermiſchen von Ferroſulfat mit gelöſchtem Kalk dargeſtellt, der das in Indigweiß verwandelte Indigblau als Calciumverbindung löslich macht. Der Kalk hat vor den Alkalien den Vorteil, daß er weniger kauſtiſch iſt, durch Bildung von unlöslichem Karbonat auf der Küpe eine den Luftſauerſtoff abhaltende Decke bildet und daß ſeine Verbindung mit Indigweiß durch die Baumwollfaſer leichter diſſoziiert wird als die entſprechende Alkaliverbindung. Die zum Anſetzen einer Vitriolküpe nötigen Beſtandteile ſind demnach zu einem homogenen und unfühlbaren Brei gemahlener Indigo, reiner Eiſenvitriol, reiner und gut gelöſchter Kalk und Waſſer. Die Verhältniſſe, in denen dieſe Subſtanzen angewendet werden, ſind großen Veränderungen unterworfen und faſt in jeder Fabrik andre. Jedenfalls iſt es vorteilhaft, mehr Eiſenvitriol und Kalk anzuwenden, als der Theorie nach erforderlich iſt. Denn der Ueberſchuß von Eiſenoxydulhydrat und Kalk reduziert, ſo oft man die Küpe rührt, das an der Luft zu Blau oxydierte Indigweiß, ſo daß erſteres, das in Geſtalt blauer Schaumblaſen (Blume) an der Oberfläche ſich anſammelt, in der Küpe ſelbſt die zu ſeiner Auflöſung nötigen Elemente findet. Im allgemeinen verwendet man 10 kg Indigo, 20 kg Eiſenvitriol und 25 kg Kalk. Das Anſetzen der Stammküpe geſchieht, indem man den Indigobrei mit der Kalkmilch vermiſcht und die Löſung des Eiſenvitriols unter Umrühren nach und nach hinzuſetzt. Auf dieſe Weiſe trifft das Indigweiß in dem Maße, als es ſich bildet, einen Ueberſchuß von Kalk, mit dem es ſich löſen kann. Iſt die Miſchung ausgeführt, ſo läßt man ſie einige Stunden ruhig ſtehen und rührt ſie dann von Zeit zu Zeit um, bis die olivgrüne Farbe der Maſſe anzeigt, daß die Reduktion beendet iſt. Dieſe Reduktion erfolgt bei gewöhnlicher Temperatur, alſo bei etwa 20° C., bei niedrigerer Temperatur aber träge, weshalb man im Winter die Küpenräume heizt. Zum Anſetzen der einzelnen Küpen, das entweder in Holzbottichen oder zementierten bezw. gußeiſernen zylindriſchen Behältern von 2,5 m Tiefe und 1,5 m Durchmeſſer geſchieht, werden dieſe zunächſt mit der nötigen Menge Waſſer, etwas Kalkmilch und Eiſenvitriol gefüllt. Dieſer Zuſatz hat den Zweck, die im Waſſer gelöſte Kohlenſäure und den Sauerſtoff wegzuſchaffen und dadurch die Fällung einer gewiſſen Menge reduzierten Indigos zu verhindern. Hierauf wird eine gewiſſe Portion der Stammküpe zugegeben, einige Minuten gerührt und die Küpe der Ruhe überlaſſen, worauf mit dem Färben begonnen werden kann. Der Nachteil der im übrigen empfehlenswerten Vitriolküpe iſt ein nicht unbeträchtlicher Bodenſatz, beſtehend aus überſchüſſigem Kalk, Gips und Eiſenoxyd.

Zinkſtaubküpe. Dieſe von Leuchs 1845 empfohlene Küpe beruht in ihrer Wirkung auf der Eigenſchaft des Zinkſtaubs, in Gegenwart von Kalk Waſſer zu zerſetzen unter Bildung von Zinkoxydcalcium und Waſſerſtoff, der das Indigblau zu Indigweiß reduziert, das ſich mit dem Kalküberſchuß auflöſt. Den Vorzug dieſer Küpen bildet die ſchnellere Reduktion und die Verminderung des Küpenſchlammes infolge geringerer Quantitäten notwendigen Reduktionsmaterials. Im allgemeinen verwendet man auf 10 kg Indigo 7,5 kg Zinkſtaub und 20 kg Kalk. — Das Anſetzen der Stammküpe erfolgt durch portionsweiſes Einrühren des mit Waſſer angerührten Zinkſtaubs in den mit Kalkmilch vermiſchten Indigobrei. Man überläßt die Miſchung unter zeitweiſem Rühren der Ruhe, bis die Reduktion vollendet iſt. Alsdann ſchreitet man zum Anſetzen der Färbeküpen, das in ähnlicher Weiſe wie bei der Vitriolküpe geſchieht, nur daß dabei an Stelle von Eiſenvitriol Zinkſtaub in Anwendung kommt. Ein Ueberſchuß von Zinkſtaub muß bei dieſer Küpe vermieden werden, da ſie durch zu reichliche Waſſerſtoffentwicklung ſonſt ſchaumig wird.

Hydroſulfitküpe. Dieſe Küpe, deren Theorie und Bereitung ſchon erörtert wurde, dient den Zwecken der Färberei der Baumwolle auch als kalte Küpe. Zwar iſt ſie die koſtſpieligſte, bietet aber gegenüber den andern Küpen den Vorzug, ſich ſchnell zu klären und leicht in gutem Zuſtande zu erhalten; ſie geſtattet daher ein ſchnelles und regelmäßiges Arbeiten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Arfenigküpe (Opermentküpe). Diefe wird erhalten durch Auflöfen von Indigo und Arfentrifulfid As_2S_3 in Kalilauge. Sie enthält neben Indigweiß Kaliumarfeniat und -thiofulfat und wird nach Verdickung mit Gummi noch in der Zeugdruckerei benutzt.

Das **Färben von Baumwolle und Leinen** in den kalten Küpen gefchieht bei gewöhnlicher Temperatur. Für Garne benutzt man hölzerne Küpen, vorteilhaft alte Kokosnußölfäffer von 1,7 m Höhe und 70 cm Enddurchmeffer, die aus hartem Holz gefügt und mit dauerhaften eifernen Reifen verfehen find. Vier bis fechs derfelben find auf einem Zementboden nebeneinander angeordnet, während die Arbeiter, auf einer bis zu halber Höhe reichenden Pritfche ftehend das Färben vornehmen. Die Küpen find von verfchiedener Stärke; man beginnt mit dem Färben in der fchwächften und fteigt allmählich bis zur ftärkften, worauf dann gewöhnlich die verlangte Nuance erreicht ift. Näheres darüber in [1]. Das gut ausgekochte und abgewäfferte Garn wird ausgewunden bezw. zentrifugiert, fodann ausgefchlagen und auf Stöcke gezogen. Die Küpen find einige Stunden vorher gut gerührt worden und werden forgfältig abgefchäumt. In der Küpenflüffigkeit werden die Garne auf den Stöcken umgezogen und nach einigem Verweilen auf einem Windeftock, der über dem Faß angebracht ift, abgewunden. Neuerdings gefchieht dies mit fogenannten Indigogarnfärbemafchinen, die im wefentlichen aus zwei Haken beftehen, auf die das auszuwringende Garn gelegt wird. Der eine diefer Haken erhält von einer Welle aus mittels automatifcher Umftellvorrichtung eine vor- und rückläufige drehende Bewegung, während der andre in einer horizontalen Führung fich bewegt und durch ein Gewicht, das an einer Kette befeftigt ift, die über eine Rolle gleitet, einen gewiffen Zug erfährt, der dem Winden einen entfprechenden Widerftand leiftet. Auf diefes erfte vorläufige Abwringen folgt noch ein forgfältigeres zweites, wobei die völlige Oxydation des Indigblau erfolgt. Nach dem Färben wird das Garn in einer 2—5° Bé ftarken Schwefelfäure gefäuert, gewafchen und gefeift, eventuell auch mit Blauholz überfetzt. Die fehr echten Indigofärbungen leiden etwas an dem Uebelftande des Abrußens. Man kann denfelben dadurch befeitigen, daß man das gefärbte Garn mit Blutalbuminlöfung imprägniert und nach dem Abwringen in die Trockenkammer hängt. Indem dort das Albumin koaguliert, umhüllt es die auf der Oberfläche der Fafern befindlichen Indigopartikel als ein durchfichtiger und fefter Ueberzug.

Gewebe werden entweder in reihenweife angeordneten, in die Erde eingelaffenen zementierten viereckigen oder runden, dann meift gußeifernen Gefäßen von 1,5 m Durchmeffer und 2,5 m Tiefe, Standküpen, oder aber auf der Rollen-, Roulette- oder Continueküpe gefärbt. Bedingung für eine gute Färbung ift, daß das Gewebe fo in die Küpe eingeführt wird, daß die Flüffigkeit es gleichmäßig durchdringt und daß es, diefelbe verlaffend, gleichmäßig der Einwirkung der Luft unterliegt. Bei dem Färben auf Standküpen fpannt man das Gewebe in der Länge von 50—60 m auf Rahmen, Sternreifen, beftehend aus einem eifernen Ständer, der an feinen beiden Enden zwei fechs- bis achtftrahlige Sterne trägt; der eine derfelben ift beweglich und kann mittels einer Schraube dem andern genähert oder von ihm entfernt werden. Die ebenfalls eifernen Strahlen diefer Sterne find an der Innenfeite mit Häkchen verfehen, an die das Stück fpiralförmig angeheftet und hierauf mittels der Schraube ftraff gefpannt wird. Vor dem Anheften ift es zweckmäßig, das Gewebe zu ftärken und zu trocknen, weil es fo von der Flüffigkeit gleichmäßiger durchdrungen wird. Um Farbftoff zu fparen, wird das Gewebe vielfach nur auf einer Seite gefärbt, indem man zwei glatt aufeinander gelegte Stücke in angegebener Weife an den Häkchen befeftigt. Der Rahmen wird nun an einen Flafchenzug über die Küpe gehängt und in die präparierte Küpe vollftändig hineingelaffen. Nach einviertelftündigem Verweilen in derfelben wird er wieder herausgezogen, man läßt abtropfen und vergrünen. Alsdann fenkt man den Rahmen, diesmal aber umgekehrt, weil fich die abtropfende Küpenflüffigkeit nach den unteren Gewebskanten zieht, wodurch diefe dunkler als die oberen gefärbt werden, in die zweite ftärkere Küpe, dann in die dritte u. f. w., bis die gewünfchte Nuance erreicht ift. Um mechanifch anhaftenden Indigo und Calciumkarbonat zu entfernen, werden die gefärbten Stücke, mit den Enden aneinander genäht, fchließlich über Rollen in Säurewafchmafchinen durch Schwefelfäure von 2° Bé paffiert und gewafchen.

Die Rollen-, Roulette- oder Continueküpe [2] hat gegenüber den Einzelküpen den Vorteil bedeutend größerer Leiftungsfähigkeit. Freilich ift ihre Anwendung auf die Herftellung unigefärbter oder fpäter zu ätzender Ware befchränkt. Sie befteht aus einer eifernen Küpe, die gewöhnlich eine Länge von 3 m, eine Breite von 1 m und eine Tiefe von 3 m hat. Am Boden derfelben befindet fich in Geftalt zweier Schaufelräder ein Rührwerk, das von der Transmiffion aus in Bewegung gefetzt wird und auf diefe Weife den in der Flotte ungelöften Indigo in ftete Berührung mit dem Reduktionsmaterial bringt. Die Befchickung gefchieht z. B. mit 10 kg Indigo, 15 kg Kalk und 7 kg Zinkftaub, die in einem befonderen Gefäß (Tonne) zu einer konzentrierten Küpe angeftellt werden, die als klare Flotte der zum Teil mit Waffer gefüllten Continueküpe zugefetzt wird. In letztere taucht ein eiferner zweiteiliger Rahmen, der behufs Reinigung der Küpe in die Höhe gehoben werden kann. Der Rahmen trägt zwei Syfteme von kupfernen Leitrollen, über welche die Ware ihren Lauf nimmt. Hat fie, in voller Breite über einen Ausbreiter in die Küpe einlaufend, etwa die Hälfte derfelben auf- und abfteigend paffiert, fo geht fie zwifchen zwei mit Hebelvorrichtungen verfehenen Quetfchwalzen hindurch, die das überfchüffige Indigweißcalcium aus dem Stoff preffen und in die Küpe zurückfließen laffen. Von hier fetzt die Ware ihren Weg fort über ein zweites Syftem von Rollenpaaren, von denen die unteren an der Küpe außerhalb der Flotte, die oberen an der Decke des Küpenlokals befeftigt find. Bei diefem auf- und abfteigenden Gange in der Luft oxydiert fich der auf der Faser befindliche reduzierte Indigo, und man fieht die blaue Färbung des Zeuges um fo deutlicher hervortreten, je mehr Walzen dasfelbe in der Luft paffiert. Je höher der Oxydationsraum und je beffer ventiliert derfelbe ift, defto länger ift der Weg, den die Ware frei an der Luft zurücklegt, und defto vollftändiger wird der Indigo auf der Faser befeftigt. Es erfolgt alsdann

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ein zweites Eintauchen in die Flotte in gleicher Weise wie zuvor über Leitwalzen sowie das Passieren zwischen einem zweiten Quetschwalzenpaar, um die Ware nochmals der Luft zu exponieren und schließlich selbsttätig abzulegen. Je nachdem die gewünschte Nuance fein soll, kann die Ware eventuell mit ein- oder zweimaligem Gang ausgefärbt werden. Im letzteren Falle wird sie am Ende der Küpe von der Maschine selbst aufgebäumt, statt abgelegt zu werden und kommt mehrmals in die Küpe zurück. Sollte die Ware jedoch bei einmaligem Gang schon zu dunkel gefärbt werden, so kann man den Gang der Ware gleich so einrichten, daß sie beim Aufsteigen aus der vorderen Küpenhälfte sofort über Leitwalzen zum Ablegen gelangt. Die weitere Reinigung des Gewebes geschieht wie nach dem Färben in den Standküpen. Die bei der Reinigung der Gewebe abfließenden Waschwässer, die sogenannten Blauwässer, enthalten jenen Indigo, der sich beim Waschen vom Stoff abgelöst hat. Man läßt denselben in Bassins sich absetzen und benutzt ihn mit zum Ansetzen frischer Küpen.

Für eine möglichst ökonomische Ausnutzung des Indigo ist es geboten, ihn aus dem Bodensatz alter Küpen zu regenerieren. Es geschieht dies dadurch, daß man die in besonderen Behältern gesammelten Küpensedimente mit einem billigen energischen Reduktionsmittel versetzt, die klare Flüssigkeit abzieht und in großen flachen Pfannen der Oxydation überläßt. Nach einiger Zeit hat sich der ganze Indigo am Boden angesammelt und kann wieder zum Färben verwendet werden. Bei einer rationell geleiteten Küpenfärberei läßt sich der Indigoverlust auf 2—3% reduzieren.

Literatur: [1] Möhlau, Organ. Farbstoffe, Dresden 1890, S. 255. — [2] Mullerus, Lehnes Färberzeitung 1890/91, S. 147. — [3] Persoz, Impression des tissus, Paris 1846, Bd. 3, S. 14; Schützenberger, Farbstoffe, Berlin 1873, Bd. 2, S. 539; Knecht, Rawson und Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01; v. Georgievics, Indigo, Leipzig und Wien 1892; Ganswindt, Theorie und Praxis der modernen Färberei, Leipzig 1903; Badische Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen a. Rh., Indigo rein B. A. S. F., 1900; Witt, Chemische Technologie der Gespinstfasern, Braunschweig 1902, Lieferung 3. *R. Möhlau.*

Indigolith, s. Turmalin.

Indigolösung, essigsaure oder schwefelessigsaure, mit konzentrierter Schwefelsäure bereitete Indigolösung, aus welcher der Ueberschuß an Schwefelsäure durch Bleiacetat entfernt worden ist; findet in der Baumwollfärberei Verwendung, nicht waschechte Applikationsfarbe. *R. Möhlau.*

Indigomonosulfosäure, s. Indigokarmin.

Indigomühle, eine Maschine, die dazu dient, den stückförmigen Handelsindigo zur Erleichterung und Beschleunigung des Ansetzens einer Küpe (s. Indigoküpen) in ein unfühlbares Pulver zu verwandeln; sie wird in drei Systemen, mit Kugeln, Kegeln und Walzen, gebaut.

Die Indigomühle mit Kugeln besteht aus einem gußeisernen Gestell mit vertikal und drehbar gelagertem, offenem, gußeisernem Kessel, in dem sich mehrere eiserne Kugeln verschiedener Größe befinden. Durch die Drehung des Kessels und die in ihm rollenden Kugeln wird der Indigo zertrümmert und auf das feinste zerrieben. Eine maschinelle Vorrichtung gestattet, das Mahlen auch bei jeder beliebigen schiefen Stellung des Kessels vorzunehmen, deren Veränderung selbst während des Ganges bewerkstelligt werden kann. Diese Einrichtung bietet den weiteren Vorteil, den Kessel auf leichte Weise entleeren zu können. Eine andre Vorrichtung bezweckt, den an der Kesselwand sich festsetzenden Indigo selbsttätig mittels zweier Hämmer abzulösen.

Die Indigomühle mit Kegeln unterscheidet sich von der vorbesprochenen hauptsächlich dadurch, daß der Kessel fest steht und daß in ihm zentral ein mit vier Flügeln versehener Rührer drehbar angebracht ist. Diese Flügel nehmen beim Umgang kegelförmige massive Eisenstücke mit, die den Indigo zerreiben. Der gewöhnlich in Gegenwart von Wasser oder Natronlauge zerriebene Indigo wird schließlich durch einen am Boden befindlichen Hahn als dünnflüssiger Brei abgelassen.

Die Indigomühle mit Walzen besteht aus einem starken eisernen, durch eiserne Verbindungsstücke solid verbundenen Gestell, in dem eine gußeiserne zylinderförmige Trommel horizontal und drehbar gelagert ist. In dieser befinden sich, auf der Innenfläche rollend, zwei gußeiserne Walzen, die während der Rotation durch ihre Reibung gegeneinander und gegen die Trommelwand den dazwischen geratenden Indigo zermahlen. Die Trommel ist mit einem Mannloch zum Einfüllen des mit Wasser oder Natronlauge angerührten Indigo und mit einem Ablaßhahn zum Entfernen des gemahlenen Indigo versehen. Der Antrieb wird entweder durch Riemenscheibe bewirkt oder er erfolgt mangels einer größeren Betriebsmaschine mittels Zahnradübersetzung durch einen Dampfmotor, der an dem Gestell der Mühle angebracht ist. *R. Möhlau.*

Indigopapier, ein mit Indigokarmin (s. d.) gefärbtes und so präpariertes Papier, daß dasselbe, zwischen zwei weiße Papiere gelegt, die auf dem oberen Blatt gezogene Schrift oder Zeichnung auf dem unteren Blatt wiedergibt. Auch bestimmte Lichtpauspapiere erhalten diesen Namen (s. Papiersorten). *Kraft.*

Indigosalz, s. Indigodruck.

Indigosaphir, s. Korund.

Indigotin, Indigpurpur, s. Indigokarmin.

Indigweiß, $C_{16}H_{12}N_2O_2$, Reduktionsprodukt des Indigblau, geruch- und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geſchmackloſer, in Waſſer unlöslicher, in Alkohol und Alkalien löslicher, gelblicher bis farbloſer Körper, der ſich an der Luft durch Sauerſtoffaufnahme wieder zu Indigblau oxydiert; vgl. Indigoküpen. *R. Möhlau.*

Indikator, Meßinſtrument zur bildlichen Darſtellung der Druckänderungen im Inneren geſchloſſener Räume, ſpeziell in Zylindern bei Kraft- und Arbeitsmaſchinen und zur Berechnung der während des Kolbenhubes beim Beharrungszuſtand einer Maſchine in einer beſtimmten Zeit im Zylinder geleiſteten (bei Kraftmaſchinen, und zwar Dampfmaſchinen, Gasmaſchinen, Heißluftmaſchinen u. ſ. w.) oder verbrauchten Arbeit (bei Arbeitsmaſchinen, und zwar Pumpen, Gebläſen, Luftpumpen, Luftkompreſſoren).

Man unterſcheidet zwei Hauptſyſteme von Indikatoren: 1. Warmfederindikatoren, bei welchen die Indikatorfedern im Inneren des Indikatorgehäuſes, und 2. Kaltfederindikatoren, bei welchen dieſelben außerhalb des Gehäuſes liegen. Der Nachteil der erſteren Anordnung beruht in der wechſelnden Ausdehnung der Feder mit wechſelnder Temperatur des im Inneren des Zylinders arbeitenden Mediums (Dampf, Luft, Gas u. ſ. w., bei Wärmekraftmaſchinen oder Kaltdämpfe, wie Ammoniak, Kohlenſäure, ſchweflige Säure u. ſ. w. bei Kältemaſchinen). Hierdurch iſt eine Ungenauigkeit in der Arbeitsweiſe der Feder verurſacht, welche nur durch oft wiederholte genaue Eichung der Federn bei annähernd gleichen Wärmezuſtänden, wie ſie beim Gebrauch des Indikators im Inneren des Indikatorgehäuſes eintreten, beſeitigt werden kann. Dieſen Uebelſtand vermeiden die neuerdings immer mehr zur allgemeinen Anwendung gelangenden Indikatoren der zweiten Klaſſe, da bei ihnen die Federn kühl erhalten werden und dauernd derſelben Temperatur (dem Mittel aus der äußeren Lufttemperatur und der Strahlungs- und Leitungstemperatur des Inſtrumentes ſelbſt) ausgeſetzt bleiben.

1. **Warmfederindikatoren.** Hierher gehören u. a die Syſteme von Richards, Thompſon, Dreyer, Roſenkranz & Droop und Crosby.

In Fig. 1 iſt ein Warmfederindikator der Firma Dreyer, Roſenkranz & Droop in Hannover dargeſtellt. Folgende Hauptteile ſind bei jedem Indikator zu unterſcheiden: a) der Zylinder mit dem Indikatorkölbchen und darüber befindlicher Indikatorfeder, welcher an einem mit einem Hahn verſehenen und am Zylinder angeſchraubten Verbindungsſtück angeſchraubt wird; b) das Schreibzeug *A, B, D*; c) die Papiertrommel mit Antriebsſchnur und Arretiervorrichtung. Iſt der Indikator an einem Ende des zu unterſuchenden Zylinders, z. B. eines Dampfzylinders, angebracht und ſoll ein Diagramm genommen werden, ſo wird zunächſt das am Indikator drehbar befeſtigte Schreibzeug gegen die ſich gleichmäßig um ihre Achſe hin- und herbewegende Papiertrommel, auf welche ein Blatt Papier aufgezogen iſt, bewegt und durch leichten Druck zum Anliegen gebracht, wobei der am vorderen Ende bei *D* (Fig. 1) befindliche Bleiſtift oder Metallſtift auf dem Papier eine gerade Linie, die ſogenannte atmoſphäriſche Linie zeichnet. Die Länge dieſer Linie entſpricht in verkleinertem Maßſtab dem Hub des Kolbens der Dampfmaſchine. Zur Erzielung dieſer Verkleinerung des Hubes dienen ſogenannte Hubverminderer oder Hubreduktionsapparate.

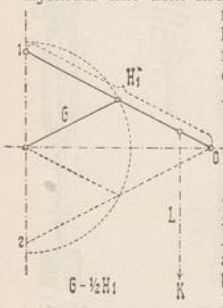


Fig 2 (nach Roſenkranz).

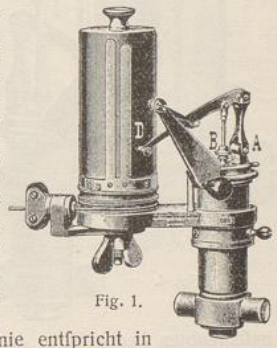


Fig. 1.

Zur Abnahme des eigentlichen Diagramms wird nun der Hahn des Verbindungsſtückes geöffnet, worauf Dampf in den Indikator einſtrömt und der Indikatorkolben ſich entſprechend dem gegen ſeine untere Fläche wirkenden Druck hebt und hierbei die oberhalb befindliche Feder zuſammendrückt. Läßt während der Expanſion, alſo bei abnehmendem Dampfdruck im Zylinder der Maſchine, der Druck unter dem Kolben nach, ſo drückt die Indikatorkolbenfeder das Kölbchen wieder nach unten; jedoch iſt dieſe Feder ſo bemeſſen, daß ſtets nahezu Gleichgewicht zwiſchen beiden Drücken herrſcht und die Spannung der Feder nur um ſo viel größer iſt, als zur Ueberwindung der bei guten Indikatoren ſehr geringen Reibungswiderſtände des Kolbens im Indikator, des Schreibzeugs und des Schreibſtiftes auf der Papiertrommel erforderlich iſt.

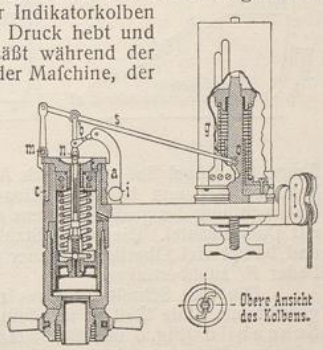


Fig. 3.

Das Schreibzeug dieſes Indikators iſt in Fig. 2 ſchematiſch dargeſtellt. Dasſelbe arbeitet mit dem unverkürzten Evansſchen Lenker, weil Strecke $G = {}^1/_2$ Strecke H_1 iſt. Die vom Gegenlenker beſchriebene Kurve iſt alſo ein Kreisbogen vom Halbmeſſer G. Läuft hierbei der Punkt o auf einer Geraden, ſo iſt die Linie 1 2 auch eine Grade und der Weg LK ebenfalls. In Wirklichkeit trifft dies jedoch nicht genau zu, da der Punkt o ſich nicht auf der Geraden oF, ſondern auf einem flachen Kreisbogen bewegt, welchen der Endpunkt der Stütze oder Schwinge des Hauptlenkers beſchreibt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ein zweiter, auch fehr verbreiteter Warmfederindikator, derjenige von Crosby, wird von der Firma H. Maihak in Hamburg in den Handel gebracht. Derfelbe liefert auch bei hohen Tourenzahlen der Maſchinen noch brauchbare Diagramme. Derfelbe iſt in Fig. 3 im Schnitt abgebildet. Das Innere des Zylinders und Kolbens unterfcheidet ſich nur unwefentlich von demjenigen des vorbefprochenen Indikators. Die doppelgängige Feder iſt mit ihrem Federkopf an dem Deckel *t* des Indikatorzylinders angefchraubt. Wefentlich anders iſt jedoch das Schreibzeug ausgebildet. Die Geradführung des am Ende des Hebels *s* ſitzenden Schreibſtiftes *o* iſt eine abgeleitete Storchſchnabelübertragung, bei der die Punkte *m*, *n* und *o* ſtets in einer geraden Linie liegen, wodurch ſich eine genaue Proportionalität zwiſchen dem Kolbenweg und dem Weg des Punktes *o*, alſo des Schreibſtiftes, ergibt. Zwiſchen dem Endpunkt *n* der Kolbenſtange und dem Angriffspunkt am Schreibhebel *s* iſt die Lenkſtange angebracht, welche durch einen Gegenlenker *b* am Arme *a* gefaßt wird. Das Uebertragungsverhältnis zwiſchen dem Wege des Kolbens und demjenigen des Schreibſtiftes iſt 1:6. Die mit einer oder zwei Schnurrillen verfehene Papiertrommel *g* erhält durch eine kurze, nachſtellbare Schraubenfeder eine der Kolbenbewegung proportionale Drehbewegung. Wie bei dem Rofenkranzfchen Indikator läuft die Schnur zum Anziehen der Papiertrommel über zwei Schnurleitrollen *l*, welche ebenfo wie bei dem obenbefchriebenen Indikator ſich nicht nur um ihren Arm verſtellen, ſondern auch um eine wagerechte Achſe beliebig verdrehen laſſen, ſo daß die Schnur in jeder gewünſchten Richtung geführt werden kann.

2. **Kaltfederindikatoren.** Je nachdem die außenliegenden Federn durch die Bewegung des Indikatorkolbens auf Druck oder auf Zug beanſprucht ſind, unterſcheidet man hier zwei Unterklaſſen. In Fig. 4 iſt ein neuerer Kaltfederindikator der erſten Art, alſo mit auf Druck beanſpruchter

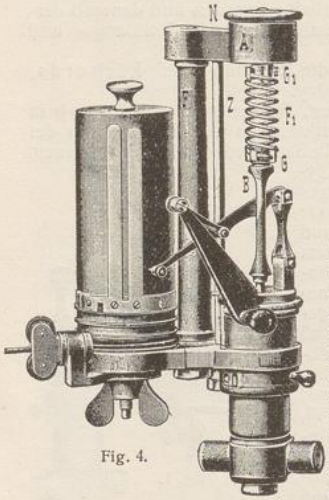


Fig. 4.

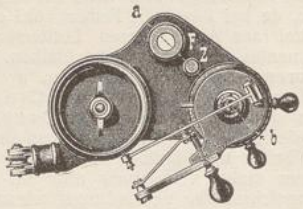


Fig. 6.

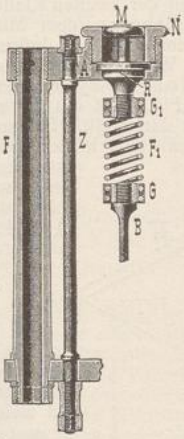


Fig. 5.

Fig. 7.

Feder, von der Firma Dreyer, Rofenkranz & Droop in Hannover in feiner äußeren Anordnung abgebildet, während die Fig. 5—7 die Anbringung der Feder, des Kolbens und der Papiertrommel erkennen laſſen. Der Federträger *A* ſtützt ſich auf eine hohle, oben und unten offene Stahlſäule *F*; das Kippmoment wird durch die ſcharf angezogene Zugſtange *Z* aufgehoben. Der Kopf *M*, *R* (Fig. 5) wird nach Entfernung der Druckmutter *N* mit der bei G_1 aufgefchraubten Feder F_1 in den Kopf *A* von oben eingeſteckt, und die Feder wird auf das Gewinde *G* der Kolbenſtange an dem Bügel *B* aufgefchraubt. Dann wird die Druckmutter *N* feſt angezogen. Fig. 7 ſtellt den Kolben mit Kolbenſtange *K* und aufgefchraubter Feder F_1 für ſich dar. Der gefchlitzte Teil *B* der Kolbenſtange nimmt die mit Kugelgelenk angefchloſſene Lenkſtange des Schreibhebels auf. Der Schreibhebel, der durch den Schlitz *H* geht, iſt der Deutlichkeit halber hier fortgelaſſen. Nach Löſung des Kugelgelenkes kann auch nötigenfalls die Kolbenſtange *K* vom Bügel *B* abgefchraubt werden. Kolben und Kolbenſtange mit Bügel ſind aber nach Abſchrauben der Feder und des Deckels bequem nach oben herausziehbar und leicht in Einzelteile zerlegbar behufs Abwiſchen der Kolbenſtange oder Auswechflung des großen Kolbens gegen einen kleinen Kolben, bezw. Auswechflung der Zylinder mit Dampfmantel. Die hohle Stahlſäule *F* nebſt Zugſtange *Z* iſt in Fig. 5 im Schnitt dargeſtellt und beſitzt viel Oberfläche, daher wenig Fähigkeit, die Wärme auf den Federträger *A* und die Feder F_1 zu übertragen.

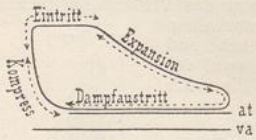


Fig. 8.

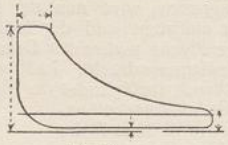


Fig. 9.

Die vom Schreibſtift eines Indikators auf dem auf der Papiertrommel befindlichen Papier gezeichnete Linie läuft in ſich ſelbſt zurück und umſchließt eine Fläche, das Diagramm oder Schaubild (Fig. 8 und 9), welches ſowohl die Druckänderung im Dampfzylinder genau erkennen läßt, als auch der während eines Kolbenhubes im Dampfzylinder geleiſteten Arbeit genau entſpricht und die Berechnung der letzteren ermöglicht (ſ. Arbeit, Bd. 1, S. 267, Abſ. 1, und Arbeitsdiagramm, Bd. 1, S. 284).

In Fig. 8 iſt das Diagramm einer ſogenannten Auspuffmaſchine mit Expanſion, in Fig. 9

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

jenes einer Kondenſationsmaſchine mit Expanſion dargeſtellt. Die vier verſchiedenen, während jeder Umdrehung der Maſchine auf jeder Kolbenſeite ſich wiederholenden Vorgänge bezüglich der Dampfwirkung ſind in Fig. 8 ſchematiſch durch punktierte Linien abgegrenzt; ſie ſind die Eintritts- oder Admiſſionsperiode, die Expanſionsperiode, die Ausſtrömungs- und Kompreſſionsperiode, von welchen die beiden erſten beim erſten Kolbenhub oder Ausgang des Kolbens, die beiden letzten beim zweiten Hub oder Rückgang ſtattfinden. Mit *at* iſt die atmoſphäriſche, mit *va* die Vakuum- oder Nullinie bezeichnet. In Fig. 9 liegt der Linienzug während der Ausſtrömung nahe der Vakuumlinie, ſo daß alſo der Gegendruck im Zylinder kleiner als 1 Atmoſphäre iſt. Durch die drei lotrechten Maßlinien iſt der abſolute Anfangsdruck, der Enddruck der Expanſion und der abſolute Gegendruck (kleinſte Linie) markiert, während die horizontale Maßlinie die Größe des Einſtrömungshubes oder der Füllung darſtellt.

Entſprechend den verſchiedenen, in Dampfmaſchinen, Gasmotoren, Luftpumpen u. ſ. w. vorkommenden höchſten Drücken müſſen in jedem Fall in den Indikator verſchiedene für den jeweiligen Druck geeignete Federn eingeſetzt werden, zu welchem Zwecke der obere Deckel des Indikators abgeſchraubt und nach dem Losſchrauben des Kölbchens von der Kolbenſtange die Feder ausgewechſelt werden kann. (Ausführliche Beſchreibungen des Indikators ſ. [1] u. [2].) Zwiſchen den Federſpannungen und den von ihnen aufgezeichneten Diagrammen beſteht ein ganz beſtimmter Zuſammenhang. Für die Federn der Indikatoren von Roſenkranz z. B. gilt die nachfolgende Tabelle. Da der Geſamtausſchlag (Höhe) des Indikatorſchreibſtifts für die großen Indikatoren 75 mm und für die kleinen 50 mm beträgt, ſo ergeben ſich für die verſchiedenen Spannungen folgende Längen für je 1 kg Spannung:

Spannung in Kilogramm . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20
Länge für 1 kg (großer Indikator)	50	25	20	15	12	10	9	8	7	6	6	5	4	3
Länge für 1 kg (kleiner Indikator)	30	15	12	10	8	7	6	5	5	4	4	3,5	3	2

Stets iſt die Feder genügend ſtark zu wählen, ſo z. B. bei Dampfmaſchinenunterſuchungen mindeſtens entſprechend der Spannung im Dampfkeſſel.

Die vom Indikator gezeichneten Diagramme dienen 1. zur Berechnung der indizierten Leiſtung der Kraftmaſchinen; 2. der verbrauchten Arbeit bei Arbeitsmaſchinen für flüſſige und luftförmige Körper; 3. zur Beurteilung der Steuerung der genannten Maſchinen (über fehlerhafte Diagramme und deren Auslegung ſ. [1] und [3]); 4. zur Beurteilung der Wärmevorgänge in den kaloriſchen Maſchinen [4]. Die Theorie des Indikators befaßt ſich mit den an einen theoretiſch vollkommenen Indikator zu ſtellenden Anforderungen und der Beſtimmung der Fehlerquellen und Fehlergrenzen der bei den Verſuchen vorliegenden Inſtrumente. Nach Slaby, der bei ſeinen kalorimetriſchen Unterſuchungen der Gasmaſchinen der Eichung der Indikatoren beſondere Sorgfalt gewidmet und die erhaltenen Reſultate im 7. Kapitel von [4] niedergelegt hat, hängen die Angaben eines Indikators, „abgeſehen von denjenigen Fehlern, welche durch mangelhafte Anordnung und Handhabung hervorgerufen werden“, im weſentlichen von folgenden Faktoren ab: 1. von der Genauigkeit der Geradführung; 2. von dem Ueberſetzungsverhältnis; 3. von der Reibung der bewegten Teile; 4. von dem Maßſtab der Feder an ſich; 5. von der Trommelführung. (Näheres in [4], S. 137.)

Theoretiſche Unterſuchungen über den Indikator ſind angeſtellt: von Burmeſter [5], von Hartmann [6], von Gizycki [7], von Berndt [8], von Roſenkranz [9], von Strupler [10], von Fliegner [11], von Donkin [12]. Bezüglich der Geradführung unterſcheiden ſich die Indikatoren von Richards (Lemniscoidenlenker), Crosby, Thompſon (angenäherter Ellipſenlenker), Schäffer und Budenberg, Mac Innes (Storchſchnabellenker) Watt, Mac Naught, Hopkinſon u. a. mit Parallelführung. Ausführlich behandelt in [1]. Beſondere Eigentümlichkeiten zeigen die Indikatoren für fortlaufende Diagramme, die Indikatoren für Zeitdiagramme oder Zeitbaſisdiagramme, die Differenzindikatoren, die Indikatoren für ſehr hohe und geringe Drücke (Gebläſe, Luftpumpen) und endlich die Indikatoren für raſchlaufende Maſchinen. Da die Indikatorfedern im Laufe der Zeit bei häufigem Gebrauch Veränderungen ausgeſetzt ſind, ſo müſſen dieſelben von Zeit zu Zeit (bei Verſuchen, bei denen es auf große Genauigkeit ankommt, vor und nach den Verſuchen) auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Hierbei iſt zu beachten, daß die Federn im warmen Zuſtande weniger elaſtiſch als im kalten Zuſtande ſind und daher die Angaben in beiden Fällen nicht übereinſtimmen. Ferner ergeben die Federn bei der Belaſtung andre Reſultate als bei der Entlaſtung, was ſich namentlich bei letzterer zeigt und ſeinen Grund in elaſtiſchen Nachwirkungen in der Feder hat.

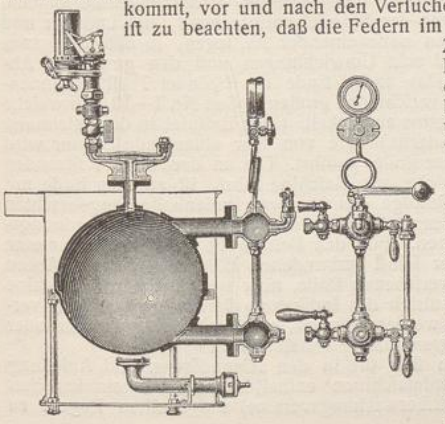


Fig. 10.

Solche Indikatoren, die für Dampfmaſchinen und andre kaloriſche Maſchinen Anwendung finden ſollen, ſind auch unter Dampf zu probieren, zu welchem Zwecke meiſt kleine Dampfkeſſel mit genauen Manometern, womöglich Kontrollmanometern, benutzt werden, deren Anordnung aus Fig. 10 verſtändlich iſt. Aus dem Vergleich der Angaben der letzteren und des Indikators kann der Fehler der Kolbenfedern ermittelt werden.

Indikatoren, welche während des Verſuches kalt bleiben, alſo ſolche für Pumpen und Gebläſe mit niedrigen Drücken und Luftpumpen, können mit Hilfe von Probierpumpen kalt

geprüft werden. Diese Pumpen sind denjenigen zur Kontrolle von Manometern dienenden ähnlich. Eine Pumpe zur kalten Prüfung der Feder ist in Fig. 11 dargestellt (Ausführung der Firma Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover). Während bei 1 das Manometer aufgeschraubt wird, dient der Stutzen 2 zur Aufnahme des Indikators. Im lotrechten mittleren Stiefel *P* kann ein Kolben durch eine Schraube niedergeschraubt werden und hierdurch auf den Indikator und das Manometer durch eine im Inneren des Apparats befindliche Flüssigkeit (Wasser, Oel oder Glyzerin) genau der gleiche Druck ausgeübt werden.

Von den zur Hubreduktion dienenden Apparaten unterscheidet man drei Arten, erstlich solche, welche dauernd an der Maschine befestigt sind und entweder in schwingenden Pendeln oder Reduktionsrollen bestehen, zweitens solche selbständige Apparate, welche an der Maschine mit Leichtigkeit angebracht werden können und leicht transportabel sind, endlich solche, welche mit dem Indikator verbunden sind. Ein Hubverminderer der zweiten Art ist derjenige von Staneck, dessen Konstruktion aus Fig. 12 zu ersehen ist. Die Anbringung kann in jeder Lage und ohne alle weiteren Hilfsmittel als die beigegebenen, an Grundmauerschrauben, an Schrauben des Zylinderdeckels oder an irgend welchen hervorragenden Dornen u. s. w erfolgen. Dabei kann derselbe neben, unter oder über der Maschine stehen, weil die Leitrollen jeden beliebigen Winkel für die Ableitung der Schnüre zur Maschine und zum Indikator gestatten. Die Masse der großen Rolle ist dabei äußerst leicht gehalten und die zur Rückdrehung angewendete Rollfeder sehr kräftig, so daß auch bei großer Umdrehungszahl ein genaues Folgen eintritt und das Schlagen der Schnüre vermieden wird. Die beigegebenen kleinen Verminderungsrollen gestatten für eine große Anzahl verschiedener Hublängen die Uebersetzung. Ein Stellring *R*

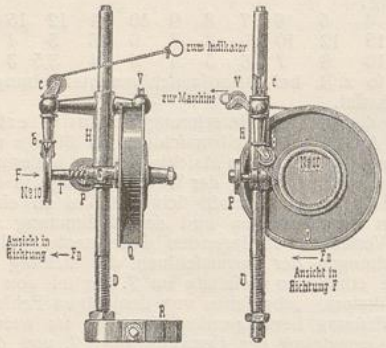


Fig 12.

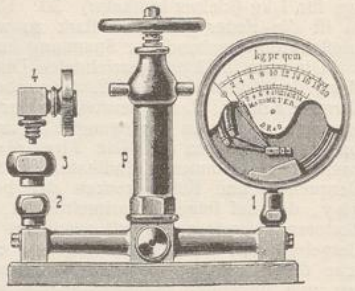


Fig. 11.

dient dazu, einen Befestigungspunkt zu schaffen, indem drei Stellschrauben um irgend einen Dorn, Mutter u. s. w. gespannt werden, und bietet derselbe zur Aufnahme eines langen Dornes *D* Gelegenheit. Der Dorn *D* dient zur Aufnahme des eigentlichen Verminderers und gestattet seiner Länge halber eine in ziemlich weiten Grenzen verstellbare Höhenlage und beliebige Drehung der Hülse *H*, welche durch Klemmschraube *P* festgestellt wird, im Kreise. Die Hülse *H* nimmt bei *S* eine Spindel *T* aus Stahl mit Linksgewinde auf, und fest mit ihr verbunden an einem Ende ist eine leichte Blechtrommel *Q*. Diese Trommel ist behufs Rückdrehung mit einer starken Rollfeder ausgerüstet, deren eines Ende an der Spindelmutter festsitzt. Behufs fortwährender Spannung derselben, auch im Ruhezustande, ist ein Anschlag angebracht, welcher indes bei drehender Verschiebung sich von selbst auslöst. Die Trommel *Q* ist dazu bestimmt, die zur Maschine führende Schnur aufzunehmen, und diese läuft über eine in der Ebene der Bildfläche drehbare Rolle *V* ab. Wenn die Trommel *Q*, den Bewegungen der Maschine folgend, sich dreht, so wandert sie, den Schraubengängen der Spindel entsprechend, hin und her und zwingt die Schnur, sich in Schraubenwindungen nebeneinander zu legen, so daß die ganze Breite von *Q* ausgenutzt werden kann, was bei acht Umwicklungen und den gewählten Abmessungen einem Hub von 4 m gleichkommt. Das andre Ende der Spindel *T* ist mit Innengewinde versehen und dient zur Aufnahme der verschieden großen Rollen Nr. 1—10, auf welche sich die Schnur für die Papiertrommel des Indikators aufwickelt. (Zum Beispiel in der Zeichnung ist eine dieser Rollen, Nr. 10, eingeschraubt gedacht.) Die von hier ablaufende Schnur wird über ein Rollenpaar, *b* mit fester, *c* mit drehbarer Rolle, geführt. Die an der Hülse *H* sitzenden Arme bilden die Rollenhalter. Die Schnur, welche zur Maschine führt, ist an dem Ende mit einem Ringe versehen, und dieser verhindert infolge des an dem Rollenhalter angebrachten Stiftes das Durchgleiten, so daß bei gehöriger Länge derselben die Schnurwindungen ordnungsgemäß auch im Ruhezustande aufgewickelt bleiben. Für den Betrieb ist in diese Schnur eine Hilfsschnur einzuhängen. Die mit dem Indikator selbst verbundenen Hubverminderer bestehen aus einer größeren, mit innerer Rückdrehfeder versehenen Rolle, über welche die zur Maschine führende Schnur läuft, während mehrere zum Antrieb des Indikators dienende Rollen von verschiedener Größe auf die Welle aufgeschraubt werden können, wodurch bei größerem oder kleinerem Kolbenhub stets nahezu dieselbe Diagrammlänge erzielt wird.

Bei der Vornahme von Indikatorversuchen sind die in den „Grundsätzen und Anleitung für die Untersuchung von Dampfkesseln und Dampfmaschinen“ enthaltenen (vom Verein deutscher Ingenieure und dem Verband der Dampfkesselüberwachungsvereine) aufgestellten Regeln zu beachten:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. Die Indikatoren sind möglichst unmittelbar am Zylinder ohne lange und scharfgekrümmte Zwischenleitungen anzubringen. Die Verbindung beider Zylinderenden zu dem Zwecke der Verwendung nur eines Instrumentes für beide Kolbenseiten ist bei Dampfverbrauchsversuchen zu vermeiden.

2. Bei raschgehenden Maschinen mit kleiner Füllung sind gebotenenfalls Indikatoren mit reduzierten Maßen anzuwenden.

3. Die zur Verwendung kommenden Indikatoren und ihre Federn müssen vor Beginn des Versuchs entweder durch direkte Belastung oder an offenen Queckssilber- bezw. Justiermanometern bei einer der mittleren Dampfspannung des Versuchs entsprechenden Temperatur geprüft werden. Diese Prüfung ist nach Versuchen von längerer Dauer zu wiederholen; ergeben sich Unterschiede, so ist der Mittelwert maßgebend; sind tägliche Federprüfungen während der Versuchszeit ausführbar, so sind diese vorzuziehen. Die Druckskalen sind durch Druckbelastung, die Vakuumskalen durch Luftleere festzustellen. Die Skalen sehr schwacher Vakuumfedern sind nach dem jeweiligen Barometerstand und in derselben Lage zur Horizontalen zu berichtigen, die sie während des Versuches innehaben.

4. Die Uebertragung der Kolbenbewegung auf die Papiertrommel muß möglichst direkt mit Hilfe solcher Vorrichtungen geschehen, welche die Bewegung genau proportional dem Kolbenweg wiedergeben. Durch die Uebertragung darf kein toter Gang der Papiertrommel entstehen, auch sollen die Schnüre nicht peitschen.

5. Bei Entnahme von Diagrammen ist der Indikator gehörig vorzuwärmen; deshalb soll, bevor man den Stift schreiben läßt, der Kolben einige Spiele machen. Vor dem Ziehen der atmosphärischen Linie ist der Kolben je einmal auf- und einmal abwärts zu drücken und langsam in seine Gleichgewichtsstellung zurückzulassen. Weichen die erhaltenen Linien erheblich voneinander ab, so ist das Instrument zu reinigen. Der Kolben soll dann bei herausgenommener Feder in aufrechter Stellung des Indikators durch sein Gewicht gleichmäßig niedersinken.

6. Während des Versuchs sind, je nach der Gleichförmigkeit der Belastung, alle 10 bis 20 Minuten Diagramme an jedem Zylinderende möglichst gleichzeitig abzunehmen. Die Diagramme sind mit Ordnungsnummern und der Zeit der Entnahme zu versehen.

7. Jedes Diagramm ist mindestens zweimal zu schreiben und sollen sich die erhaltenen Linien nahezu decken. Die Diagramme dürfen außer leichten Wellenlinien, welche den wirklichen Verlauf der Kurve noch mit Sicherheit erkennen lassen, keine sichtbaren Einflüsse des Instrumentes zeigen.

8. Die Ausrechnung der Diagrammfläche geschieht mit Hilfe eines Polarplanimeters oder in andrer zuverlässiger Weise und ist der Kontrolle wegen zu wiederholen. Durchmesser des Dampfzylinders, Hub des Kolbens sind zu messen, der Querschnitt der Kolbenstange in Rechnung zu nehmen.

Literatur: [1] Rosenkranz, P. H., Der Indikator, 6. Aufl., Berlin 1901; Derf., Nachtrag: Geschichtliche und technische Entwicklung des Indikators, Berlin 1906. — [2] Völckers, Der Indikator, 2. Aufl., Berlin 1878; Pichler, M. v., Der Indikator und seine Diagramme, Wien 1895; Grashof, Theoret. Maschinenlehre, Bd. 2, Hamburg 1883; Haeder, Der Indikator, 2. Aufl., Düsseldorf 1893; Müller, W., Die Schiffsmaschinen, mit Anhang: Der Indikator, Braunschweig 1884. — [3] Scholl-Brauer, Der Führer des Maschinisten, 10. Aufl., Braunschweig 1883, S. 573. — [4] Slaby, Kalorimetrische Untersuchungen über den Kreisprozeß der Gasmaschine, Berlin 1894. — [5] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889, S. 899. — [6] Desgl. 1890, S. 26 u. 53. — [7] Desgl. 1889, S. 1106. — [8] Desgl. 1865, S. 3, 66, 138. — [9] Desgl. 1890, S. 460, 499. — [10] Zeitschr. d. intern. Verb. d. Dampfkessel-Rev.-Vereine 1889, S. 181. — [11] Schweiz. Bauztg., Bd. 18, S. 27. — [12] Mitteil. d. Verb. d. Dampfkesselüb.-Ver. 1894, S. 106, 126. — Weitere Literatur: s. Inhaltsverzeichnis der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884—93 und 1894—1903, Art. Indikator. *v. Ihering.*

Indikator, in der Maßanalyse ein chemischer Körper, der das Ende einer Reaktion durch eine Farbänderung sichtbar macht.

Fügt man z. B. zu einer wässerigen, mit Lackmustinktur versetzten Lösung einer Base allmählich Säure hinzu, so schlägt die blaue Farbe nach Neutralisation der Base plötzlich in Rot um. Tröpfelt man zu einer mit gelbem Kaliumchromat versetzten Lösung eines Chlorids eine Silberlösung, so wird zunächst das Chlor als Chlorsilber ausgefällt, und nach Beendigung dieser Reaktion bildet sich das tiefrot gefärbte Ag_2CrO_4, das schon in geringster Menge der Flüssigkeit einen morgenroten Schein erteilt. Die Theorie der Indikatoren hat sich in neuerer Zeit mit Hilfe der elektrolytischen Dissoziationstheorie vollständig entwickeln lassen. Die in der Azidimetrie und Alkalimetrie gebrauchten Indikatoren sind sämtlich schwache Säuren oder schwache Basen, d. h. die ersteren sind in saurer, die letzteren in alkalischer Lösung so gut wie gar nicht dissoziiert. Nach der Neutralisation bilden sich die Salze der Indikatoren, die wie alle Neutralsalze sehr stark elektrolytisch dissoziiert sind, und das im Indikator enthaltene saure bezw. basische Radikal tritt demgemäß als freies Ion auf. Der Farbenumschlag ist dadurch zu erklären, daß dieses Ion eine andre Farbe besitzt als das nicht dissoziierte Molekül. Ein sehr einfaches Beispiel ist Paranitrophenol, das als Derivat des Phenols schwach sauren Charakter besitzt. Das nicht dissoziierte Molekül dieser Säure ist farblos, ihr negatives Ion aber intensiv gelb gefärbt. Eine wässerige Lösung dieser Substanz ist wegen der sehr geringen Dissoziation demgemäß nur sehr schwach gelb gefärbt. Fügt man Spuren einer fremden Säure hinzu, so wird nach den Gesetzen der chemischen Massenwirkung die Dissoziation der Säure zurückgedrängt, und die Färbung verschwindet. Fügt man jedoch eine Basis hinzu, so bildet sich das stark dissoziierte Salz des Paranitrophenols, und es tritt die intensiv gelbe Färbung der negativen Ionen dieses Salzes deutlich hervor. Eine noch schwächere Säure ist Phenolphthalein, dessen Farbreaktionen noch plötzlicher vor sich gehen. Zu schwach darf die saure Natur des Indikators allerdings

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nicht fein, ſonſt ſind ſeine Salze zu ſtark hydrolytiſch, d. h. in freie Säure und freie Baſis diſſoziiert, und das negative Ion der Säure tritt demgemäß in zu minimaler Menge auf, um eine deutliche Farbreaktion zu liefern. Die gleiche Erſcheinung findet man nun aber auch bei ſonſt geeigneten Indikatoren, wenn zur Neutraliſation eine ſchwache Baſis verwendet wird. So beobachtet man bei der Titrierung z. B. des ziemlich ſchwach baſiſchen Ammoniaks mit einer beliebigen Säure und Anwendung von Phenolphthalein als Indikator ſehr wenig ſcharfe Farbreaktionen, weil das Ammoniumſalz des Phenolphthaleins ſehr weitgehend hydrolytiſch geſpalten iſt. Man verwendet daher in dieſem Falle beſſer einen baſiſchen Indikator und titriert Ammoniak mit einer ſtarken Säure, um Störungen durch hydrolytiſche Diſſoziation auszuſchließen. Aehnliche Betrachtungen gelten für baſiſche Indikatoren, und man erhält ſo allgemein die Regel, daß man bei Titrationen das Zuſammentreffen einer ſchwachen Baſis und einer ſchwachen Säure vermeiden muß, um unſcharfe Farbreaktionen infolge hydrolytiſcher Diſſoziation zu verhindern. Durch ähnliche Betrachtungen iſt leicht abzuleiten, daß Phosphorſäure mit Anwendung von Methylorange, d. h. eines ſchwach baſiſchen Indikators, ſich wie eine einwertige Säure, bei Anwendung von Phenolphthalein ſich wie eine zweiwertige Säure titrieren läßt, daß Kohlenſäure bei Anwendung von Methylorange ſich wie eine zweiwertige Säure, bei Anwendung von Phenolphthalein ſich wie eine einwertige Säure verhält u. ſ. w. Bei Fällungsreaktionen ſind natürlich einfach die Löslichkeitsverhältniſſe des Indikators maßgebend. So fällt Silberlöſung in dem obigen Beiſpiele zunächſt das Chlorſilber, dann erſt das Silberchromat, weil letzteres leichter löslich iſt.

Die Empfindlichkeit eines Indikators iſt nach dem Obigen durch deſſen Diſſoziationsgrad bezw. ſeine Diſſoziationskonſtante definiert. Ein beſonders anſchauliches Maß für die Empfindlichkeit gibt die beim Farbenumſchlag vorhandene Waſſerſtoffionenkonzentration, die in den letzten Jahren in mehreren Arbeiten beſtimmt iſt. Die zuverläſſigſten Zahlen dürften die von Fels erhaltenen ſein. Sie ſind in der folgenden Tabelle zuſammengeſtellt.

Indikator	Farbe	Waſſerſtoffionenkonzentration	Indikator	Farbe	Waſſerſtoffionenkonzentration
Tropäolin 000	orange ⇄ rot	$10^{-11,2}$	Methylorange	gelb	$10^{-5,23}$
		$10^{-7,76}$		orange	$10^{-4,07}$
Phenolphthalein	rot	$10^{-7,50}$		rot	$10^{-3,3}$
	farblos	$10^{-7,62}$			
Curcumin *W*	rot	$10^{-6,97}$	Kongorot	rot → mißfarben	$10^{-4,41}$
Lackmus	blau ⇄ rot	$10^{-6,74}$		blau → mißfarben	$10^{-3,76}$
p-Nitrophenol	gelb	$10^{-6,13}$	Methylviolett	violett	$10^{-2,38}$
	farblos			blau	$10^{-2,05}$

Mit Hilfe dieſer Skala iſt es leicht möglich, die auch bei phyſiologiſchen Unterſuchungen oft auftretende Frage nach der Größe eines ſehr geringen Alkali- oder Säuretiters einer Löſung, z. B. auch des Blutes, zu beantworten, indem man einfach prüft, welcher der obigen Indikatoren in der zu unterſuchenden Löſung einen Farbenumſchlag zeigt.

Literatur: Oſtwald, W., Die wiſſenſchaftlichen Grundlagen der analytiſchen Chemie, 4. Aufl., Leipzig 1904; Nernſt, W., Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903; Küſter, Zeitſchr. f. anorgan. Chemie 1896, **13**, S. 127; Wagner, J., ebend. 1903, **27**, S. 138; Fels, B., Zeitſchrift für Elektrochemie 1904, S. 208. *(Nernſt) F. Krüger.*

Indirekte Beleuchtung, ſ. Bogenlampe, Bd. 2, S. 173.

Indirekte Beobachtungen, ſ. Methode der kleinſten Quadrate.

Indirekte Kraftübertragung, ſ. Nietverbindung für Eiſenkonſtruktionen.

Indiſche Kreiſe, ſ. Gnomon.

Indiſchgelb, ſ. Kobaltgelb.

Indiſchrot, ſ. Eiſenrot.

Indium *In* (Atomgewicht 113,5, ſpez. Gew. 7,4), ein ſilberweißes, an der Luft unveränderliches weiches Metall, das bei 176° ſchmilzt und in Weißglut flüchtig iſt und bei hoher Temperatur mit blauer Flamme zu Oxyd In_2O_2 verbrennt; gehört zu den ſeltenen Metallen der Galliumgruppe. Es wurde im Jahre 1863 von Reich und Richter entdeckt und findet ſich als Begleiter des Zinks in einigen Blenden des Harzes und des ſächſiſchen Erzgebirges. *Bujard.*

Indizierte Arbeit, indizierter Effekt, indizierte Leiſtung, ſ. Aeußere Arbeit, Effekt, Indikator, Wärmemotoren.

Indophenole, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 628.

Indophor, ſ. Indigodruck.

Induktanz, ſ. Wechſelſtrom.

Induktanzrolle, ſ. Gegenſtromrolle.

Induktion, Erzeugung elektromotoriſcher Kräfte bezw. bei geſchloſſenen Leitern elektriſcher Ströme durch Bewegung von Leitern im magnetiſchen Felde

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

derart, daß ſie Kraftlinien ſchneiden, oder durch Aenderung der von Leitern umſchloſſenen Kraftlinienzahl.

Hierbei können folgende Fälle eintreten: 1. bei gleichbleibendem Felde ändert ſich die relative Lage zwiſchen Feld und Leiter durch Bewegung des einen oder des andern (Dynamomaſchine); 2. bei gleichbleibender Lage vom Feld zum Leiter wird die das Feld erregende magnetomotoriſche Kraft geändert (Transformator); 3. bei gleichbleibender Lage vom Feld zum Leiter wird der magnetiſche Widerſtand des magnetiſchen Stromkreiſes geändert (Telephon). Die nachſtehend angegebenen Verſuche erläutern die Entſtehung des Induktionsſtromes. Verbindet man die Enden einer mit iſoliertem Kupferdraht bewickelten Spule *K* (Fig. 1) mit einem empfindlichen Galvanometer *G* und ſchiebt in die Höhlung der Spule einen Stahlmagneten *NS* ein (Magnetinduktion), ſo gibt das Galvanometer einen Ausſchlag, d. h. es fließt ein elektriſcher Strom durch dasſelbe und die mit ihm verbundene Spule. Die Galvanometernadel kehrt aber bald in ihre Ruhelage zurück, ein Zeichen, daß das Durchfließen des Stromes wieder aufgehört hat. Dieſer durch die Bewegung des Magneten plötzlich auftretende und nach Aufhören dieſer Bewegung verſchwindende Strom heißt Induktionsſtrom. Entfernt man den Magneten wieder ſchnell aus der Spule, ſo entſteht ein neuer Strom, und das Galvanometer gibt jetzt den entgegengeſetzten Ausſchlag. Bei Wiederholung des Verſuchs mit einem unmagnetiſchen Stahlſtück von gleicher Form und Größe zeigt das Galvanometer keinen elektriſchen Strom an, woraus gefolgert werden kann, daß nur die den magnetiſierten Stahlſtab umgebenden Kraftlinien die Urſache des Induktionsſtromes ſind. Da ſich durch den angegebenen Verſuch die Stärke des Magnetismus im Stahlſtabe nachweislich nicht ändert, ſo kann die Urſache des Induktionsſtromes nur in einer Aenderung der Anzahl der von der Spule eingeſchloſſenen Kraftlinien liegen, und zwar bedingt die Annäherung des Magneten natürlich eine Zunahme, die Entfernung desſelben eine Abnahme dieſer Anzahl. Daher das Geſetz (Maxwell): Umſchließt eine in ſich geſchloſſene Drahtſpule Kraftlinien und ändert ſich die Anzahl der eingeſchloſſenen Kraftlinien, ſo entſteht in den Windungen der Spule ein Induktionsſtrom. Blickt man in der Richtung der Kraftlinien auf die Spule (d. h. ſieht man den Südpol des Magneten an), ſo durchfließt bei einer Zunahme der Kraftlinien der Strom die Windungen im entgegengeſetzten Drehungsſinne. Die entſtandenen Ströme ſind das Aequivalent für die bei der Bewegung des Leiters aufgewendete Arbeit.

Durch die ſogenannte magnetiſche Influenz (ſ. Magnetismus) verwandelt ein Magnet ein Eiſenſtück bei der Annäherung ebenfalls in einen Magneten, ſo daß es von Kraftlinien umgeben iſt. Bringt man daher in die vorher erwähnte Drahtſpule einen weichen Eiſenkern und nähert ihm den Nordpol eines Magneten, ſo gehen die Kraftlinien durch den Eiſenkern und durch die Windungen, und es entſteht ein Induktionsſtrom, der wieder den vorher aufgeſtellten Geſetzen folgt.

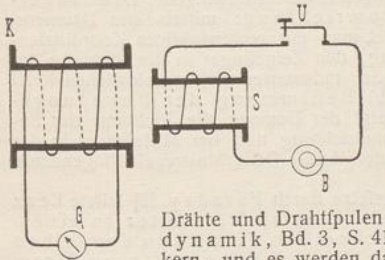


Fig. 2.

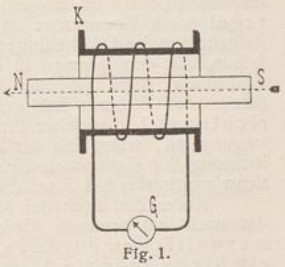


Fig. 1.

Träger von Kraftlinien ſind außer den Magneten auch ſtromdurchfloſſene Drähte und Drahtſpulen (Solenoide, ſ. Elektrodynamik, Bd. 3, S. 415) mit oder ohne Eiſenkern, und es werden daher ebenfalls Induktionserſcheinungen auftreten, wenn ſich die gegenſeitige Lage einer ſtromloſen und einer ſtromdurchfloſſenen Spule ändert. Man bezeichnet gewöhnlich dieſe durch das magnetiſche Feld eines Stromes in einem Leiter bewirkten Induktionserſcheinungen als Volta-Induktion gegenüber den vorher beſprochenen Erſcheinungen der Magnetinduktion. In Fig. 2 iſt wieder die Spule *K* mit dem Galvanometer *G* verbunden, während in den Hohlraum derſelben ſtatt des Magneten eine zweite Spule *S* geſchoben werden kann, deren Windungen von einem durch die galvaniſche Batterie *B* erzeugten Strome durchfloſſen werden, ſobald der Unterbrecher *U* geſchloſſen iſt. Wird nun *S* ſchnell in den Hohlraum von *K* geſchoben, ſo zeigt das Galvanometer ebenſo wie früher beim Einſchieben des Magneten einen Ausſchlag, d. h. einen in den Windungen von *K* vorhandenen Induktionsſtrom an, und zwar hat dieſer Strom die entgegengeſetzte Richtung wie der in den Windungen von *S* fließende. Sobald die Bewegung des Solenoids *S* aufgehört hat, iſt auch der Induktionsſtrom in *K* erloſchen und tritt erſt wieder auf, wenn *S* ſchnell aus dem Hohlraume von *K* herausgezogen wird. — Die Galvanometernadel ſchlägt darauf nach der andern Seite aus, woraus folgt, daß dieſer Strom jetzt dem in der Spule *S* verlaufenden erregenden Strome gleichgerichtet iſt.

Statt die Spule *S* hin und her zu ſchieben, um den Induktionsſtrom zu erzeugen, bringt man ſie beſſer in der Spule *K* feſt an und ſchließt und öffnet mittels Unterbrechers *U* den Erregerſtrom (Hauptſtrom oder Primärſtrom). Das Schließen bewirkt dann die Erzeugung eines dem Hauptſtrom entgegengeſetzt verlaufenden Induktionsſtromes (ſekundären oder Nebenſtromes), während das Oeffnen einen ihm gleichgerichteten hervorbringt. Die Induktionswirkungen werden erheblich verſtärkt, wenn die induzierende (primäre) Spule *S* einen weichen Eiſenkern in ihrer Höhlung enthält, da dann außer den Kraftlinien des Stromes auch die des weichen Eiſenkernes zur Wirkung kommen, ſobald er beim Stromdurchfluß magnetiſch wird. — Ebenſo verſtärkt man die Induktionswirkung, wenn man den primären Strom, anſtatt ihn nur zu unterbrechen, umkehrt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Induktion in linearen Leitern. Bewegt ſich ein gerader offener Leiter von der Länge l in einem homogenen magnetiſchen Felde von der Dichte H mit der Geſchwindigkeit v ſo, daß er Kraftlinien ſchneidet, ſo wird in ihm eine elektromotoriſche Kraft E induziert, deren Größe gleich iſt der Anzahl der Kraftlinien, die in einer Sekunde in gleichem Sinne geſchnitten werden, d. i. für den einfachſten Fall: $E = lHv$ abſolute Einheiten. Iſt der Leiter unter einem Winkel φ gegen die Kraftlinien geneigt, während die Bewegungsrichtung einen Winkel ψ mit dem auf den Kraftlinien errichteten Lote bildet, ſo iſt $E = lHv \sin\varphi \cdot \cos\psi$ abſolute Einheiten.

Die Gleichung $E = Hlv$ kann zur Definition der Einheit der elektromotoriſchen Kraft benutzt werden. Es wird nämlich $E = 1$, wenn $H = 1$, $l = 1$ und $v = 1$ iſt, d. h. in einem Leiter von 1 cm Länge wird die Einheit der elektromotoriſchen Kraft erzeugt, wenn ſeine Bewegung in einem Felde von der Dichte 1 mit 1 cm Geſchwindigkeit rechtwinklig zu den Kraftlinien erfolgt. Da dieſe Einheit ſehr klein iſt, ſind 100 Millionen derſelben zu einer praktiſchen Einheit (Volt) zuſammengefaßt, ſo daß 1 Volt $= 10^8$ abſolute Einheiten iſt. Sie kommt ſo der früher üblichen Einheit von 1 Daniell ungefähr gleich (1 Daniell = 1,1 Volt). — Die Gleichung lautet dann in Volt ausgedrückt: $E = \frac{Hlv}{10^8}$ Volt.

Bewegt ſich ſtatt des offenen Leiters ein geſchloſſener ebener Leiter in einem Felde ſo, daß die Zahl der von ihm eingeſchloſſenen magnetiſchen Kraftlinien ſich ändert, ſo entſteht ebenfalls ein Induktionsſtrom, und es iſt die in dem geſchloſſenen Leiter induzierte elektromotoriſche Kraft E gleich der Aenderung der von ihm eingefaßten Kraftlinienzahl N pro Sekunde, d. h. $E = -\frac{dN}{dt} \cdot \xi$ abſolute Einheiten, worin ξ die Anzahl der Windungen des geſchloſſenen Leiters bedeutet. Der Mittelwert der elektromotoriſchen Kraft, die in den Windungen induziert wird, der ſogenannte Integralſtrom, iſt: $E = -\frac{(N_2 - N_1)\xi}{T}$, wo T die Zeitdauer bezeichnet, die erforderlich war, um die Kraftlinienzahl von N_1 auf N_2 zu ändern. Das Vorzeichen gibt die Richtung der induzierten elektromotoriſchen Kraft bezw. des Stromes an. Berückſichtigt man bei der Aenderung der Kraftlinienzahl die Abnahme dieſer durch Einſetzen von dN mit negativem Vorzeichen, ſo erhält man E poſitiv (d. h. es entſteht ein poſitiver Strom), während ſich bei Zunahme und Einführung von dN mit poſitivem Vorzeichen ein negativer Wert für E (alſo ein negativer Strom) ergibt.

Zur Feſtſtellung der Richtung der bei der Bewegung des Leiters in ihm induzierten elektromotoriſchen Kraft oder umgekehrt zur Feſtſtellung der Bewegungsrichtung eines ſtromführenden Leiters im magnetiſchen Felde dienen auch folgende Gedächtnisregeln: Dreifingerregel von Fleming: a) Beſtimmung der Stromrichtung: mittels des Daumens, Zeigefingers und Mittelfingers der rechten Hand bildet man ein rechtwinkliges Koordinatenſyſtem, hält den Daumen in die Richtung der Bewegung, den Zeigefinger in die Richtung der Kraftlinien, dann gibt der Mittelfinger die Richtung der induzierten elektromotoriſchen Kraft (bezw. des Stromes bei geſchloſſenem Leiter) an; b) Beſtimmung der Bewegungsrichtung: bei gleicher Fingerſtellung wie vorher zeigt der Daumen die Richtung der Bewegung an, wenn ſich der Zeigefinger in der Kraftlinienrichtung und der Mittelfinger in der Richtung der elektromotoriſchen Kraft des Leiters befindet. Andre Gedächtnisregeln (ſogenannte Schwimmregeln) hat Faraday angegeben [1].

Kurze Zeit nach der Aufſtellung der Induktionsgeſetze durch Faraday [2] leitete Lenz das nach ihm benannte Geſetz ab: Bewegt ſich ein Elektrizitätsleiter in einem magnetiſchen Felde ſo, daß er Kraftlinien ſchneidet, ſo wird in demſelben ein Strom induziert, welcher infolge der Wechſelwirkung zwiſchen Strom und Magnet die Bewegung zu hemmen ſucht, durch welche er entſtanden iſt. Der Induktionsſtrom iſt hierbei das Aequivalent für die bei der Bewegung zu leiſtende Arbeit. Auch nach dieſem Geſetz läßt ſich die Richtung des entſtandenen Stromes leicht beſtimmen. — Die Induktionswirkung erfolgt nicht allein in Drahtwindungen, ſondern auch in maſſiven körperlichen Leitern von größerer Ausdehnung, in denen ſich der Strom in beliebiger Richtung ausbreiten kann. Solche Induktionsſtröme, welche auch Wirbelſtröme oder Foucaultſche Ströme heißen, können bei dem geringen Widerſtande, den ſie gewöhnlich in dem maſſiven Leiter finden, zu beträchtlicher Stärke anwachſen, und ſie hemmen dann nicht nur die Bewegung des betreffenden Leiters (nach dem Lenzſchen Geſetz), z. B. des Ankers einer Dynamomaſchine (ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 187), ſondern wirken auch nachteilig durch Umſetzung dieſes Stromes in Wärme, welche die Ankertemperatur erhöht. Die Foucaultſtröme verlaufen ungefähr parallel zur Umdrehungsachſe des Ankers, und man ſucht ſie durch Abſchneiden ihrer Bahn zu vermeiden, ohne dadurch die Kraftlinien, welche vom Nordpol des Magneten zum Südpol fließen ſollen, zu ſtören. Zu dieſem Zweck ſetzt man den Anker aus einzelnen Blechſcheiben von $^1/_2$ mm Stärke zuſammen, welche durch Papierblätter voneinander getrennt ſind, ſo daß der Foucaultſtrom nicht von einer Scheibe zur nächſten fließen kann. Die Kraftlinien hingegen können in der Scheibe ſelbſt von einem Pol zum andern übergehen. — Ueber die Nutzbarmachung der Wirbelſtröme zur Dämpfung von Galvanometernadeln ſ. Meßinſtrumente, elektriſche. — Die hemmende Wirkung der Wirbelſtröme iſt auch vielfach zur Konſtruktion von Bremſen (ſogenannten Wirbelſtrombremſen) ausgenutzt worden. Solche Vorrichtungen eignen ſich beiſpielsweiſe zur Leiſtungsbeſtimmung kleinerer Motoren erheblich beſſer als mechaniſche Bremſen, bei denen es ſchwierig iſt, die Reibung konſtant zu halten. Die Anordnung iſt folgende: Von der Achſe des zu bremſenden Motors wird eine Kupferſcheibe angetrieben, die ſich im Felde eines ſtarken Elektromagneten befindet. Letzterer iſt leicht beweglich auf Schneiden gelagert und trägt auf einem eingeteilten Meßbalken ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verſchiebbares Gewicht. Bei Drehung der Kupferſcheibe entſtehen in ihr Wirbelſtröme, die beſtrebt ſind, das Magnetſyſtem mitzudrehen. Durch Verſchiebung des Gewichtes wird dieſes Drehmoment gemeſſen und ſomit die Leiſtung des Motors beſtimmt [10]. — Ueber die Verwendung der Wirbelſtrombremſe bei elektriſchen Straßenbahnen vgl. Bd. 2, S. 262 (Bremſen, elektriſche). — Die Entſtehung und der Verlauf der Wirbelſtröme kann mittels des Waltenhofenſchen Induktionspendels leicht nachgewieſen werden [3].

Selbſtinduktion. Der in die Primärſpule S (Fig. 2) hineingeleitete Strom wirkt bei ſeinem Oeffnen und Schließen nicht allein auf die darüber oder daneben befindliche Sekundärſpule K (gegenſeitige Induktion, ſ. weiter unten), ſondern jede Windung des primären Drahtes wirkt auch induzierend auf die neben ihr liegenden Windungen desſelben Drahtes. Fließt der Primärſtrom im Sinne des Uhrzeigers, ſo entſteht eine elektromotoriſche Kraft, die ſogenannte EMK der Selbſtinduktion, die bei Zunahme der Kraftlinien einen Strom im entgegengeſetzten Drehungsſinne hervorzubringen ſucht und ſomit den primären ſchwächt. Letzterer erreicht deshalb nicht ſofort ſeine volle Stärke, ſondern erſt nach einer gewiſſen Zeit, nämlich dann, wenn eine weitere Zunahme der Kraftlinien nicht mehr ſtattfindet. Wird der primäre Strom geöffnet, ſo verſchwinden die durch die Spule hindurchtretenden Kraftlinien, und infolgedeſſen entſteht jetzt in den Windungen der Primärſpule eine neue EMK der Selbſtinduktion, die einen Strom im Sinne des Uhrzeigers hervorzubringen ſucht, d. h. einen Strom, der in derſelben Richtung fließt wie der eben unterbrochene Primärſtrom. Da er nicht wie vorher durch die Gegenwirkung des letzteren aufgehoben wird, ſo iſt ſeine Spannung ſo bedeutend, um ihn an der Unterbrechungsſtelle durch den kleinen Luftzwiſchenraum in Geſtalt eines Funkens übertreten zu laſſen. Dieſer Induktionsſtrom, welcher in den Windungen einer Spule beim Schließen und Oeffnen des primären Stromes entſteht, heißt Selbſtinduktions- oder Extraſtrom. Er beſitzt alſo die Eigenſchaft, beim Schließen des primären Stromes dieſen zu ſchwächen, beim Oeffnen ihn fortdauern zu laſſen.

Die Selbſtinduktion ruft in den Windungen einer Spule eine elektromotoriſche Kraft hervor, die in jedem Augenblick beſtimmt iſt durch $e = -L \cdot \frac{di}{dt}$, d. h. die elektromotoriſche Kraft der Selbſtinduktion iſt proportional dem Faktor L und der Aenderung der Stromſtärke in der Zeiteinheit. Der Faktor L heißt der Koeffizient der Selbſtinduktion; er iſt beiſpielsweiſe für eine lange, dünne Spule oder einen Ring $L = \frac{4\pi\xi^2 q}{l}$; befindet ſich Eiſen in der Spulenhöhlung, ſo wird $L = \frac{4\pi\xi^2 q\mu}{l}$; q iſt der Querſchnitt der Spule, l ihre Länge, ξ die Windungszahl und μ die Permeabilität des Eiſens. Die praktiſche Einheit des Selbſtinduktionskoeffizienten iſt 10^9 cm (Länge des Erdquadranten in Zentimetern gemeſſen); ſie führt die Benennung Henry.

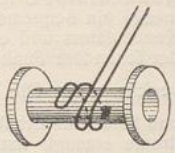


Fig. 3.

Das Entſtehen der Selbſtinduktionsſtröme muß in manchen Fällen, z. B. bei Widerſtänden für Meßzwecke, wegen der auftretenden Störungen verhindert werden. Man erreicht dies am einfachſten dadurch, daß man die eine Hälfte der Windungen rechtsläufig, die andre linksläufig wickelt. Fließt alsdann ein Strom durch die Windungen, ſo erzeugt die eine Hälfte derſelben Kraftlinien, die denen der andern Hälfte entgegengerichtet ſind, ſo daß ſie ſich insgeſamt aufheben. Eine derartig (Fig. 3) hergeſtellte Spule heißt bifilar oder induktionsfrei gewickelt.

Gegenſeitige Induktion. Bewickelt man eine Spule mit zwei Wicklungen, indem man die eine über oder auch neben die andre legt, und ſendet durch die Windungen der einen Wicklung einen Strom, ſo erzeugt dieſer Kraftlinien, die auch durch die zweite Wicklung hindurchgehen. Infolgedeſſen entſteht in den Windungen dieſer ein Induktionsſtrom, deſſen elektromotoriſche Kraft den Wert $e = -M\frac{di}{dt}$ (c, g, s-Einheiten) oder $e = -M\frac{di}{dt}10^{-8}$ (Volt) hat, d. h. die elektromotoriſche Kraft der gegenſeitigen Induktion iſt proportional dem Faktor M und der Aenderung der Stromſtärke in der Zeiteinheit. Der Faktor M heißt Koeffizient der gegenſeitigen Induktion; er iſt z. B. für eine Spule oder einen Ring $M = \frac{4\pi n\xi q}{l}$; q = Spulenquerſchnitt, l = Spulenlänge, n = Windungszahl der erſten Wicklung, ξ = Windungszahl der zweiten Wicklung. Der Koeffizient M iſt proportional dem Produkt der Windungszahlen n und ξ.

Die Induktionsſtröme können erzeugt werden durch magnet-elektriſche Maſchinen ſowie Dynamomaſchinen (Bd. 3, S. 180) nach dem Prinzip der Magnetinduktion oder durch ſogenannte Induktionsapparate (Funkeninduktoren, Rumkorffſche Apparate) oder Transformatoren (ſ. a. Umformer) nach dem Prinzip der Volta-Induktion. Fig. 4 zeigt einen ſolchen Induktionsapparat ſchematiſch. Die primäre (Hauptſtrom-)Rolle S hat nur wenige Windungen dicken Drahtes (1—2 mm Durchmeſſer), während die darübergeſchobene ſekundäre (Nebenſtrom-)Rolle K

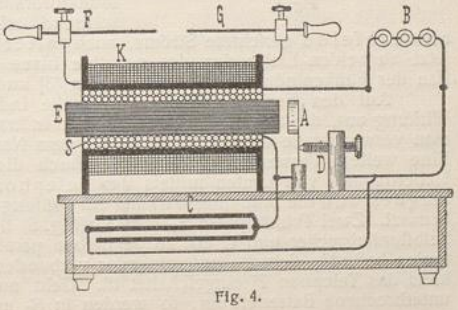


Fig. 4.

aus einer sehr großen Zahl von Windungen feinen Drahtes von $^1/_3$—$^1/_5$ mm Durchmesser besteht. In die Primärspule ist zur Verstärkung der Wirkung ein weicher Eisenkern *E* eingeschoben, der zur Vermeidung der Wirbelströme aus dünnen, voneinander durch Schellack isolierten Eisendrähten aufgeschichtet ist. Die Enden dieser Spule sind unter Einschaltung eines Stromunterbrechers (s. Unterbrecher), der in rascher Aufeinanderfolge den Strom selbsttätig öffnet und schließt, mit einer galvanischen Batterie *B* verbunden. Der in Fig. 4 skizzierte einfache Stromunterbrecher besteht aus dem unter dem Einflusse des Elektromagnets *E* stehenden und an einer Feder schwingenden Anker *A* und aus der Kontaktsäule *D*, deren Schraube im Ruhezustande den Anker berührt. Wird der Batteriestrom geschlossen, so zieht der Magnetkern *E* den Anker *A* an, er verläßt die Schraube und unterbricht somit den Strom. Hierdurch verliert jedoch der Elektromagnet seinen Magnetismus, läßt den Anker los, stellt dadurch bei *D* die Stromverbindung wieder her, und das Spiel beginnt von neuem. Jedem Schließen und Oeffnen entspricht (vgl. weiter oben gegenseitige Induktion) in den sekundären Windungen eine elektromotorische Kraft $e = -M\frac{di}{dt}$, wobei *M* dem Produkte der beiden Windungszahlen proportional ist und daher durch Vermehrung der Windungen jede beliebige Größe erhalten kann. Wird auch $\frac{di}{dt}$ groß gehalten, so steigt *e* so weit an, daß der sekundäre Strom an den Enden der Wicklung *F* und *G* in Gestalt geräuschvoller Funken übergeht. Beim Schließen des primären Stromes entsteht in den primären Windungen ein entgegengesetzt gerichteter Selbstinduktionsstrom, der den eingeleiteten Strom schwächt und hierdurch den Wert $\frac{di}{dt}$ verkleinert; der dem Schließen entsprechende Strom in den sekundären Windungen besitzt daher nur eine geringe Spannung, die nicht imstande ist, den Luftraum zu durchschlagen. Der beim Oeffnen in der Primärspule entstehende Selbstinduktionsstrom ist mit dem primären Strom gleichgerichtet; seine elektromotorische Kraft ist bedeutend, und er tritt deshalb an der Unterbrecherstelle bei *D* als starker Funke auf, verkleinert $\frac{di}{dt}$ und somit die Wirkung des Apparates. Um diesen schädlichen Funken zu vermeiden, ist parallel zur Funkenstrecke (Unterbrecher) ein Kondensator *C* (s. d.) geschaltet, wodurch der durch Selbstinduktion entstandenen Elektrizitätsmenge ein bequemer Abfluß verschafft wird. Letztere fließt zunächst auf die Belegungen des Kondensators und entladet sich durch die Windungen der Primärspule hindurch erst dann, wenn der sekundäre Funkenausgleich beendet ist, wodurch die Funkenbildung am Unterbrecher fast verschwindet. Die Hinzufügung des Kondensators bedeutet also eine Vergrößerung von $\frac{di}{dt}$ und somit eine Erhöhung der Leistung, d. h. der Funkenlänge. Dieser Funke (von dem Oeffnungsstrome erzeugt) hat je nach der Größe und Windungszahl des Apparates eine Länge bis zu 1 m und zeigt dieselben Erscheinungen, die bei Entladungen statischer Elektrizität (s. Elektrizität) auftreten. Er ist noch von einem orangeroten Lichtmantel, der sogenannten Aureole, umgeben, die man durch Blasen oder durch magnetische Einwirkungen von ihm trennen kann. Läßt man den Funkenstrom durch Glasrohre gehen, die verdünnte Luft oder verdünnte Gase enthalten, so wird je nach dem zunehmenden Grade der Verdünnung der Funken immer schwächer, die Aureole immer größer, bis schließlich bei ca. 1 mm Quecksilberdruck der Funke ganz verschwindet und gleichzeitig der negative Pol (die Kathode) von dunkelblauem Licht umgeben ist, während vom positiven Pol (der Anode) ein dunkelroter geschichteter Lichtstrom ausgeht. Bei weiter fortschreitender Verdünnung treten die unter dem Namen Kathodenstrahlen bekannten (von Hittorf, Puluj und Crookes beobachteten) Erscheinungen auf [5], [7], [8], und bei noch höheren Verdünnungsgraden zeigt sich das Röntgensche Phänomen [6]. Alle diese Lichterscheinungen sind durch gleichgerichtete Ströme, und zwar durch die Oeffnungsströme erzeugt. Führt man dagegen den einen Draht der Induktionsspule nach der inneren Belegung einer Leidener Flasche und verbindet die äußere Belegung derselben mit der einen Elektrode der Geißlerschen Röhre, während die andre mit dem zweiten Induktordraht verbunden wird, so entstehen durch die fortwährend erfolgende Ladung und Entladung der Flasche abwechselnd gerichtete Ströme, auch alternierende Entladungen genannt. Es trit jetzt an beiden Elektroden das negative blaue Glimmlicht auf. Nähere Angaben über den Bau der Funkeninduktoren findet man in [3] und [4].

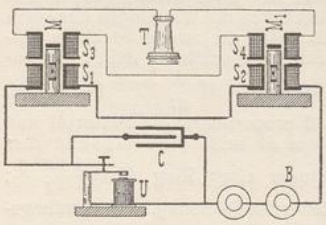


Fig. 5.

Auf den tierischen Körper üben die Induktionsströme eine erhebliche physiologische Wirkung aus, die sich bei stärkeren Strömen in krampfartigen Muskelzusammenziehungen äußert; man verwendet sie deshalb auch (unter dem Namen faradische Ströme) zu Heilzwecken. — Eine weitere Verwendung finden die durch die Magnetinduktion erzeugten Ströme bei der Uebertragung von Lauten mittels des Telephons (s. d.). — Bei der Induktionswage von Hughes wird die Induktionswirkung zur Prüfung der Molekularkonstitution der Metalle u. dergl. benutzt. Zwei Primärspulen S_1 und S_2 (Fig. 5) liegen im Stromkreise der Batterie *B*. *U* ist ein Selbstunterbrecher und *C* ein zu demselben parallel geschalteter Kondensator. Auf den Primärspulen befinden sich die untereinander verbundenen Sekundärspulen S_3 und S_4, in deren Stromkreis das Telephon *T* eingeschaltet ist. Geht nun durch S_1 und S_2 der durch *U* fortwährend unterbrochene Batteriestrom, so werden in S_3 und S_4 Induktionsströme erzeugt, die sich bei

entſprechender Schaltung und vollkommen gleicher Spulenwicklung gegenſeitig aufheben, ſo daß ſie im Telephon T keine Wirkung hervorbringen. Legt man jedoch in die oberen Spulen auf die Ebonitſäulen E zwei Metallſtücke M und M_1, die nicht genau gleich ſind oder die aus verſchiedenem Materiale beſtehen, ſo wird der Gleichgewichtszuſtand der Spulen geſtört und das Telephon kommt zum Tönen. Näheres hierüber in [9]. — Ausführliche Angaben über die hiſtoriſche Entwicklung der Induktionserſcheinungen findet man in [2], über die rechneriſche Behandlung in [1]. — Ueber magnetiſche Induktion ſ. Magnetismus.

Literatur: [1] Zickler, Lehrbuch der Elektrotechnik, Leipzig 1906. — [2] Handbuch der Elektrotechnik von Heinke und Ebert, Leipzig 1902, Bd. 1. — [3] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [4] Ruhmer, Konſtruktion, Bau und Betrieb der Funkeninduktoren, Leipzig 1904. — [5] Crookes-Gretſchel, Strahlende Materie, Leipzig 1879. — [6] Röntgen, Mitteilungen über X-Strahlen, Würzburg 1896. — [7] Puluj, Strahlende Elektrodenmaterie, Wien 1883. — [8] Lehmann, Elektrizität und Licht, Braunſchweig 1895. — [9] Wiedemanns Annalen, Leipzig 1887 und 1893. — [10] Elektrotechn. Zeitſchr. 1901, S. 608. *Holzt.*

Induktion, photochemiſche, die von Draper zuerſt bemerkte, aber erſt von Bunſen und Roscoe eingehend ſtudierte Erſcheinung, daß häufig das Licht bei photochemiſchen Prozeſſen anfänglich nur langſam wirkt und erſt nach einiger Zeit zu voller Wirkſamkeit gelangt.

E. Pringsheim ſucht die Induktion durch die Bildung einer Zwiſchenverbindung zu erklären; hierfür ſpricht z. B. die Tatſache, daß feuchtes Chlorknallgas gegen Licht außerordentlich viel empfindlicher iſt als trockenes. Worin jedoch dieſe hypothetiſchen Zwiſchenverbindungen beſtehen, iſt noch unaufgeklärt. Dixon hat die Vermutung geäußert, daß ſie in freien Sauerſtoffatomen beſtehen. In engem Zuſammenhang mit der photochemiſchen Induktion ſtehen offenbar die bekannten Tatſachen, daß ſchwach vorbelichtete photographiſche Platten empfindlicher ſind und ferner unterexponierte Platten durch ſchwache Nachbelichtung gekräftigt werden können.

Literatur: Nernſt, W., Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903; Oſtwald, W., Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Bd. 2, Chemiſche Energie, Leipzig 1893; Bunſen und Roscoe, in Oſtwalds Klaſſikern der exakten Naturwiſſenſchaften; Luther, R., Chemiſche Vorgänge in der Photographie, Halle 1899. *F. Krüger.*

Induktionsapparat (Funkeninduktor), ſ. Induktion.

Induktionsfreie (bifilare) Wicklung, ſ. Induktion.

Induktionstelegraphie, Telegraphie ohne Drahtleitung mittels elektromagnetiſcher oder elektroſtatiſcher Induktion; ſ. Telegraphie ohne Draht.

Induktionswage, ſ. Induktion, S. 186.

Induktionszähler, ſ. Elektrizitätszähler, Bd. 3, S. 412.

Induktormaſchine, ſ. Wechſelſtrommaſchine.

Indulinfarbſtoffe, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 629.

Induſtrieausſtellungen, öffentliche Schauſtellungen zu dem Zwecke, die Wertſchätzung der im Wettbewerb ausgeſtellten Gegenſtände zu ermöglichen und der Beurteilung gegebenenfalls durch zu erteilende Auszeichnungen Ausdruck zu verleihen. Es drückt ſich hierbei das Beſtreben aus, die Leiſtungsfähigkeit des Ausſtellers zur Geltung zu bringen, den Abſatz zu erweitern, die Fortſchritte in der Technik darzulegen, gleichzeitig für den Ort der Veranſtaltung aus dem Zuzug der Beſucher beſondere Vorteile zu ziehen. Ein weſentliches Merkmal von Ausſtellungen iſt ferner, daß durch ſie die Intereſſenten wie auf einer fliegenden Warenbörſe miteinander in unmittelbare Fühlung treten und daß bei dieſer Gelegenheit gewiſſermaßen die Vorteile eines großangelegten praktiſchen Anſchauungsunterrichtes zur Geltung kommen. Ueber der Eignung von Ausſtellungen für praktiſche Zwecke dürfen aber die ideellen Wirkungsmöglichkeiten nicht überſehen werden. Abgeſehen davon, daß durch Ausſtellungen das Selbſtbewußtſein der Teilnehmer geſteigert, ſie in mehrfacher Beziehung einander näher gebracht und ihr Anſehen nach außen gehoben werden kann, läßt ſich analog wie das Anſehen einer Branche das Anſehen von Diſtrikten oder Provinzen, ja von Staaten weſentlich fördern. Ausſtellungen vermögen ferner als Hilfsmittel der Politik und Handelspolitik maßgebende Wirkungen auf das Verhältnis von Staaten zu erzielen. Ausſtellungen beſitzen demnach als Veranſtaltungen zum Zwecke würdiger Demonſtration in politiſcher und wirtſchaftlicher Beziehung, als Reklamemittel großen Stils, als Warenmeſſen in modernem Gewande und durch Heranziehung des Fremdenverkehrs zu vielſeitige Vorzüge und Wirkungsfähigkeit, als daß die moderne Volkswirtſchaftspolitik ihrer entraten könnte. Aufrichtiges Intereſſe der beteiligten Kreiſe, eine berechtigte Veranlaſſung, geeigneter Ort und ein entſprechendes Programm bilden ſelbſtverſtändlich die wichtigſte Vorausſetzung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wohl wird ſich durch großangelegte oder intereſſante Vorführung ſo ziemlich jeden Gegenſtandes auf einer Ausſtellung für den Ausſteller, für beſondere Geſchäftszweige oder das Erzeugungsgebiet ein moraliſcher Erfolg erzielen laſſen, während der praktiſche Erfolg von der Beſchaffenheit des Artikels abhängt. Alles, was mehr oder weniger als Individuum betrachtet und anerkannt ſein will und daher ganz gleichartig in der Tages- und Fachpreſſe Reklame betreibt: Erfindungen, Maſchinen, Kunſtgewerbliches, Modewaren und ſelbſt Maſſenartikel, ſobald ſie durch den Markenſchutz individualiſiert ſind, werden ſich grundſätzlich für die Vorführung auf Ausſtellungen auch aus praktiſchen Rückſichten eignen. Für die nicht individualiſierte Maſſenmarktware dagegen läßt ſich nützliche Propaganda zugunſten des Abſatzes ungleich wirkſamer durch die Korreſpondenz, Offertenerſtellung und den Beſuch der Kundſchaft durch Vertreter betreiben. In der Regel iſt es ſchwer möglich, den praktiſchen Erfolg von Ausſtellungen kennen zu lernen, da die Ausſteller nur zu oft nicht zutreffende Angaben machen. Die einen, die große Aufwendungen wagten, aber keine Geſchäfte erzielten, wollen nicht als getäuſchte Optimiſten erſcheinen und ſprechen daher von großem Erfolge. Andre wieder ſtellen die Reſultate als möglichſt ſchlecht dar, weil ſie entweder als die opferwilligen Patrioten zu gelten oder die Zahlung von Abgaben zu vermeiden trachten. Viele wollen auch nicht eingeſtehen, daß ſich der Erfolg zwar nicht durch auf der Ausſtellung erzielte Käufe und Verkäufe unmittelbar einſtellte, daß aber die Hebung des Anſehens der Firma und die Anknüpfung von ſpäterhin ſich ausgeſtaltenden Geſchäftsverbindungen auf die betreffende Beteiligung zurückzuführen waren. Als äußeres Zeichen des moraliſchen Erfolges werden die erzielten Preiſe betrachtet. Es wäre unrichtig, dies von allen Preiſen ohne Unterſchied gelten laſſen zu wollen. Ihr Wert hängt vielmehr angeſichts der vielen vorkommenden Mißbräuche, ſelbſt auf großen Ausſtellungen, bei jeder einzelnen Veranſtaltung davon ab, wie die Jury ihre Aufgabe auffaßt und durchführt. Von Nutzen und dadurch von Wert für die Induſtrie als Unterſcheidungsmittel im Wettbewerbe können nur Preiſe gelten, wo ſich die Jury in ihrem Urteil lediglich von dem beſtimmen ließ, was tatſächlich ausgeſtellt war, nämlich welche Leiſtung bezw. welchen Grad der Leiſtungsfähigkeit des Ausſtellers im Verhältnis zur allgemeinen Entwicklung des betreffenden Schaffenszweiges und der übrigen beteiligten Ausſteller das ausgeſtellte Objekt beinhaltet. In zweiter Linie ſteht ſodann deſſen Form und Umfang und damit die Wirkung, welche es im Geſamtarrangement der Ausſtellung ausgeübt hat. Erſt nach dieſen Erwägungen kann die Berückſichtigung der Bedeutung der Firma zum Worte kommen, doch niemals in der Weiſe, daß eine große Firma, die wenig Bemerkenswertes in wenig ſorgfältiger Form ausgeſtellt hat, womöglich einen beſſeren Preis erhält als eine Firma, die das von ihr ausgeſtellte Erzeugnis zwar in kleinerem Maßſtabe und ſeit kürzerer Zeit erzeugt, noch keine Preiſe erhielt, zur Weiterentwicklung der betreffenden Produktion aber Bemerkenswertes beitrug und dies im Objekt durch programmgemäße Anlage, Ausſtattung und Form vollkommen zum Ausdruck brachte. Preisgerichte, die ſich in erſter Linie von der Bedeutung der ausſtellenden Firma und den von ihr bereits errungenen Preiſen und erſt in zweiter Linie von dem Dargebotenen leiten laſſen, verkennen ihre Aufgabe vollkommen. Ein andrer Mißbrauch, der nicht nur die Firmen in ihren Erwartungen täuſcht, ſondern auch das Ausſtellungsweſen der richtigen Beeinfluſſung der Produktion und ihrer Entwicklung beraubt, iſt die unbefugte Außerwettbewerberklärung, die natürlich nur jenen Teilnehmern geſtattet werden kann, die das Preisrichteramt ausüben. Die nicht tief genug zu beklagende zweck- und ziellose Hypertrophie im Ausſtellungsweſen und die Mängel der Preisbeurteilung ließen die Peſſimiſten, deren Klage über Ausſtellungsweſen allerdings ſchon in den ſechziger Jahren heftig genug war, in jüngſter Zeit unzweifelhaft an Einfluß gewinnen; die Mißbräuche, die bezüglich der Ausſtellungspreiſe betrieben und geduldet werden, tragen ebenfalls dazu bei.

Geſchichte. Es kann kein Zweifel darüber beſtehen, daß Meſſen, Jahrmärkte, Kunſt- und Warenauktionen als Vorbilder für die gegen Beginn des 19. Jahrhunderts aufkommenden Ausſtellungen gedient haben. Doch unterſcheiden ſich die Induſtrieausſtellungen von allen dieſen Formen der gleichzeitigen Vereinigung von Käufern und Verkäufern weſentlich. Auf den alten Meſſen — in Niſhnij Nowgorod heute noch — tritt der Großkäufer mit dem Großverkäufer, der gleichzeitig ſein Warenlager mitgebracht hat, in unmittelbare Berührung, während bei Ausſtellungen, entſprechend der Entwicklung vom Handkauf zum modernen Geſchäftsbetrieb, der Kauf und die Beſtellung nach Muſter als Leitmotiv zu betrachten iſt. Während z. B. die ſchon im Mittelalter beſtehende Leipziger Rauhwarenmeſſe heute den Charakter einer Auktion angenommen hat, wurde die Leipziger Kurzwarenmeſſe unter Annahme der Tendenz des modernen Großhandels zur periodiſchen Muſterausſtellung. Bei Veranſtaltungen, wo Einzelverkäufer oder gar Händler vorzugsweiſe beteiligt ſind und die daher mehr als Jahrmärkte denn als Induſtrieausſtellungen betrachtet werden müſſen, liegt die Sachlage freilich anders, vermag aber am Weſen der letzteren nichts zu ändern. Die Entwicklung des Ausſtellungsweſens iſt indeſſen nicht nur auf die moderniſierende Umgeſtaltung des Geſchäftsbetriebs, ſondern mindeſtens ebenſoſehr auf die Ausbildung des Verkehrs und der Reklame zurückzuführen.

Die Veranſtaltung, welche unter Napoleons I. Aegide im Jahre 1806 auf der Esplanade des Invalides ſtattfand, kann trotz des Jahrmarktcharakters als die erſte Landesausſtellung betrachtet werden, da ſich die Beteiligung nicht auf Paris beſchränkte, ſondern auch das übrige Frankreich herangezogen wurde. Was in den nächſten Jahrzehnten folgt, trägt ebenfalls nur lokales oder provinziales Gepräge. Erſt nachdem die maſchinelle Technik die Mittel für die großinduſtrielle Produktion geſchaffen, Eiſenbahn und Schiffahrt jene Ausgeſtaltung erfahren hatten, daß ein internationaler reger Weltverkehr möglich war, und nachdem ſich der ganze Geſchäftsbetrieb dieſen modernen Verhältniſſen angepaßt hatte, waren die Vorbedingungen für jenen Wendepunkt in der Entwicklung der Ausſtellungen gegeben, wie ihn die Ausſtellung in London im Jahre 1851 darſtellt. Da zu dieſem Zeitpunkt der maſchinelle Betrieb großen Stils eben erſt zur richtigen Entfaltung gelangt war, fand das Beſtreben der Pflege und Verbreitung neuer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Erfindungen beſondere Betonung. Der Bedeutung der Veranſtaltung entſprach auch der Erfolg; 17000 Ausſteller hatten ſich beteiligt, 6 Millionen Beſucher*) ſich eingefunden, und England behielt für lange Zeit die Führung im modernen Maſchinenbetrieb. Mit dieſer Veranſtaltung wurde die Ausſtellungsidee zum erſtenmal in ihrer höchſten und hochmodernen Vollendung verkörpert, als Weltausſtellung. Die (zweite) Weltausſtellung in Paris 1855 und die (dritte) Weltausſtellung in London 1862 verzeichneten nur einen mäßigen Erfolg. Dafür fiel die Weltausſtellung in Paris 1867 um ſo glänzender aus. Bei dieſer Gelegenheit trat bereits der Vergnügungs- und ethnographiſche Teil ſtark in den Vordergrund. Ihr folgte 1873 als fünfte in der Reihe die Wiener Weltausſtellung, auf welcher der Orient gut vertreten war, die jedoch wegen mehrerer ungünſtiger Umſtände (Börſenkrach, Cholera) nur einen beſchränkten Erfolg erzielte und mit einem Verluſt von 34 Millionen Kronen endete. Die Weltausſtellungen in Paris 1878 und 1889 (Eiffelturm) förderten die Bedeutung von Paris als Metropole von Luxus und Lebensgenuß und bewieſen, daß ſich in dieſem Zentrum des Weltfremdenverkehrs derartige große Schauſtellungen ſogar in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen wiederholen laſſen. 1893 fand die erſte außereuropäiſche Weltausſtellung in Chicago ſtatt, eine prächtige, der nordamerikaniſchen Union würdige Veranſtaltung. Hier beteiligte ſich Deutſchland das erſtemal in größerem Maßſtabe; auch Oeſterreich war gut vertreten. 1900 hat wieder Paris die Welt zur Beſchickung und zum Beſuch ſeiner Ausſtellung**) eingeladen. Als mächtiger Konkurrent tritt hier das Deutſche Reich Frankreich entgegen, mit der Beteiligung ſeine friedlichen Abſichten, aber auch ſeine wirtſchaftliche Bedeutung bekundend. Deutſchland trug durch den Umfang ſeiner Beteiligung, die ſyſtematiſche und gründliche Ausgeſtaltung ſeiner Sektionen in mehreren Abteilungen den Sieg davon, und es hat damit ſeine Stellung als unmittelbarer Konkurrent Englands und der Vereinigten Staaten von Nordamerika hervorgehoben. Wieder iſt es Nordamerika, welches ſich mit Frankreich in der Veranſtaltung einer (zehnten) Weltausſtellung in St. Louis im Jahre 1904 ablöſte. Sie zeigte ſich als echt yankeemäßige Koloſſalſchöpfung mit einem Areale von 1240 Acres (gegenüber 633 der Chicagoer oder 336 der Pariſer 1900) und einem angeblichen Koſtenaufwand von 200 Millionen Mark. Von ausländiſchen Staaten beteiligten ſich vor allen Deutſchland und Frankreich, beide wichtige Intereſſen in der Union vertretend, welche Millionen von Eingewanderten beider Staaten zu ihren Bürgern zählt. Frankreich erhielt 2574, Deutſchland 2828 (nach franzöſiſcher Zählung allerdings nur 1588), Großbritannien 737 Preiſe.

Neben den genannten Ausſtellungen hat ſich eine Reihe andrer Veranſtaltungen auch Weltausſtellungen genannt, ohne es zu ſein, weil ihnen nach der Anlage oder Beſchickung nicht zugeſprochen werden kann, daß ſie in großen Zügen ein Bild des jeweiligen Standes der Weltkultur gegeben haben, wie dies von einer Weltausſtellung vorausgeſetzt werden muß. Hierher gehören: Philadelphia 1876 (von manchen auch als Weltausſtellung anerkannt), Sydney 1879, Melbourne 1880, Moskau 1882, Amſterdam 1883, Nizza und Kalkutta 1884, Antwerpen 1885, New Orleans 1886, Barcelona, Moskau, Brüſſel ſämtlich 1888, Sydney, Melbourne, Antwerpen 1894, Brüſſel 1897, Glasgow 1901, Lüttich 1905.

Von bemerkenswerten internationalen Ausſtellungen der letzten Zeit, die ſich zumeiſt auch als ſolche benannten, ſeien erwähnt: Turin 1902, Petersburg „Die Kinderwelt", Oſaka 1903, Petersburg, Bekleidungsausſtellung, Wien, Ausſtellung für Spiritusverwertung und Gärungsgewerbe 1904, Mailand, Bukareſt 1906.

Stellt ſich ſchon die Zahl der obenangeführten wichtigeren Ausſtellungen mit univerſeller oder internationaler Beſchickung als eine nachgerade ſehr große dar, wobei zumeiſt Veranſtaltungsorte auf dem europäiſchen Kontinent in Frage kommen, ſo wird die Hypertrophie noch deutlicher, wenn man — ohne hier auf landwirtſchaftliche und Kunſtausſtellungen einzugehen — in Erwägung zieht, welch große Zahl nationaler, provinzialer und Städteausſtellungen gleichzeitig ſtattfanden. Solche ſind z. B. in Deutſchland allein mit ſehr verſchiedenen Erfolgen, Ueberſchüſſen und Verluſten, von 1868 bis 1891 nicht weniger als 40 veranſtaltet worden. Von jenen des Deutſchen Reiches iſt beſonders bemerkenswert die Induſtrie-, Gewerbe- und Kunſtausſtellung in Düſſeldorf (1902) (Ueberſchuß $1^1/_2$ Millionen Mark), die ein ebenſo großartiges wie getreues Bild der Bedeutung des rheiniſch-weſtfäliſchen Wirtſchaftsgebietes lieferte; namentlich die Darſtellung der Montaninduſtrie war in techniſcher, wirtſchafts- und ſozialpolitiſcher Hinſicht hervorragend. Auch die Bayriſche Landesausſtellung in Nürnberg (1906) verdient wegen ihrer Schönheit, Reichhaltigkeit und Einheitlichkeit den Namen eines Meiſterſtückes. Die Ausſtellung des bayriſchen Staates kann geradezu als Vorbild gelten. Von öſterreichiſchen Ausſtellungen ſei die Reichenberger hervorgehoben (1906), die den Zweck verfolgte, zu zeigen, welche Bedeutung dem Deutſchtum Böhmens als wirtſchaftlichem Faktor zukommt und die auf einen vollen Erfolg ihres Programmes zurückblicken darf.

Als ſpezielle Formen induſtrieller Ausſtellungen ſind die ſogenannten „nationalen Ausſtellungen im Auslande", ferner die ſtändigen Muſterausſtellungen zu betrachten. Als Vorteile der erſteren wird von ihren Anhängern hingeſtellt, daß die Ausſteller eben mit keiner ausländiſchen Konkurrenz in der Ausſtellung zu rechnen haben, daß ſich alſo das ganze Intereſſe auf ſie konzentrieren muß. Dem iſt aber wieder als Nachteil entgegenzuhalten, daß entweder beſondere günſtige Umſtände obwalten müſſen oder Außerordentliches zu leiſten iſt, um über-

*) Nach andern Quellen gab es 13000 Ausſteller (allerdings ohne die indiſchen Teilnehmer) bezw. 36 Millionen Beſucher. Es wird im folgenden abſichtlich unterlaſſen, Zahlen der Beſucher, der Koſten oder gar der Reingewinne bezw. Verluſte zu zitieren, weil dieſe Daten aus naheliegenden Gründen ſehr unzuverläſſig ſind und in manchen Fällen zwei bis drei Varianten angegeben werden müßten.

**) Ein Vergleich der Abrechnungen der letzten drei Pariſer Weltausſtellungen ergibt folgendes:

	Einnahmen	Ausgaben	Verluſt	Gewinn	
1878:	23,7	55,4	31,7	—	Millionen Franken.
1889:	49,5	41,5	—	8	
1900:	126	119	—	$5^1/_2$	

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

haupt das fachliche und allgemeine Publikum für eine ſolche Veranſtaltung zu intereſſieren. Ferner wird man beim Arrangement einer ſolchen Ausſtellung in einem entwickelten Staate, wo mehr oder weniger das Streben vorherrſcht, den Bedarf möglichſt bei der heimiſchen Erzeugung zu decken, der nationalen Sympathie des Auslandſtaates von vornherein vollkommen ſicher ſein müſſen, ſonſt eventuell auf heftigen Widerſtand ſtoßen. Wie auch ſonſt im wirtſchaftlichen Leben, iſt gerade die Konkurrenz und der Vergleich der konkurrierenden Leiſtungen internationaler Produktion eines der wichtigſten und zugleich intereſſanteſten Momente bei Ausſtellungen. Dieſes fehlt bei Veranſtaltungen der letzteren Art. Auch können ſelbſtverſtändlich bei ſolchen Gelegenheiten keine Preiſe zur Verteilung kommen, ſo daß auch dieſer Faktor in Wegfall kommt. Es würde ſich daher in einem ſolchen Falle beſſer empfehlen, ſtatt der gewöhnlichen Form der Ausſtellungen mit voller Rückſichtnahme auf das Publikum eine ſtreng kommerzielle Ausſtellung mehr im Stile eines Muſterlagers zu veranſtalten und ſie im Prinzip nur für den Beſuch kaufmänniſcher Intereſſenten offen zu halten. Hierher gehören die nationalen Ausſtellungen in dem bekannten Vergnügungs- und Reſtaurationsunternehmen Earl's Court in London (1906 fand dort z. B. eine öſterreichiſche Ausſtellung in großem Umfange ſtatt). In dieſelbe Kategorie gehören auch die verſchiedenen Projekte ſchwimmender Ausſtellungen, von denen aber eigentlich keines Erfolg hatte.

Das Intereſſe für Exportmuſterlager, d. i. Muſterausſtellungen im In- und Auslande, ſcheint nachgelaſſen zu haben, da bei einer derartigen Veranſtaltung eben alles von der konſequenten kaufmänniſchen Leitung, dem Vertrauen und der Gefolgſchaft des Firmenſtabes abhängt. Iſt das Muſterlager nicht groß genug, ſo bietet es dem kaufenden Beſucher kein Intereſſe, noch mehr dann, wenn er ſich beim Kaufe gewiſſe Muſter oder Ausſtattungen ausſchließlich vorbehalten will, wie dies namentlich in der Textilbranche ſo häufig vorkommt. Bei großen derartigen Muſterausſtellungen beſteht aber die Gefahr, daß es der Ausſtellungsleitung nicht gelingt, die Ausſtellung immer gut erneuert und vollſtändig zu erhalten. Der Hauptvorteil bei ſtädtiſchen zentralen Muſterlagern wird dann höchſtens darin beſtehen, daß der Beſucher, der ſich an der Hand des Ausgeſtellten über das Fach der Erzeugung einer Firma zu unterrichten vermochte, den Ausſteller in ſeinem privaten Muſterraum aufſucht, welcher ſelbſtverſtändlich weit eher alles Bemerkenswerte enthält, da ſeine Ueberwachung und Inſtandhaltung gewiſſermaßen automatiſch erfolgt. Viele Ausſteller, namentlich der Kurzwarenbranche, wo oft in der neuen Idee oder Formgebung der Wert des Erzeugniſſes liegt, werden ſich übrigens prinzipiell weigern, ihre Neuheiten in einem offenen, allgemein zugänglichen Muſterlager vorzuführen. Hieraus erklärt ſich z. B. das Fehlen eines ſolchen Muſterlagers der bedeutenden Goldwareninduſtrie von Pforzheim. Allerdings könnte dieſem Mangel durch Aufſtellung von Kojen teilweiſe abgeholfen werden, was jedoch wieder den Platz bei der verringerten Möglichkeit ſeiner Ausnutzung ſehr verteuern würde. Auffälligerweiſe konnte ſich ſelbſt in Leipzig, wo doch alle Kaufmannskreiſe vollkommen mit dem Meßweſen vertraut ſind und ſo große Vorteile durch die Meſſen erzielt werden, ein ſtändiges Muſterlager von Bedeutung doch nicht entwickeln. Als die wichtigſte Inſtitution dieſer Art, die ſich wegen ihrer guten Leitung auch zu behaupten vermochte, gilt das Exportmuſterlager von Stuttgart (1882).

Als eine beſondere Form von Ausſtellungen verdient der „Pariſer Salon" Erwähnung, eine alljährlich wiederkehrende Veranſtaltung, bei der Kunſt und hochklaſſiges Kunſtgewerbe vereinigt vorgeführt werden. Die Ausſtellung iſt in erſter Linie für das große Publikum beſtimmt. Paris mit ſeinem großen Fremdenverkehr und Luxus bietet für eine derartige Veranſtaltung einen beſonders günſtigen Boden.

Ausſtellungspolitik. Schon aus der flüchtigen Chronologie der Ausſtellungen läßt ſich die große Belaſtung erkennen, welche das Ausſtellungsweſen für den Induſtriellen und Gewerbetreibenden bedeutet, die ſich jedes Jahr womöglich an mehreren Orten gleichzeitig beteiligen ſollen. So beſchickte Oeſterreich z. B. im Jahre 1906 vier Ausſtellungen: eine im Londoner Earl's Court, jene in Reichenberg, Mailand und Bukareſt, ſo daß die öſterreichiſche Induſtrie im ganzen ein Ausſtellungsareal von mehr als 50 000 qm belegt haben dürfte.

Da anzunehmen iſt, daß bei der heutigen raſchen Entwicklung eine ſtets zunehmende Zahl von aufſtrebenden Städten nach der Ehre trachten dürfte, durch Veranſtaltung von größeren Ausſtellungen, womöglich Weltausſtellungen, in internationaler Beziehung eine beſondere Rolle zu ſpielen und ſich die Vorteile eines geſteigerten Fremdenzufluſſes zu ſichern, ſteht zu befürchten, daß die Hypertrophie der Ausſtellungen eher zu- als abnehmen wird. Sollen daher die dem Ausſtellungsweſen innewohnenden Vorteile nicht durch die ziel- und zweckloſe Häufung gleichartiger und unnötiger Ausſtellungen verloren gehen, ſo werden die verſchiedenen Staaten für eine grundlegende Regelung Vorſorge treffen müſſen, zu deren Hauptaufgabe die Beſchränkung auf ein vernünftiges Maß gehört. In dieſem Sinne ſprach ſich auch der internationale Handelskammerkongreß in Mailand im September 1906 aus. Es ſollte direkt das Vorbild Frankreichs maßgebend ſein, wo wenigſtens die Fragen der Beteiligung an Ausſtellungen im Auslande in einer ſpeziellen Körperſchaft, im Comité français des expositions à l'étranger, zentraliſiert ſind. Es wurde 1888 als halboffizieller Spezialverein von Induſtriellen gegründet, mehreremal ausgeſtaltet und zählte 1905 bereits 1900 Mitglieder, welche nachweiſen müſſen, daß ſie entweder als maßgebende Anordner, Jurymitglieder oder prämiierte Ausſteller genau bezeichneter Ausſtellungen teilnahmen und daher auf eine entſprechende Erfahrung und Betätigung auf dieſem Gebiet verweiſen können. Beteiligt ſich Frankreich offiziell, ſo hat das Komitee im Prinzip die ganze Anordnung dem Staat zu überlaſſen. In St. Louis, Lüttich und Mailand war zwar das erſtere der Fall, doch beſchränkte ſich die Regierung auf die Ernennung eines Generalkommiſſärs, während ſie die Anordnung dem bewährten Komitee überließ. Das letztere zerfällt in verſchiedene Sektionen, unter denen die der „Initiative" wohl die wichtigſte iſt. Sie hat bei auftauchenden Auslandsprojekten oder vorliegenden Einladungen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

raſcheſtens und gründlich an Ort und Stelle die Vorteile und Nachteile einer Beteiligung Frankreichs im Vergleich mit der ſonſtigen Inanſpruchnahme auf Ausſtellungen und der Beteiligung andrer Staaten zu ſtudieren. Dieſe Koſten wie die der Erhaltung des Zentralbureaus deckt das Komitee. Hat ſich die Zentralleitung für die Beteiligung entſchieden, ſo wird aus dem Schoß der Organiſation, und zwar aus den ſich beteiligenden Vereinsmitgliedern eine Spezialkommiſſion gebildet, die ihr Präſidium und ihre Funktionäre zu wählen und ihr ſelbſtändiges Budget zu verwalten hat, wobei ſie ſich natürlich immer auf die geſamte Organiſation, deren Erfahrungen und Einfluß ſtützt. Hier entſcheidet demnach eine Organiſation der nationalen Induſtrie, ob und in welchem Ausmaß ſie ſich an Ausſtellungen im Auslande beteiligen will. Der glänzende Erfolg in St. Louis, Mailand und Lüttich gereicht nicht nur dem Komitee, ſondern auch Frankreich zur Ehre. Das Beiſpiel hat auch ſchon Nachahmung in Belgien und Italien gefunden, während mehrere andre Staaten ſich mit dem Studium (in Oeſterreich auf Veranlaſſung der Wiener Handelskammer) oder der Gründung (in Deutſchland unter Führung der Zentralſtelle für die Vorbereitung der Handelsverträge) ſolcher Organiſationen beſchäftigen. Es wird ſich gewiß die franzöſiſche Einrichtung nicht einfach in andern Staaten kopieren laſſen, ſondern ſie wird den jeweils beſtehenden beſonderen Anſchauungen, Inſtitutionen und Verhältniſſen anzupaſſen ſein. Es ſtehen daher außer der Form des Vereins mit Mitgliedsbeiträgen wie in Frankreich (jedenfalls die unabhängigſte Form), jene einer behördlichen Körperſchaft von Spezialdelegierten mit ſtaatlicher Subvention oder einer ausſchließlich beratenden Körperſchaft (Beirat) zur Verfügung.

Da die Grundlage des in Rede ſtehenden Vorgehens die Beteiligung der Induſtrie bildet, vor allem induſtrielles Kapital veranlagt iſt und neben anderm praktiſche Erfolge für die Ausſteller erzielt werden ſollen, wäre es wohl angezeigter, die Organiſation nicht als bloß beratende Körperſchaft zu errichten, ſondern ſie unter Berückſichtigung der vollen Verfügungsgewalt und Kontrolle des Staates mit entſprechender Exekutive auszuſtatten. Dann wird nicht nur die Aktionsfähigkeit dieſer Zentralſtelle, ſondern auch das Intereſſe der Beteiligten ungleich größer ſein als im gegenteiligen Falle. Es wäre ferner zu erwägen, ob nicht die Befugniſſe auch inſoferne auf die einſchlägigen Veranſtaltungen des Inlandes ausgedehnt werden könnten, daß Gutachten über die ſachliche und zeitgemäße Eignung von Projekten abgegeben werden, die über Anſuchen der Vorſchlagenden vom Komitee eventuell ſogar zur Durchführung übernommen werden könnten. Die nationale Fachorganiſation würde auch bezüglich des Wertes und der Verwendbarkeit von inländiſchen und ausländiſchen Ausſtellungspreiſen ein maßgebendes Gutachten an die Staatsgewalt abzugeben haben. Vor allem würde eine derartige Zentraliſierung in den Händen hervorragender und erfahrener Induſtrieller der Hypertrophie von Ausſtellungen und der Verzettelung von Kraft und Wirkung durch allzu vielſeitige Inanſpruchnahme nachdrücklichſt entgegenwirken. Es würde auch in ſpeziellen Fragen mit der wünſchenswerten gleichartigen Praxis und Sachkenntnis vorgegangen, den Ausſtellungsagitatoren aber, die dieſes Geſchäft aus ehrgeizigen oder Erwerbsrückſichten betreiben, das Handwerk, das lediglich auf Koſten andrer eigne Vorteile zieht, gelegt werden.

Das Komitee würde mit der Beſchränkung auf wirklich nützliche und notwendige Veranſtaltungen gewiß am wirkſamſten ein andres für die Reorganiſierung wichtiges Prinzip vertreten, das der Fachausſtellung gegenüber den allgemeinen Ausſtellungen, welch letztere mehr nach möglichſter Ausdehnung und Vielſeitigkeit als nach ſachlichem Wert ſtreben, und wegen der hohen Koſten ſolcher großen Jahrmärkte mehr an das große Publikum appellieren und den Vergnügungsteil womöglich in den Vordergrund ſtellen.

Von bemerkenswerten ernſten Fachausſtellungen ſeien hervorgehoben die retroſpektive des Kunſthandwerkes in München „Unſrer Väter Werk“ (1876), die für Spiritus- und Gärungsgewerbe in Wien (1904), ſchließlich jene in Dresden für Kunſtgewerbe, in Tourcoing für Textilinduſtrie (1906).

Das Komitee hätte dann ſchließlich nicht nur im eignen Wirkungsbereiche, ſondern im Einverſtändnis mit den gleichartigen Anſtalten oder Vereinigungen andrer Staaten dafür zu ſorgen, daß bei der Beurteilung durch die Preisgerichte die oben gerügten Mängel vermieden werden. Die Verwendung von auf ſolchen Winkelausſtellungen erworbenen Preiſen, bei denen es nicht auf die Beteiligung, ſondern auf die Entrichtung feſtgeſetzter Preistaxen ankommt, wäre geradeſo in das Gebiet des unlauteren Wettbewerbs zu verweiſen wie die unbefugte Verwendung von nicht verliehenen Preiſen.

Literatur: Exner, Die Ausſteller und die Ausſtellungen, 2. Aufl., Weimar 1872; Huber, F. C., Die Ausſtellungen und unſre Exportinduſtrie, Stuttgart 1886 (Hauptwerk); Leſſing, Das halbe Jahrhundert der Weltausſtellungen, Berlin 1900; Huber, Ausſtellungen, im Handwörterbuch der Staatswiſſenſchaften; Rathgen, G., Ausſtellungen, im Wörterbuch der Volkswirtſchaft. *E. Piſtor, Wien.*

Induſtrieausſtellungsgebäude erhalten je nach der Ausdehnung, dem Zwecke und der Dauer der Ausſtellung eine ſehr verſchiedenartige Ausgeſtaltung.

Für dauernde Ausſtellungen ſind monumentale Bauten von Stein, Eiſen und Glas, für vorübergehende aber ſolche aus Holz oder Eiſen und Glas zur Ausführung zu bringen. Erſtere finden am beſten im Mittelpunkt des Verkehrs einer Stadt in feſt beſchränktem Rahmen ihren Platz. Jene der zweiten Art, beſonders ſolche für internationale oder Weltausſtellungen, bedürfen ein weites Gelände und ſind deshalb außerhalb der Städte, jedoch in der Nähe von Eiſenbahnen und durch Lokalbahnen erreichbar, wenn tunlich in parkartigen Anlagen, anzuordnen.

Bei größerer Ausdehnung genügt ein einziges Gebäude nicht; es ſind vielmehr mehrere Gebäude, nach den verſchiedenen Gebieten der Induſtrie und ſonſtigen Zwecken getrennt, ſo anzuordnen, daß eine überſichtliche Vergleichung der Leiſtungen möglichſt erleichtert und durch gedeckte Gänge u. dergl. eine geeignete Verbindung hergeſtellt wird. Es empfiehlt ſich, die Erzeugniſſe der Gewerbe und Fabriken, der Kleinkunſt u. ſ. w. in einem großen Hauptgebäude zu vereinigen, die Maſchinen aber gemeinſam in einem getrennten langen Gebäude aufzuſtellen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in welchem die Kraftübertragung am einfachſten ſtattfinden kann. In konſtruktiver Hinſicht führt die Bedingung einer gleichmäßigen guten Beleuchtung zur Anwendung zuſammenhängender, durch Oberlicht zu erleuchtender Räume, welche mit oder ohne Galerien einen weiten einheitlichen Flächenraum bedecken. Bei verhältnismäßig geringeren Baukoſten, leichter Zugänglichkeit und bequemer Verſchiebbarkeit des zuzumeſſenden Raumes haften dieſem Syſtem jedoch ſchwere Mängel an. Der Mittelraum bietet keine Wandflächen; ſolche müſſen vielmehr nach Bedarf eingeſtellt werden, wodurch die Ueberſichtlichkeit Not leidet. Noch ſchwerwiegender iſt der Mangel an Erweiterungsfähigkeit des Raumes, die nur durch Ausbauten oder Galerien herbeizuführen iſt; die erſten ſind unſchön, die letzteren unbequem und daher wenig beſucht. Als geeigneter erweiſt ſich daher der Bau von aneinander gereihten Hallen, beſtehend aus einer baſilikalen Haupthalle mit ſenkrecht oder radial anſtoßenden Seitenhallen und dazwiſchen liegenden Höfen (zuerſt am Weltausſtellungsgebäude zu Wien 1873). Dies Syſtem (Fiſchgrätenſyſtem) vereinigt mit großer Ueberſichtlichkeit und klarer Raumverteilung die beſte Beleuchtungsart durch hohes Seitenlicht. Es bietet weite und hohe Seitenwände zur Aufſtellung oder den Vorteil der Ausbildung von ſeitlichen Kabinetten oder Kojen zu geſchloſſenen Einzelräumen und hiermit ein erwünſchtes Mittel zur intimeren Behandlung der Ausſtellungsgegenſtände. — Als nachteilig treten die bedeutenderen Herſtellungskoſten auf, wenn nicht Sorge getragen iſt, daß eine Wiederverwendung des Gebäudes ermöglicht werden kann. Von dieſem Geſichtspunkte ausgehend, haben die Ingenieure Pröll und Scharowsky das Gebäude der Hygieneausſtellung in Berlin 1883 [7] konſtruiert; dasſelbe beſteht aus gleichgroßen quadratiſchen zuſammenſetzbaren Teilen, welche zur Bildung eines Lang- oder Tiefbaues dienen können. Zur Erhöhung der Geſamtwirkung iſt es vorteilhaft, einen Hauptmittelraum zu ſchaffen, welcher den Hauptzugang bildet und für feſtliche Vereinigung ſowie zur Aufſtellung beſonderer Glanzſtücke der Ausſteller dient. An Nebenräumen ſind erforderlich: Seitenzugänge, Kaſſenräume, Garderoben mit Aborten an geeigneten Plätzen, Kiſten- und Verpackungsräume u. dergl.

Die erſte große Ausſtellungshalle in London 1851 [10], welche, in Eiſen und Glas konſtruiert, die Nachbildung eines großen Gewächshauſes zu Chatsworth [1] zeigte, hatte neben ſeiner großen Wirkung manche Mängel. Das noch heute beſtehende Ausſtellungsgebäude in München 1854 [3] bildete in konſtruktiver Hinſicht weſentliche Fortſchritte, welchen in raſcher Folge die ſtets ſich ſteigernden Ausſtellungen zu London 1862 [3], Paris 1867 [8], Wien 1873 [3], Philadelphia 1876 [5] u. ſ. w. jeweils neue hinzufügten, ſo daß die Eiſentechnik hierdurch mächtig entwickelt und gefördert wurde, während die Anwendung von Holz für ähnliche Zwecke durch die großen Brände von Berlin und Sydney in Abnahme kam und nur für räumlich kleinere Bauten noch beibehalten wurde.

Die innere Ausſchmückung des Gebäudes kann, neben dem Glanz der Ausſtellung ſelbſt, meiſt als nebenſächlich betrachtet werden.

Die Literatur über dieſe Gebäudeart iſt eine überaus zahlreiche, indem die Fachzeitſchriften Deutſchlands, Englands und Frankreichs ſämtliche Ausführungen mehr oder minder eingehend veröffentlicht haben. Anzuführen ſind: [1] Baukunde des Architekten, Berlin 1881, Bd. 2, S. 602. — [2] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbbd., S. 472 (mit weiterer Literaturangabe). — [3] Förſter, L., Allgem. Bauztg., Wien 1840 ff. — [4] Zeitſchr. f. Bauweſen, Berlin 1855 ff. — [5] Deutſche Bauztg, Berlin 1876 ff. — [6] Zentralbl. d. Bauverwalt. 1881 ff. — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1883. — [8] Revue générale d'architecture, Paris 1855 f. — [9] Croquis d'architecture, Intime Club, Paris 1867—71 ff. — [10] The Builder, London, Bd. 8—37 ff. — [11] Building news.

Weinbrenner.

Induſtriebahnen, auch Fabrikbahnen (ſ. d.) genannt, voll- oder ſchmalſpurige Gleiſe zum Anſchluß von gewerblichen Anlagen aller Art an benachbarte Bahnhöfe. Solche Bahnen dienen ausſchließlich oder doch vorwiegend dem Verkehr der betreffenden Anlagen. Wenn ſie zugleich dem öffentlichen Verkehr dienen, ſo würden ſie in Preußen als Kleinbahnen (ſ. d.) gelten, was jedoch die gleichzeitige Bezeichnung als Induſtriebahn nicht ausſchließen würde. *Goering.*

Infiltration, das Eindringen von Mineralöſungen in feine Hohlräume, Spalten, Klüfte, Haarriſſe, Blaſen, Druſen u. ſ. w. von Geſteinen und der Abſatz des Minerals aus der Löſung in dieſen Hohlräumen. Durch Infiltration entſtanden zahlreiche Mineralien, Erze auf Klüften, Dendriten, Achatmandeln u. ſ. w. *Leppla.*

Infiltration des Waſſers, die mit einer oberflächlichen Ablagerung der Suspenſionen verknüpfte Verſickerung des Waſſers in den Boden (vgl. Bodenphyſik, Bd. 2, S. 115, III).

Zur Feſtſtellung des relativen Verhältniſſes der Sickerwaſſermengen zu den auf eine beſtimmte Bodenoberfläche gelangenden Niederſchlagsmengen (Infiltrationszahl) dienen die in ca. 1 m unter Bodenoberfläche verſenkten Infiltrationsmeſſer, welche in ähnlicher Weiſe wie die Regenmeſſer die auf die Flächeneinheit verſickernde Waſſermenge beobachten laſſen. Näheres in der in Bd. 2, S. 127 unter [3] Bd. 10, S. 321, Bd. 11, S. 1, [53], S. 97, [54], S. 215, [55], S. 137 und [60]—[67] angegebenen Literatur. — Vgl. a. Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, Darmſtadt 1895, S. 200 ff.

Infiltrationsgebiet, die in den meiſten Fällen von dem Niederſchlagsgebiete im gewöhnlichen Sinne verſchiedene Fläche, von welcher die in den Untergrund verſickernden Waſſer nach einer Quelle (Grundwaſſerſtrömung) ablaufen.

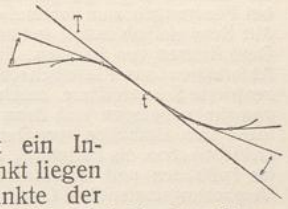
Vgl. Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, Darmſtadt 1895, S. 207.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Infinitesimalrechnung, Rechnung mit ∞ großen und ∞ kleinen Größen; s. Differentialgleichungen, Differentialrechnung, Integralrechnung, Variationsrechnung.

Inflexion, s. Licht.

Inflexionspunkt, Inflexionstangente. — Bewegt sich eine gerade Linie nach einem gegebenen Gesetze, so liegen die Schnittpunkte von aufeinander folgenden Lagen der beweglichen Geraden auf einer Kurve. Hält die Gerade in ihrer Bewegung einen Augenblick inne und ändert hierauf die Bewegungsrichtung, so heißt diejenige Lage T der beweglichen Geraden (s. die Figur), von welcher aus die Richtungsänderung in der Bewegung stattgefunden hatte, eine stationäre oder Wende- bezw. Inflexionstangente der Kurve. Der Berührungspunkt t der Inflexionstangente mit der Kurve heißt ein Inflexions- oder Wendepunkt der Kurve. Im Inflexionspunkt liegen drei aufeinander folgende, d. h. unendlich nahe Punkte der Kurve auf der Inflexionstangente; daher stellt diese letztere zugleich den Krümmungskreis der Kurve im Inflexionspunkte dar. Der Krümmungshalbmesser ist demnach für diesen Punkt der Kurve unendlich groß. *Vonderlinn.*



Inflexionspunkte, s. Balken, durchlaufende, Bd. 2, S. 511.

Influenz (statische Induktion, verteilende Fernwirkung), die Bildung magnetischer bezw. elektrischer Ladungen durch scheinbare Fernwirkung gegebener Ladungen auf magnetisierbare Körper bezw. elektrische Konduktoren (s. Magnetismus und Elektrizität).

Ein Stück weichen Eisens wird in der Nähe eines Magnetpols zum Magnet. Zwei sich berührende Metallkugeln laden sich bei Annäherung einer Ladung, die nähere ungleichnamig, die fernere gleichnamig. Nach ihrer Trennung und Entfernung von der primitiven Ladung enthält die eine freie positive, die andre freie negative Ladung. Um die Erscheinungen der Influenz mit dem Coulombschen Gesetz der Anziehung ungleichnamiger und der Abstoßung gleichnamiger Ladungen in Einklang zu bringen, hat man die Annahme gemacht, daß der neutrale Körper mit unbegrenzt großen Mengen sich bindender positiver und negativer Ladungen erfüllt sei, deren Trennung durch die bei der Annäherung und Entfernung gegen und von der primitiven Ladung verrichtete Arbeit bewirkt wird. Die Stärke der magnetischen Influenzwirkung ist der Magnetisierungszahl (s. Magnetismus) des magnetisierten Körpers und der Stärke des magnetischen Feldes proportional. Die elektrische Influenz wirkt auch auf Isolatoren, die, entsprechend ihrer Dielektrizitätskonstante (s. d.), in einen Zustand elektrischer Spannung versetzt werden. *Aug. Schmidt.*

Influenz, s. Elektrizität, Bd. 3, S. 402.

Influenzflächen, -linien, s. Einflußlinien, Grenzwerte.

Influenzmaschine, s. Elektrisiermaschine, Bd. 3, S. 399.

Influenzpunkte, s. Einflußlinien, Grenzwerte.

Infusorienerde (Infusorienmehl, Bergmehl, Kieselgur, Kieselmehl, Diatomeenpelit), bald lockere, staubartige, bald festere, kreideähnliche Massen, bald ganz lose, mehlartige Anhäufungen bildendes Material, zerreiblich, von kreideweißer, graulichweißer bis lichtbrauner Farbe, matt, aus Kieselpanzern von Diatomeen, namentlich von Gallionella und Navicula gebildet. Kieselsäure und Wasser finden sich bei derselben in sehr veränderlichem Verhältnis, meist mit beigemengter Tonerde und Eisenoxyd; sie bildet Lager von zuweilen nicht unbedeutender Mächtigkeit.

Vorkommen: bei Oberohe im Amt Ebersdorf am Südrande der Lüneburger Heide; auf der Nordseite des Hochsimmer unweit des Laacher Sees; bei Franzensbad in Böhmen; in der Stärke von 6—8 m bei Altenschlirf und Steinfurth im Vogelsgebirge; ein Teil des Bodens, auf welchem Berlin steht, ist 4—5 m unter Tag aus einem $1\frac{1}{2}$—30 m mächtigen Lager eines schlammigen Tones, zu zwei Dritteilen seiner Masse aus fossilen Gallionellen zusammengesetzt; in Zastreba in Ungarn ist ein 5 m mächtiges Lager von Kieselgur. Aehnlich bei Castel del Piane unweit Santa Fiora in Toskana, bei Drepenäre in Schweden unter einer Lage verwitterten Mooses, ferner zu Kymmenegard. In der eocänen Tertiärformation von Richmond (Virginia) lagert nach Rogers eine stellenweise 10 m mächtige Schicht von gelber, tonähnlicher, aber gänzlich aus Diatomeenpanzern bestehender Kieselgur; in dem Flußbette des Fall River, eines Armes des oberen Columbiafluffes in Oregon, entdeckte Fremont das mächtigste aller bis jetzt bekannten Kieselgurlager. In Rußland hat man erst vor kurzem sehr bedeutende Lager dieses Materials gefunden.

Zur Infusorienerde gehört auch das weiße, pulverförmige Material, welches in Algier zu Ceyssat, unfern Pontgibaud, und Randan in Frankreich vorkommt und als Randanit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bezeichnet wird. Nach Ehrenberg bilden sich jährlich 18000 Kubikfuß von kieseligen Organismen in dem Hafen zu Wismar; ähnliche Anhäufungen gehen in den amerikanischen Häfen vor sich.

Infusorienerde ist in hohem Grade absorptionsfähig (sie nimmt im Durchschnitt das fünffache Gewicht an Wasser auf), außerordentlich leicht, ein sehr schlechter Wärmeleiter, gegen die meisten chemischen Einflüsse unempfindlich und unverbrennbar. Sie wird verwendet zur Herstellung poröser, feuerfester Steine, als Filtriermaterial, zu Schleifsteinen, zur Fabrikation von Wasserglas, zum Auffaugen von Flüssigkeiten, um gewisse Materialien (wie Häute) auszutrocknen, zum Trockenhalten der Gebäude und zur Beseitigung des Holzschwammes; sie ermöglicht durch ihr enormes Auffaugungsvermögen das Nitroglyzerin in feste Form zu bringen, auch kann sie bei Feuerungen zum kontinuierlichen Auffaugen flüssigen Brennmaterials, wie Petroleum, dienen. Mit Schwefelkohlenstoff getränkt, dient sie zum Schutze der Reben gegen die Phylloxera; zum Desinfizieren von Räumen, Fahrzeugen aller Art, Waren und lebenden wie toten Tieren, zum Absorbieren aus Klosettschachten aufsteigender Gase wurde sie von Frank empfohlen. Konzentrierte Schwefelsäure, rauchende Schwefelsäure und viele andre ätzende Flüssigkeiten können von ihr aufgesogen und dann gefahrlos transportiert werden. Sie wird ferner als Wärmeschutzmasse zum Umhüllen von Dampfrohrleitungen, Zylindern, Kesseln benutzt, dient in der Siegellackfabrikation als Füllmittel, zum Scheiden und Klären von schmutzigen Fetten, als Füllmaterial für Fußböden und Hohlräume in Gebäuden, als Putzmittel, Modellierton und Formsand, als Verpackungsmaterial u. s. w. *Andés.*

Ingenieurwesen, jene Abteilung des Bauwesens (s. d.), welche die Gebiete Berg- und Hüttenwesen, Elektrotechnik, Maschinenbau, Kriegstechnik und Marinebauten sowie Eisenbahn-, Straßen- und Wasserbau umfaßt. Bauingenieure, Maschineningenieure, Bergingenieure und Militäringenieure teilen sich in die vorkommenden Aufgaben in der Regel so, daß sie entweder die Ausführung selbst in die Hand nehmen oder die ausführenden Unternehmer überwachen.

In das Gebiet der Bauingenieure gehört die Herstellung von Straßen, Brücken, Meliorationen, Flußregulierungen, Stauanlagen, Städtekanalisationen, Wasserversorgungen, Schiffahrtskanälen, Seebauten, insbesondere aber Eisenbahnen aller Art, der städtische Tiefbau u. s. w. Die Tätigkeit der Maschineningenieure erstreckt sich auf den Bau von Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Motoren aller Art, Fabrikeinrichtungen, Werkzeuge und Werkzeugmaschinen, Hebezeuge, Schiffe u. s. w. sowie auf die Elektrotechnik; bei letzterer unterscheidet man Schwachstromtechnik (Anlage von Telegraphen, Telephonen, Signaleinrichtungen u. s. w.) und Starkstromtechnik (Anlagen für elektrische Kraftübertragungen, elektrische Beleuchtung, Eisenbahnbetrieb, Metallabscheidung u. s. w.). Die Heranbildung der im höheren Staatsdienst verwendeten Ingenieure beider Richtungen erfolgt in Deutschland auf den technischen Hochschulen in Aachen, Berlin, Braunschweig, Danzig, Darmstadt, Dresden, Hannover, Karlsruhe, München, Stuttgart (Brünn, Graz, Prag, Wien und Zürich haben ebenfalls deutsche Unterrichtssprache). Nicht im Staatsdienst tätige, mit gleicher Vorbildung ausgestattete Techniker und solche von besonderen Fachschulen und Baugewerkschulen beteiligen sich bei privaten Arbeiten der genannten Art oder als Unternehmer. Die Bergingenieure entfalten ihre Tätigkeit in dem Betriebe der Bergwerke und in der Auswertung und ersten Verarbeitung der gewonnenen Metalle; sie werden in Deutschland teils an technischen Hochschulen, teils an den Bergakademien Berlin, Freiberg i. S. und Klausthal ausgebildet und erhalten ihr Hilfspersonal aus den Bergschulen (s. Bd. 1, S. 700). Die Aufgabe des Ingenieurkorps beim Militär besteht, abgesehen von Uebungen im Frieden, im fortifikatorisch-technischen Dienst: Zerstören und Herstellen von Brücken, Wegen, Eisenbahnen, Feldbefestigungen u. s. w. Die Ueberwachung der Artilleriewerkstätten, der Gewehrfabrikation, Festungsbauten, der Herstellung von Luftschiffen u. s. w. ist ebenfalls hierher gehörig. Vorgebildet werden die Militäringenieure in Deutschland auf den Artillerie- und Ingenieurschulen in Charlottenburg und München.

Im allgemeinen hat die Vielseitigkeit der Aufgaben die Folge gehabt, daß mehr und mehr eine Trennung des Ingenieurwesens nach Spezialitäten eintritt. *Lueger.*

Inglefield-Anker, s. Anker, Bd. 1, S. 210.

Ingot (englisch), Bezeichnung für Flußeisen- und Flußstahlblöcke nach ihrer Herstellung durch Eingießen und Erstarrenlassen in Kokillen (s. d.) und vor ihrer Weiterverarbeitung. Die deutsche Bezeichnung ist Block, für Ingots, die zur Herstellung von Blechen und Panzerplatten bestimmt sind, Bramme.

Ingrainfarben, s. Entwicklungsfarben, Bd. 3, S. 470.

Inhalt, s. Flächenberechnung, Komplanation, Kubatur, Quadratur.

Initialzündungen, die Einleitung der chemischen Umsetzung von Geschoßtreibmitteln und Sprengstoffen durch spezielle Zündmittel.

Schwarzpulver, diesem analog zusammengesetzte Mischungen und Knallqueckfilber als solches oder in Gemengen mit andern Körpern zersetzen sich schon durch Berührung mit brennenden oder glühenden Körpern, während andre Stoffe sprengkräftige Zündung erfordern, deren Wirkung teils durch hohe Temperatur, teils als Folge einer die Detonation begleitenden Molekularerschütterung erklärt wird. Zu ersterer Art Initialzündungen gehören die Stoppine, die Halmzündung, die Schnurzündung und elektrische Zündung, zu letzterer die Sprengkapsel und das Zündhütchen, jedoch werden für Geschoßtreibmittel und Sprengstoffe auch Kombinationen beider verwendet. Die Entzündung der Geschoßtreibmittel erfolgte nach Bekanntwerden des Schießpulvers durch glühende Kohle oder Lunte, nach Erfindung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Steinſchloſſes vermittelſt Funken, hervorgebracht durch Schlag von Eiſen auf Feuerſtein, jetzt allgemein durch Perkuſſion — Detonation von Knallpräparaten (Fulminaten) durch Stoß oder Schlag; nur für die Entzündung von Geſchützpulver finden oft Friktionszünder Verwendung. Nach Beſchreibung der allgemeiner gebräuchlichen Initialzündungen ſei im Anſchluß an dieſelben der Granatzünder erwähnt.

Die **Stoppine,** ein durch Schwarzpulverbrei gezogener und hierauf ſchwach getrockneter Wollfaden, wird heute nur noch in der Feuerwerkerei zur Entzündung der Brände benutzt.

Der **Halmzünder** iſt ein mit feinkörnigem Schwarzpulver gefüllter, unbeſchädigter Strohhalm.

Die **Schnurzündung** wird durch ſchnellbrennende und detonierende Zündſchnüre bewirkt. Sicherheitszündſchnüre, Bickfordſche Schnur, ſind Schnüre aus Hanf- oder Jutefäden, in denen eine Mehlpulverſeele in ununterbrochenem Faden eingewirkt iſt und nach Entzündung das Feuer langſam fortleitet. Die Schnur brennt pro Minute etwa 0,6 m ab. Die Zündſchnur wird bei Sprengungen in einer beſtimmten Länge verwendet, ſo daß nach erfolgtem Anzünden dem Arbeitsperſonal genügend Zeit geboten iſt, Deckung zu ſuchen, ehe die beabſichtigte Exploſion des Sprengſtoffes ſtattfindet. Für Zündungen in feuchtem Boden ſind die Schnüre geteert und bei Verwendung unter Waſſer mit einer dichten Guttaperchahülle umgeben, oft noch in Bleirohr eingezogen. Schnellbrennende und detonierende Zündſchnüre gebraucht man in der Kriegstechnik für momentane Feuerleitung als Erſatz elektriſcher Zündung. Die Momentzündſchnur beſteht aus einem Baumwollfaden, welcher durch einen Brei von Mehlpulver oder von chlorſaurem Kali und Bleieiſencyanür, ſtatt letzteren auch Schwefelantimon, gezogen, hierauf mit loſer Umſpinnung verſehen und zum Schutze gegen Feuchtigkeit wie Bickfordſche Schnur behandelt iſt. Erſtere brennt mit einer Geſchwindigkeit von ca. 150 m, letztere von ca. 65 m pro Sekunde ab. Momentzündſchnüre mit chlorſaurer Kalimiſchung erfordern ſorgfältigſte Behandlung, da ſie durch Schlag, auch ſchon beim Abſchneiden, detonieren können. In Frankreich hat man 1879 detonierende Schnüre — cordeaux détonants, tubes détonants — dargeſtellt, indem man feingemahlene Schießbaumwolle in Bleirohre von 12 mm lichter Weite einfüllte, die Rohre an den Enden verſchloß und ſyſtematiſch auszog, bis die Seele einen Durchmeſſer von 4 mm erreichte. Angezündet verlöſcht dieſe Schnur ſehr bald; wird ſie dagegen durch ein Zündhütchen zur Detonation gebracht, ſo liefert ſie eine Exploſionsgeſchwindigkeit von ca. 4000 m pro Sekunde. Oberſt Ph. Heß in Oeſterreich fertigte, von dieſen cordeaux détonants ausgehend, eine Momentzündſchnur an, indem er einen Baumwollfaden durch Knallqueckſilberbrei zog und wie Bickfordſche Schnur umſpann. Durch ein Zündhütchen detoniert, lieferte dieſe Schnur eine Exploſionsgeſchwindigkeit von 5000 m pro Sekunde.

Elektriſche Zündung. Die Zündſicherheit von Schüſſen wird bei der Bickfordſchen Schnur beeinträchtigt, wenn durch Beſchädigung derſelben eine Unterbrechung ihrer Pulverſeele ſtattgefunden hat. Man erhält Verſager von Schüſſen und darf dann erſt nach Verlauf längerer Zeit den Sprengort betreten, da die Schnüre oft langſam fortglimmen und endlich doch zünden. Auch können verſchiedene Schüſſe nicht gleichzeitig, ſondern nur nacheinander abgefeuert werden, weshalb ihre Wirkung geringer iſt als bei gut kombinierten, gleichzeitig explodierenden Ladungen. Die Anwendung elektriſcher Zünder beſeitigt genannte Nachteile; dem Arbeitsperſonal wird volle Sicherheit geboten, es wird gleichzeitiges Abfeuern der Ladungen verſchiedener Bohrlöcher ermöglicht und infolge ſo vermehrter Sprengwirkung eine ca. 25prozentige Erſparnis an Bohrarbeit und Sprengſtoff erreicht. Elektriſche Zünder wirken entweder durch Glüh- oder Funkenzündung und beſtehen aus zwei iſolierten Kupferdrähten nebſt Umhüllung — dem elektriſchen Zündſatz —, der Sprengkapſel und der Abdichtung. Beim Glühzünder ſind die freien, nicht iſolierten Enden der Kupferdrähte in dem elektriſchen Zündſatz durch eine Brücke aus dünnem Platindraht verbunden; beim Funkenzünder liegen ſie ſich in geringem Abſtande gegenüber. Sobald der Platindraht durch Schließen eines Stromkreiſes zum Glühen gebracht wird oder zwiſchen den beiden Drahtenden ein elektriſcher Funke überſpringt, entzündet ſich der elektriſche Satz, welcher die Flamme auf die Sprengkapſel überträgt und letztere zur Detonation bringt. Der elektriſche Zündſatz beſteht meiſt aus einer Miſchung von chlorſaurem Kali und Schwefelantimon. Vgl. Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 219.

Sprengkapſeln ſind an einem Ende geſchloſſene Röhrchen aus Kupfer oder anderm Material, in welche Knallſatz eingepreßt iſt. Auch werden ſie in Abweichungen von der Zylinderform hergeſtellt. Ihre Füllung beſteht aus einem Gemiſch von Knallqueckſilber und chlorſaurem Kali oder Salpeter u. ſ. w., oft unter Zuſatz geringer Mengen einer Gummilöſung (ſ. Sprengſtoffe). Die Miſchung wird gekörnt, vermittelſt Lademaſchine in die Kapſeln eingefüllt und unter Druck feſt gepreßt. Die im Handel befindlichen Sprengkapſeln haben einen Durchmeſſer von 6—7 mm und eine Höhe von 16—50 mm, entſprechend einer Knallſatzfüllung von 0,3—2 g. Knallqueckſilber iſt ſehr empfindlich gegen Feuchtigkeit, und ſchon bei einem Waſſergehalte von 2—3% iſt die Zuverläſſigkeit hinſichtlich Detonation in Frage geſtellt. Die Empfindlichkeit des Knallſatzes gegen Feuchtigkeit wird durch Komprimierung vermindert, deren Grad jedoch genau geregelt ſein muß, da unter hohem Drucke Knallqueckſilber die Entzündlichkeit einbüßt. Oft iſt der Zündſatz der Sprengkapſel zum Schutze gegen Waſſeranziehung mit einem dünnen Ueberzug von Lack, Celluloid und andern Stoffen verſehen. Die Sprengkapſel wird als Initialzündung für Schießwolle, Dynamit, Roburit und andre Sprengſtoffe verwendet, in möglichſt innigen Kontakt mit dem zu explodierenden Sprengſtoff gebracht und ihre Detonation vermittelſt Zündſchnur oder elektriſcher Zündung eingeleitet. In letzter Zeit werden Kapſeln mit Trinitrotoluol oder Tetranitromethylanilin, genannt Tetryl, mit beſtem Erfolg verwendet. Die Füllung beträgt 0,3—0,9 g dieſer Stoffe und eine im Boden gelochte Knallqueckſilberkapſel mit 0,2—0,8 g Knallſatz iſt umgekehrt aufgepreßt, ſo daß der Boden dieſes Innenhütchens nach der Oeffnung der Sprengkapſel zu gerichtet iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zündhütchen dienen meiſt als Initialzündung der Geſchoßtreibmittel in Patronen für Handfeuerwaffen und Geſchütze; es ſind kleine aus Meſſing- oder Kupferblech geſtanzte Näpfchen, auf deren Boden unter eingepreßter Metallfolie ſich ein Zündſatz aus Knallqueckſilber und andern Subſtanzen, wie Mehlpulver, Kalichlorat, Schwefelantimon, Schwefel, Kaliſalpeter u. dergl., befindet; manchmal, wenn auch ſelten, werden Miſchungen, frei von Knallqueckſilber, hergeſtellt. Zuſätze ſollen die Zerſetzung des Knallqueckſilbers verlangſamen, längere Stichflamme erzeugen und die Wirkung des Satzes auf das zu entzündende Geſchoßtreibmittel nachhaltiger machen. Je nach dem beabſichtigten Zweck wird man z. B. für Schwarzpulver eine Zündung von langer Dauer, für das rauchloſe Pulver dagegen einen kräftigen, in kurzer Zeit erfolgenden Schlag beabſichtigen. Das Miſchen des Zündſatzes, das Laden und Preſſen in die Hütchen nimmt man entweder auf naſſem oder trockenem Wege vor. Die Zündhütchen werden faſt allgemein am Boden der Patronenhülſe angebracht, und es befindet ſich zu dieſem Zwecke in der Mitte des Hülſenbodens die Zündglocke mit dem Amboß und den Zündöffnungen. Das in die Zündglocke eingepreßte Zündhütchen wird durch den Schlagbolzen des Gewehr- bezw. Geſchützſchloſſes gegen den Amboß getrieben und zur Exploſion gebracht, welche durch die Zündöffnungen auf die Pulverladung der Patronen einwirkt.

Amorces beſtehen aus zwei aufeinander geklebten Papierblättchen, zwiſchen denen ſich Zündmaſſe, ein Gemiſch von Kaliumchlorat, rotem Phosphor und Gummi, befindet. Sie dienen als Munition für Kinderpiſtolen, bisweilen auch als Zündmittel.

Die **Schlagröhre** (Friktionszünder) verwendet man als Initialzündung für Geſchützpulver, ſofern dieſes in Kartuſchen geladen iſt. Sie beſteht aus einem Metallröhrchen, in welches ein Meſſingdraht eingeführt iſt. An dem äußeren Teil endet der Draht in eine Oeſe, an dem im Rohr befindlichen Teile in eine gerauhte Fläche, den ſogenannten Reiber, welcher von einem Zündſatz (einer Miſchung von Kaliumchlorat, Schwefelantimon, Glaspulver und Gummiarabikum als Bindemittel) umgeben iſt. Die Schlagröhre wird in das Zündloch des Geſchützes eingeſetzt und der Reiber herausgeriſſen. Der gerauhte Teil entzündet durch die Reibung den ihn umgebenden Satz, dieſer die Schwarzpulverladung, welche auf das Geſchützpulver wirkt.

Die **Friktionszündſchraube,** der Schlagröhre analog konſtruiert, iſt außerhalb mit einem Schraubengewinde verſehen und wird in den Zündlochſtollen des Geſchützes eingeſchraubt. — Elektriſche Schlagrohre dienen zum gleichzeitigen Abfeuern mehrerer Geſchütze. — Sicherheitsſchlagrohre werden zum Schutze der Bedienungsmannſchaften angewendet und mit Bickfordſcher Schnur entzündet.

Geſchoßzünder ſollen die Sprengladung der Granaten und Schrapnells in einem beſtimmten Punkte der Flugbahn entzünden und ſind in der Spitze des Geſchoſſes, dem Mundloche desſelben, angebracht. Hartgußgranaten der Marine- und Küſtengeſchütze haben weder Zünder noch Mundloch, da ihre Sprengladung durch den heftigen Stoß gegen den Panzer zur Exploſion gebracht wird. Die Geſchoßzünder müſſen ſo konſtruiert ſein, daß ſie dem Stoße der Pulvergaſe widerſtehen und rechtzeitig funktionieren. Man unterſcheidet Aufſchlagzünder, Brennzünder und Kombinationen beider Arten, die Doppelzünder. Aufſchlagzünder treten in Wirkung, wenn das Geſchoß ſein Ziel erreicht. Im Zünder befindet ſich ein Bolzen, welcher bei plötzlicher Verringerung der Geſchoßgeſchwindigkeit infolge der Trägheit nach vorn fliegt, mit ſeiner Spitze in den Knallſatz eines Zündhütchens ſticht, letzteres detoniert und die Sprengladung des Geſchoſſes entzündet. Während des Ladens und Abfeuerns des Geſchützes ſind Nadelbolzen und Zündhütchen durch einen Vorſtecker getrennt, welcher jedoch infolge Zentrifugalkraft aus dem Zünder herausgeſchleudert wird, ſobald das Geſchoß die Geſchützmündung verlaſſen hat. Brennzünder, auch Zeitzünder genannt, enthalten verdichteten Pulverſatz in Säulen-, jetzt meiſt in Ringform. Beim Abfeuern des Schuſſes wird ein Nadelbolzen gegen ein Zündhütchen geſchleudert und der Pulverſatz entzündet. Der Satzring iſt drehbar und kann durch eine Meter- oder Sekundenteilung ſo eingeſtellt werden, daß nach beſtimmter Flugzeit bezw. Entfernung des Geſchoſſes das Feuer eine Schlagladung und dieſe eine Sprengladung entzündet. Doppelzünder werden je nach Bedarf als Aufſchlagzünder oder Zeitzünder verwendet und ſind ſo eingerichtet, daß, falls der Brennzünder verſagt, der Aufſchlagzünder noch in Funktion tritt. Sie ſind jetzt vielfach im Gebrauch; die deutſche Feldartillerie führt ausſchließlich Doppelzünder. Soll das Geſchoß nicht beim Aufſchlag, ſondern erſt nach erfolgtem Eindringen in das Ziel zerſpringen, ſo wird im Aufſchlagzünder ein Verzögerungsſatz, eine verdichtete Kornpulverſchicht von beſtimmter Brenndauer, eingeſchaltet, die nach 0,25 Sekunden verbrannt iſt und dann erſt die Exploſion der Granate bewirkt.

Literatur: Upmann und v. Meyer, Das Schießpulver, die Exploſivkörper und die Feuerwerkerei, Braunſchweig 1874; Mahler und Eſchenbacher, Die Sprengtechnik im Dienſte der Ziviltechnik mit ihren weſentlichen Hilfsmitteln: Dynamite, Zeit- und elektriſche Zündung, Bohrmaſchinen und Bohrwerkzeuge, Wien 1882; Zickler, Elektriſche Minenzündung, Braunſchweig 1888; Plach, Franz, Die gepreßte Schießwolle, Pola 1891; Häußermann, Sprengſtoffe und Zündwaren, Ueberſicht über die bis zum 26. Juni 1896 ausgegebenen deutſchen Patentſchriften in Klaſſe 78, Stuttgart 1894; Guttmann, Die Induſtrie der Exploſivſtoffe, Braunſchweig 1895; Wille, Waffenlehre, Berlin 1905.

Seyfferth.

Injektor, ſ. Strahlapparate, Pumpen.

Inkandeszenz, helles Erglühen, heißt der Zuſtand eines Körpers, wenn dieſer in der Emiſſion weißen Lichtes begriffen iſt (ſ. Emiſſion).

Unter den Mitteln, durch welche Körper in dieſen Zuſtand verſetzt werden, iſt der elektriſche Strom beſonders hervorzuheben; ſeine Glühwirkung folgt einerſeits dem Joule'ſchen Geſetz, nach welchem die vom Strom in einem Leiter entwickelte Wärme dem Quadrat der Stromſtärke und dem Widerſtand proportional iſt; anderſeits aber dem Geſetz der Wärme-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kapazität, nach welchem die Temperaturerhöhung der Größe der erwärmten Maſſe und der ſpezifiſchen Wärme umgekehrt, der Wärmemenge direkt proportional iſt. *Aug. Schmidt.*

Inkaſtein, ſ. Schwefelkies.

Inklination, magnetiſche, Inklinatorium, ſ. Magnetismus.

Inkommenſurabel heißen zwei geometriſche Größen, wenn ſie kein gemeinſchaftliches Maß beſitzen, d. h. wenn ſie nicht beide ganze Vielfache einer dritten Größe ſind. Beiſpiel: Durchmeſſer und Umfang eines Kreiſes.

Inkruſtation, in der Mineralogie die Umhüllung eines Körpers durch eine aus einer Mineralöſung ausgeſchiedene Maſſe, z. B. die Umhüllung von abgeſtorbenen Tier- und Pflanzenreſten oder Mineralien durch Kalkſinter, der aus Quellen abgeſchieden wird. *Leppla.*

Inkruſtation, die insbeſondere bei kalkhaltigem Waſſer vorkommende Bildung einer Kruſte an Rohrwandungen oder Kanälen.

Inkruſtation, in der Porzellanfabrikation und Feintöpferei die Verzierung des Porzellans durch eingelegte, anders gefärbte Maſſen; ſ. Tonwaren.

Inkruſtationen (Bronces incrustés), Verzierungen in Gold und Silber auf maſſivem Kupfer- oder Bronzegegenſtand ausgeführt.

Der Auftrag des Metalles wird durch galvaniſchen Niederſchlag bewirkt. Auf den in ſeiner äußeren Form fertig hergerichteten Gegenſtand wird die Zeichnung in Waſſerfarben, deren Körper aus Bleiweiß beſteht, aufgetragen und die nicht damit bedeckten Teile der Oberfläche dann mit einem Firnis überzogen. Hierauf kommt der Gegenſtand in verdünnte Salpeterſäure, worin ſich zunächſt die Farbe löſt und dann eine Aetzung des Metalles erfolgt, die man bis zu einer gewiſſen Tiefe vorſchreiten läßt. Nach beendigter Aetzung wäſcht man den Gegenſtand in viel Waſſer ab und bringt ihn ſofort in ein Silberbad (oder Goldbad), in welchem durch die Wirkung des elektriſchen Stromes die entblößten Stellen ſich wieder mit Metall ausfüllen. Man entfernt nunmehr den Firnis vollſtändig und ſchleift die ganze Oberfläche glatt, ſo daß das gefüllte Ornament mit dem übrigen Körper, ohne überzuſtehen oder vertieft zu liegen, in einer Ebene verläuft. Die Konturen ſind ziemlich ſcharf. Durch die nun folgende Bronzierung der Körperfläche wird der Ton des Goldes oder Silbers nicht geändert. Eine beſonders ſchöne Wirkung wird noch dadurch erzielt, daß einzelne Teile der Körperfläche zwiſchen den Silberornamenten ſchwarz bronziert werden. Auf einem kupfernen Gefäß finden ſich dann drei Töne, weiß und ſchwarz als Zeichnung und das angenehme Braunrot des Kupferoxyduls als Grund. Teffin du Motay ſtellt die mit Inkruſtationen zu verſehenden Stellen nicht allein durch Aetzung, ſondern auch durch Prägen oder Preſſung her. In dieſem Falle können die Metalle, welche die Zeichnung vorſtellen, vor oder nach der Preſſung niedergeſchlagen werden. Findet der Niederſchlag vor dem Preſſen ſtatt, ſo müſſen die beim Prägen verwendeten Stempel in ihrem Relief der größeren oder geringeren niedergeſchlagenen Dicke der Metallſchicht entſprechen. *Andés.*

Innenbau, ſ. Ausbau.

Innenbeplankung, die innere Plankenlage eines mit doppelter Holzhaut verſehenen Stahlſchiffes; Kompoſitbau, ſ. Schiffbau.

Innenfeuerung, ſ. Dampfkeſſel und Feuerungsanlagen.

Innenfront, innere Seite einer Umfaſſungsmauer.

Innenleitung, ſ. Leitungen, elektriſche.

Innenmauer, ſ. Scheidemauern.

Innenpolmaſchine, ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 187.

Innenſeite, innere Anſicht eines Bauteils, z. B. einer Saalwand, eines Treppenhauſes, einer Toreinfahrt u. dergl.

Innenweite (lichte Weite), Angabe des inneren Maßes bei hohlen Gegenſtänden.

Innere Arbeit eines Körpers wird in der Wärmetheorie (ſ. d.) häufig nach Zeuner diejenige Energie U (ſ. Energie) pro Gewichtseinheit, oder auch im ganzen, genannt [4], S. 42, [8], S. 23, [10], S. 38, welche der Körper bei beliebig gewähltem Koordinatenſyſtem außer der etwaigen lebendigen Kraft N in Hinſicht der letzteren beſitzt, wonach $E = N + U$ die ganze Energie in Hinſicht jenes Koordinatenſyſtems darſtellt. Meiſt wird das Koordinatenſyſtem ſo gewählt, daß $N = 0$ und $E = U$, während andernfalls U auch als innere Energie (Thomſon, Clauſius u. ſ. w.) im Gegenſatz zur äußeren Energie N bezeichnet wird. Gewöhnlich werden nur Körper unterſucht, für welche von äußeren Kräften (ſ. d. und Aeußere Arbeit) nur ein auf die Oberfläche gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit (ſpezifiſcher Druck) in Betracht kommt, und dieſer zuſammen mit dem Volumen v der Gewichtseinheit (ſpezifiſches Volumen) die innere Arbeit der letzteren beſtimmen, ſo daß

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$U = F(p, v)$. Spezielle Ausdrücke der Funktion F ſ. unter Gaſe, Dampf, geſättigter und überhitzter.

Da man ſich den Zuſtand eines Körpers durch diejenigen Größen charakteriſiert denkt, welche als Unabhängigvariable die Energie U beſtimmen, ſo iſt U nur vom augenblicklichen Zuſtand des Körpers abhängig, beiſpielsweiſe unter den ſoeben erwähnten Beſchränkungen von den augenblicklichen Werten von p, v. Die innere Arbeit U verhält ſich in dieſer Hinſicht weſentlich anders wie die äußere Arbeit L, da für irgend eine Zuſtandsänderung die Aenderung der inneren Arbeit nur vom Anfangszuſtand und Endzuſtand, die äußere Arbeit aber auch vom Geſetz des Uebergangs zwiſchen beiden abhängt (vgl. Aeußere Arbeit). Zuſtandsänderungen, während welcher die innere Arbeit konſtant bleibt, heißen nach Cazin iſodynamiſche Zuſtandsänderungen. Bei Gaſen, welche dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze folgen (ſ. d.), ſtimmen dieſelben mit den iſothermiſchen Zuſtandsänderungen überein. — Im Gegenſatze zu dem bis jetzt beſprochenen Begriffe der inneren Arbeit, nach welchem dieſer neben der äußeren Arbeit bequeme Ausdruck im Sinne von Arbeitsäquivalent (Energie) aufzufaſſen iſt, bezeichnete Clauſius [3], S. 29, als innere Arbeit denjenigen Teil von U, der wirklich zur Arbeit im Innern des Körpers (zur Ueberwindung von Kräften, mit welchen die Atome aufeinander wirken, d. h. zur Erzeugung von potentieller Energie) verwendet wird, während der andre Teil als Energie von andrer Form (unter den gewöhnlichen Beſchränkungen der Wärmetheorie als Wärme) im Körper bleibt.

Literatur: [1] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre I, Leipzig 1875, S. 58. — [2] Rühlmann, Handbuch der mechaniſchen Wärmetheorie I, Braunſchweig 1876, S. 735. — [3] Clauſius, Die mechaniſche Wärmetheorie I, Braunſchweig 1887, S. 33. — [4] Lippmann, Cours de Thermodynamique, Paris 1889, S. 42. — [5] Poincaré, Thermodynamik, deutſch von Jäger u. Gumlich, Berlin 1893, S. 39, 47. — [6] Kirchhoff, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1894, S. 52, 62. — [7] Planck, Vorleſungen über Thermodynamik, Leipzig 1897, S. 35, 39. — [8] Zeuner, Techniſche Thermodynamik I, Leipzig 1900, S. 21. — [9] Helmholtz, Vorleſungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1903, S. 178. — [10] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie I, Stuttgart 1905, S. 26, 33, 36, 38, 65, 152.

Weyrauch.

Innere Energie, ſ. Energie, Innere Arbeit, Wärmetheorie.

Innere Geſteinstemperatur, ſ. Geothermik.

Innere Kräfte, ſ. Aeußere Kräfte, Materielles Syſtem, Träger, Elaſtizitätslehre (allgemeine) u. ſ. w.

Innere lebendige Kraft, ſ. Lebendige Kraft.

Innere Richtung, bei der trigonometriſchen Punktbeſtimmung eine Richtung, die auf einem Neupunkte nach einem andern, durch ſeine Koordinaten gegebenen Punkte beobachtet wird. S. Richtung und Triangulierung.

Inneres Arbeitsvermögen, ſ. Innere Arbeit, Wärmetheorie.

Inneres Produkt, ſ. Geometriſcher Kalkül.

Inoxydieren, Inoxydation, Verfahren zur Umwandlung der Oberflächenſchichten von Eiſengegenſtänden in roſtſchützendes Eiſenoxydoxydul (Magneteiſen), ſ. Roſtſchutzmittel.

Die Oxydation (einfache Oxydation oder Höheroxydation mit nachfolgender teilweiſer Reduktion) kann mit Metalloxyden oder mit ſauerſtoffhaltigen Gaſen erfolgen. Nach dem gebräuchlichſten Verfahren von Bower und Barff werden die zu oxydierenden Gegenſtände auf einem Schlitten in einen etwa 1,5 m breiten, 1 m hohen und 4 m langen Ofen geſchoben und mittels Generatorgaſen auf Rotglut erhitzt. Hierauf ſchließt man die zur Verbrennung der Gaſe notwendige Luftzufuhr und die Verbindung mit dem Schornſtein ab und läßt die unverbrannten Gaſe auf die im Ofen befindlichen Gegenſtände einwirken. Dieſer Vorgang wird mehrere Male (durchſchnittlich etwa viermal) wiederholt. Bei der Inoxydation von ſchmiedbarem Eiſen, die bei niedrigerer Temperatur (eben beginnende Rotglut) vorgenommen werden muß und mit Schwierigkeiten verknüpft iſt, wird zur Beförderung der Inoxydation überhitzter Waſſerdampf angewendet [1], [2]. — Nach dem Verfahren von Bertrand erfolgt die Inoxydation durch Glühen der mit einer 0,1—0,2 mm ſtarken Bronzeſchicht überzogenen Gegenſtände in einer Temperatur von etwa 1000°. Der Bronzeüberzug wird durch Eintauchen der Gegenſtände in eine Kupfer- und Zinnſalzlöſung erzielt [2]. — Bei der Herſtellung von Glanzblechen wird die Inoxydation durch Roſtenlaſſen und Reduktion der Roſtſchicht durch Holzkohlenſtaub in Rotglut bewirkt [3].

Literatur: [1] Zeitſchr. des Vereins deutſch. Ingen. 1880, S. 239, 1881, S. 451, 1884, S. 507; Dinglers Polyt. Journal, Bd. 224, S. 551; 225, S. 107; 230, S. 507; 236, S. 301; 237, S. 332; 242, S. 44; 245, S. 292; 250, S. 54; 254, S. 161. „Stahl und Eiſen" 1884, S. 98, 1904, S. 1443, Annalen für Gewerbe und Bauweſen 1901, S. 161. — [2] Meſſerſchmitt, A., Die Technik in der Eiſengießerei, Eſſen 1904. — [3] Wedding, H., Die Darſtellung des ſchmiedbaren Eiſens, Braunſchweig 1875, S. 855.

A. Widmaier.

Inſatzhärtung, ſ. Einſetzen.

Inſchrift, an monumentalen Werken, ſoll unverwiſchbar, klar und deutlich leſerlich ſowie an paſſenden Orten angebracht ſein.

Dieſe Grundſätze pflegten im Altertum nicht immer berückſichtigt zu werden; ſo finden wir in Aſſyrien die Inſchriften in barbariſcher Weiſe quer durch die Skulpturen gelegt, auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Griechenland pflegte die Inſchriften in einer Weiſe zu behandeln, daß ſie der Schönheit des Monuments Eintrag taten. Aegypten verſtand es ſchon weit beſſer, die Inſchriften ſo anzuordnen, daß ſie als Flächendekoration dienten, aber erſt im römiſchen Stile wurde die Inſchrift ein Schmuck und zu großer Wirkung gebracht. Das frühe Mittelalter behielt die großen römiſchen Buchſtaben bei; ſeit der Mitte des 10. Jahrhunderts kamen die gotiſchen Majuskeln vor, die namentlich im 13. Jahrhundert vollkommen ausgebildet erſcheinen und bald in die neugotiſchen Minuskeln übergehen. Vom 16. Jahrhundert an iſt ein gemiſchtes Auftreten verſchiedener Formen zu verzeichnen, das mit der Annahme der römiſchen Buchſtaben, die auch in moderner Zeit meiſt angewendet werden, endete. *Weinbrenner.*

Inſelt, ſ. Talg.

Inſolation, ſ. v. w. Sonnenbeſtrahlung, ſ. Geothermik.

Inſtallation, ſ. Leitungen, elektriſche. Ausführung von Leitungen und zugehörigen Einrichtungen für Elektrizität, Gas, Waſſer, Zentralheizung u. ſ. w. im Innern von Gebäuden.

Inſtallationsmethoden, ſ. Leitungen, elektriſche.

Intaglie, ſ. Edelſteinſchleiferei.

Intagliodruck, neues, von J. Löwy in Wien ausgeübtes Verfahren zur Herſtellung von Heliogravüren mittels Schnellpreſſendrucks.

Die gewöhnlichen, unter Verwendung von Aquatintakorn erzeugten Heliogravüreplatten (ſ. Heliogravüre) eignen ſich nur zum Drucke auf Handpreſſen (ſ. Kupferdruckmaſchinen). Da Tiefdruckformen zuerſt mit der Druckfarbe überladen und ſodann vom Farbſtoffüberſchuſſe durch „Wiſchen“ befreit werden müſſen, ſtellen ſich beim Schnellpreſſentiefdrucke bedeutende Schwierigkeiten ein, wenn das Wiſchen durch maſchinelle Einrichtungen beſorgt werden ſoll (ſ. Kupferdruckmaſchinen). Dies iſt um ſo mehr kompliziert, als durch das manuelle Wiſchen in erheblicher Weiſe auf das Endreſultat korrigierend eingewirkt werden kann (ſ. Kupferſtecherkunſt). Bei gewöhnlichen Heliogravüreplatten hat man es nun mit Vertiefungen zu tun, welche ſich auch über größere Flächen gleichmäßig erſtrecken. Das abſtreifende elaſtiſche Kiſſen, Meſſer u. ſ. w. wiſcht infolgedeſſen teils zu kräftig, teils zu ſchwach. Deshalb iſt es notwendig, in der Druckplatte Zwiſchenelemente zu ſchaffen, die, in gleichem Niveau liegend, dem Meſſer oder Kiſſen eine korrekte Führung während des Wiſchens zuteil werden laſſen. Man erreicht dies durch Verwendung eines Raſters (ähnlich wie bei der Autotypie, ſ. d.), wodurch eine den Tonwerten entſprechende Zerteilung durch Punkte oder Striche, welche im urſprünglichen Oberflächenniveau liegen, bewirkt wird. Dies iſt beim Intagliodruck, ferner beim Mezzotintodruck von F. Bruckmann in München, Rembrandt-Intaglioprozeß und andern Raſterheliogravürverfahren der Fall.

Literatur: Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906.

A. W. Unger.

Intarſia, ſ. Kunſtgewerbe.

Integrale, ſ. Integralrechnung.

Integralkurve, ſ. Schiffsberechnung.

Integralrechnung iſt die umgekehrte Operation der Differentialrechnung. Eine Funktion $F(x)$ iſt Integral der Funktion $f(x)$ und wird mit $\int f(x)\,dx$ bezeichnet, wenn $\frac{dF(x)}{dx} = f(x)$ iſt; $f(x)$ heißt Integrand.

A. Unbeſtimmte Integrale.

Weil die Ableitung einer Konſtanten Null iſt, ſo iſt jedes Integral nur bis auf eine additive Konſtante (die ſogenannte willkürliche Konſtante) beſtimmt: es iſt $F(x) = \int f(x)\,dx + C$.

a) **Grundregeln der Integralrechnung.** Es iſt $\int a f(x)\,dx = a \int f(x)\,dx$, ferner

$$\int [f(x) \pm \varphi(x)]\,dx = \int f(x)\,dx \pm \int \varphi(x)\,dx.$$

b) **Fundamentalformeln.** $\int x^n\,dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$, wenn $n \lessgtr -1$; $\int \frac{dx}{x} = lx$;

$$\int a^x\,dx = \frac{a^x}{la}; \quad \int e^x\,dx = e^x; \quad \int \sin x\,dx = -\cos x; \quad \int \cos x\,dx = \sin x;$$

$$\int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg} x; \quad \int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\cot x; \quad \int \frac{\sin x\,dx}{\cos^2 x} = \frac{1}{\cos x}; \quad \int \frac{\cos x\,dx}{\sin^2 x} = -\frac{1}{\sin x};$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \operatorname{arc\,sin} x; \quad \int \frac{dx}{1+x^2} = \operatorname{arc\,tg} x; \quad \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2-1}} = \operatorname{arc\,sec} x.$$

c) **Allgemeine Hilfsmittel und Reduktionsformeln der Integralrechnung.**

α) Einführung neuer Veränderlichen, z. B.

$$\int \frac{dx}{x+a} \text{ gibt mit } x = z - a: \int \frac{dz}{z} = lz = l(x+a).$$

So ergeben ſich die Formeln:

$$\int \operatorname{tg} x\,dx = l \sec x; \quad \int \cot x\,dx = l \sin x; \quad \int \frac{dx}{\sin x} = l \operatorname{tg} \frac{x}{2}; \quad \int \frac{dx}{\cos x} = l \operatorname{tg}\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{4}\right).$$

β) Teilweiſe Integration. Es iſt $\int u\,dv = uv - \int v\,du$. Beiſpiel $\int lx\,dx$: $u = lx$; $dv = dx$; $du = \frac{dx}{x}$; $v = x$; alſo $\int lx\,dx = x \cdot lx - \int x \cdot \frac{dx}{x} = x(lx - 1)$. Ebenſo erhält man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$$\int \arcsin x\,dx = x\arcsin x + \sqrt{1-x^2};\quad \int \operatorname{arc\,tg} x\,dx = x\operatorname{arc\,tg} x - \tfrac{1}{2}l(1+x^2);$$
$$\int \sin^2 x\,dx = \frac{x}{2} - \tfrac{1}{2}\sin x\cos x;\quad \int \cos^2 x\,dx = \frac{x}{2} + \tfrac{1}{2}\sin x\cos x.$$

γ. Einige häufiger vorkommende Integralformeln.

$$\int \frac{dx}{\sqrt{ax-x^2}} = \arccos\frac{a-2x}{a};\quad \int \frac{x\,dx}{\sqrt{a^2\pm\alpha^2x^2}} = \pm\frac{1}{\alpha^2}\sqrt{a^2\pm\alpha^2x^2};$$
$$\int \sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}\,dx = \tfrac{1}{2}\left(x\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2} \pm \frac{a^2}{\alpha}l\left(\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}+\alpha x\right)\right);$$
$$\int \frac{x^2\,dx}{\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}} = \frac{1}{2\alpha^2}\left(x\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2} \mp \frac{a^2}{\alpha}l\left(\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}+\alpha x\right)\right);$$
$$\int \frac{dx}{\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}} = \frac{1}{\alpha}l\left(\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}+\alpha x\right);\quad \int \frac{dx}{\sqrt{a^2\pm\alpha^2x^2}^3} = \frac{x}{a^2\sqrt{a^2\pm\alpha^2x^2}};$$
$$\int \frac{dx}{\sqrt{\alpha^2x^2-a^2}^3} = \frac{-x}{a^2\sqrt{\alpha^2x^2-a^2}};\quad \int \frac{x\,dx}{\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}^3} = \frac{1}{\alpha^2\sqrt{\alpha^2x^2\pm a^2}};$$
$$\int \frac{x\,dx}{\sqrt{a^2-\alpha^2x^2}^3} = \frac{1}{\alpha^2\sqrt{a^2-\alpha^2x^2}};\quad \int \sqrt{a^2-\alpha^2x^2}\,dx = \tfrac{1}{2}\left(x\sqrt{a^2-\alpha^2x^2}+\frac{a^2}{\alpha}\arcsin\frac{\alpha x}{a}\right);$$
$$\int \frac{x^2\,dx}{\sqrt{a^2-\alpha^2x^2}} = -\frac{1}{2\alpha^2}\left(x\sqrt{a^2-\alpha^2x^2}-\frac{a^2}{\alpha}\arcsin\frac{\alpha x}{a}\right);\quad \int \frac{dx}{\sqrt{a^2-\alpha^2x^2}} = \frac{1}{\alpha}\arcsin\frac{\alpha x}{a};$$
$$\int \frac{dx}{a^2+\alpha^2x^2} = \frac{1}{a\alpha}\operatorname{arc\,tg}\frac{\alpha x}{a};\quad \int \frac{dx}{x\sqrt{\alpha^2x^2-a^2}} = \frac{1}{a}\operatorname{arc\,sec}\frac{\alpha x}{a}.$$

δ) Integration durch Reihenentwicklung, wenn andre Hilfsmittel versagen.

d) **Integration rationaler Funktionen.** Eine rational gebrochene Funktion muß in Partialbrüche zerlegt werden. Ist zu berechnen $\int \frac{f(x)}{F(x)}\,dx$ und ist a eine Wurzel von $F(x)=0$, so ist der zugehörige Partialbruch $\frac{A}{x-a}$, wo $A=\frac{f(a)}{F(a)}$. Hat $F(x)=0$ zwei komplex konjugierte Wurzeln, so bleiben die zugehörigen Partialbrüche vereinigt: $\int \frac{(\alpha x+a)\,dx}{\gamma x^2+2cx+C}$. Im Nenner wird durch die Substitution $y=\sqrt{\gamma}x+\frac{c}{\sqrt{\gamma}}$ die Summe zweier Quadrate hergestellt: $\int \frac{(\alpha' y+a')\,dy}{y^2+C'^2} = \frac{\alpha'}{2}l(y^2+C'^2)+\frac{a'}{C'}\operatorname{arc\,tg}\frac{y}{C'}$. Ist a eine r-fache Wurzel von $F(x)=0$, so lautet die Partialbruchzerlegung $\frac{A}{x-a}+\frac{A_1}{(x-a)^2}+\frac{A_2}{(x-a)^3}+\ldots+\frac{A_{r-1}}{(x-a)^r}$.

e) **Integration irrationaler Funktionen.**

α) Eine Wurzel aus einem linearen Ausdruck $\sqrt[n]{x+a}$ ist unter dem Integralzeichen vorhanden. Der Integrand wird durch die Substitution $y=\sqrt[n]{x+a}$ rational gemacht.

β) Der Integrand ist eine rationale Funktion von x und R, wo $R=\sqrt{\gamma x^2+2cx+C}$, so daß also zu berechnen $\int \frac{f_1(x)+R\cdot\varphi_1(x)}{F_1(x)+R\cdot\Phi_1(x)}\,dx$, weil R^2 in x rational ist ($f_1\varphi_1F_1\Phi_1$ sind rationale ganze Funktionen von x). Man macht den Nenner rational:

$$\int \frac{(f_1+R\cdot\varphi_1)(F_1-R\Phi_1)}{F_1^2-R^2\Phi_1^2}\,dx = \int \frac{f_2+R\cdot\varphi_2}{F(x)}\,dx.$$

Der erste Teil dieses Integrals ist rational; im zweiten Teil bringt man R wieder in den Nenner: $\int \frac{R^2\varphi_2}{FR}\,dx = \int \frac{\varphi(x)\,dx}{F(x)\cdot R}$. Die Funktion $\frac{\varphi(x)}{F(x)}$ wird zerlegt in eine ganze rationale Funktion $f(x)$ und eine Summe S von Partialbrüchen.

[1]) In dem Integral $\int \frac{f(x)}{R}\,dx$ wird der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen durch eine lineare Substitution auf die Summe oder Differenz zweier Quadrate gebracht. Ist γ positiv, so setzt man $y=\sqrt{\gamma}x+\frac{c}{\sqrt{\gamma}}$, ist γ negativ, $y=\frac{c}{\sqrt{-\gamma}}-\sqrt{-\gamma}x$. Dann wird das Integral: $\int \frac{\Phi(y)\,dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_1}}$, und wenn man in $\Phi(y)$ die geraden und ungeraden Potenzen von y trennt, geht dasselbe über in $\int \frac{y\,\Psi(y^2)\,dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_1}}+\int \frac{X(y^2)\,dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_1}}$. Das erste Integral wird durch $z=y^2$ rational. Die Glieder des zweiten haben die Form: $\int \frac{y^{2m}\,dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_1}}$, und reduzieren sich vermittelst der Formel:

$$\int \frac{y^{2r}\,dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_1}} = \frac{1}{2r\gamma_1}y^{2r-1}\sqrt{\gamma_1y^2+C_1} - \frac{2r-1}{2r}\frac{C_1}{\gamma_1}\int \frac{y^{2r-2}\,dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_1}}$$

auf das Integral $\int \frac{dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_2}}$ (s. oben $A\,c\,\gamma$).

Man kann auch für das Integral $\int \frac{X(y^2)\,dy}{\sqrt{\gamma_1y^2+C_1}}$, wo X vom $n$ten Grade ist, den Wert

anfchreiben: $\sqrt{\gamma_1 y^2 + C_1}\,(A_3 + A_1 x + \ldots + A_{n-1} x^{n-1}) + B \int \frac{dy}{\sqrt{\gamma_1 y^2 + C_1}}$ und erhält durch Ableiten des Integrals und feines Wertes und Koeffizientenvergleichung $n+1$ Gleichungen für die unbeftimmten Koeffizienten $A_0, A_1, \ldots, A_{n-1}, B$.

[2]) Ein Partialbruch von S liefert ein Integral $\int \frac{dx}{(x-\alpha)R}$. Durch die Subftitution $y = \frac{1}{x-\alpha}$ kommt man auf einen Integranden, in deffen Nenner nur eine Quadratwurzel fteht, alfo auf den Fall $A\,e\,\beta\,1$ zurück. Ebenfo verfährt man auch, wenn $F(x) = 0$ eine mehrfache Wurzel hat und daher ein Integral $\int \frac{dx}{(x-\alpha)^r R}$ vorliegt. Hat $F(x) = 0$ zwei komplex-konjugierte Wurzeln, fo vereinigt man die betreffenden Partialbrüche und erhält

$$\int \frac{(\alpha x + a)\,dx}{(\beta x^2 + 2bx + B)\sqrt{\gamma x^2 + 2cx + C}}.$$

Man fetzt nun $x = \frac{M\xi + N}{\xi + 1}$ und beftimmt M und N fo, daß im Nenner unter dem Wurzel zeichen und außerhalb desfelben die Glieder mit ξ wegfallen. Das Integral wird damit:

$$\alpha_1 \int \frac{\xi\,d\xi}{(\beta_1 \xi^2 + B_1)\sqrt{\gamma_1 \xi^2 + C_1}} + a_1 \int \frac{d\xi}{(\beta_1 \xi^2 + B_1)\sqrt{\gamma_1 \xi^2 + C_1}}.$$

Im erften Integral hat man fchließlich $\sqrt{\gamma_1 \xi^2 + C_1} = \zeta$, im zweiten $\sqrt{\gamma_1 \xi^2 + C_1} = \frac{\xi}{\zeta}$ zu fetzen, um fie rational zu machen.

γ) Zwei Quadratwurzeln je aus einem linearen Ausdruck kommen auf den Fall β zurück.

δ) Eine Quadratwurzel aus einem Ausdruck dritten oder vierten Grads führt auf elliptifche Integrale (f. d.); eine Ausnahme bilden jedoch die fogenannten pfeudoelliptifchen Integrale, bei welchen man mit algebraifchen, logarithmifchen und cyklometrifchen Funktionen auskommt, z. B. $\int \frac{x\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}$ kommt mit $x^2 = \xi$ auf den Fall A, e, β zurück.

f) **Tranfzendente Integrale.** Beifpiele von folchen find

$$\int e^{ax} \cos bx\,dx = e^{ax} \frac{a\cos bx + b \sin bx}{a^2 + b^2};$$

$$\int e^{ax} \sin bx\,dx = e^{ax} \frac{a \sin bx - b \cos bx}{a^2 + b^2}; \quad \int \frac{dx}{\sin x \cos x} = l \operatorname{tg} x;$$

$$\int \sin^m x\,dx = -\frac{\cos x}{m}\left(\sin^{m-1} x + \frac{m-1}{m-2}\sin^{m-3} x + \frac{(m-1)(m-3)}{(m-2)(m-4)}\sin^{m-5} x + \ldots\right).$$

Das letzte Glied ift entweder $\frac{(m-1)(m-3)\ldots 5\cdot 3}{(m-2)(m-4)\ldots 4\cdot 2}\,\frac{x}{m}$ oder $\frac{(m-1)(m-3)\ldots 4\cdot 2}{(m-2)(m-4)\ldots 3\cdot 1}$, je nachdem m gerade oder ungerade.

Viele Integrale von trigonometrifchen Funktionen können durch die Subftitution $t = \operatorname{tg}\frac{x}{2}$ rational gemacht werden. Es ift alsdann nämlich $\cos x = \frac{1-t^2}{1+t^2}$; $\sin x = \frac{2t}{1+t^2}$; $\operatorname{tg} t = \frac{2t}{1-t^2}$ $dx = \frac{2\,dt}{1+t^2}$.

g) **Mehrfache Integrale.** Eine Funktion von zwei Veränderlichen kann der Reihe nach nach x und nach y integriert werden, wobei im erften Fall y, im zweiten x als Konftante behandelt wird. Die Reihenfolge diefer Integrationen ift übrigens vertaufchbar:

$$\int [\int f(x,y)\,dx]\,dy = \int [\int f(x,y)\,dy]\,dx.$$

Auf diefe Weife entftehen Doppel- und mehrfache Integrale.

B. Beftimmte Integrale.

Die willkürliche Konftante eines Integrals $\int f(x)\,dx = F(x) + C$ läßt fich dadurch beftimmen, daß das Integral für einen beftimmten Wert a von x den gegebenen Wert $F(a)$ haben foll. Dann wird $\int f(x)\,dx = F(x) - F(a)$. Diefer Wert ift von x und von a abhängig. Das Integral heißt alsdann ein beftimmtes Integral und wird mit $\int_a^x f(x)\,dx$ bezeichnet; a heißt untere, x obere Grenze desfelben. Dabei kann auch x einen beftimmten Wert b annehmen $\int_a^b f(x)\,dx$. Der Wert desfelben ift nur von den Grenzen a und b, nicht aber von der Wahl des Integrationsbuchftabens x abhängig. Vertaufchung der Grenzen bedingt Aenderung des Vorzeichens; $\int_b^a f(x)\,dx = -\int_a^b f(x)\,dx$. Durch Differentiation nach der oberen Grenze ergibt fich $\frac{\partial \int_a^x f(x)\,dx}{\partial x} = f(x)$, alfo der Integrand. Auch beftimmte Integrale mit unendlich großen Grenzen und folche, deren Integrand an den Grenzen unftetig wird, können endliche Werte befitzen. Auf Unftetigkeitsftellen des Integranden zwifchen den Grenzen muß Rückficht genommen werden. Näheres f. [1], S. 91—94.

In vielen Fällen laffen fich beftimmte Integrale zwifchen gewiffen Grenzen in gefchloffener Form (d. h. durch bekannte Funktionen) darftellen, während dies bei dem betreffenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unbeſtimmten Integral nicht möglich iſt. Als Hauptmethode dient hierzu die Differentiation und Integration bekannter Integrale nach einer von den Grenzen unabhängigen, im Integranden vorkommenden Konſtanten (Parameter). Denn wenn $\int_a^b f(x,\alpha)\,dx = F(\alpha)$, ſo iſt auch $\int_a^b \frac{\partial f(x,\alpha)}{\partial \alpha}\,dx = F'(\alpha)$ und $\int_a^b \left\{\int_g^h f(x,\alpha)\,d\alpha\right\} dx = \int_g^h F(\alpha)\,da$. Doch darf in beſtimmten Doppelintegralen die Reihenfolge der Integrationen nur umgekehrt werden, wenn die Grenzen konſtant ſind.

Beiſpiele von häufiger vorkommenden beſtimmten Integralen ſind:

$$\int_0^\infty e^{-ax}dx = \frac{1}{a};\quad \int_0^\infty \frac{x^{p-1}\,dx}{1+x} = \frac{\pi}{\sin p\pi};\quad \int_0^\infty e^{-ax}x^n\,dx = \frac{1\cdot 2\cdot 3\ldots n}{a^{n+1}};$$

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ax}-e^{-bx}}{x}\,dx = l\frac{b}{a}.\quad \int_0^\infty e^{-ax}\cos b\,x\,dx = \frac{a}{a^2+b^2};\quad \int_0^\infty e^{-ax}\sin b\,x\,dx = \frac{b}{a^2+b^2}.$$

Ferner wenn $a>b$: $\int_0^\infty \frac{\sin a\,x\cos b\,x\,dx}{x} = \frac{\pi}{2}$ und $\int_0^\infty \frac{\cos a\,x\sin b\,x\,dx}{x} = 0$.

Weiter iſt: $\int_0^\infty \frac{\cos a\,x\,dx}{1+x^2} = \frac{\pi}{2}e^{-a};\quad \int_{-\infty}^\infty e^{-ax^2}dx = \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{a}};\quad \int_0^1 \frac{x^{h-1}-x^{g-1}}{lx}\,dx = l\frac{h}{g};$

$$\int_0^\infty \frac{x\sin b\,x}{k^2+x^2}\,dx = \pm\frac{\pi}{2}e^{-bk};\quad \int_0^\infty \left\{\frac{l(1+x^2)}{x^2}\right\}^2 dx = \frac{4}{3}\pi(1-l2);$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} l(\alpha^2\cos^2 x+\beta^2\sin^2 x)\,dx = \pi\,l\frac{\alpha+\beta}{2};\quad \int_0^\infty \frac{\sin x}{x}\,dx = \frac{\pi}{2};$$

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ax}\sin b\,x}{x}\,dx = \operatorname{arc\,tg}\frac{b}{a}.$$

Beſtimmte Integrale mit komplexen Veränderlichen ſ. Funktionentheorie.

C. Neue Funktionen.

Einige Integrale, welche nicht auf bekannte Funktionen führen und daher neue Funktionen definieren, ſind mit beſonderen Namen belegt worden:

a) Integrale mit veränderlichen oberen Grenzen:

z. B. der Integrallogarithmus $li(x) = \int_0^x \frac{dx}{lx}$; das Exponentialintegral $Ei(x) = \int_{-\infty}^x \frac{e^{-x}}{x}\,dx$;

das Sinusintegral $Si(x) = \int_0^x \frac{\sin x}{x}\,dx$; das Cosinusintegral $Ci(x) = \int_0^x \frac{\cos x}{x}\,dx$.

b) Beſtimmte Integrale mit konſtanten Grenzen, welche Funktionen eines im Integranden auftretenden Parameters ſind: z. B. die Beta-, Gamma-, Kugel-, Zylinderfunktionen, die Fourierſchen Integrale.

D. Anwendungen der Integralrechnung.

Flächenbeſtimmung (ſ. Quadratur) bei den ebenen Kurven Bogenmeſſung (ſ. Rektifikation) bei den ebenen und räumlichen Kurven, Inhaltsbeſtimmung (ſ. Kubatur) und Oberflächenmeſſung (ſ. Komplanation) bei den Flächen; ferner Beſtimmung von Schwerpunkten, Maſſen- und Trägheitsmomenten, Potentialen u. ſ. w. in der Mechanik und mathematiſchen Phyſik.

Literatur: Von den angeführten Werken ſind [1] und [2] beſonders zum Studium zu empfehlen; [5], [6] und [15] behandeln die beſtimmten Integrale; [7] iſt ein empfehlenswertes kleines Repetitionsbuch; [8]—[10] ſind Uebungsbücher. Die geometriſchen Anwendungen behandelt [11], die naturwiſſenſchaftlichen [12], die techniſchen [13]. — [1] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, deutſch von Harnack, 2. Aufl., Bd. 2, Leipzig 1899. — [2] Stegemann-Kiepert, Grundriß der Differential- und Integralrechnung, II. Integralrechnung, 9. Aufl., Hannover 1903. — [3] Picard, Traité d'analyse, Bd. 1, Paris 1904. — [4] Meyer, G. F., Vorleſungen über die Theorie der beſtimmten Integrale, Leipzig 1871. — [5] Bierens de Haan, Exposé de la théorie des intégrales définies, Amſterdam 1862. — [6] Kronecker, Vorleſungen über die Theorie der einfachen und vielfachen beſtimmten Integrale, herausg. v. Netto, Leipzig 1894. — [7] Deter, Repetitorium der Differential- und Integralrechnung, 4. Aufl., Berlin 1899. — [8] Dölp, H., Aufgaben zur Differential- und Integralrechnung, 10. Aufl., Gießen 1903. — [9] Schlömilch, O., Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, 4. Aufl., Bd. 2, Leipzig 1900. — [10] Sohncke, Aufgaben aus der Differential- und Integralrechnung, 6. Aufl., Jena 1905—06. — [11] Joachimsthal, Anwendung der Differential- und Integralrechnung auf die allgemeine Theorie der Flächen und der Linien doppelter Krümmung, herausg. von Natani, Leipzig 1890. — [12] Fuhrmann, A., Naturwiſſenſchaftliche Anwendungen der Integralrechnung, 2. Aufl., Berlin 1903. — [13] Derſ., Bauwiſſenſchaftliche Anwendungen der Integralrechnung, Berlin 1903. — [14] Meyer, F. W., Integralrechnung, Leipzig 1905. — [15] Lejeune-Dirichlet,, Vorleſungen über die Lehre von den einfachen u. mehrfachen beſtimmten Integralen, Braunſchweig 1904. *Wölffing.*

Integralſchrauben, ſ. Mikrometerſchrauben.

Integraltafeln, eine Sammlung von Integralformeln. Empfehlenswerte ſind:

[1] Schlömilch, Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, 2. Teil, 3. Aufl., Leipzig 1882. — [2] (Für unbeſtimmte Integrale) Minding, F., Sammlung von Integraltafeln, Berlin 1849. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[3] (Für bestimmte Integrale), Bierens de Haan, Tables d'intégrales définies, Amsterdam 1858 bis 1867. — [4] Kiepert, Tabelle der wichtigsten Formeln aus der Integralrechnung, Hannover 1903. — [5] Petit Bois, G., Tafeln unbestimmter Integrale, Leipzig 1906. *Wölffing.*

Integraph, ein Instrument, welches zur mechanischen Ausführung der Integrationen dient, zu einer gezeichneten Kurve $y = f(x)$ die zugehörige Integralkurve $Y = \int f(x)\,dx + C$ zeichnet und den Inhalt gezeichneter Flächenumrisse mißt.

Um das kinematische Prinzip abzuleiten, auf welchem der Integraph beruht, nehmen wir an, es sei in Fig. 1 in bezug auf die rechtwinkligen Koordinatenachsen OX, OY die durch eine Gleichung $y = f(x)$ gegebene Kurve k gezeichnet; ferner sei in bezug auf die rechtwinkligen Koordinatenachsen ΩX, $\Omega Y'$ für eine angenommene Längeneinheit FD die zugehörige Integralkurve $\varkappa$, deren Gleichung, weil wir jene Konstante $C = o$ annehmen, $Y = \int f(x)\,dx$ ist. Die Abszisse OD, die Ordinate DP und das Stück OP der vom Koordinatenanfang O ausgehenden Kurve k begrenzen ein Flächenstück ODP. Die zu der Abszisse $\Omega\Delta = OD = x$ gehörende Ordinate $\Delta\Pi = Y$ der Integralkurve $\varkappa$, die von dem Koordinatenanfang Ω ausgeht, stellt den Inhalt dieses Flächenstücks im Quadratmaß der angenommenen Längeneinheit FD dar. Bezeichnen wir den Winkel DFP mit Θ, und differentiieren wir die Gleichung der Integralkurve, so folgt $\frac{dY}{dx} = f(x) = y = DP = \operatorname{tg}\Theta$. Demnach bildet die Tangente $\Pi\tau$ in Punkt Π an der Integralkurve $\varkappa$ mit der Abszissenaxe ΩX den Winkel Θ, und es ist diese Tangente parallel FP.

Ein Integraph, der durch einen Schreibstift im Punkt Π die Integralkurve $\varkappa$ beschreiben soll, wenn ein Stift im Punkt P auf der Kurve k geführt wird, muß so eingerichtet sein, daß bei der Bewegung des Punktes P auf der Kurve k der Abstand $D\Delta$ der beiden auf der Abszissenachse senkrechten Geraden DP, $\Delta\Pi$ sowie die Einheitsstrecke DF konstant bleibt und daß ferner der in der Geraden $\Delta\Pi$ bleibende Punkt Π sich immer in der Richtung bewegt, die parallel zu der veränderlichen Geraden FP ist. In Fig. 2 ist ein Integraph

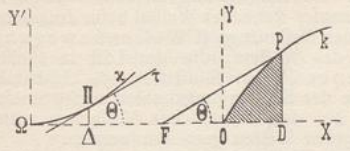


Fig. 1.

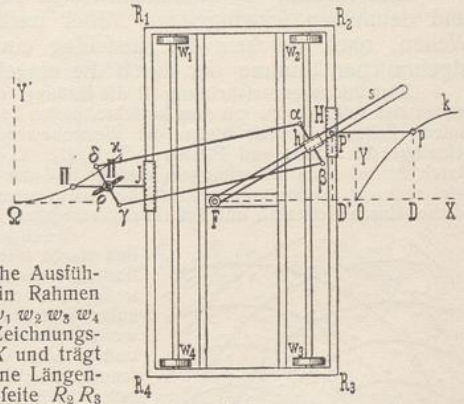


Fig. 2.

schematisch gezeichnet, durch dessen praktische Ausführung diese Bedingungen erfüllt werden. Ein Rahmen $R_1R_2R_3R_4$ mit den vier geriffelten Walzen $w_1\,w_2\,w_3\,w_4$ bewegt sich als Wagen auf der horizontalen Zeichnungsebene in der Richtung der Abszissenachse OX und trägt den Zapfen F, durch den die angenommene Längeneinheit FD' bestimmt ist; auf der Rahmenseite R_2R_3 gleitet eine Hülse H, die einen Zapfen P' und einen mit einem Führungsstift P versehenen Arm trägt. Eine um den Zapfen F drehbare Schiene s ist mit einem Längsschlitz versehen, in welchem der Zapfen P' gleitet, und auf dieser Schiene s befindet sich eine bewegliche Hülse h, die zwei gleiche, zur Schiene s senkrechte Arme $h\alpha$, $h\beta$ besitzt. Ferner gleitet auf der Rahmenseite R_1R_4 eine Hülse J mit einem Arm $J\Pi$, der im Π einen Schreibstift und in Π' eine vertikale Achse trägt. Diese vertikale Achse ist mit einem gleicharmigen Hebel $\gamma\Pi'\delta$ fest verbunden und trägt unten in einer Zarge die zu $\gamma\delta$ parallele Achse einer scharfrandigen Integrierrolle ϱ. Diese Integrierrolle berührt die Zeichnungsebene unter dem Punkt Π'. Es ist $\gamma\delta$ gleich und parallel $\alpha\beta$, und jenes Glied $\alpha h\beta$ ist durch zwei gleich lange parallele Stangen $\alpha\delta$, $\beta\gamma$ mit dem gleicharmigen Hebel gelenkig verbunden, so daß $\alpha\beta\gamma\delta$ ein Gelenkparallelogramm bilden. Wird nun der Stift P auf der gezeichneten Kurve k geführt, so bewegt sich der Wagen in der Richtung OX, die Hülse H gleitet auf R_2R_3 und die Zapfenmitte P' bewegt sich auf einer zu k kongruenten Kurve, die gegen k in der Richtung XO parallel verschoben ist. Demnach bildet die Schiene Fs mit OX jenen Winkel Θ, weil die Strecke FD' gleich der Längeneinheit und $D'P' = DP = y$ ist. Durch das Gelenkparallelogramm $\alpha\beta\gamma\delta$ wird die Achse der Integrierrolle ϱ fenkrecht zur Schiene Fs und die Integrierrolle ϱ parallel zu dieser Schiene gestellt. Der Berührungspunkt der scharfrandigen Integrierrolle ϱ auf der Zeichnungsebene, resp. der Punkt Π', durchläuft, während der Führungsstift P auf der Kurve k bewegt wird, die entsprechende Integralkurve, und der Schreibstift Π zeichnet die Integralkurve $\varkappa$, welche gegen die vom Punkte Π' beschriebene in der Richtung $X\Omega$ um die Strecke $\Pi'\Pi$ parallel verschoben ist; denn die Hülse J gleitet auf dem bewegten Wagen längs R_1R_4 und die Integrierrolle ϱ bewegt sich, vermittelst des Gelenkparallelogrammes $\alpha\beta\gamma\delta$, in der zu FP' parallelen veränderlichen Richtung. Die Integraphen wurden zuerst von Abdank-Abakanowicz in verschiedenen Gestaltungen angegeben [1].

Bei der von G. Coradi in Zürich ausgeführten praktischen Anordnung des in Fig. 2 schematisch gezeichneten Integraphen ist zur Verminderung der Reibung die Hülse J durch ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auf zwei Rollen in einer Rille längs $R_1 R_4$ bewegliches Glied erſetzt; ferner iſt $R_1 R_4$ mit einer Teilung verſehen, auf der die Verſchiebung des Gliedes J bezw. der Inhalt einer mit dem Stift P umfahrenen Fläche abgeleſen werden kann; der Zapfen F iſt auf einer Querleiſte, die eine Teilung trägt, verſtellbar, um eventuell die Längeneinheit verſchieden zu wählen.

Literatur: [1] Abdank-Abakanowicz, Br., Les Integraphes, Paris 1886; ferner „Die Integraphen", deutſch bearbeitet von E. Bitterli, Leipzig 1889. *Burmeſter.*

Integrierender Faktor, ſ. Differentialgleichungen, Bd. 2, S. 759.

Intenſität. Die Intenſität gerichteter (geometriſcher) Größen, wie Verſchiebungen, Geſchwindigkeiten, Beſchleunigungen, Kräfte u. ſ. w., iſt der von der Richtung unabhängige Teil derſelben, z. B. die Länge der Verſchiebung, die Größe der Geſchwindigkeit u. ſ. w. *Finſterwalder.*

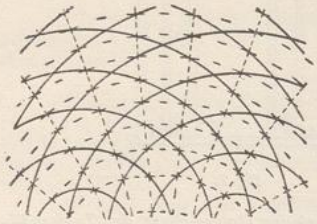
Intenſität einer Kraft iſt die Stärke der Kraft im Gegenſatz zur Richtung derſelben. Sie iſt proportional dem Produkt aus der bewegten Maſſe und der Größe der ihr erteilten Beſchleunigung. Die Intenſität einer Momentankraft (Stoßkraft, Impuls) iſt dem Produkt aus Maſſe und Größe der ihr erteilten Geſchwindigkeit oder Geſchwindigkeitsänderung proportional.

Abſolutes Maß der Intenſität einer Kraft (oder Momentankraft) iſt ihr Verhältnis zur Intenſität jener Kraft, die der Maſſe von 1 cbcm Waſſer die Beſchleunigung (oder Geſchwindigkeit) von 1 cm in 1 Sekunde erteilt. Die Einheit des techniſchen Kräftemaßes iſt das Gewicht von 1 kg; dementſprechend iſt die Maſſe eines Körpers im techniſchen Maßſyſtem gleich ſeinem Gewicht dividiert durch die Beſchleunigung g der Schwerkraft. *Finſterwalder.*

Intercolumnium, der Zwiſchenraum zwiſchen zwei Säulen im Lichten gemeſſen.

Interferenz, das Zuſammenwirken verſchiedener Wellenbewegungen in ein und demſelben ſchwingenden Mittel nach dem Geſetz der Superpoſition der Wellen, nach welchem der Ausſchlag eines ſchwingenden Punktes gleich der algebraiſchen Summe der durch die einzelnen Wellen erzeugten Ausſchläge iſt.

Eine Interferenzerſcheinung iſt die Bildung ſogenannter ſtehender Wellen beim Zuſammentreffen des reflektierten mit dem fortſchreitenden Teil eines Wellenzugs (ſ. Wellenbewegung). Solche ſtehende Wellen bieten die Wellenbewegung des Waſſers, die der Luft in Pfeifen, ſchwingenden Saiten und Platten (ſ. Schall). O. Wiener [4] hat ſelbſt ſtehende Lichtwellen durch Reflexion an Silberſpiegeln erzeugt und die Lage der Schwingungsknoten nachgewieſen, wie auch die Wellenlängen elektriſcher Schwingungen bei den Hertzſchen Verſuchen mittels ſolcher durch Reflexion und Interferenz erzeugten ſtehenden Wellen gemeſſen werden.



Gleichgerichtete Wellenzüge gleicher Länge werden ſich durch Interferenz zu einer fortſchreitenden Welle verſtärken, wenn ſie mit gleichen Schwingungsphaſen zuſammentreffen, ſich ſchwächen oder vernichten bei entgegengeſetzten zuſammentreffenden Phaſen. Das zeigen Verſuche mit Schallwellen innerhalb in ungleiche Aeſte ſich verzweigenden und wieder vereinigenden Röhren. Sich ſchief durchſchneidende Wellenzüge erzeugen ebenfalls ſtehende Wellen mit Schwingungsknoten und Schwingungsbäuchen. Zwei gleichzeitig ins Waſſer geworfene Steine bilden an der Oberfläche zwei Syſteme von Kreiswellen, durch deren Interferenz (vgl. die Figur) ſich zwei orthogonale Syſteme von Ellipſen und Hyperbeln als Knotenlinien ausbilden, durch welche die Waſſeroberfläche in ſtehend auf- und abſchwankende Maſchen mit je entgegengeſetzten Phaſen benachbarter Vierecke geteilt wird.

In ähnlicher Weiſe erzeugen bei dem Interferenzverſuch Fresnel die von zwei parallelen Lichtſpalten ausgehenden Lichtwellen ein Syſtem divergierender hyperboliſcher Knotenebenen, die bei genügender Entfernung von den Lichtquellen ſo weit auseinander treten, daß ihre Entfernung mit der Lupe gemeſſen werden kann (ſ. Fresnels Spiegelverſuch; weiteres in [1]—[3]).

Die Farben dünner Blättchen durchſichtiger Subſtanzen ſind Interferenzerſcheinungen. Das an der vorderen und hinteren Fläche eines dünnen Blättchens reflektierte weiße Licht, welches parallel einfallende Strahlen erzeugt, bildet nach der Reflexion zwei interferierende Wellenſyſteme, deren eines gegen das andre um einen Phaſenunterſchied verſpätet iſt, deſſen Betrag vom Einfallswinkel, von der Blättchendicke, von dem Brechungsvermögen des Blättchens und beſonders von der Wellenlänge λ abhängt. Bei unendlich dünnen Blättchen beträgt er doch noch $\frac{1}{2}\lambda$, weil bei einer der beiden Reflexionen eine Phaſenumkehr ſtattfindet. Blättchen, deren Dicke unter $\frac{1}{4}\lambda$ liegt, erſcheinen daher im reflektierten homogenen Lichte ſchwarz (im durchgehenden hell), an keilförmigen Blättchen mit wachſender Dicke leicht zu beobachten, zuerſt hell, wenn die ganze Wegdifferenz der zwei Syſteme von Wellen $\frac{1}{2}\lambda$ beträgt, dann dunkel bei der Wegdifferenz λ u. ſ. w. Da der Abſtand der hellen und dunkeln Streifen des Keils von λ abhängt, ſo decken ſich die durch verſchiedene Wellenlängen weißen Lichtes gebildeten Streifen nur an der Kante des Keils und verbinden ſich zu um ſo mannigfaltiger gemiſchtem Licht, je dicker die betrachtete Stelle des Keils iſt. Man erkennt ſo, daß nur dünne Blättchen farbig erſcheinen und die Farben um ſo geſättigter ſind, je dünner die Blättchen. Newton hat ſich in ſehr einfacher Weiſe ein keilförmiges Blättchen gebildet, indem er eine ſchwach

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

konvexe Linſe auf eine ebene Glasplatte legte. Die zwiſchen beiden Gläſern enthaltene Luftſchicht bildet ein von dem Berührungspunkte aus zuerſt langſam, dann raſcher ſich verdickendes Blättchen, welches die Newtonſchen Farbenringe zeigt. Beobachtungen bei homogenem Licht laſſen aus dem Radius und der Ordnungszahl eines Rings und dem Krümmungsradius der Linſe die Lichtwellenlänge berechnen. Ueber weitere Interferenzerſcheinungen ſ. Licht, Zirkularpolariſation, über Schallwelleninterferenz ſ. [5]

Literatur: [1] Arago, Remarques sur l'influence mutuelle etc., Ann. de chim. et de phys., 2. Aufl., Bd. 1, S. 133, 1816. — [2] Quincke, G., Ueber die verſchiedenen Methoden, Lichtſtrahlen interferieren zu laſſen, Poggend. Ann., Bd. 132, S. 29, 1867. — [3] Weber, H. F., Die wahre Theorie der Fresnelſchen Interferenzerſcheinungen, Wiedem. Ann., Bd. 8, S. 407, 1879. — [4] Wiener, O., Stehende Lichtwellen und Schwingungsrichtung des polariſierten Lichts, Wiedem. Ann., Bd. 40, S. 103, 1890. — [5] Frick-Lehmann, Phyſikaliſche Technik, 7. Aufl., Braunſchweig 1905, I, S. 1500.

Aug. Schmidt.

Interferenzmechanismus, ein Mechanismus, durch welchen vermittelſt zweier ſchwingenden Bewegungen eine geradlinig ſchwingende Bewegung erzeugt wird. Da das Zuſammenwirken zweier Wellen Interferenz genannt wird, ſo hat Redtenbacher [1] dieſe Benennung auch auf dieſen Mechanismus angewendet.

In Fig. 1 iſt ein Interferenzmechanismus ſchematiſch dargeſtellt. Zwei ineinander greifende Zahnräder $\Phi\varphi$, $\Lambda\lambda$, welche ſich um die feſten Achſen Φ, Λ drehen, ſind bezw. mit den Kurbeln ΦF, ΛL verſehen. In einer feſten Hülſe m befindet ſich eine bewegliche Stange Cc, mit welcher ein um die bewegliche Achſe C ſchwingender zweiarmiger Hebel AB verbunden iſt; und ferner iſt dieſer Hebel durch die Schubſtangen AF, BL bezw. mit den Kurbeln ΦF, ΛL gelenkig verbunden. Durch die Drehung der Zahnräder werden die Punkte A, B in kurvenförmig ſchwingende Bewegungen verſetzt, und dieſe Bewegungen erzeugen interferierend eine geradlinig ſchwingende Bewegung des Punktes C. Dieſe reſultierende Bewegung iſt bedingt durch das Ueberſetzungsverhältnis der beiden Zahnräder und der Stellung der Kurbeln zueinander. In der durch Fig. 1 gegebenen Anordnung, bei welcher das Ueberſetzungsverhältnis der Zahnräder $\Phi\varphi$, $\Lambda\lambda$ gleich 1 : 2 iſt, wurde der Interferenzmechanismus von Hummel bei der Fünffarbenperrotine angewendet [2].

In andrer Geſtaltung iſt der Interferenzmechanismus in Fig. 2 ſchematiſch dargeſtellt. Die Uebertragung der Drehung von dem einen Zahnrade $\Phi\varphi$ auf das andre Zahnrad $\Lambda\lambda$ wird durch ein Doppelrad $\Delta\delta$, deſſen feſte Achſe Δ iſt, bewirkt. Der Kurbelzapfen F gleitet in einer Querſchleife der Stange Aa, die ſich in der feſten Hülſe f bewegt, und ebenſo gleitet der Kurbelzapfen L in einer Querſchleife der Stange Bb, die ſich in der feſten Hülſe b bewegt. Die Zapfen A, B dieſer Stangen gleiten in den Schleifen einer um die bewegliche Achſe C ſchwingenden Stange h, deren Achſe C ſich auf der in der feſten Hülſe m verſchiebbaren Stange c befindet. Durch dieſe Anordnung wird eine geradlinige ſchwingende Bewegung des Punktes C bewirkt, und ein in C angebrachter Schreibſtift zeichnet auf einem ſenkrecht zur Stange c proportional der Raddrehung bewegten Kartonſtreifen eine Wellenlinie. Dieſe Wellenlinie wird demnach durch Interferenz zweier anderen Wellenlinien erzeugt [3], welche der Punkt C beſchreiben würde, wenn derſelbe einerſeits bei ruhendem B durch A, anderſeits bei ruhendem A durch B allein bewegt wird.

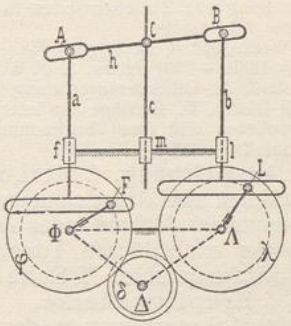


Fig. 2.

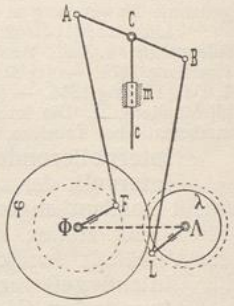


Fig. 1.

Literatur: [1] Redtenbacher, Die Bewegungsmechanismen, Mannheim 1857, S. 13. — [2] Herrmann, Aus der Maſchinenhalle der Wiener Weltausſtellung, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Bd. 18, S. 609, 1874. — [3] Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 541.

Burmeſter.

Interglazialzeit, ſ. Diluvium.

Internationale Erdmeſſung, ſ. Erde, Bd. 3, S. 484.

Internationaler Eiſenbahntransport, ſ. Eiſenbahnverkehr, Zentralamt für den Internationalen Eiſenbahntransport.

Internationaler Wagenverband, ſ. Eiſenbahnbetrieb X.

Internationales Uebereinkommen über den Eiſenbahnfrachtverkehr, ſ. Eiſenbahnbetrieb II., Eiſenbahnverkehr I., III.; über die techniſche Einheit, ſ. Eiſenbahnbetrieb II.; über zollſichere Einrichtung der Eiſenbahnwagen ſ. Eiſenbahnbetrieb II., Eiſenbahnwagen.

Interner Verkehr, im Eiſenbahnweſen, ſ. Eiſenbahnverkehr.

Interpolation, die Berechnung von Zwiſchenwerten einer Funktion, wenn für eine endliche Anzahl von Werten des Arguments die zugehörigen Funktionswerte gegeben ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bilden die zu den $m+1$ gegebenen Funktionswerten $u_0 u_1 \dots u_m$ gehörigen Argumente $x_0 x_1 \dots x_m$ eine arithmetiſche Reihe, ſo daß $x_n = x_0 + n d$ iſt, ſo bildet man von der Reihe $u_0 u_1 \dots u_m$ die Differenzreihen und bedient ſich der Newtonſchen Interpolationsformel $u_n = u_0 + \binom{n}{1} \Delta u_0 + \binom{n}{2} \Delta^2 u_0 + \dots + \Delta_n u_0$. Dieſe Formel liefert genau die gegebenen Funktionswerte für $n = 1 \dots m$; ſie liefert genähert die Funktionswerte für andre Werte von n. Für gebrochene und negative n geht ſie in eine unendliche Reihe über: $u_n = u_0 + \binom{n}{1} \Delta u_0 + \dots$ in infinitium. Die Binomialkoeffizienten werden in dieſer Reihe (zumal für gebrochene n) als Interpolationskoeffizienten bezeichnet. Werte von ſolchen ſind in [3] berechnet. In andrer Bezeichnung macht man nach dem Vorgang von Encke [2] von dieſer Reihe in der Aſtronomie Gebrauch, wobei man den Ausgangspunkt der Differenzen in die Mitte der gegebenen Funktionswerte verlegt. Bilden die Argumente $x_0 \dots x_m$ keine arithmetiſche Reihe, ſo bedient man ſich zur Interpolation der Lagrangeſchen Formel:

$$u = f(x) = u_0 \frac{(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_m)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)\dots(x_0-x_m)} + u_1,$$

$$\frac{(x-x_0)(x-x_2)\dots(x_1-x_m)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)\dots(x_1-x_m)} + \dots + u_m \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{m-1})}{(x_m-x_0)(x_m-x_1)\dots(x_m-x_{m-1})}.$$

Auch dieſe Reihe liefert die Funktionswerte genau für die Argumente $x_0 x_1 \dots x_m$; für andre Argumente iſt der Fehler am kleinſten, je näher der Wert u in der Mitte der gegebenen $u_0 \dots u_m$ liegt. Sind ferner $x_0 \dots x_m$ die Wurzeln einer Gleichung $(m+1)$ Grades $F(x) = 0$, ſo kann man auch ſchreiben:

$$f(x) = \frac{u_0}{F(x_0)} \frac{F(x)}{x-x_0} + \frac{u_1}{F(x_1)} \frac{F(x)}{(x-x_1)} + \dots + \frac{u_m}{F(x_m)} \frac{F(x)}{x-x_m}.$$

Soll die Funktion $f(x)$ als periodiſche Reihe dargeſtellt werden, ſo hat man

$$f(x) = u = u_0 \frac{\sin\frac{1}{2}(x-x_1)\sin\frac{1}{2}(x-x_2)\dots\sin\frac{1}{2}(x-x_m)}{\sin\frac{1}{2}(x_0-x_1)\sin\frac{1}{2}(x_0-x_2)\dots\sin\frac{1}{2}(x_0-x_m)} + \dots$$

zu ſetzen. Die Interpolation dient zur Berechnung von Logarithmen- und andern Tafeln, im kleinen auch bei der Auffuchung von Zwiſchenwerten in ſolchen Tafeln. Ferner findet ſie ausgedehnte Anwendung in der Aſtronomie.

Literatur: [1] Gauß, Werke, Bd. 3, Göttingen 1866. — [2] Brünnow, Lehrb. der ſphäriſchen Aſtronomie, 4. Aufl., Berlin 1880. — [3] Peters, C. F. W., Aſtronomiſche Tafeln und Formeln, Hamburg 1871. — [4] Markoff, A., Differenzenrechnung, deutſch von Frieſendorff und Prümm, 1. Teil, Leipzig 1896. — [5] Dieſtel, F., Beiträge zur Interpolationsrechnung, Göttingen 1890. — [6] Mauderli, S., Die Interpolation und ihre Verwendung bei der Benutzung und Herſtellung mathematiſcher Tabellen, Solothurn 1906. *Wölffing.*

Interpolierende Ausgleichung, ſ. Methode der kleinſten Quadrate.

Intervall, der zwiſchen zwei Aufzeichnungen oder Beobachtungen liegende (meiſt konſtant angenommene) Abſtand oder Zeitraum; in der Muſik das Verhältnis der Höhen zweier muſikaliſchen Töne, mathematiſch gemeſſen durch das Verhältnis der Schwingungszahlen (ſ. Schall). *Aug. Schmidt.*

Intruſivgeſteine, ſ. Eruptivgeſteine.

Inundation (Ueberſchwemmung), das Uebertreten von Waſſer aus den Flüſſen über die Ufer der letzteren infolge von Hochwaſſerſtänden oder Eisverſetzungen, Dammbrüchen, Treibzeuganhäufungen vor Brücken u. ſ. w.

Die Inundation iſt entweder eine durch beſondere Kataſtrophen eintretende unerwünſchte, ſofern die Flüſſe durch Regulierung ſo geſtaltet ſind, daß ihr Bett und das mit Dämmen abgeſchloſſene Vorland die größten Hochwaſſer aufzunehmen vermögen, alſo ein Schutz des angrenzenden Binnenlandes beabſichtigt war, oder eine erwünſchte, wenn die Schutzdämme nur für den normalen Sommerhochwaſſerſtand erbaut wurden, dagegen die Winterhochwaſſer zu Schlammablagerungen über dem jenſeits der Dämme liegenden Talboden behufs Melioration desſelben (Bd. 1, S. 763, Bd. 3, S. 464; vgl. a. Kolmation) Verwendung finden ſollen.

Inundationsbrücken, ſ. v. w. Flutbrücken (ſ. d.).

Inundationsgebiet, die Fläche, auf welcher die Ueberſchwemmung ausgebreitet erſcheint; auch der am Flußufer ſich hinziehende Bodenſtreifen, das Vorland, welches von einem Damme, Deiche (ſ. d.) begrenzt wird und dem Hochwaſſer ein größeres Abflußgebiet zu gewähren hat.

Inundationsgrenze (Ueberſchwemmungsgrenze), die Linie, bis zu welcher ſich die Ueberſchwemmung ausdehnt.

Invalidenhaus, ein vom Staate nach Art der Kaſernen errichtetes Gebäude zur Unterkunft von alten gedienten Kriegern und ſolchen, welche durch Wunden und Strapazen erwerbsunfähig geworden ſind.

In der baulichen Anordnung zählt es zu den Gebäuden der Altersverſorgung (ſ. Hoſpital). Doch iſt bei ſonſtiger Einfachheit ein glänzender Mittelpunkt zu ſchaffen, wie Waffenmuſeum, Ruhmeshalle, Kirche mit Gruftanlage u. dergl. Schon im Altertume ſorgte der Staat für die Krieger, welche dem Vaterlande ihre Geſundheit geopfert hatten. Im Mittelalter dienten hierfür die Klöſter oder die geiſtlichen Ritterorden. Seit Einführung der ſtehenden Heere erhalten die Invaliden Gnadengeſchenke und Aufnahme in beſonderen Gebäuden. Ludwig XIV. erbaute zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Paris das große Invalidenhotel [1]; es folgten Preußen und Oeſterreich; England für ſeine Matroſen u. ſ. w. In neueſter Zeit huldigt man einem Syſteme der Unterbringung in Familienwohnungen, ähnlich wie bei den Waiſenkindern; eine Art der Verſorgung, welche als beſſer und behaglicher für die Pfleglinge erkannt iſt.

Literatur: [1] L'Hôtel Royal des Invalides à Paris, par H. Manſart. — [2] Klaſen, L., Grundrißvorbilder. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884, S. 456. *Weinbrenner.*

Invalidenverſicherung, Teil der Arbeiterverſicherung (Bd. 1, S. 275), durch Geſetz vom 22. Juni 1889 (in revidierter Faſſung als Invalidenverſicherungsgeſetz vom 13. Juli 1899 [2] erlaſſen) im Deutſchen Reiche eingeführt, bezweckt Sicherſtellung der Arbeiter gegen die nachteiligen wirtſchaftlichen Folgen der Invalidität und des hohen Alters durch Gewährung einer Invaliden- oder Altersrente.

Verſicherungspflichtig ſind alle über 16 Jahre alten Lohnarbeiter in ſämtlichen Berufszweigen, einſchließlich der Lehrlinge und Dienſtboten; ferner Betriebsbeamte, Handlungsgehilfen und -lehrlinge, Angeſtellte, Lehrer und Erzieher, deren Jahresarbeitsverdienſt 2000 ℳ nicht überſteigt. Durch Bundesratsbeſchluß iſt die geſetzlich zugelaſſene Ausdehnung der Verſicherungspflicht auf die Hausgewerbetreibenden der Tabakfabrikation und einen großen Teil der Textilinduſtrie erfolgt. Für gewiſſe Fälle finden Befreiungen und Ausnahmen vom Verſicherungszwange ſtatt; auch freiwillige Selbſt- oder Weiterverſicherung kann unter Umſtänden eintreten; 1906 waren etwa 14000000 Perſonen verſichert [1].

Die Invalidenrente wird im Falle der Invalidität, d. h. wenn die Erwerbsfähigkeit des Verſicherten durch Krankheit oder Gebrechen dauernd auf weniger als ein Drittel derjenigen eines Normalarbeiters derſelben Art herabgeſetzt iſt, nach Vollendung einer Wartezeit gewährt; ſie beſteht aus einem Grundbetrag, der nach fünf Lohnklaſſen (Jahresarbeitsverdienſt bis zu 350 ℳ, 350—550 ℳ, 550—850 ℳ, 850—1150 ℳ und über 1150 ℳ) abgeſtuft jährlich 60, 70, 80, 90 und 100 ℳ beträgt; ferner aus einem Reichszuſchuß von 50 ℳ und einem nach der Zahl der Wochen, für welche der Verſicherte Beiträge aufzuweiſen hat, ſich ſteigernden Betrag (3, 6, 8, 10 und 12 ₰ in den fünf Lohnklaſſen für jede einzelne Beitragswoche). Die Rente wird als „Krankenrente" im Anſchluß an die Leiſtungen der Krankenverſicherung (ſ. d.) auch an nicht dauernd Erwerbsunfähige gezahlt, wenn ſie länger als ein halbes Jahr invalide ſind. Ohne Rückſicht auf das Vorhandenſein von Erwerbsunfähigkeit erhält jeder Verſicherte, der das 70. Lebensjahr vollendet und für mindeſtens 1200 Wochen Beiträge aufzuweiſen hat, eine jährliche Altersrente, die aus dem Reichszuſchuß von 50 ℳ und einem nach den fünf Lohnklaſſen abgeſtuften Betrag von 60, 90, 120, 150 und 180 ℳ beſteht. In gewiſſen Fällen, z. B. bei Verheiratung weiblicher Verſicherter, beſteht Anſpruch auf Rückerſtattung eines Teils der geleiſteten Beiträge. Die Zahl der Anfang 1906 laufenden Invalidenrenten betrug 780762, der Krankenrenten 20141 und der Altersrenten 134080; die Geſamtſumme der Entſchädigungen betrug 1905 etwa 160000000 ℳ [1].

Die Aufbringung der Mittel erfolgt, abgeſehen vom Reichszuſchuß, auf dem Wege der Kapitaldeckung durch feſte, nach den genannten fünf Lohnklaſſen abgeſtufte Beiträge (gegenwärtig wöchentlich 14, 20, 24, 30 und 36 ₰), die in der Regel durch Einkleben und Entwerten von Marken in eine Quittungskarte entrichtet werden, vereinzelt auch durch Einziehen der Beiträge durch örtliche Hebeſtellen, Krankenkaſſen oder Gemeindebehörden. Arbeitgeber und Arbeitnehmer haben dieſe Beträge je zur Hälfte zu leiſten; ausnahmsweiſe, z. B. bei der freiwilligen Verſicherung, trägt der Arbeitnehmer die ganze Laſt. Im Jahre 1905 betrug die Geſamteinnahme aus Beiträgen 161000000 ℳ. Die Durchführung der Verſicherung geſchieht durch 31 territoriale Verſicherungsanſtalten und 9 beſondere Kaſſeneinrichtungen, letztere für die Großbetriebe der Eiſenbahn- und Bergbauverwaltungen. Die Aufſicht erfolgt durch das Reichs-Verſicherungsamt und die Landes-Verſicherungsämter, welche auch die letzte Inſtanz in Streitfällen zwiſchen den Verſicherten und den Vorſtänden der Verſicherungsanſtalten bilden. Segensreiche Wirkſamkeit entfalten viele der genannten Verſicherungsträger auf dem Gebiete der Krankheitsverhütung und Krankheitsheilung, [3] und [4]. Von 1891 bis 1905 ſind mehr als 70000000 ℳ für Heilbehandlungszwecke, 365000000 ℳ in Form von Kapitalanlagen für den Bau von Kranken-, Geneſungshäuſern, Volksheilſtätten, Volksbädern, Arbeiterwohnungen und andern der Hebung der Volksgeſundheit dienenden Anlagen hergegeben worden [1].

Literatur: [1] Amtliche Nachrichten des Reichs-Verſicherungsamts 1889—1906, Berlin. — [2] Ilſenbart, W., und Spielhagen, W., Das Invalidenverſicherungsgeſetz vom 13. Juli 1899, 2. Aufl., Berlin 1903. — [3] Statiſtik der Urſachen der Erwerbsunfähigkeit, Beihefte zu [1], 1898 u. 1903. — [4] Statiſtik der Heilbehandlung der Verſicherten, Beihefte zu [1], 1902, 1903, 1905, 1906. *K. Hartmann.*

Invariantentheorie, die Lehre von den Eigenſchaften der algebraiſchen Formen (ſ. Form), insbeſondere von den durch lineare Transformation (ſ. Transformation) nicht zerſtörbaren. Geht eine Form f durch lineare Transformation der Veränderlichen in F über, ſo heißt Invariante eine ſolche Funktion der Koeffizienten von f, die bei Erſetzung dieſer Koeffizienten durch diejenigen von F ſich nur um einen konſtanten Faktor, nämlich um die μte Potenz der Transformationsdeterminante ändert; μ heißt das Gewicht der Invariante. Kommen in einer Invariante auch die Veränderlichen vor, ſo heißt dieſelbe Kovariante.

Beiſpiel: Zu den Formen $f_0 = a_{11} x_1^2 + 2 a_{12} x_1 x_2 + a_{22} x_2^2$ und $f_1 = a_{11}' x_1^2 + 2 a_{12}' x_1 x_2 + a'_{22} x_2^2$ gehören die Invarianten $A_{00} = a_{11} a_{22} - a_{12}^2$; $A_{01} = a_{11} a_{22}' - 2 a_{12} a_{12}' + a_{22} a_{11}'$; $A_{11} = a_{11}' a_{22}' - a_{12}'^2$ und die Kovariante $B_{01} = (a_{11} a_{12}' - a_{12} a_{11}') x_1^2 + (a_{11} a_{22}' - a_{22} a_{11}') x_1 x_2 + (a_{12} a_{22}' - a_{22} a_{12}') x_2^2$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Geometrische Deutung. Die binären Formen stellen, gleich Null gesetzt, Gleichungen von Punktsystemen auf einer Geraden dar (z. B. sind $f_0 = 0$ und $f_1 = 0$ Punktpaare). Der linearen Transformation entspricht die projektivische Verwandtschaft (oder auch die Aenderung des projektivischen Koordinatensystems). Durch Nullsetzen der Invarianten erhält man Bedingungen für projektivische Eigenschaften der Punktsysteme, durch Nullsetzen der Kovarianten Gleichungen von solchen Punktsystemen, die in bezug auf die gegebenen projektivische Eigenschaften besitzen. $A_{00} = 0$ ist die Bedingung, daß die zwei Punkte $f_0 = 0$ zusammenfallen, $A_{01} = 0$ die Bedingung, daß die beiden Paare $f_0 = 0$ und $f_1 = 0$ sich harmonisch trennen; $B_{01} = 0$ ist die Gleichung eines Punktepaars, das zu beiden Paaren harmonisch liegt, oder das Doppelpunktepaar der von beiden bestimmten Involution. Die Formen werden symbolisch als Potenzen von linearen Formen $a_1 x_1 + a_2 x_2 = a_x$ aufgefaßt; alsdann sind die Invarianten Produkte oder ganze rationale Funktionen von Klammerfaktoren vom Typus $(a_1 a_2' - a_2 a_1') = (a\,a')$, während bei den Kovarianten noch Linearfaktoren vom Typus a_x hinzutreten. Ist eine Invariante von höherem Grad in den Koeffizienten einer Form, so muß sie mittels des Aronholdschen Prozesses auf eine solche zurückgeführt werden, die linear von mehreren Formen abhängt (z. B. $2A_{00}$ auf A_{01}). Im symbolischen Ausdruck einer solchen Form treten dann mehrere Symbole auf, die sich auf dieselbe Form beziehen und durch Buchstaben unterschieden werden $(a, b, c \ldots)$, während Symbole von verschiedenen Formen durch Striche unterschieden werden $(a, a', a'' \ldots)$. Symbolisch ist $f_0 = a_x^2$; $f_1 = a_x'^2$; $A_{00} = (a\,b)^2$; $A_{01} = (a\,a')^2$; $A_{11} = (a'\,b')^2$; $B_{01} = (a\,a')\,a_x\,a'_x$. Die symbolische Bezeichnung und Rechnung (mittels Identitäten) dient zur Vereinfachung der Rechnungsarbeit, die zur Ermittlung der Eigenschaften und gegenseitigen Beziehungen der Invarianten erforderlich ist.

Unter den Prozessen, die zur Bildung von Invarianten führen, ist zu nennen der Faltungsprozeß, der in der Verwandlung zweier Linearfaktoren $a_x a'_x$ in einen Klammerfaktor $(a\,a')$ besteht $[(a\,a')\,a_x a'_x;\ (a\,a')^3]$. Durch Faltungen von Produkten von Formen oder Kovarianten entstehen Ueberschiebungen. Die erste Ueberschiebung zweier Formen heißt Funktionaldeterminante derselben, die zweite einer Form über sich selbst Hessesche Form. Zwei Formen $n$ter Ordnung, deren $n$te Ueberschiebung Null ist, heißen apolar. Der Polarenprozeß besteht in der teilweisen Einführung neuer Veränderlicher in die Linearfaktoren; aus a_x^3 wird so $a_x^2 a_y$; $a_x a_y^2$; $a_x a_y a_z$. Eine Invariante irgend welcher Form $f, f', f'' \ldots$, die sich bei Ersetzung dieser durch lineare Kombination derselben $\lambda f + \lambda' f' + \lambda'' f'' + \ldots$ nur um einen konstanten Faktor ändert, heißt Kombinante. Zu denselben gehören die Resultanten (s. d.); mit diesen stehen ferner die Diskriminanten (s. d.) in Beziehung.

Ist i eine Invariante der Form n-Ordnung $a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_n$, so genügt sie den vier Differentialgleichungen:

$$0 = a_0 \frac{\partial i}{\partial a_1} + 2a_1 \frac{\partial i}{\partial a_2} + \ldots + n a_{n-1} \frac{\partial i}{\partial a_n};\quad 0 = n a_1 \frac{\partial i}{\partial a_0} + (n-1)\, a_2 \frac{\partial i}{\partial a_1} + \ldots + a_n \frac{\partial i}{\partial a_{n-1}};$$

$$a_1 \frac{\partial i}{\partial a_1} + 2a_2 \frac{\partial i}{da_2} + \ldots + n a_n \frac{\partial i}{\partial a_n} = \mu i;\quad n a_0 \frac{\partial i}{\partial a_0} + (n-1)\, a_1 \frac{\partial i}{\partial a_1} + \ldots + a_{n-1} \frac{\partial i}{\partial a_{n-1}} = \mu i.$$

Reziprozitätsgesetz: Eine Form n-Ordnung besitzt ebenso viele unabhängige Invarianten vom Grad g in ihren Koeffizienten, wie eine Form g-Ordnung solche vom Grad n in den Koeffizienten. Die Gesamtheit aller derjenigen zu einer Form f gehörigen Invarianten und Kovarianten, von denen keine sich als rationale ganze Funktion der übrigen ausdrücken läßt, heißt das vollständige Formensystem von f. Eine Form $(2n-1)$-Ordnung läßt sich immer in kanonischer Form, d. h. als Summe der $(2n-1)$ten Potenzen von n linearen Formen (den Faktoren der Kanonizante) darstellen, während bei einer Form $2n$ter Ordnung eine Invariante, die Katalektikante, verschwinden muß, damit erstere als Summe der $2n$ten Potenzen von n linearen Formen darstellbar ist. Bei der sogenannten typischen Darstellung der Formen, Invarianten und Kovarianten werden die Veränderlichen nicht allgemein angenommen, sondern sie stehen bereits in einer gewissen Beziehung zur gegebenen Form. Bei einer Form fünfter Ordnung können z. B. zwei Kovarianten erster Ordnung als Veränderliche dienen.

Die tertiären Formen werden symbolisch als Potenzen linearer Formen $a_x = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3$ aufgefaßt. Alsdann bauen sich die Invarianten aus Klammerfaktoren vom Typus $\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_1' & a_2' & a_3' \\ a_1'' & a_2'' & a_3'' \end{vmatrix} = (a\,a'\,a'')$ auf; bei den Kovarianten kommen noch Linearfaktoren a_x hinzu. Gleich Null gesetzt, geben die ternären Formen Gleichungen von algebraischen Kurven (als Punktgebilde), die Invarianten projektivische Eigenschaften derselben; die Kovarianten liefern Kurven mit projektivischen Eigenschaften in bezug auf die gegebenen.

Als Kontravarianten bezeichnet man solche Invarianten, in welchen Linienkoordinaten, d. h. Determinanten von zwei Veränderlichenreihen: $u_1 : u_2 : u_3 = \begin{Vmatrix} x_1 x_2 x_3 \\ y_1 y_2 y_3 \end{Vmatrix}$, vorkommen (ist z. B. $a_{11} x_1^2 + \ldots = 0$ ein Kegelschnitt in Punktkoordinaten, so liefert die Kontravariante $(a_{22} a_{33} - a_{23}^2)$ $u_1^2 + \ldots = 0$ denselben Kegelschnitt in Linienkoordinaten). Zwischenformen sind Invarianten mit Veränderlichen beider Kategorien; sie liefern, gleich Null gesetzt, projektivische Verwandtschaften zwischen Punkten, Geraden und Kurven in der Ebene. Die Invariantentheorie der quaternären Formen liefert die projektivischen Eigenschaften der Flächen im Raum.

Literatur: Von den genannten Werken dient [1] zur Einführung; [2] und [3] sind besonders zum Studium zu empfehlen; [7] ist für Vorgerücktere bestimmt; [8] bietet eine Vorbereitung für geometrische Anwendungen, die in [2] am meisten berücksichtigt sind. — [1] Klempt, Lehrbuch zur Einführung in die moderne Algebra, Leipzig 1880. — [2] Clebsch, A., Vorlesungen über Geometrie, herausgegeben von Lindemann, Leipzig 1876, Bd. 1, 2. Abteilung. — [3] Ders., Theorie der binären algebraischen Formen, Leipzig 1871. — [4] Gordan, P., Vorlesungen über Invarianten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

theorie, herausgegeben von Kerſchenſteiner, Bd. 2, Binäre Formen, Leipzig 1887. — [5] Salmon, G., Vorleſungen über die Algebra der linearen Transformationen, deutſch von Fiedler, Leipzig 1877, 2. Aufl. — [6] Faà di Bruno, Einleitung in die Theorie der binären Formen, deutſch von Th. Walter, Leipzig 1881. — [7] Study, E., Methoden zur Theorie der ternären Formen, Leipzig 1889. — [8] Muth, P., Grundlagen f. d. geometr. Anwendung der Invariantentheorie, Leipzig 1895. *Wölffing.*

Inverſion, in der Mathematik, das Auftreten eines höheren Elements vor einem niederen (alſo eine Umkehrung der natürlichen Reihenfolge beider) in einer Permutation, z. B. *acbd* ſtatt *abcd*. *Wölffing.*

Inverſion, in der Chemie, ſ. Invertzucker.

Invertin iſt das in Waſſer lösliche ungeformte Ferment oder Enzym (ſ. Fermente), welches im Hefepilz entſteht und ſeinen Namen von ſeiner Fähigkeit hat, den Rohrzucker zu „invertieren", d. h. in gleich molekulare Mengen Trauben- und Fruchtzucker, den ſogenannten Invertzucker (ſ. d.), umzuwandeln.

Das Invertin iſt alſo für die geiſtige Gärung ebenſo wichtig wie die Diaſtaſe (ſ. d.) und ſpielt beim Zucker dieſelbe Rolle wie jene bei der Stärke, indem es den durch Hefe nicht unmittelbar gärfähigen Zucker unter Waſſeraufnahme in zwei Zuckerarten ſpaltet (hydrolyſiert), welche nunmehr durch Hefe zu Alkohol vergoren werden können (ſ. a. Gärung). Es iſt ein weißes Pulver, welches mit Waſſer eine beim Schütteln ſchäumende klare Löſung liefert. Kocht man mit Salzſäure, ſo entſteht Mannoſe. Das Invertin wird durch 6ſtündiges Erhitzen von lufttrockener gepulverter Preßhefe auf 100—105° C., Ausziehen der Maſſe mit Waſſer und Ausfällen des klaren wäſſerigen Auszuges mit dem 5—6fachen Volumen Alkohol dargeſtellt. *Bujard.*

Invertzucker. Rohrzucker $C_{12}H_{22}O_{11}$ wird bei der Einwirkung von verdünnten Säuren oder durch das Enzym des Hefepilzes, das Invertin (ſ. d.), unter Waſſeraufnahme in Traubenzucker und Fruchtzucker geſpalten:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = \underset{\substack{\text{Traubenzucker}\\ +\text{ drehend}}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\substack{\text{Fruchtzucker}\\ -\text{ drehend.}}}{C_6H_{12}O_6}.$$

Rohrzucker und Traubenzucker drehen die Ebene des polariſierten Lichtes nach rechts, Fruchtzucker dagegen nach links, und zwar ſtärker als die gleich molekulare Menge Traubenzucker ſie nach rechts dreht. Infolgedeſſen wird durch die Spaltung die vorher rechtsdrehende Rohrzuckerlöſung in eine linksdrehende Zuckerlöſung umgewandelt. Dieſe unter Waſſeraufnahme erfolgende Spaltung wird Hydrolyſe und ſpeziell Inverſion genannt, wenn gleichzeitig damit die Drehung optiſch aktiver Subſtanzen in die entgegengeſetzte umgewandelt wird. Der rechtsdrehende Rohrzucker wird alſo durch verdünnte Säuren oder Invertin invertiert, und das reſultierende linksdrehende gleich molekulare Gemenge von Trauben- und Fruchtzucker heißt Invertzucker. Der Invertzucker iſt durch Hefe vergärbar (ſ. a. Kohlehydrate und Zucker).

Involution iſt allgemein die Anordnung der Punkte einer Punktreihe (der Strahlen, Ebenen, Kurven u. ſ. w. eines Büſchels) in Syſteme von je n Punkten derart, daß jeder Punkt nur zu einem Syſtem gehört. Die Punktinvolutionen werden auf Geraden durch Kurven- oder Flächenbüſchel ausgeſchnitten. Sie heißen höhere Involutionen, wenn $n > 2$ iſt. *Wölffing.*

Werden zwei projektive Punktreihen ſo aufeinander gelegt, daß die nicht entſprechenden Endpunkte entſprechend gleicher Strecken, z. B. $\overline{ab}$ und $\overline{cd}$ (Fig. 1), zur Deckung gelangen, ſo entſteht hierdurch auf der Geraden ein Punktſyſtem: eine Involution von Punkten, eine involutoriſche Punktreihe oder ein involutoriſches gerades Gebilde genannt.

Dem unendlich fernen Punkte des Trägers der Involution entſpricht ein beſtimmter Punkt, der Mittelpunkt der Involution. Die entſprechenden Endpunkte entſprechend gleicher Strecken bilden je ein zuſammengehöriges oder konjugiertes Punktpaar der Involution. Man bezeichnet zuſammengehörige Punkte zweckmäßig mit den gleichen Buchſtaben und verſieht den einen Buchſtaben mit einem Index, z. B. aa_1, bb_1 u. ſ. w. (Fig. 2). Durch zwei konjugierte Punktpaare iſt die Involution vollſtändig beſtimmt. Es gibt eine ungleichlaufende oder hyperboliſche und eine gleichlaufende oder elliptiſche Involution; im erſten Falle iſt die durch ein konjugiertes Punktpaar gebildete Strecke durch die übrigen Punktpaare nicht getrennt, im letzteren Falle findet eine ſolche Trennung ſtatt; eine hyperboliſche Involution beſitzt ſtets zwei Doppelpunkte, bei einer elliptiſchen Involution ſind Doppelpunkte nicht vorhanden.

Fig. 1.

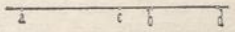
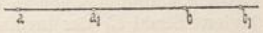


Fig. 2.



Für eine Involution von Punkten gilt für jedes konjugierte Punktpaar aa_1, bb_1 u. ſ. w., wenn m den Mittelpunkt der Involution bezeichnet, die Beziehung: $\overline{ma} \cdot \overline{ma_1} = \overline{mb} \cdot \overline{mb_1} = \text{const} = k^2$. Für den Fall des Vorhandenſeins von Doppelpunkten g und h erhält man $\overline{ma} \cdot \overline{ma_1} = \overline{mg} \cdot \overline{mg_1} = \overline{mg}^2 = \overline{mh} \cdot \overline{mh_1} = \overline{mh}^2 = k^2$, woraus folgt, daß die Doppelpunkte mit jedem konjugierten Punktpaar der Involution je vier harmoniſche Punkte bilden. Es unterliegt keiner Schwierigkeit, beliebig viele Punktpaare einer Involution zu konſtruieren, ſobald zwei Punktpaare derſelben gegeben ſind. Legt man nämlich durch die Punkte aa_1 bezw. bb_1 (Fig. 3) zwei Kreiſe, die ſich in den Punkten o und p ſchneiden, ſo liefert jeder weitere durch o und p gehende Kreis auf dem Träger der Involution ein konjugiertes Punktpaar derſelben, denn es findet ja die Beziehung ſtatt: $\overline{ma} \cdot \overline{ma_1} = \overline{mb} \cdot \overline{mb_1} = \overline{mc} \cdot \overline{mc_1} = \text{const} = mq^2$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Liegen die Punkte o und p auf derſelben Seite von A, ſo liegt der Punkt m auf der Verlängerung von $o\,p$ und unter den Kreiſen von $o\,p$ ſind zwei Kreiſe vorhanden, welche A in den Punkten g und h, den Doppelpunkten der Involution, berühren. Ihr Abſtand von m iſt gleich der Strecke $m\,q$. Liegen aber die Punkte o und p auf verſchiedenen Seiten von A, ſo ſind keine den Träger

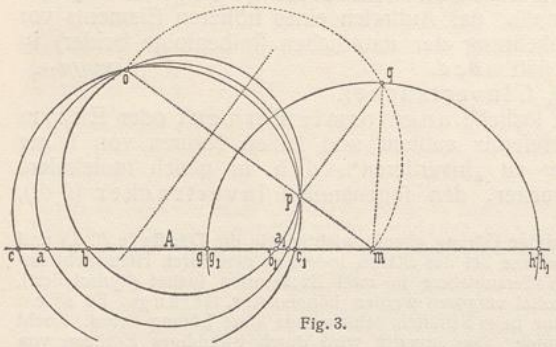


Fig. 3.

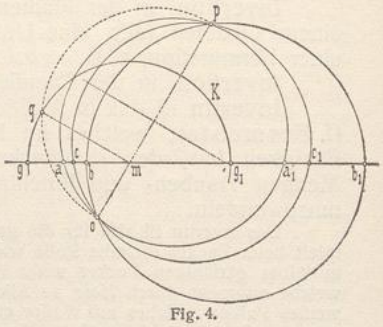


Fig. 4.

berührenden Kreiſe durch o und p und demnach auch keine Doppelpunkte der Involution möglich; dagegen gibt es ein konjugiertes Punktpaar $g\,g_1$, das ſymmetriſch zum Mittelpunkt m liegt und von dem Kreiſe K (Fig. 4) auf dem Träger der Involution ausgeſchnitten wird. — Verbindet man die Punkte einer Involution mit einem beliebigen außerhalb des Trägers der Involution gewählten Punkte, ſo entſteht eine Involution von Strahlen oder eine Strahleninvolution, die je nach der zugrunde gelegten Punktinvolution zwei Doppelſtrahlen beſitzen oder ohne ſolche Doppelſtrahlen ſein kann; im erſten Falle heißt ſie eine hyperboliſche, im zweiten Falle eine elliptiſche Strahleninvolution. Der genannte Punkt außerhalb des Trägers kann ſo gewählt werden, daß a) im Falle der elliptiſchen Involution die konjugierten Strahlen aufeinander ſenkrecht ſtehen; b) im Fall der hyperboliſchen Involution die Doppelſtrahlen aufeinander ſenkrecht ſtehen und den Winkel bezw. Außenwinkel je zweier konjugierten halbieren.

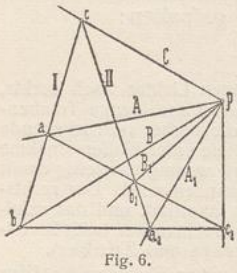


Fig. 6.

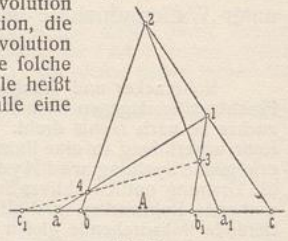
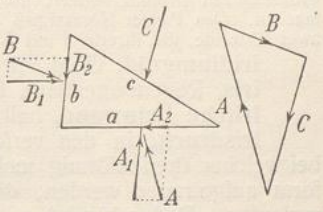


Fig. 5.

Sowohl für eine Punkt- wie für eine Strahleninvolution läßt ſich in einfacher Weiſe linear zu einem gegebenen Punkte bezw. Strahle der konjugierte Punkt bezw. Strahl konſtruieren, wenn die Involution durch zwei konjugierte Elementenpaare gegeben iſt. Bei der Punktinvolution beruht die Konſtruktion auf dem Satze, daß die drei Paar Gegenſeiten eines vollſtändigen Viereckes von irgend einer Geraden nach Punktpaaren einer Involution getroffen werden; bei der Strahleninvolution liegt der Satz zugrunde, daß die Verbindungslinien eines beliebigen Punktes mit den Gegenecken eines vollſtändigen Vierſeits drei Strahlenpaare einer Involution liefern. Es ergeben ſich folgende lineare Konſtruktionen: Iſt c (Fig. 5) ein Punkt einer Punktinvolution $a\,a_1$, $b\,b_1$, ſo zieht man durch c eine willkürliche Gerade, wählt auf ihr die Punkte 1 und 2 beliebig und verbindet dieſe mit den gegebenen Punktpaaren $a\,a_1$ und $b\,b_1$. Die Verbindungslinie $1\,b_1$ und $2\,a_1$, ebenſo $1\,a$ und $2\,b$ liefern die Punkte 3 und 4 ſo, daß die Linie 3 4 den dem Punkte c konjugierten Punkt c_1 auf A ausſchneidet. Iſt entſprechend C (Fig. 6) ein Strahl der Strahleninvolution $A\,A_1$, $B\,B_1$, ſo wählt man auf C einen beliebigen Punkt c und zieht durch ihn die Strahlen I und II, welche die Strahlenpaare $A\,A_1$ und $B\,B_1$ in den Punkten $a\,a_1$ und $b\,b_1$ ſo treffen, daß die Verbindungslinien $a\,b_1$ und $a_1\,b$ ſich in einem Punkte c_1 ſchneiden, durch welchen der dem Strahle C konjugierte Strahl C_1 der Involution hindurchgeht. Jeder Kegelſchnittbüſchel, ebenſo jeder Flächenbüſchel II. Ordnung erzeugt auf jeder Geraden eine Involution. *Vonderlinn.*

Involution der Schnitt- und Kraftrichtungen. Wird ein feſter Körper von äußeren Kräften in Anſpruch genommen, ſo entſtehen im Innern des Körpers Spannungen und auf jede im Innern des Körpers gedachte Schnittfläche wirkt eine Kraft von beſtimmter Richtung und Größe. Iſt die Schnittfläche unendlich klein, ſo läßt ſich ſtets annehmen, die auf ſie einwirkende Spannung ſei gleichförmig verteilt und ihre Mittelkraft gehe durch den Schwerpunkt der Fläche. Die auf die Flächeneinheit treffende Spannung wird häufig „ſpezifiſche Spannung“ genannt. Im allgemeinen führt die Unterſuchung dieſer inneren Kräfte zu einer räumlichen Aufgabe; ſind jedoch parallele Schnittflächen vorhanden, auf die keine oder bloß normale Kräfte einwirken, ſo läßt ſich die Aufgabe auf die Ebene beſchränken. In dieſem Falle ergibt ſich folgendes: Es ſeien $A\,B\,C$ die Kräfte, die auf ein unendlich kleines, dreieckiges Element $a\,b\,c$ einwirken, und $A_1\,A_2\,B_1\,B_2$ die Kräfte, die man erhält, wenn man A und B parallel zu a und b zerlegt. Da von den fünf Kräften drei durch die Mitte von c gehen, ſo muß auch die Mittelkraft der zwei übrigen durch dieſen Punkt gehen. Folglich verhält ſich $A_2 : B_2 = a : b$. Stehen a und b aufeinander ſenkrecht, ſo ſind $A_2 : a$ und $B_2 : b$ die in a und b wirkenden ſpezifiſchen

Schubſpannungen; folglich: die in zwei aufeinander ſenkrechten Schnitten wirkenden ſpezifiſchen Schubſpannungen ſind einander gleich. Wird $A_2 = 0$, ſo verſchwindet auch B_2; folglich: läuft A parallel zu b, ſo läuft auch B parallel zu a; die Schnittrichtungen a und b ſind einander vertauſchbar zugewieſen (konjugierte Richtungen). — Hält man die Seite a feſt und läßt b ſich verlängern, ſo daß die Seite c ſich um ihren rechten Endpunkt dreht, ſo bleibt im Kräftedreieck A feſt und die Kraft C dreht ſich um ihren unteren Endpunkt. Da hierbei die Kraft B der Länge b proportional bleibt, ſo projizieren die Seite c und die Kraft C ähnliche Punktreihen. Schnitt- und Kraftrichtung ſind alſo zueinander projektiviſch und — da ſie einander vertauſchbar zugewieſen ſind — zugleich involutoriſch. Da jedes involutoriſche Strahlenbüſchel zwei rechtwinklig aufeinander ſtehende Strahlen (Hauptſtrahlen) beſitzt, ſo folgt, daß es ſtets zwei aufeinander ſenkrechte Schnitte gibt, auf welche nur ſenkrechte (Zug- oder Druck-) Spannungen wirken (Hauptſchnitte, Hauptſpannungen). Hat die Involution keine reellen Doppelſtrahlen (elliptiſche Involution), ſo wird der Stoff in allen Schnitten in gleichem Sinne, entweder auf Zug oder auf Druck, in Anſpruch genommen; Schnitte, welche nur ſcherend in Anſpruch genommen werden, gibt es nicht. Hat die Involution reelle Doppelſtrahlen (hyperboliſche Involution), ſo ſind die beiden Hauptſpannungen ungleichen Zeichens und die Doppelſtrahlen trennen die Schnitte, in denen der Stoff auf Zug in Anſpruch genommen wird, von denjenigen, in welchen er auf Druck beanſprucht wird; Schnitte in der Richtung der Doppelſtrahlen werden nur ſcherend in Anſpruch genommen. — Analoge Sätze ergeben ſich, wenn man die Betrachtung auf den Raum überträgt.



Literatur: Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867—68; Culmann, Die graphiſche Statik, 2. Aufl., Zürich 1875; Ritter, W., Anwendungen der graphiſchen Statik, 1. Teil, Zürich 1888. *Mörſch.*

Inwieken, ſ. Moorkultur.

Ionen, Ioniſation, ſ. Diſſoziation und Elektrolyſe.

Ionentheorie. Säuren, Baſen, Salze ſind ſogenannte Elektrolyte, das ſind ſolche Verbindungen, die durch den galvaniſchen Strom die Moleküle ſpalten und in elektropoſitive und in elektronegative Teilchen zerlegt werden. Dieſe Teilchen nennt man Ionen.

Ob eine ſolche Spaltung vollkommen iſt oder teilweiſe erfolgt, hängt unter anderm von der Konzentration der Löſung ab. Die Ionentheorie (oder auch Diſſoziationstheorie) lehrt auf Grund von osmotiſchen Verſuchen und der Leitfähigkeit der Elektrolyte, daß auch ſchon in wäſſerigen Löſungen obiger chemiſcher Verbindungen eine ſolche Spaltung ſtattfindet. Die elektropoſitiven Teilchen nennt man die Kationen, die elektronegativen die Anionen. Chlorwaſſerſtoff in ſehr verdünnter wäſſeriger Löſung zerfällt z. B. in poſitive *H*-Ionen und in negative *Cl*-Ionen, *NaOH* in *Na*- und *OH*-Ionen, Chlornatrium in *Na*- und *Cl*-Ionen. Je mehr eine Säure oder Baſe in wäſſeriger Löſung diſſoziiert, deſto ſtärker iſt die betreffende Baſe oder Säure. Die Diſſoziationstheorie ermöglicht eine andre Definition für Baſen und Säuren zu geben als die bekannte. Die Säuren ſind hiernach ſolche Körper, welche in wäſſeriger Löſung *H*-Ionen liefern, Baſen ſolche, welche *OH*-Ionen liefern, und die Reaktionen zwiſchen Säuren, Baſen und Salzen in wäſſeriger Löſung ſind faſt immer Reaktionen zwiſchen ihren Ionen. Zum Beiſpiel eine Löſung, welche freie *H*-Ionen (d. i. eine Säure) enthält, gibt mit einer Löſung mit freien *OH*-Ionen eine Salzlöſung, wie es folgende Formel zeigt: $H \cdot Cl' + NaOH' = Na \cdot Cl' + H \cdot OH'$. Die poſitiven Ionen bezeichnet man mit dem +-, die negativen mit dem —-Zeichen, aber auch, wie in obiger Formel angegeben, mit einem Punkt bezw. mit einem Strich. Weiteres ſ. unter Diſſoziation. *Bujard.*

Ioniſche Bauweiſe entſtand in den reichen griechiſchen Kolonien Kleinaſiens unter dem Einfluß der hochentwickelten Kultur Aſſyriens.

Die durch reichen Schmuck und ſchlanke Verhältniſſe ſich auszeichnende Formbehandlung fand ihren glänzendſten Ausdruck in den großen und berühmten Tempeln zu Samos, Epheſos und Milet, von wo aus ſie ſpäter auch in Griechenland und Rom als ioniſche Ordnung Aufnahme und Verbreitung fand. Vgl. Säulenordnung.

Literatur: Handbuch der Architektur, II. Teil, Bd. 1. Baukunſt der Griechen von J. Durm, Darmſtadt 1881, wo weitere Literaturquellen angegeben ſind. *Weinbrenner.*

Ipſer Tiegel, ſ. Tonwaren.

Ir, in der Chemie Zeichen für Iridium.

Irdenwaren, eine in vielen Gegenden übliche Bezeichnung für aus Ton hergeſtellte gewöhnliche Koch- und Speiſegeſchirre; ſ. Tonwaren.

Iridium, ein dem Platin naheſtehendes, ſtets größere oder geringere Mengen desſelben enthaltendes Metall.

Kriſtalliſiert regulär. Silberweiß, gelblich angelaufen. Uneben und hakig brechend, wenig dehnbar. Metallglänzend. Härte 6—7; ſpez. Gew. 21,57—23,46. Sehr ſchwer ſchmelzbar und vor dem Lötrohr unveränderlich. In Säuren ſcheinbar unlöslich. Schmilzt indeſſen mit Salpeter zuſammen. Wird meiſt mit Platin zuſammen gefunden (Ural, Braſilien). Selten und daher untergeordnete Verwendung in der Porzellanmalerei zu grauen und ſchwarzen Farben,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

häufiger zur Herſtellung von Spitzen goldener Schreibfedern, von Ziehplatten zum Drahtziehen, als Schneiden für feine Wagen, zu Nadeln der Aerzte u. ſ. w.

Literatur: Dudley, Eiſenztg. 1889, Nr. 16 u. 17. *Leppla.*

Iridium *Ir* (Atomgew. 192,5, ſpez. Gew. 22,4), graues, hartes Metall der Platingruppe; Schmelzpunkt höher als der des Platins, ca. 2500° C.

Es findet ſich in Begleitung mit den übrigen Platinmetallen als ſeltenſtes Element dieſer Gruppe ſtets gediegen. Die Platingerätſchaften für chemiſche Zwecke werden mit kleinen Prozentſätzen Iridium legiert, um ſie noch widerſtandsfähiger gegen chemiſche Einflüſſe zu machen. Das Pariſer Normalmaß beſteht aus 90% Platin und 10% Iridium. Iridium bildet zwei Chloride, die ihrerſeits mit Alkalichloriden Doppelſalze geben. *Bujard.*

Iridiumgold, Gold mit 0,1% Iridium.

Iris, Regenbogenhaut, ſ. Auge; in der Mineralogie, ſ. Quarz.

Iriſche Leinwand, halbbaumwollene Leinwand.

Irisdruck, in den verſchiedenen graphiſchen Techniken geübte Methode, bei welcher ſtreifenförmig mehrere Farben nebeneinander zugleich auf die Druckform aufgetragen werden, die an den Berührungsſtellen allmählich ineinander verlaufen. Dadurch wird mit einem Abdrucke ein mehrfarbiges Bild erhalten.

Der Irisdruck wird zur Wiedergabe von farbigen Spektren, dann bei Reproduktionen landſchaftlicher Sujets benutzt, um z. B. die Farben des Himmels, eines Waldes in der Mitte und eines Sees im Vordergrunde anzudeuten; ferner bei Banknotenuntergründen zur Erſchwerung des Fälſchens (vgl. Orloffdruck), als Unterlage bei verſchiedenen photographiſchen Kopierprozeſſen, und ſchließlich bei Reklamedruckſorten, die damit ein regenbogenartiges Farbengepränge erhalten. — Häufig dienen beſondere Einrichtungen zur Erleichterung beim Durchführen des Irisdrucks, wie teilbare Farbwalzen (ſogenannte Irisreiber), Regulierbarkeit der axialen Verſchiebung der Farbehauptzylinder u. ſ. w. *A. W. Unger.*

Irisglas, zuerſt 1872 durch Zahn in Ungarn hergeſtelltes durchſichtiges, gefärbtes oder ungefärbtes, in Regenbogenfarben ſchimmerndes Glas. Man erhält dasſelbe durch Ueberfangen von gewöhnlichem Glas mit einer dünnen Schicht von goldhaltigem Wismutfluß.

Iriſieren, eine farbige Lichterſcheinung, zumeiſt bei durchſichtigen und leicht ſpaltenden Mineralien, kommt dadurch zuſtande, daß weißes Licht durch das Vorhandenſein von mit Luft erfüllten Haarriſſen und feinen Spalten zwiſchen dünnen Lamellen des Minerals zur Interferenz gebracht wird. Es entſtehen konzentriſche, regenbogenfarbige Zonen. *Leppla.*

Iriſierende Metalloberflächen. Regenbogenfarben auf Metall werden auf galvaniſchem Wege hergeſtellt, indem man den zu färbenden Gegenſtand mit dem poſitiven Pol einer galvaniſchen Batterie verbindet, in eine Löſung von Bleioxydnatron taucht und als Anode einen Platindraht benutzt. Die eingetauchten Gegenſtände überziehen ſich ſofort mit den verſchiedenartigſten Farben, die von der mehr oder weniger dicken Schicht des ſich niederſchlagenden Bleioxyds herrühren. Statt Bleilöſung kann auch eine Löſung von Eiſenoxydulammoniak angewendet werden. *Andés.*

Irisöl oder Veilchenwurzelöl, das durch Dampfdeſtillation aus dem Rhizom von Iris florentina *L.* gewonnene ätheriſche Oel, iſt bei gewöhnlicher Temperatur von ziemlich feſter, butter- oder wachsartiger Konſiſtenz und beſteht aus einem ſtarren, geruchloſen Körper, Mynitinſäure, und einem flüſſigen, veilchenartig riechenden Oel, Iron ($C_{13}H_{20}O$). Es findet Verwendung in der Parfümerie.

Literatur: Gildemeiſter u. Hoffmann, Die ätheriſchen Oele, Berlin 1899. *Deite.*

Irispapier, ein in der Buntpapierfabrikation erzeugtes, mit verſchiedenfarbigen parallelen, auch gewellten Streifen bedecktes und daher eine dem Iriſieren ähnliche Wirkung hervorbringendes Papier; ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 403. *Kraft.*

Iron bricks, bis zur Sinterung gebrannte Ziegelſteine oder Tonplatten, die aus einem eiſenreichen, rotbrennenden Ton hergeſtellt ſind. Durch Anwendung eines reduzierenden Feuers kurz vor Schluß des Brandes erhalten die Iron bricks auf den Außenſeiten, ſeltener auch im Innern, eine dunkelbraune bis blauſchwarze Farbe (ſ. Pflaſterklinker). *K. Dümmler.*

Iron wood, ſ. Nutzhölzer.

Irradiation, eine optiſche Täuſchung, durch welche helle Bilder auf dunkelm Grunde größer erſcheinen als ſie ſind.

Eine in gleichgroße ſchwarze und weiße Quadrate eingeteilte Fläche läßt letztere über erſtere etwas übergreifend erſcheinen. Die Urſache iſt eine Ausdehnung des Netzhautreizes

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

über den Umfang des auf ihr entworfenen Bildes hinaus. Die Irradiation wirkt besonders störend bei der Beobachtung der Planetenvorübergänge vor der Sonne; sie erschwert die Feststellung der Kontaktzeiten. *Aug. Schmidt.*

Irrational, Bezeichnung für mehrdeutige algebraische Funktionen.

Irreduktibel, s. Mathematik.

Irrenhaus (Irrenanstalt), Gebäude zu geordneter Irrenpflege, bei welchen zweierlei Arten zu unterscheiden sind: 1. zur Genesung heilbarer Kranken; 2. zu dauernder Unterbringung und angemessener Beschäftigung Unheilbarer. Diesem Zweck wird um so mehr entsprochen werden, je weniger die Anstalt durch Anlage und Bauart die Freiheit der Bewegung beschränkt, durch ihre Einrichtung dem Kranken das Gefühl der persönlichen Freiheit beläßt und dadurch dessen Los möglichst erträglich gestaltet.

Es findet eine Trennung nach den Geschlechtern sowie nach dem Grade des Irreseins nach Stand und Bildungsstufe des Kranken statt. Hiernach ergeben sich folgende Krankenabteilungen: a) Ruhige und Halbruhige, b) Unruhige, c) Unreinliche, d) Gelähmte, e) Epileptische, f) körperlich Leidende, g) Arbeitende. Nach der Statistik kommen von jedem Geschlecht auf 100 Kranke:

	Männer:	Frauen:
a) Ruhige, alte und kranke	15	20
" arbeitsunfähige	35	30
b) Unruhige	20	23
c) Unreinliche	10	10
d) Epileptische	12	9
e) mit besonderer Ueberwachung	8	8

Hiervon sind 10% tobsüchtig, 5% vorübergehend krank, 25% epileptisch, blödsinnig, gelähmt.

Die allgemeine Anordnung sowie die technischen und konstruktiven Einrichtungen sind solchen der Krankenhäuser (s. d.) ähnlich. Die Gebäudeanlagen haben dieselben Wandlungen erfahren wie letztere, von geschlossenen Klosterbauten welche hierfür vielfach nutzbar gemacht wurden, bis zu den Einzelbauten in Block- oder Pavillonform, der Cottageform oder der Arbeiterkolonie. Die größeren neuen Anstalten bestehen aus mehr oder weniger nahe zusammengelegten oder verbundenen Einzelgebäuden, welche die in der Mitte liegenden Verwaltungs- und Wirtschaftsgebäude umgeben.

Die Lage der Anstalt muß sorgfältig gewählt, gesund und hochgelegen sein, tunlichst in mäßiger Entfernung einer größeren Stadt oder einer Bahnstation. Die Größe der Anstalt gehe nicht über 4—600 Kranke (auf 1000 Einwohner werde 1 Kranker berechnet). An Flächengehalt des Geländes für 100 Kranke = 5—9 ha. An Baufläche für 1 Kranken 35—50 qm.

Die Krankenabteilungen zerfallen in: 1. Wohn- und Speisezimmer im Erdgeschoß mit direktem Ausgang nach Hof oder Garten; 2. Schlafräume im oberen Stockwerk. Große breite Gänge dienen zu Aufenthalt und Bewegung bei schlechtem Wetter. Vergitterte Tobzellen sind nicht erwünscht. Es genügen heitere Zimmer von wohnlichem Eindruck, mit glatten Wänden, ohne alles Mobiliar, Fenster mit zolldicken Gläsern in eisernem Rahmen, feste Türen, nach außen aufschlagend. Für Unreinliche erfordern die Abtrittanlagen besondere Sorgfalt; sie sind mit Entleerung und Entlüftung von außen her zu versehen. Die allgemeinen Bäder (nahe der Waschküche) enthalten auf 100 Kranke eine Badewanne, daneben Ruhezimmer u. s. w. Den arbeitenden Kranken ist Beschäftigung im Handwerk, am besten im Freien oder in luftigen Räumen, im Feld- oder Gartenbau zuzuweisen. — Um die Gebäude, Höfe und Spaziergärten ist eine Abschlußmauer zu errichten, jedoch als Ahamauer (s. d.), um den Kranken die Aussicht ins Freie nicht zu entziehen.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 2, S. 424 ff. — [2] Handbuch der Architektur, Darmstadt, 4. Teil, 5. Halbbd., S. 1 ff. mit zahlreichen Literaturangaben. — [3] Zeitschr. für Bauwesen, Berlin, Jahrg. 54, 69 ff. — [4] Deutsche Bauztg., Jahrg. 78, 81, 82 ff. — [5] Klasen, L., Grundrißvorbilder. *Weinbrenner.*

Irrgang, Irrweg oder Labyrinth (s. d.), ein Bauwerk mit verschlungenen Gängen, so daß ein Uneingeweihter sich schwer herausfindet.

Ifanomalen, Linien, die auf der Erdoberfläche die Orte mit gleicher thermischer Anomalie verbinden, womit man nach Dove insbesondere den Unterschied zwischen der Temperatur eines Ortes und der mittleren Temperatur seines Breitenkreises bezeichnet.

Sie geben ein sehr anschauliches Bild von dem Einfluß, den Wasser und Land auf die ungleiche Verteilung der Wärme auf der Erdoberfläche ausüben — Jahres- und Monatsifanomalen. Die ersten Ifanomalenkarten konstruierte Dove [1], spätere, auf den Doveschen Zahlen im wesentlichen basiert, Teifferenc de Bort (1878). Neuere, auf neues Beobachtungsmaterial gestützte Karten veröffentlichten Spitaler [2] unter Zugrundlegung des Atlas der Meteorologie von Hann und Batcheler [3] unter Benutzung der Isothermen von Buchan im Report on atmospheric circulation. Die Ifanomalen stimmen in ihrem Verlauf nahe überein mit dem der Isobaren nach den Untersuchungen von Teifferenc de Bort [4] und Wild [5] (1882).

Literatur: [1] Dove, Die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde, dargestellt durch Isothermen und Ifanomalen, Berlin 1852. — [2] Spitaler, Ueber die Temperaturanomalien auf der Erdoberfläche, Petermanns geographische Mitteilungen 1887; Ueber die Temperaturanomalien auf der Erdoberfläche im Januar und Juli, ebend. 1889. — [3] Batcheler, A new

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

series of isanomalous temperature charts, based on Buchan's isothermal charts, American meteorological Journal 1894. — [4] Teiſſerenc de Bort, Etude sur la distribution relative des températures et des pressions moyennes, Annales du Bureau central mét. de France, Mét. gén., année 1879, Paris 1879. — [5] Wild, Ueber die Beziehungen zwiſchen Iſobaren und Iſanomalen, Bulletin de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg, Bd. 11. *Großmann.*

Ifenit, f. v. w. Hornblende-Andeſit, ſ. Andeſit.

Ifentropiſche Zuſtandsänderung, ſ. Adiabatiſche Zuſtandsänderung, Entropie, Gaſe, Dampf, geſättigter und überhitzter.

Iferin, f. v. w. Titaneiſenerz (ſ. d.).

Iſobaren, Linien, die auf der Erdoberfläche die Orte mit gleichem auf 0° und Meeresniveau reduzierten Luftdrucke verbinden.

Während den Jahres- und Monatsiſobaren entſprechende Mittelwerte zugrunde liegen, geben die Iſobaren der heutigen Wetterkarten die im Einzelfall ſtatthabende Luftdruckverteilung, durch die Wind und Wetter bedingt ſind und die, im Zuſammenhang mit der jüngſt vorangegangenen, die Grundlage für die moderne Wetterprognoſe abgibt. In Europa werden den Iſobaren der ſynoptiſchen Wetterkarten neuerdings meiſt auch auf Normalſchwere in 45° Breite reduzierte Luftdruckwerte zugrunde gelegt. — Für die Klimatologie beſitzen die Jahres- und Monatsiſobaren eine hervorragende Bedeutung, indem ſie implizite die Richtung und Herkunft der Winde und damit die Temperaturverhältniſſe zur Darſtellung bringen, bezw. beurteilen laſſen. Bezüglich des Verhältniſſes der Iſobaren zu den Temperaturiſanomalen vgl. Iſanomalen. — Die erſten Iſobarenkarten für die Erde wurden von Buchan [1] 1859 konſtruiert, für das Jahr und die zwölf Monate; ſpätere lieferten Woeikoff [2], Hann [3] und aus neuerer Zeit wieder Buchan [4]; von den für einzelne Gebiete bearbeiteten Iſobarenkarten ſeien zumal die von Hann [5] für Mittel- und Südeuropa bearbeiteten Iſobarenkarten hervorgehoben. — Eine Klaſſifikation der Iſobaren nach ſieben Grundformen ſchlug Abercromby [6] vor.

Literatur: [1] Buchan, A., The mean pressure of the atmosphere and the prevailing winds over the globe for the month and for the year, Trans. R. Soc. Edinburgh, Bd. XXV, 1859. — [2] Woeikoff, Die Klimate der Erde, Jena 1887. — [3] Berghaus' Phyſikaliſcher Atlas, Abt. 3, Atlas der Meteorologie, bearbeitet von Hann, Gotha 1887. — [4] Buchan, Report of the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger, Bd. II, Teil V, Report on atmospheric circulation, 1889. — [5] Hann, J., Die Verteilung des Luftdruckes über Mittel- und Südeuropa, Wien 1887. — [6] Abercromby, Weather, a popular exposition of the nature of weather changes from day to day, London 1887, S. 25. *Großmann.*

Iſobronten, ſ. Gewitter.

Iſochimenen, Linien, die auf der Erdoberfläche die Orte gleicher mittlerer Wintertemperatur verbinden.

Iſochinolin, ſ. Teer und Chinolin.

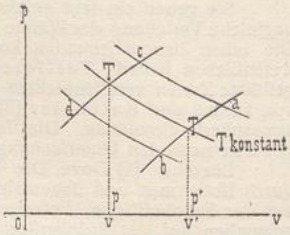
Iſochoren heißen die Kurven, welche die Abhängigkeit des Druckes einer gegebenen Menge eines Gaſes oder einer Flüſſigkeit von der Temperatur bei konſtantem Volumen angeben.

Ramſay und Young fanden im Einklang mit den Forderungen der Theorie von van der Waals, daß der Druck faſt immer der Temperatur proportional anſteigt, d. h. daß die Iſochoren gerade Linien ſind. Streng iſt dies Geſetz jedoch nicht. Aus den Meſſungen von Young und Amagat berechnet Reinganum, daß bei den ſtark polymeriſierenden Subſtanzen, bei denen die Abweichungen am größten ſind, die Iſochoren mit der Temperatur ſtärker anſteigende Linien ſind, als dem Geſetz der geraden Linie entſprechen würde, was ſich durch die Abnahme der Polymeriſation mit zunehmender Temperatur erklärt; daß ferner die normalen Körper nur in einem beſtimmten Gebiet in der Nähe des kritiſchen Volumens dasſelbe Verhalten zeigen, daß bei ihnen aber ſonſt die Iſochoren ſchwächer mit der Temperatur anſteigen, als das Geſetz der geraden Linie verlangt.

Literatur: Nernſt, Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903; Reinganum, M., Diſſertation, Göttingen 1899. *(Nernſt) F. Krüger.*

Iſochronismus (Gleichzeitigkeit), annähernde Eigenſchaft der Schwingungen eines Pendels; die Schwingungszeit iſt unabhängig von der Größe des Ausſchlages, ebenſo verhalten ſich die Schwingungen elaſtiſcher Körper. Genau iſochron ſchwingt theoretiſch das Cykloidenpendel. *Aug. Schmidt.*

Iſodiabatiſche Zuſtandsänderungen werden in der Wärmetheorie mitunter nach Rankine [1] zwei oder mehrere Zuſtandsänderungen genannt, für welche bei gleicher Temperatur t die ſpezifiſche Wärme $c = \frac{dQ}{dt}$ (Verhältnis der Wärmezufuhr dQ zur Temperaturänderung dt) den gleichen Wert hat.



Für Gaſe, welche dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze folgen (ſ. d.) hat man iſodiabatiſche Uebergänge $a\,b$ und $c\,d$ (ſ. die Figur), wenn für je zwei dem gleichen t entſprechende Zuſtände p, v und p', v' (p, p' ſpezifiſche Drücke, v, v' ſpezifiſche

Volumen), die Beziehung besteht: $p = a p'$, $v' = a v$, unter a eine beliebige Konstante verstanden. Es gehören hierher z. B. Uebergänge nach Gesetzen von der Form $p v^m = C$ bei gleichem konstanten m und verschiedenen konstanten C, das heißt polytropische Zustandsänderungen (s. d.), also auch Uebergänge bei konstantem Druck, konstantem Volumen, isothermische und adiabatische Zustandsänderungen. Die isodiabatischen Zustandsänderungen spielen besonders bei den Regeneratoren (s. d.) von Heißluftmaschinen eine Rolle.

Literatur: [1] Rankine, A manual of the steam engine and other prime movers, London 1854, S. 345. — [2] Reitlinger, Ueber Kreisprozesse mit zwei isothermischen Kurven, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1873, S. 245. — [3] Zeuner, Technische Thermodynamik I, Leipzig 1900, S. 299. — [4] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie I, Stuttgart 1905, S. 105, 191, 194. — S. auch Regeneratoren der Wärme. *Weyrauch.*

Isodimorphie, die Erscheinung, daß zwei verschiedene Substanzen in je zwei kristallisierten Modifikationen vorkommen, die paarweise isomorph sind.

Häufig sind beide Modifikationen in freiem Zustande nicht bekannt, sondern man kennt eine nur in Gestalt der isomorphen Beimengung; die im Ueberschuß in dem Mischkristall vorhandene Substanz zwingt dann gewissermaßen der andern ihre Kristallart auf. Ein Beispiel für Isodimorphie bilden die Sulfate des Magnesiums und Eisens ($MgSO_4 + 7H_2O$, $FeSO_4 + 7H_2O$); sie vermögen, obwohl das erstere nur rhombisch, das letztere monoklin kristallisiert, sowohl rhombische wie monokline Mischkristalle zu bilden, jedoch nur von beschränkter Mischbarkeit. Die Mischkristalle mit höherem *Mg*-Salzgehalt sind rhombisch, die mit größerem *Fe*-Salzgehalt monoklin.

Literatur: Nernst, W., Theoretische Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903. *F. Krüger.*

Isodom, ein Mauerwerk, das seiner ganzen Dicke nach aus vollen Quadern hergestellt ist.

Isodynamen, s. Magnetismus.

Isodynamische Zustandsänderung, s. Innere Arbeit.

Isogeothermen, s. v. w. Geoisothermen, s. Geothermik.

Isogonen, s. Magnetismus.

Isohyeten, Linien, die auf der Erdoberfläche die Orte gleicher Niederschlagshöhe verbinden und somit die Verteilung der Niederschläge auf den Regenkarten zur Darstellung bringen, sei es für die Monate, Jahreszeiten, das Jahr, oder auch solche Niederschläge in ihrer räumlichen Verteilung darstellen, die eine einzelne atmosphärische Erscheinung im Gefolge hatte. Wegen der großen Veränderlichkeit der Niederschläge erfordert die Konstruktion der Isohyeten zur genauen Darstellung der monatlichen und jährlichen Verteilung der Niederschläge langjährige Beobachtungen und verlangt, daß diese möglichst durchweg während des gleichen Zeitraums stattgefunden haben (vgl. Niederschläge). *Großmann.*

Isohypsen, s. v. w. Höhenkurven (Horizontalkurven); s. Höhenkurvenpläne.

Isoklinale, s. Lagerung.

Isoklinen, s. Magnetismus.

Isolation, s. Isolator und Leitungen, elektrische.

Isolationswiderstand, der Widerstand, den die Isolation (s. Isolator und Leitungen, elektrische) einer elektrischen Leitung dem schädlichen Abfließen des Stromes in die Unterlage (Erdschluß) oder in die andre Leitung entgegensetzt.

Erstreckt sich ein solcher Erdschluß nur auf eine Stelle der positiven oder negativen Leitung allein, so ist er zwar zunächst ohne wesentliche Bedeutung; es tritt jedoch sofort ein Stromverlust ein, sobald auch die Isolation einer zweiten Stelle derselben Leitung oder der andern Leitung nachläßt. Aus diesem Grunde muß jede im Betriebe befindliche elektrische Leitung von Zeit zu Zeit in den Betriebspausen einer Isolationsprüfung nach den üblichen Widerstandsmeßmethoden unterworfen werden [3], [4], während beim Betriebe selbst ein sogenannter Erdschlußanzeiger, welcher sich gewöhnlich dauernd am Schaltbrett befindet, die auftretenden Isolationsfehler angibt. Das Prinzip desselben ist folgendes: Zwei Glühlampen a und b (Fig. 1), welche die Betriebsspannung besitzen, sind hintereinander zwischen die positive und negative Hauptleitung geschaltet, während ein Punkt zwischen ihnen mit der Erde (Gas- oder Wasserrohr) durch den Draht c verbunden ist. Auf diese Weise brennt jede Lampe nur mit der halben ihr zukommenden Spannung, d. h. ihr Faden leuchtet nur dunkelrot, und erst, wenn durch einen Erdschluß in einer der Leitungen, z. B. in der positiven, eine Verbindung d mit dem Leiter c hergestellt ist, wird die eine Lampe, in diesem Falle b, heller brennen als die andre, weil ihr der Strom jetzt auch über d und c zufließt. Aus der Helligkeitsdifferenz kann man ungefähr auf die Größe des Erdschlusses schließen. Eine andre Methode zur Nachweisung des Erdschlusses mit nur einer Glühlampe zeigt Fig. 2. Die Glühlampe a ist durch den Draht c wieder mit der Erde in Verbindung, während sie mittels der Kurbel k an die Punkte e und f der beiden Haupt-

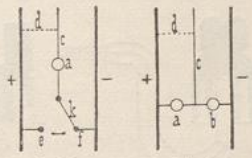


Fig. 2.

Fig. 1.

leitungen angelegt werden kann. Ist kein Erdschluß vorhanden, so bleibt die Lampe *a* beim Anlegen der Kurbel an *e* oder *f* dunkel; kommt sie jedoch hierbei, z. B. durch Anlegen der Kurbel an die negative Leitung (*f*), zum Brennen, so wird dadurch angezeigt, daß die positive Leitung einen Erdschluß *d* besitzt, der dann sofort aufgesucht und abgestellt werden muß. Verwendet man an Stelle der Glühlampe ein Galvanometer, so kann auch sofort die Größe des noch vorhandenen Isolationswiderstandes bestimmt werden.

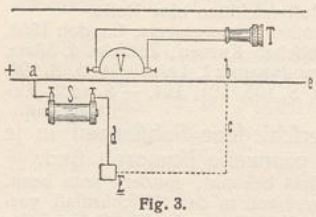


Fig. 3.

Sobald mittels dieser Methode ein Erdschluß festgestellt ist, findet man die genaue Lage (*b* in Fig. 3) desselben auf folgende Weise. Die eine Klemme der Sekundärspule *S* eines kleinen Induktionsapparates wird mit der fehlerhaften Leitung an einem Punkte (*a*) verbunden, während die andre Klemme an Erde (*E*) gelegt wird. Der Induktionsstrom (s. Induktion) verläuft dann über *a*, *b*, *c*, *d*. Führt man jetzt eine halbkreisförmige Spule *V* (mit vielen Windungen feinen Drahtes bewickelt), in deren Stromkreis ein Telephon *T* eingeschaltet ist, mit der flachen Seite an der fehlerhaften Leitung entlang, so tönt das Telephon auf der Strecke *a*, *b*, da der in *a*, *b* verlaufende Induktionsstrom induzierend auf die Spulenwindungen wirkt, schweigt aber sofort beim Ueberschreiten der fehlerhaften Stelle *b*, da weiterhin in *b*, *e* kein Induktionsstrom mehr fließt. Für Zentralstationen hat man mit Hilfe der Prüfdrähte (s. Leitungen, elektrische), selbsttätige Meldungsvorrichtungen von Isolationsfehlern eingerichtet [5].

Bezüglich der Größe des Isolationswiderstandes hat der „Verband deutscher Elektrotechniker" folgende Bestimmungen erlassen [1]. Bei Niederspannungsanlagen, das sind solche, bei denen die Spannung zwischen einem Leiter und Erde 250 Volt nicht überschreitet, soll der Isolationszustand derart sein, daß der Stromverlust auf jeder Teilstrecke ein Milliampère nicht überschreitet. Der Isolationswert einer solchen Leitungsstrecke muß hiernach wenigstens betragen: 1000 Ohm multipliziert mit der Voltzahl der Betriebsspannung, z. B. 220000 Ohm für 220 Volt Betriebsspannung. Der Isolationswiderstand von Freileitungen muß bei feuchtem Wetter mindestens 20000 Ohm für das Kilometer einfacher Länge betragen. — Bei Hochspannungsanlagen, das sind solche, bei denen die Spannung zwischen einer Leitung und Erde mehr als 250 Volt beträgt, soll der Isolationszustand derart sein, daß jede Teilstrecke (z. B. zwischen zwei Sicherungen) bei 250 Volt mindestens 250000 Ohm, bei 500 Volt mindestens 375000 Ohm, bei 1000 Volt mindestens 480000 Ohm hat. Von 1000 Volt ab soll der Widerstand mindestens 500 Ohm für das Volt betragen. Bei Hochspannungsfreileitungen werden bei feuchtem Wetter mindestens 80 Ohm für das Volt und den Kilometer einfacher Länge verlangt, im ganzen jedoch höchstens $1\frac{1}{2}$ Millionen Ohm.

Literatur: [1] Sicherheitsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker, Berlin 1903. — [2] Heim, Beleuchtungsanlagen, Leipzig 1903. — [3] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [4] Grawinkel u. Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1900. — [5] Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin 1893.

Holzt.

Isolator, ein Körper, welcher die Elektrizität nicht bezw. nur ganz schlecht leitet (s. a. Dielektrikum, Bd. 2, S. 750, und Elektrizität, Bd. 3, S. 400).

In der Elektrotechnik, besonders bei elektrischen Leitungen, um sie gegen Stromverluste zu schützen, angewendet. Zu diesem Zwecke umwickelt man die Leitungsdrähte mit Seide, Baumwolle oder Zwirn und tränkt zuweilen diese Materialien, um sie widerstandsfähiger zu machen und ihre Isolierfähigkeit zu erhöhen, mit Schellack, Paraffin, Wachs, Asphalt u. dergl. oder umhüllt sie mit einer bezw. mehreren Schichten Guttapercha. Für besondere Zwecke schützt man diese Isolierungen noch durch Bleimäntel oder Eisendrahtarmierungen. — Frei durch die Luft oder durch genügend weite Kanäle gehende Leitungen bleiben der Billigkeit wegen blank und ihre Isolierung wird durch geeignete Befestigung an Porzellankörpern, welche gemäß ihrer Bestimmung kurz den Namen Isolatoren führen, bewirkt.

Fig. 1 zeigt einen Isolator (sogenannte Doppelglocke) aus Hartfeuerporzellan, wie er bei der Anlage von Telegraphen- und Telephonleitungen üblich ist, Fig. 2 einen solchen zur Führung von starken rechteckigen Kupferleitungen in unterirdischen Zementkanälen (angewendet bei dem Elektrizitätswerk zu Königsberg i. Pr.). — Für hohe Spannungen (über 1000 Volt) genügt diese Isolation nicht, weil über die mit der Zeit unsauber werdende Oberfläche der Porzellanglocken hinweg ein Teil des Stromes vom Drahte durch die feuchte Stange bezw. Unterlage zur Erde abgeleitet wird, und man wendet dann besser sogenannte Oelisolatoren (Fig. 3) an. Dieselben enthalten im Innern bei *a* eine oder mehrere Rinnen, welche mit Oel, einem sehr schlechten Leiter, gefüllt sind, durch den die Stromableitung zu der den Isolator tragenden Eisenstütze und somit zur Erde verhindert wird. Mit dem Namen Abspannisolator bezeichnet man die Isolatoren, an denen die beiden Enden einer Leitung befestigt sind. Wegen des meist erheblichen Gewichtes des ausgespannten Leitungsdrahtes ist das Abspanngestänge, welches die Endisolatoren trägt, entsprechend zu verankern. Weitere Angaben über Isolierung, Installation u. s. w. findet man unter Leitungen, elektrische.

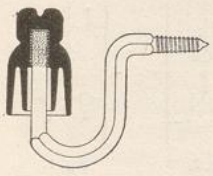


Fig. 1.

Fig. 2.

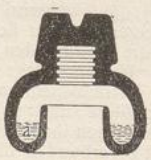


Fig. 3.

Holzt.

Isolierlacke, in der Elektrotechnik vielfach verwendete Lösungen von Harzen

in verschiedenen Flüssigkeiten, farblos oder gefärbt (meist aber schwarz) zum Ueberziehen von Leitungsdrähten und verschiedenen Isolationsstücken; sie müssen absolut widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit sein und der elektrische Funke darf nur bei sehr hoher Spannung durchschlagen. *Andés.*

Isoliermaterialien für Schiffe und Schiffsmaschinen, zur Umhüllung der wärmeführenden Leitungen verwendete schlechte Wärmeleiter, um die Lüftung der Schiffsräume ausgiebiger durchführen zu können.

Im besonderen brachte bei den Panzerdeckschiffen, bei denen das Deck die unteren Schiffsräume gleichsam unter eiserner Glocke abschließt, die hohe Temperatur der Schiffsräume Unzuträglichkeiten mit sich, so daß man sich, namentlich um die Wärme in den Munitionsräumen herabzumindern, schließlich veranlaßt sah, künstliche Kühlanlagen einzubauen und auch die wichtigsten Räume durch Isolierungen abzuschließen. Nach Versuchen der Firma Riedinger in Augsburg haben sich für die verschiedenen Isoliermaterialien nachstehende Vergleichszahlen ergeben [1]:

	Vergleichszahl des Wärmedurchgangswerts	Schichtdicke mm	Gewicht pro qm kg	Kosten pro qm ℳ
Asbestmasse	46	140	175,0	14,0
Kieselgur-Rippenplatten	35	100	27,0	5,2
Kunsttuffstein	26	80	16,0	4,5
Kieselgur	23	70	17,2	0,26
Moortorfstein	22	65	10,0	3,0
Verkiefelter Kork	20	60	24,0	3,4
Blätterholzkohle	17	50	9,5	—
Schlackenwolle	16	45	11,0	1,3
Filz	16	45	13,0	32,0
Infusoritkork	16	45	11,8	2,4
Korkmehl	14	40	4,0	0,2
Seidenzopfdecken	14	40	7,0	16,0
Gepreßter Kork	13	40	6,5	3,4
Filz mit Papierzwischenlage	10	30	9,0	21,0

Da die Isolierstoffe widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und Hitze, leicht und billig zu bearbeiten, gegen Ungeziefer zu schützen sowie schließlich spezifisch leicht und nicht zu teuer sein müssen, so ist der Verwendungsbereich derselben sehr verschieden. Für Bekleidung der Dampfzylinder verwendet man vorwiegend Kieselgur, Filz und Asbest mit äußerem Blechmantel von 1—2 mm Dicke. Die Dampfrohre werden zur Vermeidung von Wärmeverlusten mit Kieselgur, Asbestschnur, Korkstein oder Filz umhüllt und dann mit Segeltuch benäht, auch mit Messingdrahtgaze oder Eisenblech bekleidet. Zur Kesselbekleidung verwendet man bei Zylinderkesseln Kieselgur und Korkstein mit Blechmantel für den oberen Teil und Asbestmatten oder Filz für das untere Drittel. Bei den Wasserrohrkesseln ist das eiserne Gehäuse doppelwandig mit Asbest dazwischen und einer Lage Isoliermaterial außen darauf. Zur Isolierung von Schiffswänden, Munitionskammern, Schornsteinschächten u. s. w. kommen meist feste Isoliermaterialien zur Verwendung, und haben sich gepreßte Korktafeln recht praktisch und dauerhaft erwiesen. — Vgl. a. die Art. Isolator und Isolierschichten.

Literatur: [1] Isolationsstoffe und Kühlräume auf Kriegsschiffen, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1366. *T. Schwarz.*

Isolierrohr (sogenanntes Bergmannrohr), s. Leitungen, elektrische.

Isolierschichten, 1. Einlagen im Mauerwerk aus einem für Wasser oder Feuchtigkeit undurchlässigen Stoff, um hierdurch das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit, welche durch Wasserdruck von der Bergseite oder durch hohen Grundwasserstand verursacht sein und durch die Kapillarität der Mauersteine sich allmählich in das Stockmauerwerk hinaufziehen kann, zu verhindern. Die tauglichen Stoffe sind Asphalt und Teer, Metall und Glas. In einfachen Fällen kann schon eine in Zement ausgeführte Rollschicht besonders hart gebrannter Backsteine genügen; ebenso ist eine Lage von Rohglas oder von Bleiplatten, welche durch Kohlenstaub gegen Oxydation durch Kalkmörtel zu schützen sind, hierzu geeignet. Am meisten empfiehlt sich eine heiß aufgetragene, 10 mm starke Schicht von Asphalt oder Teer oder auch eine Lage von Asphaltpappe, welche in besonderen Fabriken angefertigt und nach Maß geliefert wird. Diese Schicht wird über den Grundmauern oder in der Höhe des Sockels, jedenfalls unter dem Fußboden des Erdgeschosses angeordnet. — 2. Stehende Isolierschichten wie z. B. zur Trennung der Abtrittgruben vom Hauptbau, können in ca. 30 cm starker Lehmlage bestehen; in andern Fällen kann Asphalt, Zement, Metallblech zur Anwendung kommen. — 3. Zur Isolierung von Leitungsröhren für Dampf, Wasser oder zur Heizung dienen schlechte Wärmeleiter, wie Hanf, Werg, Asbest, Korkmasse u. dergl. (vgl. Isoliermaterialien für Schiffe und Schiffsmaschinen), teils zum Anstreichen oder in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

getrockneter Form. 4. Zur Iſolierung gegen Maſchinengeräuſche und Erſchütterungen werden in Iſolierpappe eingehüllte Korkfundamentunterlagen verwendet, aus imprägnierten Korkſtreifen in eiſernen Rahmen zuſammengeſetzt (vgl. Proſpekt von E. Zorn-Groß-Lichterfelde). *Weinbrenner.*

Iſolierfeidenpapier, ſ. Papierſorten.

Iſolierte Schiene, ſ. Stellwerke.

Iſolierung, ſ. Leitungen, elektriſche, Eiſenbahnen, elektriſche.

Iſolierungsmauer, eine von der Hauptmauer in einem gewiſſen Abſtand ſtehende Mauer, welche den Zweck hat, die Einflüſſe der Feuchtigkeit, den Schall von Muſik oder von Werkſtättengeräuſch abzuhalten, ein Entweichen von Wärme oder aber eine Uebertragung von Erſchütterungen zu verhindern. Bei gut bindendem Mörtel kann dieſe Mauer ſchon in hochkantig geſtellten Backſteinen oder in einer Stärke von $^1/_2$ Stein genügen. *Weinbrenner.*

Iſomaltoſe, eine zu den Saccharobioſen gehörige Zuckerart $C_{12}H_{22}O_{11}$, welche mit dem Malzzucker iſomer iſt und aus Traubenzucker durch Einwirkung von Salzſäure [1] ſowie beim Maiſchprozeß [2] entſteht (ſ. Kohlehydrate).

Literatur: [1] Fiſcher, E., Berichte der Deutſchen chemiſchen Geſ., **23**, S. 3688. — [2] Lintner, C. J., und Düll, G., Zeitſchr. f. angewandte Chemie, Jahrg. 1892, S. 263—268.

Iſomerie, chemiſche, im weiteren Sinne die Erſcheinung, daß Körper von gleicher prozentualer Zuſammenſetzung verſchiedene phyſikaliſche und chemiſche Eigenſchaften aufweiſen, und zwar nicht nur im feſten Aggregatzuſtande, wo verſchiedene Aneinanderlagerung von im übrigen gleichen Molekülen das verſchiedene Verhalten bedingen kann (Allotropie [ſ. d.], Polymorphie oder phyſikaliſche Iſomerie), ſondern in allen Aggregatzuſtänden, ſo daß die Verſchiedenheit der Eigenſchaften auf der verſchiedenen Anordnung der Atome im Molekül beruht.

Man unterſcheidet zwiſchen Polymerie und Iſomerie im engeren Sinne oder Metamerie. Polymer ſind zwei Körper von gleichprozentualer Zuſammenſetzung, aber verſchiedenem Molekulargewicht. So ſind Cyanſäure und Knallſäure, welcher hiſtoriſch wichtige Iſomeriefall 1824 von Liebig und Wöhler entdeckt wurde, ferner ſämtliche Kohlenwaſſerſtoffe, z. B. die Gruppe C_nH_{2n}, untereinander polymer, ebenſo z. B. die Stoffe Formaldehyd CH_2O, Eſſigſäure $C_2H_4O_2$, Milchſäure $C_3H_6O_3$, Traubenzucker $C_6H_{12}O_6$. — Metamer oder iſomer im engeren Sinne ſind Körper von gleicher Zuſammenſetzung und gleichem Molekulargewicht; ſo kommt z. B. die Formel $C_4H_8O_2$ folgenden Iſomeren zu:

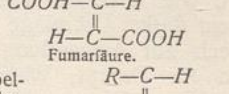
Butterſäure	$CH_3CH_2CH_2COOH$	Propionſäuremethyleſter .	$CH_3CH_2COOCH_3$
Iſobutterſäure	CH_3CHCH_3COOH	Eſſigſäureäthyleſter . . .	$CH_3COOC_2H_5$
		Ameiſenſäurepropyleſter	$HCOOC_3H_7$

Durch Anlagerung zweier Alkylgruppen an das Benzol erhält man drei Iſomere, je nachdem dieſelben in der Ortho-, Meta- oder Paraſtellung zueinander ſtehen; durch Subſtituierung eines oder mehrerer Waſſerſtoffatome durch Halogene in dieſen Iſomeren läßt ſich eine ſehr große Anzahl iſomerer Verbindungen bilden.

a) **Optiſche Iſomerie.** Zu beſonders intereſſanten Iſomeriefällen hat die Entwicklung der Stereochemie (ſ. d.) geführt, welche die räumliche Anordnung der Atome im Molekül betrachtet. Man unterſcheidet hier: Aus der abſoluten Gleichwertigkeit der vier Kohlenſtoffvalenzen und z. B. dem Fehlen der Iſomerie bei Methylenchlorid und ähnlichen Verbindungen läßt ſich ſchließen, daß die Valenzen des Kohlenſtoffs nicht in einer Ebene liegen, ſondern alle gleich weit voneinander entfernt ſind wie die Achſen eines gleichſeitigen Tetraeders. Daraus folgt aber die Exiſtenz einer Iſomerie bei denjenigen Kohlenſtoffverbindungen, bei denen die vier Kohlenſtoffvalenzen durch vier verſchiedene Radikale geſättigt ſind (aſymmetriſches Kohlenſtoffatom). Le Bel und van't Hoff ſprachen 1874 die jetzt allgemein angenommene Anſicht aus, daß die rechts und links optiſch aktiven Subſtanzen dieſem Iſomeriefall entſprechen. Die übrigen phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften ſind gleich, abgeſehen von der Kriſtallform, deren eine oft das Spiegelbild der andern iſt. Die optiſche Iſomerie iſt alſo derjenige Fall, bei dem die Iſomeren die denkbar geringſten Verſchiedenheiten aufweiſen.

b) **Geometriſche Iſomerie.** Wenn zwei Kohlenſtoffatome eine doppelte Bindung eingehen, was man ſtereochemiſch als die Aneinanderlagerung der beiden Tetraeder mit einer Kante auffaſſen kann, ſo müſſen die vier freien Valenzen in einer Ebene liegen. Führt man in das Aethylen anſtatt des Waſſerſtoffs zwei andre Radikale ein, und zwar je eins an ein Kohlenſtoffatom des Aethylens, ſo iſt ein neuer ſtereochemiſcher Iſomeriefall vorherzuſehen, der ſich z. B. für die Aethylendikarbonſäuren durch folgendes Schema darſtellen läßt:

Maleinſäure



Fumarſäure.

Ein ähnlicher Iſomeriefall findet ſich bei der Doppelbindung zwiſchen Stickſtoff und Kohlenſtoff wieder, wie aus folgendem Schema ſofort verſtändlich iſt:

Synaldoxim

Antialdoxim.

Der Unterſchied der optiſchen Iſomerie und der geometriſchen Iſomerie von der gewöhnlichen, auf einer verſchiedenen Art der Bindung der Atome im Molekül beruhenden läßt ſich auch kurz ſo ausdrücken, daß bei der geometriſchen und optiſchen Iſomerie (ſogenannte Stereoiſomeren) nur die Konfiguration, nicht auch die Konſtitution oder Struktur der Moleküle verſchieden iſt. Man bezeichnet die gewöhnliche Iſomerie daher auch häufig als Strukturiſomerie.

c) **Räumliche Iſomerie** oder Tautomerie (auch Desmotropie) heißt die Erſcheinung, daß gewiſſe Stoffe je nach der Subſtanz, mit der ſie zuſammengebracht werden, im Sinne zweier verſchiedener Konſtitutionsformeln reagieren. So reagiert z. B. der Aceteſſigeſter einmal entſprechend der Formel

$$CH_3 \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CO_2 \cdot C_2H_5 \text{ (Ketonform)}$$

und anderſeits im Sinne der Formel

$$CH_3 \cdot C(OH) : CH \cdot CO_2 \cdot C_2H_5 \text{ (Enolform).}$$

Mit Hilfe phyſikaliſcher Methoden, und zwar der Beobachtung der magnetiſchen Drehung (W. Perkin) und des Brechungsindex (Brühl), ließ ſich nachweiſen, daß dieſe Stoffe (Acetyldibenzoylmethan, Tribenzoylmethan, Meſityloxydoxaläther, Formylphenyleſſigeſter, Diacetyl- und Dibenzoylbernſteinſäureeſter) nicht chemiſch gleichartig ſind, ſondern aus Gemiſchen der beiden möglichen Iſomeren beſtehen, die ſich jedoch ſo ſchnell ineinander umwandeln, daß ſie für gewöhnlich chemiſch nicht trennbar ſind; für dieſe Auffaſſung ſpricht ferner ſehr die Tatſache, daß die erwärmt geweſenen Stoffe die ihnen bei niederer Temperatur zukommende Dichte und magnetiſche Drehung erſt nach Stunden reſp. Tagen wieder annehmen. Schließlich iſt es Claiſen und W. Wislicenus gelungen, auch rein chemiſche Gründe für die obige Auffaſſung der Tautomerie beizubringen: Sie ſtellten bei mehreren Stoffen beide Formen für ſich her, die ſich aber in flüſſigem Zuſtande gegenſeitig umwandeln in ein Gemenge beider Iſomeren, deren Konzentrationsverhältnis von der Temperatur und bei Anwendung eines Löſungsmittels von deſſen Natur abhängt. Auch ließen ſich die Forderungen der Theorie durch quantitative Unterſuchungen dieſer Gleichgewichte beſtätigen, beſonders wurde der gleiche Zuſtand erreicht, wenn man von der einen oder der andern reineren Form ausging. Daß gerade bei den Kohlenſtoffverbindungen die Iſomeriefälle ſo häufig ſind, hat ſeinen Grund vorwiegend in der ſogenannten Trägheit der Kohlenſtoffbindung und der dadurch bedingten Langſamkeit der Reaktionen, wo ſolche ins Spiel treten. Dadurch wird es erſt möglich, daß bei der gleichen Temperatur Iſomere beſtändig ſind und daß nicht die labilere Form ſofort in die ſtabilere ſich umwandelt. Erhöhung der Temperatur verringert die Trägheit der Kohlenſtoffbindung, und man beobachtet demgemäß häufig, daß bei höherer Temperatur die Umwandlung des inſtabileren Iſomers in die ſtabilere Form von ſelbſt ſich vollzieht. Häufig kommt es hier zur Ausbildung eines Gleichgewichtszuſtandes, d. h. man erhält ein Gemiſch von beiden Iſomeren. Höchſt wahrſcheinlich iſt z. B. die Blauſäure bei gewöhnlicher Temperatur als ein Gemiſch der beiden Formen: $H{-}C{\equiv}N$ und $H{-}N{\equiv}C$ aufzufaſſen, die ſich deshalb voneinander nicht iſolieren laſſen, weil nach Entfernung einer Komponente ſofort der frühere Gleichgewichtszuſtand ſich wiederherſtellt. Ebenſo wahrſcheinlich iſt bei anorganiſchen Verbindungen die Tautomerie die Regel und ſind daher auf dieſem Gebiete ſo wenig Iſomeriefälle bekannt.

Literatur: Nernſt, Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903; Oſtwald, Verwandtſchaftslehre, Leipzig 1896—1902; van't Hoff, Lagerung der Atome im Raum, 2. Aufl., Braunſchweig 1894; Hantzſch, Grundriß der Stereochemie, Breslau 1893; über Tautomerie vgl. beſonders: Schaum, Die Arten der Iſomerie, Habilitationsſchrift, Marburg 1897. *(Nernſt) F. Krüger.*

Iſometriſche Projektion, ſ. Axonometrie.

Iſomorphe Gemiſche, zwei zu einem homogenen Miſchkriſtall vereinigte kriſtalliſierte Stoffe.

Um einen ſolchen Miſchkriſtall zu erhalten, verfährt man am beſten ſo, daß man aus einer großen Menge Löſung nur eine geringe Menge Miſchkriſtalle ſich abſcheiden läßt. Unter dieſen Bedingungen bleibt die Zuſammenſetzung der Löſung und demgemäß die dadurch bedingte Zuſammenſetzung der Miſchkriſtalle ſo gut wie ungeändert. Bisweilen können zwei Subſtanzen Miſchkriſtalle in allen Verhältniſſen bilden, wie z. B. $ZnSO_4 + 7H_2O$ und $MgSO_4 + 7H_2O$; häufig aber ſind nur Miſchkriſtalle darſtellbar, die entweder die eine oder die andre Komponente in großem Ueberſchuß enthalten, wie z. B. $BaCl_2 + 2H_2O$ und $SrCl_2 + 2H_2O$. Im erſten Falle verhalten ſich die beiden Subſtanzen, wie z. B. Waſſer und Alkohol, die ja in jedem Verhältnis miſchbar ſind, im zweiten, wie z. B. Aether und Waſſer, die ſich nur beſchränkt löſen. In manchen Fällen exiſtiert ein ſingulärer Punkt in der Miſchungsreihe, indem die beiden Subſtanzen zu einem Doppelſalz zuſammenzukriſtalliſieren imſtande ſind. Wenn man als Kriterium einer iſomorphen Miſchung die Möglichkeit einer ſtetigen Aenderung der Zuſammenſetzung innerhalb engerer oder weiterer Grenzen verſteht, ſo iſt das Doppelſalz alſo nicht als iſomorphe Miſchung zu bezeichnen. Bei der Vereinigung zweier Kriſtalle zu einem Miſchkriſtall beobachtet man im allgemeinen weder eine Kontraktion noch eine Dilatation. Dies trifft jedoch nicht zu bei den ſogenannten iſodimorphen Miſchungen, d. h. Miſchkriſtallen, deren Komponenten für ſich in verſchiedener Kriſtallform auftreten; doch beſitzt wahrſcheinlich in iſodimorphen Miſchungen jedes Salz ein von ſeinem gewöhnlichen mehr oder weniger verſchiedenes ſpezifiſches Volumen analog den dimorphen Modifikationen eines Stoffes. In thermodynamiſcher Hinſicht ergeben ſich für Miſchkriſtalle ganz die analogen Folgerungen wie für flüſſige Gemiſche.

Literatur: Arzruni, A., Beziehungen zwiſchen Kriſtallform und chemiſcher Zuſammenſetzung, Braunſchweig 1893 (im 1. Band von Graham-Ottos Lehrbuch der Chemie); Nernſt, Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903. *(Nernſt) F. Krüger.*

Iſomorphie, die Fähigkeit gewiſſer Elemente, ſich in chemiſchen Verbindungen im Verhältnis ihrer Atomgewichte zu erſetzen, ohne daß damit eine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bedeutende Aenderung der Kristallform verbunden ist, indem die Symmetrieeigenschaften völlig, die geometrischen Konstanten angenähert dieselben bleiben.

Umgekehrt kann man aus den Mengenverhältnissen, in denen ein Element ein andres in den so charakterisierten isomorphen Verbindungen zu ersetzen imstande ist, auf das Verhältnis der Atomgewichte schließen, worauf E. Mitscherlich 1820 zuerst hinwies. Die Benutzung der Isomorphie zur Atomgewichtsbestimmung kann zwar nur von sekundärem Werte sein, weil die Isomorphie weder Regel ist noch bei stattfindender Isomorphie obiger Satz unzweifelhafte Gültigkeit besitzt; aber sie hat doch häufig auf anderm Wege gewonnene Resultate stützen können, und es ist bisher noch kein sicheres Beispiel aufgefunden, wo die Vertretung eines Elementes durch ein andres in einer mit den angenommenen Atomgewichten unverträglichen Weise erfolgt ist. Außer den obenerwähnten Merkmalen der Isomorphie hat man noch die Fähigkeit gegenseitiger Ueberwachsung, die jedoch als Kennzeichen der Isomorphie von zweifelhaftem Werte zu sein scheint, vor allem aber die Fähigkeit, Mischkristalle (s. Isomorphe Gemische) zu bilden, bezeichnend als Kriterien angesprochen.

Isomorphe Reihen.

I. *H* (?), *K, Rb, Cs, NH_4, Tl*; *Na Li*; *Ag*. Beispiel: Tl_2SO_4, $(NH_4)_2SO_4$, Rb_2SO_4, K_2SO_4, Cs_2SO_4, $KHSO_4$, NH_4HSO_4 und Ag_2SO_4, Na_2SO_4.

II. *Be, Zn, Cd, Mg, Mn, Fe, Os, Ru, Ni, Pd, Co, Pt, Cu, Ca*. Beispiel: $CoPtCl_6 \cdot 6\,H_2O$ $FePtCl_6 \cdot 6\,H_2O$ u. s. w.

III. *Ca, Sr, Ba, Pb*. Beispiel: $CaCO_3$, $SrCO_3$, $BaCO_3$, $PbCO_3$.

IV. *La, Ce, Di, Er, Y*. Beispiel: $Di_2(SO_4)_3 \cdot 8\,H_2O$ u. s. w.

V. *Al, Fe, Cr, Co, Mn, Ir, Rh, Ga, In, Ti*. Beispiel: Cr_2O_3, Al_2O_3, Fe_2O_3, Ti_2O_3.

VI. *Cu, Hg, Pb, Ag, Au*.

VII. *Si, Ti, Ge, Zr, Sn, Pb, Th, Mo, Mn, U, Ru, Rh, Ir, Os, Pd, Pt, Te*. Beispiel: K_2PtCl_4, K_2PdCl_4.

VIII. *N, P, V, As, Sb, Bi*. Beispiel: As_2S_3, Sb_2S_3, Bi_2S_3.

IX. *Nb, Ta*.

X. *S, Se, Cr, Mn, Mo, Wo*; *Te* (?), *As, Sb*.

XI. *F, Cl, Br, J*; *Mn*; *Cy*.

Nicht unterzubringen sind die Elemente *B, Sc, C, O*.

Literatur: Arzruni, A., Beziehungen zwischen Kristallform und chemischer Zusammensetzung, Braunschweig 1893; in Bd. 1 von Graham-Otto, Lehrbuch der Chemie; Nernst, Theoretische Chemie, 5. Aufl., Stuttgart 1906. *(Nernst) F. Krüger.*

Isonephen, Linien, die auf der Erdoberfläche Orte gleicher mittlerer monatlicher oder jährlicher Bewölkung verbinden. Die erste Karte der Jahresisonephen von Europa lieferte Renou [1], eine Karte der Jahresisonephen von Mitteleuropa Elfert [2], eine Karte der Sommerisonephen des Atlantischen Ozeans Teisserenc de Bort [3]; vgl. Bewölkung.

Literatur: [1] Renou, De la nébulosité du ciel en Europe in La Nature 1880, S. 180. — [2] Elfert, Die Bewölkungsverhältnisse von Mitteleuropa, Inaug.-Dissert., Halle 1885. — [3] Teisserenc de Bort, Isobares, vents et isonèphes d'été sur l'Atlantique in Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences, Bd. 102, 1886. *Großmann.*

Isoperimetrisch, solche Aufgaben der Variationsrechnung (s. d.), bei denen ein Integral einen größten oder kleinsten Wert bekommen, während ein andres Integral konstant bleiben soll (sogenannte relative Maxima und Minima).

Beispiel: Gesucht die Kurve, die bei konstanter Länge den größten Flächeninhalt umschließt. Lösung: der Kreis. Zu jeder derartigen Maximumaufgabe gehört auch eine Minimumaufgabe; der Kreis ist z. B. auch diejenige Kurve, die bei gegebenem Inhalt der umschlossenen Fläche die kleinste Länge besitzt. *Wölffing.*

Isoplethe, s. Graphische Tafel.

Isopurpursäure (Pikrocyaminsäure, Phenylpurpursäure) $C_8H_5N_5O_6$, im freien Zustande nicht bekannt.

Man erhält das Kaliumsalz, wenn man die heiße Lösung von 1 Teil Pikrinsäure in 9 Teilen Wasser in eine auf 60° erwärmte Lösung von 2 Teilen Cyankalium in 4 Teilen Wasser einträgt. Braune, grün schimmernde Kristallblättchen, die in Wasser und Alkohol löslich sind, durch Reibung, beim Uebergießen mit konzentrierter Schwefelsäure und bei 215° explodieren. Durch Einwirkung von Salmiak erhält man aus dem Kaliumsalz das isopurpursaure Ammonium, das früher zum Braunrotfärben von Wolle und Seide diente (Granatbraun, Grenat soluble). Die Farbe ist ziemlich lichtecht. *R. Möhlau.*

Isorachien, auf den Karten der Meeresteile verzeichnete Linien, welche die Orte gleichzeitigen Eintritts von Ebbe und Flut (s. d.) verbinden.

Isosmotische Lösungen heißen Lösungen gleichen osmotischen Druckes.

Nach der von van 't Hoff auf Lösungen übertragenen Regel von Avogadro enthalten solche Lösungen bei gleicher Temperatur gleichviel Moleküle in der Volumeinheit. Da Lösungen gleichen Gefrierpunkts und gleichen Siedepunkts gleichen osmotischen Druck besitzen, so sind solche Lösungen auch isosmotisch. Isosmotische Lösungen kann man nach Tammann in folgender Weise aufsuchen: Fügt man zu einer Kupfersulfatlösung einen Tropfen Ferrocyankaliumlösung, so umgibt der Tropfen sich mit einer Niederschlagsmembran, die sich durch Wasser-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ein- oder -austritt ausdehnt oder zusammenzieht, je nachdem der osmotische Druck innen oder außen größer ist; die entstehende Konzentrationsdifferenz wird mit einem Schlierenapparat beobachtet. Durch die Membran nicht hindurchwandernde Substanzen lassen sich auf Gleichheit ihres osmotischen Druckes untersuchen, indem man sie zu der Kupfersulfat- bezw. Ferrocyankaliumlösung zusetzt.

Literatur: Nernst, Theoretische Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903. *(Nernst) F. Krüger.*

Isotheren, Linien, welche auf der Erdoberfläche die Orte mit gleicher mittlerer Sommertemperatur verbinden. *Großmann.*

Isothermen, Linien gleicher Temperatur auf der Erdoberfläche; verbinden als Monats- und Jahresisothermen die Orte gleicher mittlerer, meist auf das Meeresniveau reduzierter Temperatur der Monate und des Jahres.

Sie werden zu Zwecken der Wetterprognose an den für diese errichteten meteorologischen Zentralstellen täglich für zwei bis drei Termine entworfen und zum Teil in den täglichen Wetterberichten veröffentlicht. — Die erste Isothermenkarte der Erde konstruierte A. v. Humboldt (1817), spätere besitzen wir von Dove, Woeikof [1], Hann [2], Buchan [3] u. a. Außerdem wurden zahlreiche Isothermenkarten für kleinere Gebiete entworfen; vgl. a. [4].

Literatur: [1] Woeikof, Die Klimate der Erde, Jena 1887. — [2] Atlas der Meteorologie, 3. Abt. von Berghaus' Physikal. Atlas, Gotha 1887. — [3] Buchan, Report of the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger, London 1889. — [4] Meinardus, Die Entwicklung der Karte der Jahresisothermen von A. v. Humboldt bis auf H. W. Dove, Humboldt-Centenarschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1899; Perlewitz, Versuch einer Darstellung der Isothermen des Deutschen Reiches für Jahr, Januar und Juli, Stuttgart 1902; Trabert, Isothermen von Oesterreich, Denkschr. d. mathem.-naturwissensch. Kl. d. Akademie d. W., Bd. 73, 1901; Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 2. Aufl., Leipzig 1905. *Großmann.*

Isothermische Zustandsänderung wird in der Wärmetheorie (s. d.) eine Zustandsänderung genannt, bei welcher die Temperatur keine Aenderung erleidet. Bei Gasen, welche dem Boyle-Gay-Lussacschen Gesetz folgen (s. d.), entspricht einer isothermischen Zustandsänderung das Boylesche Gesetz (s. d.), während bei gesättigten Dämpfen mit der Temperatur auch der Druck konstant bleibt. Der in der Wärmetheorie besonders wichtige Carnotsche Kreisprozeß (s. Kreisprozeß) besteht aus zwei isothermischen und zwei adiabatischen Zustandsänderungen (s. d.). Auch sonst kommen isothermische Zustandsänderungen bei wärmetheoretischen Untersuchungen sehr häufig vor. Vgl. in betreff derselben Gase, Dampf, gesättigter und überhitzter. *Weyrauch.*

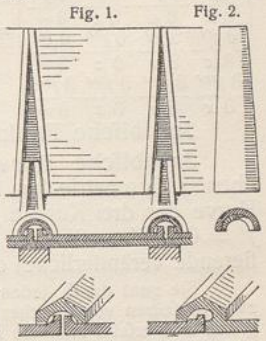
Isotrope Körper, s. Elastizität.

Itabirit, ein sehr eisenreicher Eisenglimmerschiefer, der aus Eisenglanz, Magnetit und Quarzkörnern besteht. Das Gestein bildet sehr mächtige, geschichtete Ablagerungen bei Sabara in Brasilien, dann bei Sutton in Kanada und in Nordland (Norwegen), hier in der kambrischen Formation. Der brasilianische Itabirit enthält vielfach Gold und wird auf dieses hin ausgebeutet. *Leppla.*

Itakolumit, s. v. w. Gelenkquarz (s. d.).

Italienische Erde, s. Grüne Erde.

Italienisches Dach, eine Nachbildung der antiken Deckungsweise, über welche wir durch die Reste der Marmordächer genauen Anhalt haben [1]. Die Dachneigung ist eine sehr flache, ca. 25 °.



Auf einer Lattung, welche von Traufe zum First ansteigt, liegen 1. Plättchen (pianelli), 39 cm lang, 19 cm breit, 2 cm dick, welche an den Stoßfugen zusammengeschliffen und in Mörtel gebettet werden. Auf diesen 2. Deckziegel (tegole) Fig. 1 mit seitlich aufstehendem Rande; die horizontale Ueberdeckung beträgt 10 cm. Die Ränder werden überdeckt durch 3. Hohlziegel (imbrice, canali) Fig. 2, welche von der Traufe zum First sich ziehen. Das Aussehen des Daches ist ein elegantes und schönes. Die weitere Ausbildung der antiken Deckweise an den Stoßfugen (Fig. 3 und 4) führte zur neuesten Ziegeldachung, dem Falzziegeldach (s. Falzziegel).

Literatur: [1] Handb. d. Architektur, II. Teil, Bd. 1: Baukunst der Griechen von J. Durm, Darmstadt 1881, Bd. 2: Baukunst der Römer von J. Durm, Darmstadt 1885. *Weinbrenner.*

Itineraraufnahme, s. Routenaufnahme.

Ives-Druck, eine von dem Amerikaner Fred. E. Ives erfundene photomechanische Reproduktionsmethode zur Herstellung von Buchdruckklischees oder lithographischen Druckformen.

Von einem gewöhnlichen Halbtonnegativ wird mittels des Pigmentdrucks (s. d.) ein Gelatinerelief oder unter Verwendung eines Diapositivs vom Leimbilde ein Gips- oder Wachs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

abklatſch hergeſtellt und mit einer aus elaſtiſcher Maſſe verfertigten, mit fetter Farbe eingeſchwärzten Linien- oder Punktform bedruckt. Da die druckenden Elemente der letzteren eine um ſo ſtärkere Preſſung erleiden, je dicker das Relief iſt, ſind ſchließlich die den Schatten entſprechenden Erhöhungen mit den breiteſten Strichen oder größten Punkten bedeckt, die, an den ſchwächeren Stellen dünner werdend, in den Vertiefungen die urſprüngliche Feinheit aufweiſen. Mittels Umdruckpapiers (ſ. d.) überträgt man das ſo gewonnene Druckbild auf Metallplatten oder Steine zur Hochätzung (ſ. d.) oder für lithographiſchen Druck. Die Reſultate der Methode ſind weit ſchlechter als die z. B. durch Autotypie (ſ. d.) gewonnenen. *A. W. Unger.*

Ivoiritdruck, Verfahren von Ed. Sieger in Wien zur Nachahmung von Holz- und Beinintarſia.

Es beſteht in dem lithographiſchen Bedrucken einer geeigneten Papierſorte, worauf wiederholt eine Löſung von mehreren Harzen in Kollodium aufgetragen und jedesmal nach dem Trocknen die Schicht geſchliffen wird. Man erhält ſchließlich ſehr hübſche, kunſtgewerblich gut verwendbare Elfenbeinimitationen. Ein andres Verfahren, Eburneum-Photographie benannt, beruht darauf, daß Kollodiumpoſitive (abgezogene Häutchen) auf Platten, die aus 10 Teilen Gelatine, 40 Teilen Waſſer, 1 Teil Glyzerin und 2 Teilen Zinkoxyd verfertigt ſind, aufgequetſcht werden. — Ivoiritypien werden auch gewöhnliche, mit Lafurfarben übermalte Silberbilder genannt. *A. W. Unger.*

Ixenſparren (Kehlſparren), ſ. Dachſtuhl, Bd. 2, S. 513.

J

Artikel, die unter J(ot) vermißt werden, ſ. unter I.

J, in der Chemie Abkürzungszeichen für Jod.

Jacarandaholz, ſ. Nutzhölzer.

Jacht, kleiner Küſtenfahrer mit einem Maſt oder einem Großmaſt und einem kleinen Treibermaſt im Gegenſatz zu einem Sportſegelfahrzeug; Yacht ſ. Segelſchiffstypen. *T. Schwarz.*

Jackſtag, eiſerne Stage aus Rundeiſen, die auf der Raa in ihrer ganzen Länge mittels Augbolzen befeſtigt ſind und zum Anſchlagen der Segel dienen.

Jacobiſche Fläche von vier Flächen $f(x, y, z, \omega) = 0$; $f' = 0$; $f'' = 0$; $f''' = 0$ (wo ω homogeniſierende Veränderliche iſt) hat die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial z} & \frac{\partial f}{\partial \omega} \\ \frac{\partial f'}{\partial x} & \frac{\partial f'}{\partial y} & \frac{\partial f'}{\partial z} & \frac{\partial f'}{\partial \omega} \\ \frac{\partial f''}{\partial x} & \frac{\partial f''}{\partial y} & \frac{\partial f''}{\partial z} & \frac{\partial f''}{\partial \omega} \\ \frac{\partial f'''}{\partial x} & \frac{\partial f'''}{\partial y} & \frac{\partial f'''}{\partial z} & \frac{\partial f'''}{\partial \omega} \end{vmatrix} = 0$$

und iſt der Ort der Punkte, deren Polarebenen in bezug auf alle vier Flächen durch einen Punkt gehen. Die Jacobiſche Fläche von vier Kugeln iſt deren Orthogonalkugel, d. h. eine Kugel, welche alle vier Kugeln unter rechtem Winkel ſchneidet.

Literatur: Salmon, G., Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, 1. Teil, 3. Aufl., Leipzig 1879, S. 314. *Wölffing.*

Jacobiſche Funktionen, ſ. Thetafunktionen.

Jacobiſche Kurve. I. In der ebenen Geometrie hat die Jacobiſche Kurve der drei Kurven $f(x\,y\,\omega) = 0$; $f' = 0$; $f'' = 0$ (wo ω homogeniſierende Veränderliche) die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial \omega} \\ \frac{\partial f'}{\partial x} & \frac{\partial f'}{\partial y} & \frac{\partial f'}{\partial \omega} \\ \frac{\partial f''}{\partial x} & \frac{\partial f''}{\partial y} & \frac{\partial f''}{\partial \omega} \end{vmatrix} = 0$$

und iſt der Ort eines Punktes, deſſen Polargeraden in bezug auf die drei Kurven durch einen Punkt gehen.

Sie geht durch jeden gemeinſamen Punkt der drei Kurven und berührt daſelbſt, wenn zwei derſelben von gleicher Ordnung ſind, die dritte. Sind die Ordnungen aller drei Kurven gleich und erſetzt man die letzteren durch ſolche, welche dem durch ſie beſtimmten Kurvennetz (ſ. Kurven) angehören, ſo bleibt die Jacobiſche Kurve unverändert; ſie gehört daher dem ganzen Netz zu. Beſteht das Netz $\lambda f + \mu f' + \gamma f'' = 0$ aus den Polaren ſämtlicher Punkte der Ebene in bezug auf eine Kurve $F = 0$, ſo geht die Jacobiſche Kurve des Netzes in die Heſſeſche Kurve von $F = 0$ über [1]—[3].

II. In der Raumgeometrie hat die Jacobiſche Kurve von drei Flächen $f(x, y, z, \omega) = 0$; $f' = 0$; $f'' = 0$ die Gleichungen:

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial z} & \frac{\partial f}{\partial \omega} \\ \frac{\partial f'}{\partial x} & \frac{\partial f'}{\partial y} & \frac{\partial f'}{\partial z} & \frac{\partial f'}{\partial \omega} \\ \frac{\partial f''}{\partial x} & \frac{\partial f''}{\partial y} & \frac{\partial f''}{\partial z} & \frac{\partial f''}{\partial \omega} \end{vmatrix} = 0$$

und iſt der Ort der Punkte, deren Polarebenen in bezug auf alle drei Flächen je durch eine Gerade gehen [4].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Clebſch, A., Vorleſungen über Geometrie, herausgegeben von Lindemann, Bd. 1, Leipzig 1876, S. 377 ff. — [2] Salmon, G., Analytiſche Geometrie der Kegelſchnitte, deutſch von Fiedler, 4. Aufl., Leipzig 1878, S. 551 ff. — [3] Derſ., Analytiſche Geometrie der höheren ebenen Kurven, deutſch von Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1882, S. 194, 207. — [4] Derſ., Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, Bd. 1, 3. Aufl., Leipzig 1879, S. 316. — [5] Jacobi, Ueber die Funktionaldeterminanten, deutſch von Staeckel, Leipzig 1856. *Wölffing.*

Jacomart (Jacquemart, engliſch Jack of the clockhouſe) hießen bewegliche metallene Figuren, die, neben der Glocke ſtehend, die Stunde anſchlugen; im Mittelalter und in der Frührenaiſſance gebräuchlich; Beiſpiel die Uhr am Markusplatz in Venedig. *Weinbrenner.*

Jaconet, feines, glattes Baumwollgewebe, welches ſich von dem Batiſt durch größere Weichheit (weniger ſteife Zurichtung) unterſcheidet; ſ. Weberei.

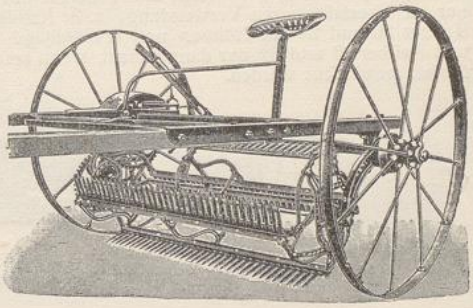
Jacquard-Kraftſtuhl, -maſchine, -muſter, ſ. Weberei, Wirkerei.

Jacquardpappe, eine nur aus Hadern hergeſtellte, gut geglättete Pappeſorte, aus welcher die ſogenannten Jacquardkarten erzeugt werden. *Kraft.*

Jadein, ſ. v. w. Nephrit, ſ. Hornblende.

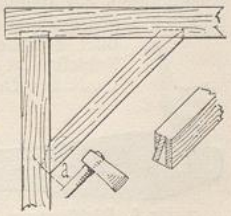
Jadeit, ſ. Augit.

Jätemaſchine, dient zum Ausreißen der zwiſchen jungen Getreideſaaten emporwuchernden Unkräuter (deren ſchädlichſtes der Hederich iſt), ſoweit ſie nicht durch Hacken (vgl. Hackmaſchine) vernichtet werden können.



Die Jätemaſchine der Erzgebirgiſchen Maſchinenfabrik, Schlettau, beſteht aus einer Rechentrommel, die von den Fahrrädern aus in Rotation verſetzt wird (ſ. die Figur). Hierbei werden die veräſtelten Blütenköpfe des Hederichs abgeriſſen, während die ſchlanken Getreidehalme, ſolange ſie nicht Knoten gebildet und Aehren angeſetzt haben, unverſehrt hindurchſchlüpfen. Durch das Abreißen der Blütenköpfe wird nur erreicht, daß die Vegetation des Unkrauts aufgehalten wird und das Getreide die Oberhand gewinnt. Mit gutem Erfolg wird zur Bekämpfung des Hederichs auch die Hederichſpritze (vgl. Kartoffelſpritze) angewendet, die in feinen Strahlen eine Eiſenvitriollöſung auf die Pflanzen ſpritzt, wodurch ebenfalls das Emporwuchern des Unkrauts verhindert wird. *Wrobel.*

Jagdband (Jagdbug), ſchräggeſtelltes, kurzes Holz, das zu Verſteifung ſchon verbundener Hölzer mit ſeinen Enden in die Zapfenlöcher mittels der Axt eingetrieben (eingejagt) wird. Das eine Ende (Jagdzapfen) iſt ſo zu geſtalten, daß es am Punkte *a* normal bezw. nach einem Bogen, deſſen Halbmeſſer gleich der Länge des Buges iſt, geſchnitten wird (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*



Jagdbünder, Riegel mit Jagd- oder Schleifzapfen.

Jagdgewehre. Je nach der Jagdart und der Verwendung unterſcheidet man zwei Arten von Jagdgewehren, ſolche mit glatten Läufen für den Schrotſchuß (Schrotflinten, Doppelflinten) und ſolche mit gezogenen Läufen nur für den Kugelſchuß beſtimmte (Büchſen, Doppelbüchſen). Außerdem gibt es noch mehrere Abarten, die aus Schrot- und Kugellauf kombinierten Jagdgewehre. Zu dieſen gehören die Büchsflinte und der Drilling.

Da der ganze Jagdbetrieb in Deutſchland überwiegend der Niederjagd (Rebhühner, Haſen u. ſ. w.) angehört, ſo iſt die Schrotflinte oder kurzweg Flinte genannt die in Deutſchland am meiſten geführte Schußwaffe. Das Wort ſtammt von dem engliſchen „flint“ (Feuerſtein).

1. Die Doppelflinte. Einläufige Flinten werden faſt gar nicht mehr gebaut. Neunzig Prozent aller Jäger benutzen nur die Doppelflinte.

a) Lauf. Als Material für den Lauf wird nur noch Damaſt oder Stahl verwendet. In Deutſchland hat der Stahl den Damaſt faſt ganz verdrängt. Stahlläufe ſind im allgemeinen leichter und widerſtandsfähiger als Damaſtläufe. Bevorzugt werden heute hauptſächlich Edelſtahlläufe, beſonders der Kruppſche Spezialgewehrlaufſtahl und der Wittener Exzelſiorſtahl. Je widerſtandsfähiger das Laufmaterial iſt, deſto leichter kann der Lauf hergeſtellt werden. Die gebräuchlichſte Lauflänge bei Doppelflinten beträgt 70—76 cm. Nur für beſondere Zwecke ſtellt man ſie kürzer oder länger her.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Laufbohrung. Früher kannte man nur den Zylinderlauf, erſt in neuerer Zeit wurde die Chokebohrung (Würgebohrung) erfunden. Bei dieſer verengen ſich die Läufe allmählich nach der Mündung zu (Fig. 1). Dadurch wird ein beſonders ſcharfer und enger Schuß erzielt. Man hat es heute ganz in der Gewalt, je nach der Art der Bohrung größere Streuung des Schrotes oder eng zuſammenhaltenden Schuß zu erzielen.

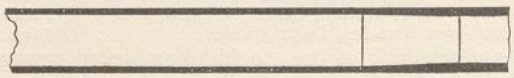


Fig. 1. Lauf mit Chokebohrung.

b) Das Kaliber der Schrotläufe benannte man früher nicht nach Millimetern, ſondern nach der Anzahl von Rundkugeln, die auf ein Pfund gingen. Es gehen zum Beiſpiel beim Schrotkaliber 16 16 Rundkugeln auf ein Pfund, beim Kaliber 20 deren 20 u. ſ. w. Je größer alſo die Zahl, deſto kleiner das Kaliber (Fig. 2). Man mißt das Kaliber gewöhnlich in der Mitte des Laufes, wobei aber bei den einzelnen Flinten immer kleine Unterſchiede vorkommen. Maßgebend iſt das Kaliber des Patronenlagers (ſ. S. 226). Am meiſten werden zu allen Jagdarten die Kaliber 12 und 16 gebraucht; in Deutſchland überwiegt das Kaliber 16, in Belgien, Holland, Frankreich und Amerika das Kaliber 12. Die übrigen Kaliber finden faſt nur zu Spezialzwecken Verwendung, z. B. Kaliber 4, 8 und 10 für ſogenannte Entenflinten, Kaliber 20 und 24 zur Hühner- und Wachteljagd. Kaliber 14 wird gar nicht mehr angefertigt und Kaliber 28 und 32 nur dann gebaut, wenn beſonders leichte Gewehre (Damen- und Knabenflinten) gewünſcht werden.

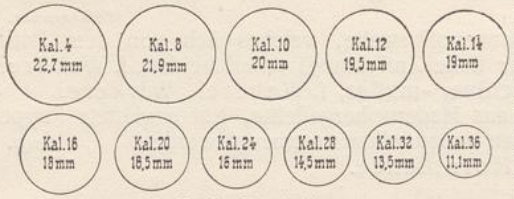


Fig. 2. Schrotkaliber.

Fig. 3. Doppelriegelverſchluß mit oberem Hebel (top lever).

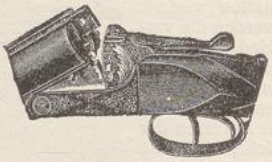


Fig. 4. Greener-Verſchluß.

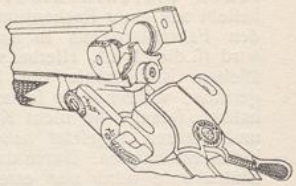


Fig. 5. Kerſten-Verſchluß.

c) Verſchluß. Da faſt alle Doppelflinten zur Gattung der Kipplaufwaffen gehörten, ſo genannt, weil man beim Laden die Läufe herunterkippen muß, braucht man zur feſten Verbindung der Läufe mit dem Verſchlußkaſten einen Verſchluß. Der von Purdey erfundene Doppelriegelverſchluß (Fig. 3) beſteht im weſentlichen aus zwei Laufhaken, die in entſprechende Ausfräſungen des Verſchlußkaſtens eingreifen. Der den Verſchluß bedienende Hebel wird verſchieden angeordnet; entweder liegt er vor dem Bügel, an der linken Schloßſeite (Seitenhebel) oder zwiſchen den Hähnen (Top lever). Am beliebteſten iſt der „Top lever“; er findet bei allen modernen Doppelflinten Anwendung, weil er am bequemſten und leichteſten zu bedienen iſt. Durch Greener wurde der Doppelriegelverſchluß noch weiter verſtärkt (vgl. Fig. 4). Die verlängerte Laufſchiene iſt hierbei mit einer Oeffnung verſehen, durch die ein ſtarker im Verſchlußkaſten liegender Bolzen geht. Der Doppelriegel in Verbindung mit dem Greener-Verſchluß ſtellt alſo einen dreifachen Verſchluß her, der ſich in der Praxis ſehr bewährt hat und den heute alle modernen guten Doppelflinten beſitzen.

Fig. 6. Rückliegendes Schloß.

Fig. 7. Vorliegendes Schloß.

In den letzten Jahren ſind vielfach Verſuche gemacht worden, den dreifachen Verſchluß noch mehr zu verſtärken. Erfolge erzielte namentlich der von Kerſten erfundene Straßburger oder Kerſten-Verſchluß (Fig. 5). Hier greifen zwei mit dem Lauf aus einem Stück gearbeitete Seitenlappen in entſprechende Ausfräſungen des Verſchlußkaſtens ein und werden dort durch einen beſonders ſtarken Riegel feſtgehalten. Auch der Schraderſche Schildzapfenverſchluß iſt hier zu erwähnen. Beide Verſchlüſſe haben ſich namentlich bei ſtarken Ladungen gut bewährt.

d) Schlöſſer. Bei den Hahndoppelflinten findet man hauptſächlich das vorliegende und das rückliegende Schloß. Sie beſtehen in der Hauptſache aus der Schloßplatte, der Nuß, der Stange, der Stangenfeder, der Schlagfeder und der Kette (Fig. 6 und 7). Vorliegende Schlöſſer bringt man namentlich bei beſſeren Doppelflinten an, da das Ausſehen der Gewehre dadurch gewinnt. Sie ſchwächen aber den Verſchlußkaſten (Fig. 8). Alle billigen Doppelflinten haben meiſt rückliegende Schlöſſer. Auch bei Gewehren mit ſtarker Ladung werden ſie verwendet, da das rückliegende Schloß den Verſchlußkaſten nicht ſchwächt, der bei ſtarken Ladungen beſonders ſolid ſein muß (Fig. 9). Faſt alle Schlöſſer verſieht man mit Rückſpringhähnen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei den Selbſtſpannerdoppelflinten (Hammerleß-Gewehre), wo die Schlöſſer durch das Gewicht der abkippenden Läufe geſpannt werden und die äußeren Hähne ganz fortfallen, iſt das Anſon und Deeley-Schloß oder eine Abart dieſes Schloſſes am gebräuchlichſten (Fig. 10). Bei den Seitenſchloßſelbſtſpannern iſt das Schloß auf dem Schloßblech ſelbſt angeordnet und läßt ſich nach Löſung der Schrauben leicht herausnehmen und reinigen (Fig. 11). Wie ſich das Anſon- und Deeley-Gewehr in ſeinem äußeren Anſehen von dem Seitenſchloßſelbſtſpanner unterſcheidet, zeigen Fig. 12 und 13.

Fig. 9. Hahndoppelflinte mit zurückliegendem Schloß.

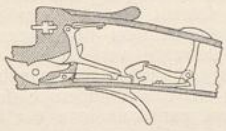


Fig. 10. Anſon- und Deeley-Schloß.

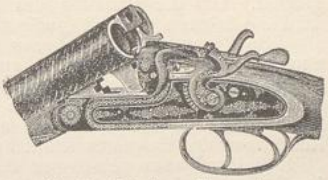


Fig. 8. Hahndoppelflinte mit vorliegendem Schloß.

e) Schäftung. Bei Jagdgewehren müſſen die Abmeſſungen des Schaftes der Figur des Jägers genau angepaßt werden, weil ſonſt, wie der techniſche Ausdruck lautet, das Gewehr dem Schützen nicht gut liegt. Jeder richtig gebaute Schaft muß eine beſtimmte Senkung und eine beſtimmte Länge haben. Beides gibt der Beſteller des Gewehres je nach ſeinen Wünſchen in Zentimetern an und nach dieſen Maßen wird der Schaft gearbeitet. Oder der Büchſenmacher beſtimmt ſelbſt die Maße nach der Figur des Schützen und benutzt dazu einen verſtellbaren Gelenkſchaft. Die gebräuchlichſten Schaftabmeſſungen ſind folgende: Senkung 4 und 6 cm, Länge 35—36 cm (Fig. 14).

Fig. 12. Anſon und Deeley-Selbſtſpannergewehr.

Fig. 13. Selbſtſpannergewehr mit Seitenſchlöſſern.

Fig. 11. Seitenſchloß des Selbſtſpannergewehrs von Sauer & Sohn, Suhl.

Die Form des Schaftes iſt mehr oder weniger Geſchmackſache. Man unterſcheidet: 1. die ſogenannte deutſche Schäftung, 2. die Schäftung mit Piſtolengriff, 3. die engliſche Schäftung (Fig. 15—17). Die alte deutſche Schäftung iſt jetzt faſt ganz durch die Schäftung mit Piſtolengriff verdrängt worden. Von modernen Schützen wird neuerdings wieder die engliſche Schäftung bevorzugt. Bei modernen Schäften liegt die Spitze des Kolbens nicht in der Verlängerung des Laufes, ſondern die Gewehre ſind aus dem Geſicht geſchäftet, wie der techniſche Ausdruck lautet. Der Schaft iſt alſo nach außen gebogen, ſo daß der Schütze beim Anſchlage ſofort die Laufſchiene ſieht, ohne den Kopf beſonders neigen zu müſſen. Als Material zu den Schäften nimmt man gewöhnlich Nußbaumholz. Alle Verzierungen und Ausſchmückungen des Schaftes (geſchnitzte Figuren, Köpfe, Laubwerk) ſind veraltet und werden nicht mehr gewünſcht.

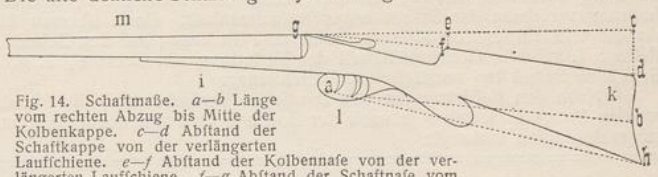


Fig. 14. Schaftmaße. *a—b* Länge vom rechten Abzug bis Mitte der Kolbenkappe. *c—d* Abſtand der Schaftkappe von der verlängerten Laufſchiene. *e—f* Abſtand der Kolbennaſe von der verlängerten Laufſchiene. *f—g* Abſtand der Schaftnaſe vom hinteren Laufende. *a—h* Länge vom rechten Abzug bis zur unteren Spitze der Kolbenkappe. *i* Vorderſchaft. *k* Kolbenkappe *l* Abzugsbügel. *m* Schiene.

Fig. 15. Deutſche Schäftung.

Fig. 16. Schäftung mit Piſtolengriff.

f) Der Vorderſchaft dient dazu, eine äußere Verbindung zwiſchen Lauf und Verſchlußkaſten herzuſtellen. Am beliebteſten ſind heute die abnehmbaren Holzvorderſchäfte mit Patentſchnapper. Alle guten modernen Doppelflinten ſind damit verſehen (Fig. 14).

g) Die Kolbenkappe ſoll den Abſchluß des Gewehres nach hinten bilden. Früher machte man ſie aus Eiſen, jetzt faſt ausſchließlich aus Horn mit Fiſchhaut, um das Abgleiten des Schaftes an der Schulter zu verhindern (Fig. 14).

h) Der Abzugsbügel iſt aus Stahlblech oder Horn und ſchließt die

Fig. 17. Engliſche Schäftung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Abzüge nach unten ab. Zum Abdrücken der Doppelflinte ist für jeden Lauf ein besonderer Abzug vorgesehen. Neuerdings bevorzugt man auch den Einabzug bei Doppelflinten. Hier stellt sich der Abzug nach Abfeuern des rechten Laufes selbsttätig um (Fig. 14).

i) Die Schiene auf der Doppelflinte soll das Visier ersetzen und dient zur oberen Verbindung der Läufe. Man macht sie entweder breit und flach oder schmäler und etwas ausgehöhlt. Um die Blendung des Sonnenlichtes zu vermeiden, wird die Schiene gerieft (guillochiert).

k) Riemenbügel dienen zur Befestigung des Gewehrriemens. Der Patronenschlitten schiebt die abgeschossenen Hülsen aus der Kammer, so daß sie bequem herausgezogen werden können. Moderne, teure Gewehre versieht man mit Auswerfer (Ejektor), der die abgeschossenen Patronen beim Aufklappen des Gewehres selbsttätig aus den Kammern entfernt.

Fig. 18. Uebergangskonus mit scharfer Kante.

l) Das Patronenlager dient zur Aufnahme der Patrone, deren Rand in eine entsprechende Ausfräsung des Laufes eingreift. Die richtige Anordnung des Patronenlagers ist wichtig, weil von seiner Form der gute, regelmäßige Schuß des Gewehres abhängt. Der Uebergang des Patronenlagers in die Laufseele (Uebergangskonus) wird verschieden hergestellt. Entweder mit scharfer Kante (veraltet) (Fig. 18) oder halbkonisch (Fig. 19) oder endlich rein konisch (Fig. 20). Am besten hat sich die halbkonische Form bewährt.

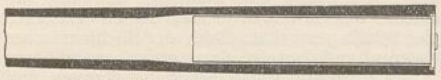


Fig. 19. Halbkonische Uebergangsform.

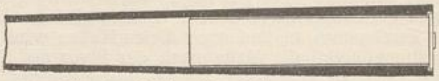


Fig. 20. Reinkonische Uebergangsform.

m) Das Gewicht der gebräuchlichsten Doppelflinten beträgt für Kaliber 16: 2,7—2,9 kg, für Kaliber 12: 2,9—3,1 kg. Die andern Kaliber sind dementsprechend leichter oder schwerer. Dabei kommt es darauf an, daß das Gewehr die richtige Gewichtsverteilung (Balance) hat. Es darf also weder Vordergewicht noch Hintergewicht besitzen, sondern soll, 5—7 cm vor dem hinteren Laufende auf den Finger gelegt, balancieren.

n) Die Schußleistung der Doppelflinten ist je nach der Laufbohrung und der Jagdart sehr verschieden. Der Lieferant muß den Wünschen der Besteller Rechnung tragen. Für das freie Feld wünscht man einen eng zusammenhaltenden Streukegel des Schrotes, um weite Schüsse machen zu können, im Walde, wo man oft auf sehr nahe Entfernungen schießen muß, ist eine größere Streuung der Schrote vorzuziehen. Einmal vermeidet man dadurch Fehlschüsse, dann aber wird das Wild bei Schrotgewehren mit sehr engem Streukegel auf nahe Entfernungen meist zu sehr zerschossen und dadurch entwertet. Gewöhnlich bevorzugt man Läufe mit mittlerer Streuung oder hilft sich so, daß der rechte Lauf mehr streut, während der linke mit Chokebohrung versehene das Schrot enger zusammenhält. Dann ist man für alle Fälle gerüstet. — An ein erstklassiges Schrotgewehr muß man in bezug auf den Schuß folgende Anforderungen stellen: 1. Höchste Gleichmäßigkeit der Verteilung der Schrote, 2. größte Regelmäßigkeit von Schuß zu Schuß bei vorzüglichem Durchschlag.

Nach den Festsetzungen der Deutschen Versuchsanstalt für Handfeuerwaffen in Halensee werden für gute Gewehre je nach der Bohrung an Treffern auf 35 m in einen Kreis von 75 cm folgende Zahlen verlangt:

Art der Bohrung	Kaliber 12, Schrot Nr. 3 = 3½ mm	Kaliber 16, Schrot Nr. 3 = 3½ mm
	Treffer	Treffer
Zylinderlauf, Leistung „gut“	56—62	51—54
Zylinderlauf, verbessert, Leistung „besser“	59—68	55—57
Würgebohrung, mittel oder Zylinderlauf verbessert, Leistung „sehr gut“	78—86	63—70
Würgebohrung, stark, Leistung „hervorragend“ . . .	87—92	71—76
Leistung hervorragend übertreffend (Höchstleistung) .	96—102	80—86

Staat	Kaliber	1. Probe Lauf		2. Probe zusammengelötete Läufe		3. Probe Lauf mit Verschluß	
		Gewicht		Gewicht		Gewicht	
		Pulver	Blei	Pulver	Blei	Pulver	Blei
		g		g		g	
Deutschland u. England	16	14,7	56,6	—	—	9,8	37,7
	12	17,4	71,0	—	—	11,6	47,3
Belgien	16	16,8	24,0	10,5	45,0	9,8	37,7
	12	21,0	32,0	14,0	50,0	11,6	47,3
Oesterreich	16	18,0	28,0	12,0	28,0	8,0	28,0
	12	19,6	33,0	13,0	33,0	8,7	33,0
Frankreich	16	9,0	50,0	—	—	5,0	30—60
	12	11,0	70,0	—	—	6,5	45—65

o) Beschußproben. Nach dem Laufprüfungsgesetz vom 1. April 1893 darf man in Deutschland keine Schußwaffe mehr verkaufen oder in Verkehr bringen, die nicht mit den vorgeschriebenen deutschen oder den als gleichwertig anerkannten Prüfungszeichen eines auswärtigen Staats

verſehen iſt. In Deutſchland werden zuerſt die vorgearbeiteten Läufe mit der dreifachen Pulver- und der doppelten Schrotladung der Gebrauchspatrone und dann die fertigen, d. h. mit der Verſchlußeinrichtung verſehenen Läufe mit der doppelten Pulverladung und der $1^1/_3$fachen Schrotladung beſchoſſen. Die Tabelle S. 226 unten zeigt die Stärke der Probierladungen in den verſchiedenen Staaten. Außerdem kann noch ein Beſchuß mit rauchloſem Pulver ſtattfinden, der dann durch eine beſondere Marke auf dem Gewehr gekennzeichnet wird.

p) Munition. Als Patronenhülſe für Schrotgewehre hat ſich die Zentralfeuerhülſe aus Pappe mit Meſſingboden faſt in der ganzen Welt eingebürgert. Papierhülſen und Meſſinghülſen werden für Doppelflinten nur noch vereinzelt verwendet. Man verlangt heute vorwiegend ſogenannte gasdichte Hülſen, deren Inneres bis zur Höhe der Pulverladung mit einem Blechmantel verſehen iſt, um das Treibmittel vor Feuchtigkeit zu ſchützen und der ganzen Hülſe einen beſſeren Halt zu geben. Als Treibmittel werden Schwarzpulver verſchiedener Körnung und in neuerer Zeit hauptſächlich rauchloſe Pulver benutzt. Zu erwähnen wären von letzteren beſonders: Haslocher (Marke Faſan), Troisdorfer, deutſches Schultze-Pulver der Fabrik Walsrode (gekörnte Miſchpulver) ſowie ſchwediſches Normalpulver, Rottweiler, Saxonia und Walsroder (gelatinierte Pulver). Letztere ſind unempfindlicher gegen Feuchtigkeit als erſtere. Ihre Leiſtungen in bezug auf Durchſchlag, Streuung u. ſ. w. zeigen keine bemerkenswerten Unterſchiede. Nur der Gasdruck iſt verſchieden, hält ſich aber im allgemeinen in normalen Grenzen, wenn er auch höher iſt als der des Schwarzpulvers. Es iſt deshalb empfehlenswert, nur aus ſolchen Gewehren rauchloſe Pulver zu ſchießen, die damit beſchoſſen ſind (ſ. Beſchußproben, S. 226). Die Pulverladung iſt wegen der großen Anzahl der Jagdpulver natürlich ſehr ſchwankend. Bei Schwarzpulver beträgt ſie für Kaliber 16 $4^1/_2$—5 g, für Kaliber 12 5—$5^1/_2$ g. Die Schrotladung richtet ſich natürlich nach der Größe des Kalibers. Man ladet in Kaliber 16: 27—30 g und in Kaliber 12: 30—34 g Schrot, entweder Weichſchrot oder Hartſchrot. Letzteres iſt durch einen Zuſatz von Antimon gehärtet und wird neuerdings ſehr bevorzugt, weil es ſich infolge ſeiner Härte nicht ſo leicht deformiert und infolgedeſſen beſſeren Durchſchlag gibt. Die für die Jagd verwendeten Schrotgrößen ſind je nach der Jagdart ſehr verſchieden, und es ſteht darin eine ſehr große Auswahl zu Gebote. Die untenſtehende Tabelle gibt eine Ueberſicht über die Durchmeſſer und die Anzahl der Körner auf 10 g. Die frühere Nummernbezeichnung iſt jetzt durch die Bezeichnung nach Millimetern erſetzt worden.

Schrotgrößen.

Bezeichnung nach dem Durchmeſſer in mm	Frühere Bezeichnung Nr.	Anzahl auf 10 g	Bezeichnung nach dem Durchmeſſer in mm	Frühere Bezeichnung Nr.	Anzahl auf 10 g	Bezeichnung nach dem Durchmeſſer in mm	Frühere Bezeichnung Nr.	Anzahl auf 10 g
$5^1/_2$	000000	10,2	4	1	26,5	$2^1/_2$	7	108,5
$5^1/_4$	00000	11,7	$3^3/_4$	2	32	$2^1/_4$	8	149
5	0000	13,6	$3^1/_2$	3	39,6	2	9	212
$4^3/_4$	000	15,8	$3^1/_4$	4	49,4	$1^3/_4$	10	316,5
$4^1/_2$	00	18,6	3	5	62,8	$1^1/_2$	11	502,5
$4^1/_4$	0	22	$2^3/_4$	6	81,5	$1^1/_4$	12	868

Bevorzugt werden heute namentlich die Schrotnummern 4, $3^1/_2$, 3, $2^1/_2$ und 2 mm. Die allerſtärkſten Nummern $5^1/_2$—$4^1/_2$ mm benutzt man nur für beſondere Jagdzwecke. Sie haben eine ſehr unregelmäßige Streuung und ſind deshalb weniger zu empfehlen. — Zur Abdichtung des Pulvers bedient man ſich elaſtiſcher Fettfilzpfropfen; ſie beſtehen aus feinem Haarfilz und ſind mit einem Fettüberzug verſehen. Zwiſchen Pulver und Pfropfen legt man ebenſo wie zwiſchen Pfropfen und Schrot ein Teerplättchen, damit weder das Treibmittel durch das Fett des Pfropfens leidet noch Schrotkörner an den Pfropfen ſich anſetzen können. Auf das Schrot wird ein Pappplättchen geſetzt und dann die Patrone gerändelt, um das Herausfallen der Schrote beim Lockerwerden des Pappplättchens zu hindern und der Entwicklung der Pulvergaſe einen gewiſſen Widerſtand entgegenzuſetzen, was namentlich bei den ſchnell verbrennenden rauchloſen Pulvern von Wichtigkeit iſt. Schlecht oder gar nicht gerändelte Schrotpatronen ergeben ſogenannte matte Schüſſe, d. h. Schüſſe mit ſehr ſchlechtem Durchſchlag (Fig. 21).

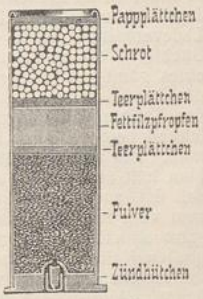


Fig. 21. Geladene Schrotpatrone.

2. Die Büchſe. Von der Vorderladerbüchſe mit großem Kaliber ging man gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts zum Hinterlader über, der dann im Laufe der Jahre vervollkommnet und fortwährend verbeſſert wurde (ſ. Gewehr).

a) Der Lauf. Bei den verhältnismäßig kurzen jagdlichen Entfernungen (bis höchſtens 200 m) iſt die Länge des Kugellaufes, falls ſie in normalen Grenzen bleibt, nicht von ſo großer Wichtigkeit. Moderne Büchſen haben eine Lauflänge von 55—60 cm. Die Büchſe iſt dann nicht zu ſchwer und die Viſierlinie nicht zu kurz. Die Läufe ſämtlicher Jagdbüchſen ſind mit Zügen verſehen, die den modernen Langgeſchoſſen eine Drehung um ihre Längsachſe geben. Dem Geſchoß wird dadurch die Ueberwindung des Luftwiderſtandes erleichtert, und es kann ſich während des Fluges nicht überſchlagen. Die Flugbahn wird geſtreckter (raſanter) und die Präziſion (Treffgenauigkeit) des Geſchoſſes wächſt. Die Windung der Züge nennt man Drall und ſpricht bei kurzer Windung von ſtarkem, bei langer Windung von ſchwachem Drall. Je härter das Geſchoß iſt, deſto flacher können die Züge ſein; deshalb brauchen Weich-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bleigeſchoſſe tiefere Züge als Mantelgeſchoſſe (Armeegewehr Modell 71 Kaliber 11 mm, Tiefe der Züge 0,15 mm; Repetiergewehr Modell 88 Tiefe der Züge 0,1 mm).

b) Das Patronenlager ſoll ſo gebohrt ſein, daß ſeine Achſe mit der Seelenachſe des Laufes ganz genau in derſelben Linie liegt. Nur dann kann das Langgeſchoß gerade in die Züge eintreten. Zu enge Patronenlager verurſachen fortwährend Ladehemmungen, zu weite rufen leicht ein Platzen und Aufreißen der Hülſe hervor.

c) Der Verſchluß der Büchſe muß ſo ſtark ſein, daß er den Pulvergaſen genügenden Widerſtand leiſtet. Die modernen Jagdrepetierbüchſen haben ſämtlich Zylinderverſchlüſſe; bei Kipplaufbüchſen (ſ. S. 223) genügt bei mittelſtarken Ladungen der gewöhnliche Verſchluß. Früher war es nicht möglich, aus Kipplaufwaffen ſehr ſtarke Ladungen zu ſchießen. Heute kann aber der Verſchluß derartig verſtärkt werden (Kerſten-Verſchluß, Schildzapfenverſchluß, ſ. Doppelflinte, S. 224), daß Kipplaufdoppelbüchſen ſelbſt für die allerſtärkſten Ladungen zu benutzen ſind.

d) Die Viſiereinrichtung, aus Viſier und Korn beſtehend, iſt bei allen Jagdbüchſen zum genauen Zielnehmen durchaus notwendig. Beſondere Treppen- oder Leiterviſiere braucht man nicht, da immer nur auf verhältnismäßig kurze Entfernungen geſchoſſen wird, wozu im allgemeinen das Standviſier ausreicht. Da das beim Militär gebräuchliche Balkenviſier (ſ. Gewehr) den Nachteil hat, das Ziel teilweiſe zu verdecken, ſucht man in Jägerkreiſen ſchon ſeit Jahren nach einem paſſenden Erſatz, bisher jedoch ohne nennenswerte Erfolge. Auch heute herrſcht immer noch das Balkenviſier vor und wird mit wenigen Ausnahmen überall benutzt. Da das Militärkeilkorn für jagdliche Zwecke zu grob iſt, benutzt man ein Korn mit Silberpunkt, das von oben in die Laufſchiene eingeſchoben wird (Fig. 22).

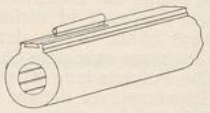


Fig. 22. Korn mit Silberpunkt.

e) Stechſchloß. Um den Schuß nicht im Moment des Abdrückens zu verreißen, wie der techniſche Ausdruck lautet, muß die Jagdbüchſe einen ſehr leicht ſtehenden Abzug haben. Dieſer wird durch das ſogenannte Stechſchloß erzielt. Man unterſcheidet zwei verſchiedene Einrichtungen: Das Stechſchloß mit zwei Abzügen (für Büchſen, Repetierbüchſen u. ſ. w.) und den Rückſtecher mit einem Abzug (für Doppelbüchſen, Büchsflinten und Drillinge). Die Stellung des Stechers wird durch eine Schraube reguliert; man kann ihn alſo ganz nach Belieben hart oder fein ſtellen.

f) Schäftung (ſ. Doppelflinten, S. 225).

g) Kaliber. Die Leiſtung einer Büchſe hängt in erſter Linie von der Geſchwindigkeit ab, mit der das Geſchoß den Lauf verläßt. Das Maß dieſer Anfangsgeſchwindigkeit kann durch Apparate feſtgeſtellt und daher in Zahlen ausgedrückt werden. Man ermittelt ſie gewöhnlich 25 m vor der Mündung und drückt dies durch v_{25} oder V_{25} aus (Velocitas auf 25 m). Von der Anfangsgeſchwindigkeit iſt nicht nur die mehr oder weniger raſante (geſtreckte) Flugbahn, ſondern auch Streuung, Treffgenauigkeit und Wirkung des Geſchoſſes am Ziel abhängig. Um hohe Anfangsgeſchwindigkeit zu erzielen, braucht man neben einem geeigneten Geſchoß (ſ. S. 229) ein günſtiges Ladeverhältnis (Ladungskoeffizienten). Man ermittelt dies, indem man das Gewicht des Geſchoſſes durch das Gewicht der Pulverladung dividiert. Zum Beiſpiel: Mauſerbüchſe Modell 71: Geſchoßgewicht 25 g, Pulverladung 5 g, $\frac{25}{5} = 5$; alſo Ladeverhältnis 5 : 1.

Je mehr beide Zahlen ſich nähern, deſto günſtiger wird das Ladeverhältnis. Bei unſern modernen Jagdbüchſen iſt es gelungen, ein Ladeverhältnis von 1 : 1 zu erhalten. Je günſtiger alſo das Ladeverhältnis, deſto größer die Anfangsgeſchwindigkeit und deſto geringer die Streuung der Büchſe. Vorausgeſetzt wird dabei immer die günſtigſte Geſchoßform. Da aber die Erreichung eines günſtigen Ladeverhältniſſes nur bei der Wahl kleiner Kaliber möglich iſt, wenn man nicht die Pulverladung unzuläſſig vergrößern will, ſo kam man mit Notwendigkeit zur Verringerung des Kalibers und damit zum kleinkalibrigen Langgeſchoß. Das Treffen iſt namentlich bei ſich ſchnell bewegenden Zielen ſehr ſchwierig, wenn man ſich den richtigen Haltepunkt erſt ſuchen muß. Bei unſern modernen kleinkalibrigen Jagdbüchſen hat man das nicht mehr notwendig. Man hält einfach auf alle jagdlichen Entfernungen (bis 200 m) Fleck. Es iſt daher erklärlich, daß ſich auch der Jäger die Vorteile kleinkalibriger Büchſen bald zunutze machte. So kam man vom Kaliber 11 mm allmählich zum Kaliber 8 mm und 6,5 mm. Allerdings ging das nur ganz allmählich, denn es handelte ſich darum, das richtige Geſchoß zu finden. Zu den großen Kalibern rechnet man heute 11,15 und 11 mm, zu den kleinen 8, 7 und 6,5, während die für die Jagd ſehr viel benutzten Kaliber 9 und 9,3 mm etwa in der Mitte zwiſchen beiden ſtehen. Alle dieſe Kaliber haben ihre Vor- und Nachteile; doch überwiegen bei den kleinen Kalibern die Vorteile ganz bedeutend (ſ. Gewehr).

h) Jagdbüchſen. Die einfache Büchſe mit einem Lauf iſt heute faſt ganz von den modernen Repetierbüchſen verdrängt worden. Dieſe ſind den Militärwaffen nachgebildet; man benutzt alſo entweder den älteren Rahmenlader oder den neueren Streifenlader (ſ. Gewehr). Auch automatiſche Büchſen gibt es bereits, jedoch nur mit ſchwächeren Ladungen. Sehr viele Jäger benutzen den Kugellauf in Verbindung mit einem oder zwei Schrotläufen, alſo als Büchsflinte oder Drilling (ſ. S. 230).

Eine Errungenſchaft der Neuzeit ſind die ſogenannten Fernrohrbüchſen, d. h. Büchſen mit daraufgeſetztem Fernrohr. Im Dämmerlicht des Waldes, bei beginnender Dunkelheit und bei ſehr kleinen Zielobjekten reicht das menſchliche Auge oft nicht mehr aus, um genau zu zielen. Auch ältere Herren mit ſchwachem Augenlicht konnten nicht mehr recht Viſier und Korn „zuſammenbringen“. Man ſuchte deshalb ſchon lange nach einem optiſchen Hilfsmittel und fand es im Zielfernrohr. In dieſem wurde ein ſogenanntes Abkommen (Fig. 23) angebracht,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das man beim Zielen benutzte. Die erſten Zielfernrohre waren etwas ſchwer und unhandlich; jetzt fertigt man aber dies optiſche Hilfsmittel in vollendeter Weiſe in verſchiedenen Größen, Abkommen und Vergrößerungen an. Das Zielfernrohr wird ſo auf die Büchſe geſetzt, daß man es ganz nach Wunſch abnehmen und auch, wenn es ſich auf der Waffe befindet, die Viſiereinrichtung benutzen kann (Fig. 23a).

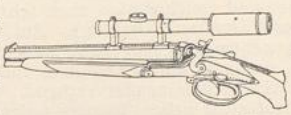


Fig. 23a. Doppelbüchſe mit Zielfernrohr.

Fig. 23. Gebräuchlichſte Abkommen für Zielfernrohre.

i) Munition. Während für die Schrotflinte faſt ausſchließlich Patronen von Pappe gebraucht werden, benutzt man für die Büchſe nur Meſſinghülſen. Der ſich entwickelnde Gasdruck iſt überaus ſtark (bis 4000 Atmoſphären) und mit dem der Pulverladung der Schrotflinte nicht zu vergleichen (400—600 Atmoſphären). — Pfropfen werden beim Laden von Kugelpatronen nicht benutzt; man ſchüttet die Pulverladung in die Hülſe und ſetzt darauf das

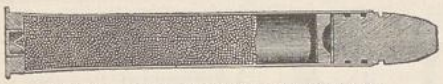


Fig. 24. Engliſche geladene Kugelpatrone.

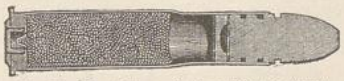


Fig. 25. Deutſche geladene Kugelpatrone.

Geſchoß. Nur muß zwiſchen Pulver und Geſchoß ein gewiſſer Zwiſchenraum bleiben, der ſogar bei den rauchloſen Blättchenpulvern unerläßlich iſt; denn dieſes braucht zur richtigen Entwicklung einen leeren Raum (Fig. 24 und 25). Was die Treibmittel anlangt, ſo verdrängen auch bei der Büchſenpatrone die rauchloſen Pulver die alten Schwarzpulver (Naßbrandpulver)

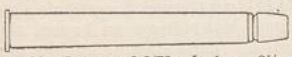


Fig. 26. Patrone 9,3/72. Ladung 3½ g Naßbrandpulver.

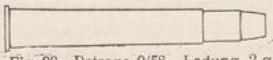


Fig. 28. Patrone 9/58. Ladung 2 g Blättchenpulver und 25 mm langes Teilmantelgeſchoß.

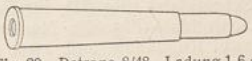


Fig. 29. Patrone 8/48. Ladung 1,6 g Blättchenpulver und 25 mm langes Teilmantelgeſchoß.

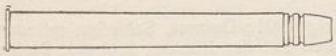


Fig. 27. Patrone 9,3/82. Ladung 4½ g Naßbrandpulver.

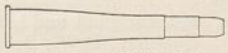


Fig. 34. Patrone 6,5/48. Ladung 1,2 g Blättchenpulver und 25 mm langes Teilmantelgeſchoß.

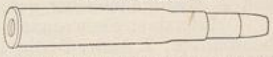


Fig. 30. Patrone 8/57. Ladung 1,8—2 g Blättchenpulver und 25 mm langes Teilmantelgeſchoß.

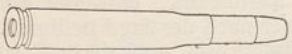


Fig. 32. Patrone 8,57 (ohne Rand). Ladung 2,3—2,5 g Blättchenpulver und 30 mm langes Teilmantelgeſchoß.

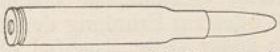


Fig. 33. Patrone 7/57 (ohne Rand). Ladung 2,3—2,5 g Blättchenpulver und 30 mm langes Teilmantelgeſchoß.

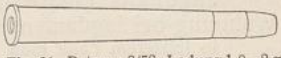
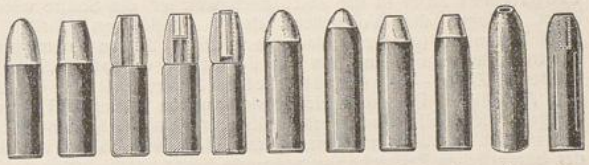


Fig. 31. Patrone 8/58. Ladung 1,8—2 g Blättchenpulver und 25 mm langes Teilmantelgeſchoß (auch Form der Patrone 6,5/58).

immer mehr. Ueberwiegend wird Troisdorfer Blättchenpulver benutzt; auch ein neues Rottweiler Pulver für den Büchſenſchuß ſowie das Hasloch er rauchloſe Büchſenpulver haben ſchon viele Anhänger. — Militärgeſchoſſe ſind für Jagdzwecke nur in einzelnen beſonderen Fällen brauchbar; der Jäger will eben das Wild ſo ſchnell als möglich töten oder doch ſo ſchwer verletzen, daß es nicht mehr weit flüchten kann. Dazu ſind beſondere Geſchoſſe notwendig. — In Langgeſchoſſen, die heute für die Jagd gebraucht werden, herrſcht gegenwärtig ein richtiger Wirrwarr, und es gehört geradezu ein Spezialſtudium dazu, alle dieſe Geſchoſſe zu kennen und auszuproben. Die verſchiedenen Büchſenkaliber haben natürlich verſchiedene Geſchoſſe; außerdem iſt das Material und die Form der einzelnen Geſchoſſe überaus verſchieden.

Im allgemeinen unterſcheidet man zwei Gruppen von Geſchoſſen, alſo Bleigeſchoſſe (Hartblei, Weichblei) und ſolche mit einem Mantel aus Stahlblech (Mantelgeſchoſſe). Von dieſen gibt es auch wieder eine Menge Abarten. Für Schwarzpulver und Bleigeſchoß kommen hauptſächlich die Patronen 9,3/72 und 9,3/82 in Betracht (Fig. 26 und 27), während es für Mantelgeſchoſſe und Blättchenpulver eine ganze Anzahl von Patronen mit ſtärkeren oder ſchwächeren Ladungen gibt (Fig. 28—34). Die gebräuchlichſten Geſchoſſe dazu ſind auch in großer Auswahl vorhanden (Fig. 35). Die Kugelpatronen mit ſchwächeren Ladungen werden meiſt für kleineres Raubzeug (Fuchs, Katze u. ſ. w.) gebraucht, ebenſo



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Fig. 35. Verſchiedene Geſchoſſe für 9, 8, 7 und 6½ mm.

1 Geſchoß mit runder Bleiſpitze und $^2/_3$-Mantel. 2 Geſchoß mit abgeplatteter Bleiſpitze und $^2/_3$-Mantel. 3 Geſchoß mit Oeffnung oben (Expanſion) und $^2/_3$-Mantel. 4 Geſchoß mit abgeplatteter Bleiſpitze und Hartbleikern, $^2/_3$-Mantel. 5 Geſchoß mit abgeplatteter Bleiſpitze und Kupferröhrchen (Expanſion) mit $^2/_3$-Mantel. 6 Geſchoß mit runder Bleiſpitze und $^4/_5$-Mantel. 7 Geſchoß mit runder Bleiſpitze und $^{11}/_{12}$-Mantel. 8 Geſchoß mit abgeplatteter Bleiſpitze und $^4/_5$ Mantel. 9 Geſchoß mit abgeplatteter Bleiſpitze und $^{11}/_{12}$-Mantel. 10 Vollmantelgeſchoß mit Oeffnung oben, ſogenanntes Dum-Dum-Geſchoß. 11 Vollmantelgeſchoß mit Oeffnung oben und ſeitlichen Schlitzen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für den Rehbock, wofür schließlich auch die mittelstarken Ladungen geeignet sind. Die starken Ladungen benutzt man zur Jagd auf Rot- und Schwarzwild, die allerstärksten (bis 4 g Blättchenpulver) eignen sich besonders für Elche, Bären, Löwen und Tiger. Schon daraus erklärt sich die große Anzahl der Kugelpatronen einigermaßen. Schließlich sind auch die Ansichten der Jägerwelt über die verschiedenen Kaliber und Geschoßarten noch sehr geteilt.

3. **Büchsflinte, Doppelbüchse und Dreilauf (Drilling).** Auf vielen Jagden ist es sehr angenehm und vorteilhaft, wenn man neben dem Kugellauf auch einen Schrotlauf zur Verfügung hat. Man half sich zunächst so, daß man einen Kugellauf und einen Schrotlauf nebeneinander legte und sie durch eine Laufschiene miteinander verband. So entstand die Büchsflinte (Fig. 36). Legt man den Kugellauf nicht neben, sondern unter den Schrotlauf, so erhält man die Bockbüchsflinte. Modernen Ansprüchen genügten aber diese Kombinationen nicht; man ging deshalb zum Dreilauf (Drilling) über. Als es noch keine Stahlläufe gab, war diese Waffe ziemlich schwer und fand deshalb wenig Anhänger. Mit der Einführung der Stahlläufe wuchsen aber die Anhänger des Dreilaufes, denn er bekam nun infolge der Leichtigkeit des Materials ein erträglicheres Gewicht. Die große Beliebtheit des Dreilaufes erklärt sich aus dem Wunsche der meisten Jäger, Doppelflinte und Büchse in einer Waffe vereinigt zu haben. Früher mußte man bei längeren Jagdausflügen zwei Gewehre mitnehmen (Doppelflinte und Büchse); heute genügt die Mitnahme des Dreilaufs vollständig. Gewöhnlich

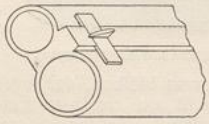


Fig. 36.

Fig. 38.

Fig. 37.

Fig. 39.

sind die Läufe so angeordnet, daß die beiden Schrotrohre oben und der Kugellauf unten liegt (Fig. 37); dies ist die gebräuchlichste Form der Zusammensetzung. Für gutbesetzte Niederjagden bedient man sich häufig des Schrotdrillings (drei Schrotläufe) (Fig. 38), für Rotwildjagden des Doppelbüchsdrillings (zwei Kugelläufe, ein Schrotlauf) (Fig. 39). Neuerdings ist man sogar dazu übergegangen, Vierlinge zu bauen, also zwei Kugelläufe und zwei Schrotläufe zusammenzulegen. Man hat dann Doppelbüchse und Doppelflinte in einer Waffe vereinigt. Trotzdem die Idee des Vierlings an sich nicht schlecht ist, haben diese Waffen — hauptsächlich wegen ihres schweren Gewichtes und ihrer Unhandlichkeit — wenig Liebhaber gefunden.

Literatur: Skowronnek, Die Jagd, Bielefeld und Leipzig 1901; Deinert, Schießen mit der Schrotflinte, 2. Aufl., Berlin 1905; Queisner, R. W., Schießen mit der Büchse, 2. Aufl., Berlin 1907; Koch, Jagdwaffenkunde, Berlin 1899; Preuß, Lehrbuch des Flintenschießens, Neudamm 1905; Grashey, Praktisches Handbuch für Jäger, 2. Aufl., Stuttgart 1906. *R. W. Queisner.*

Jagdhaus (Jägerhaus), Gebäude in einem Jagdbezirk, entweder zur Wohnung bei Jagdaufenthalt oder zur Erholung der Jäger nach der Jagd bestimmt.

In letzterem Falle muß ein großer Versammlungssaal vorhanden sein, nebst Küchen- und Aufbewahrungsräumen. Ein Turm oder ein Aufbau für Umsicht über das Jagdgebiet ist vorteilhaft. Die Ausschmückung mit Jagdemblemen im Innern wie am Aeußern wird wesentlich zur Charakteristik des Gebäudes beitragen. In großen Verhältnissen durchgeführt, wird das Gebäude Jagdschloß genannt. *Weinbrenner.*

Jagdpulver, s. Geschoßtreibmittel, Jagdgewehre.

Jagdriegel, s. Schloß.

Jagdzapfen, s. Jagdband.

Jager, ein Vorsegel für Schoner und Kutter, das zwischen Stengetopp und Klüverbaum fährt, auch Klüvertoppsegel, Außenklüver genannt.

Jagermast, der hinterste Mast eines Viermasters, s. Bemastung.

Jahr, die Zeit eines Umlaufs der Erde um die Sonne.

Siderisches Jahr ist die Zeit, nach welcher die Sonne wieder bei denselben Fixsternen am Himmel zu stehen scheint; es hat die unveränderliche Länge von 365,25637 Tagen. — Tropisches Jahr ist die Zeit, nach welcher die Sonne wieder zum Frühlingspunkt zurückkehrt. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen jährlich um einen Ekliptikbogen von 50,24 Sekunden (ganzer Umlauf nach 26000 Jahren, dem großen platonischen Jahr) ist das tropische Jahr kleiner als das siderische; es hat 365,2422 Tage, eine nicht exakt gleichbleibende Zahl. — Anomalistisches Jahr, Zeit der Rückkehr der Erde zur Sonnennähe, dem Apogäum. Da die Apsidenlinie langsam weiterrückt, um 11,5° jährlich, so beträgt das übrigens gleichfalls etwas veränderliche anomalistische Jahr 365,2596 Tage. — Bürgerliches Jahr heißt das Jahr mit einer ganzen Zahl von Tagen und entsprechenden Schalttagen, das der bürgerlichen Zeitrechnung zugrunde liegt; geschichtlich (s. Kalender) schließt sich dasselbe fortschreitend mehr dem tropischen Jahr an, weil dieses die Zeit des bürgerlich wichtigen Wechsels der Jahreszeiten ist. Das Mondjahr Solons hatte 12 Monate mit 29—30, zusammen 354 Tagen nebst einem Schaltmonat nach je 3 Jahren. Das Julianische Jahr umfaßt 365 Tage mit einem Schalttag nach je 4 Jahren. Das Gregorianische Jahr schaltet alle 400 Jahre nur 97 Schalttage ein und beträgt daher im Mittel nur 0,0003 Tage mehr als das tropische; (vgl. a. Zeit). *Aug. Schmidt.*

Jahreszeiten, im astronomischen Sinne die durch die Zeitpunkte des Durchganges der Sonne durch den Aequator (Aequinoktialpunkte, Nachtgleichen)

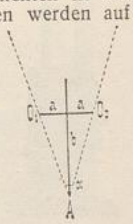
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und ihres größten Abſtandes von dieſem (Solſtitialpunkte, Sonnenwenden) beſtimmten Abſchnitte des Jahres — Frühling, Sommer, Herbſt und Winter —, fallen für die mittleren Breiten nahe zuſammen mit den Jahreszeiten im meteorologiſchen Sinne, d. i. den Abſchnitten, in die ſich das Jahr nach dem Verlauf ſeiner Witterung gliedert; doch werden behufs leichterer Ableitung der meteorologiſchen Mittelwerte für die Jahreszeiten als Winter die Monate Dezember, Januar und Februar, als Frühjahr März bis Mai u. ſ. w. gerechnet. An Stelle dieſer meteorologiſchen Jahreszeiten treten, zumal abweichend in den Tropen, miteinander abwechſelnd, die trockene Jahreszeit und die naſſe oder Regenzeit, ebenfalls durch den jährlichen Gang der Sonne bedingt. *Großmann.*

Jakobsleiter, auf Schiffen Bezeichnung für eine Leiter aus Tauwerk mit hölzernen Sproſſen.

Jakobſtab (baculus geometricus, baculus astronomicus, Gradſtock), ein älteres Meßinſtrument, das in der Feldmeſſung zur Beſtimmung von Entfernungen und Höhen und in der Aſtronomie und Nautik zu Winkelmeſſungen benutzt wurde.

Auf einem Stabe ſind ein kürzerer Querſtab oder mehrere Querſtäbe ſo angebracht, daß ſie auf ihm verſchoben werden können. Diopterſtifte an einem Ende des Langſtabes und an beiden Enden des Querſtabes bilden zwei Abſehlinien AO_1 und AO_2. Durch Verſchieben des Querſtabes können die beiden Abſehlinien gleichzeitig auf je einen Zielpunkt eingerichtet werden. Beide Stäbe ſind nach gleichen Einheiten geteilt; bei den einfachſten Inſtrumenten iſt die Hälfte a des Querſtabes dieſe Teilungseinheit. Entfernungs- und Höhenmeſſungen werden auf verſchiedenen Standpunkten ausgeführt, deren Abſtände voneinander bekannt ſind. Zwiſchen den Werten der geſuchten Stücke, der Standpunktabſtände und der Ableſungen am Inſtrumente können Proportionen aufgeſtellt werden, aus denen die geſuchten Stücke ſich berechnen laſſen. Bei Höhenmeſſungen iſt der Querſtab nach einem Lote ſenkrecht zu ſtellen. Zur Winkelmeſſung dient die Beziehung $\operatorname{tg}\alpha = 2a : b$, worin α der geſuchte Winkel und b der Abſtand des Diopterſtiftes bei A vom Querſtabe ſind. Das Inſtrument wurde etwa im 15. Jahrhundert verbreitet. Es blieb bis zu ſeiner Verdrängung durch den Spiegelſextanten um die Mitte des 18. Jahrhunderts das wichtigſte Inſtrument der Seeleute zur Beſtimmung von Zeit und Breite.



Literatur: [1] Wolf, Geſchichte der Aſtronomie, München 1877; Derſ., Handbuch der Aſtronomie, Bd. 2, Zürich 1892. — [2] Breuſing, Die nautiſchen Inſtrumente bis zur Erfindung des Spiegelſextanten, Bremen 1890. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Jakonett, ſ. Jaconet.

Jalouſie, ſ. Fenſterladen.

Jambee, ſ. Stöcke.

Jameſonit, ſ. v. w. Heteromorphit (ſ. d.).

Janduslampe (Dauerbrandlampe), ſ. Bogenlampe, Bd. 2, S. 173.

Janusſchaltung, Syſtem zur Verbindung von privaten Hausfernſprechſtellen mit den Fernſprechnebenanſchlüſſen der Reichstelephonie; ſ. Haustelegraphen.

Japanwachs, ſ. Talg, vegetabiliſcher.

Jargon, ſ. Zirkon.

Jasmin, vgl. Riechſtoffe, künſtliche.

Jasminöl (huile antique de Jasmin), parfümiertes Oel, durch Enfleurage aus den Blüten von Jasminum odoratissimum *L.* gewonnen. Es findet in der Parfümerie Verwendung und wird hauptſächlich von Südfrankreich und Tunis geliefert. — Durch Deſtillation mit Waſſer läßt ſich aus den Jasminblüten das ätheriſche Oel nicht gewinnen. *Deite.*

Jasniggergrün, ſ. Schweinfurtergrün.

Jaspis, ſ. Quarz.

Jauchebrunnen dienen dazu, die flüſſigen Beſtandteile des Viehdüngers zu ſammeln, um ſie mit der Kettenpumpe zu heben und wieder über den Dünger zu ergießen, damit dieſer gleichmäßig durchfeuchtet erhalten werde.

Der Rauminhalt wird auf ein Haupt Großvieh je nach dem Waſſergehalt des Futters mit 0,15—0,40 cbm gerechnet. Die Grundform iſt am beſten kreisrund. Mauern und Sohle werden im Mauerwerk waſſerdicht hergeſtellt. Man erhöht ſie etwa 1 m über die Sohle der Dunggrube und legt ſeitlich Einlaufl öcher für die Jauche an, ſetzt auch den Jauchebrunnen durch Tonrohrleitungen mit den Abflußrinnen des Viehſtalles in Verbindung; ſ. Rindviehſtälle und Pferdeſtälle. Oben wird der Brunnen mit Bohlenbelag abgedeckt, auf dem die Jauchepumpe aufgeſtellt wird; ſ. Dungſtätten.

Literatur: Tiedemann, L. v., Das landw. Bauweſen, Halle a. S. 1898. *v. Tiedemann.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Jauchepumpen, transportable oder feſtſtehend angebrachte Handpumpen zur Entleerung von Gruben.

Die Jauche wird durch ein oben umgebogenes Rohr in das Jauchefaß gepumpt, das, auf einem Wagen liegend, an Ort und Stelle gefahren wird, oder ſie wird mittels der Jauchepumpe über den Düngerhaufen geſpritzt. Das Material iſt Gußeiſen oder Holz, die Ventile müſſen leicht zugänglich ſein, da die Jauche oft feſte Beſtandteile enthält, die zu Verſtopfung führen können. Sie beſtehen meiſt aus gußeiſernen Hohlkugeln oder aus Holz- bezw. Gummikugeln. Der Kolben hat gewöhnlich Holz- oder Lederdichtung. Die Entleerung erfolgt durch Hochziehen eines Entleerungsſchiebers. Das Druckrohr kann durch das Einſchrauben von Zwiſchenſtücken oder durch Ausziehen verlängert werden.

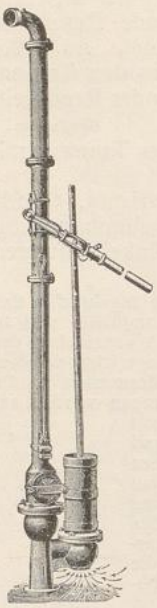


Fig. 1.

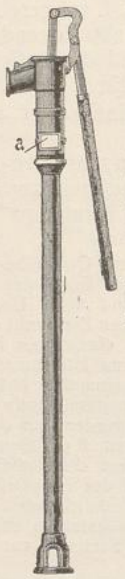


Fig. 2.

Fig. 3.

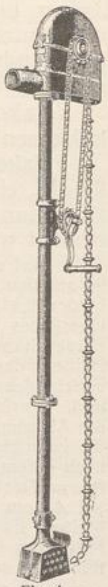


Fig. 4.

Fig. 1 zeigt eine Jauchepumpe für größere Landwirtſchaftsbetriebe oder die Entleerung der Aborte induſtrieller Anlagen mit Einrichtung zum Anſchrauben eines Spritzenſchlauches der Firma Albert Döring in Sinn (Heſſen-Naſſau). Fig. 2 zeigt eine von A. Kolbe & Co. in Gößnitz (Altenburg) hergeſtellte, leicht in eine Grube hineinzuſtellende Jauchepumpe, bei der bei Verſtopfungen die Klappe *a* mit einem Griff zu löſen iſt, und Fig. 3 eine fahrbare Saug- und Druckpumpe von Rich. Wünſche, Herrnhut. Außerdem verwendet man in kleineren Betrieben Kettenpumpen (ſ. Fig. 4, Albert Döring in Sinn) zum Entleeren von Jauchegruben, bei denen die Förderung durch die in dem Rohr bei der Drehung der Kurbel aufſteigenden Hartgußſcheiben an der endloſen Kette bewirkt wird. Die Förderhöhe der Jauchepumpe wird bis zu 7,5 m, die minutliche Leiſtung mit mindeſtens 100 l verlangt. Die Gewichte ſchwanken zwiſchen 25 und 250 kg, die Preiſe zwiſchen 30 und 200 *M.* *Wrobel.*

Jaucheverteiler, eine Vorrichtung zur möglichſt gleichmäßigen Verteilung der Jauche auf Feld oder Wieſe.

Der Jaucheverteiler wird am beſten hinten und unten am Jauchefaß angebracht und beſteht aus einem gußeiſernen Stutzen mit Plattenverſchluß und Verteilungslippe (ſ. Fig. 1). Gegen die letztere ſtrömt nach Oeffnung des Verſchluſſes die Flüſſigkeit und wird in der Breite von 1—3 m verteilt. Eine gleichmäßige Verteilung iſt jedoch nur möglich bei gleichbleibendem Zufluß; wenn dieſer bei fortſchreitender Entleerung des Jauchefaſſes geringer wird, ſo nimmt auch die Streubreite ab und die Verteilung wird eine ungleiche. Dieſem Uebelſtande ſucht man durch weiteres Oeffnen des Abſperrventils zu begegnen. Da es für manche Zwecke erwünſcht iſt, die Flüſſigkeit in ein untergeſtelltes Faß abfließen zu laſſen, ſo verwendet man gerne anſtatt des einfachen Jaucheverteilers ſolche mit zwei Verſchlüſſen (Fig. 2). Preiſe: 10—15 *M.* *Wrobel.*

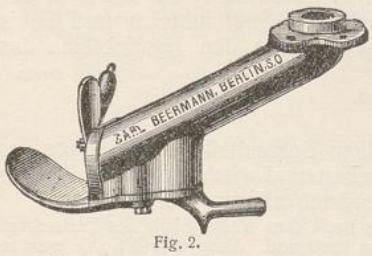


Fig. 2.

Fig. 1.

Jaune anglais (Viktoriaorange), bi- und trinitrokrefylſaures Ammon, ein viel verwendeter Teerfarbſtoff; Jaune brillant, ſ. Kadmiumgelb; Jaune indien, ſ. Kobaltgelb; Jaune de mars, Gemiſch aus Eiſenhydroxyd und

Gips; Jaune de paille minéral, baſiſch ſchwefelſaures Bleioxyd; Jaune de Steinbuhl, Barytgelb. *Friedländer.*

Javelleſche Lauge, ſ. Eau de Javelle.

Jeannets (Jennets), urſprünglich engliſche, dichte, baumwollene Köperzeuge, teils weiß, teils bedruckt; die böhmiſchen Fabriken führen die Ware unter dem Namen Orientals.

Jeans, den Jeannets ähnliche, feinere, dreiſchäftige Baumwollköper; ſ. Weberei.

Jennymaſchine (Mule-Jenny), ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 612.

Jet, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 286.

Jigger, Beſanſegel eines Viermaſterſegelſchiffes; ein Tau, das durch einen beweglichen Block geſchoren iſt, an dem die Laſt befeſtigt iſt.

Jigger, auch Auffetzkaſten, Breitfärbemaſchine genannt, iſt die weitaus gebräuchlichſte Färbemaſchine für baumwollene Stückware. Das Färben erfolgt hierbei in ausgebreitetem Zuſtande der Ware.

Die Maſchine beſteht aus einem Troge, der zur Aufnahme des Färbebades dient. Nahe dem Boden ſind zwei Walzen gelagert, die während des Färbens ſtets von der Farbflotte bedeckt ſind; außerdem ſind häufig noch mehrere Leitrollen in verſchiedener Höhe in den Seitenwänden des Farbtroges eingebettet. Ueber dem Troge liegen parallel zur Längsachſe des Jiggers noch zwei ſtärkere Holzwalzen, die auf der einen Seite Scheiben tragen, die zur Aufnahme der Bremsvorrichtung dienen, auf der andern Seite aber durch Antriebsräder mit der Transmiſſion in Verbindung ſtehen, welche die abwechſelnde Bewegung dieſer Walzen bewirkt. An einer, häufig auch an beiden Seiten des Farbtroges ſind eiſerne Arme angebracht, die als Stützen für die auflaufende Ware dienen. Für paſſenden Waſſerzulauf und -ablauf iſt geſorgt. Das Erwärmen der Farbflotte geſchieht entweder durch direkt einſtrömenden Dampf oder, was vorteilhafter iſt, durch eine ſogenannte Dampfſchlange, die verhindert, daß das gebildete Kondenſationswaſſer in das Färbebad eintritt (Fig. 1). Das Färben erfolgt in der Weiſe, daß die Ware in voller Breite unter den beiden, nahe dem Boden des Troges befindlichen Rollen durch das Farbbad läuft und ſich auf einer der oberen Walzen ſtramm aufwickelt; hierauf bringt man die Maſchine zum Stehen und läßt dann die Ware in gleicher Weiſe nach der entgegengeſetzten Seite laufen, wobei ſie ſich auf der andern Seite aufwickelt. Dieſer Vorgang wird ſo häufig wiederholt, bis der Färbeprozeß beendigt iſt.

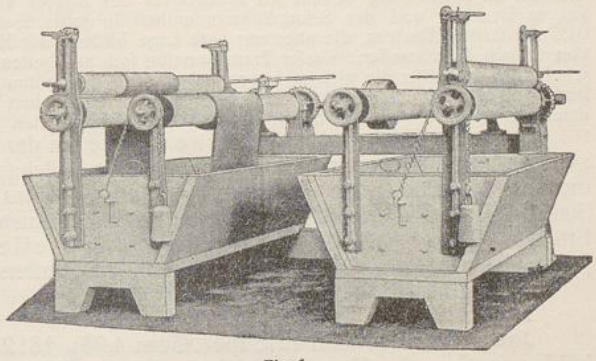


Fig. 1.

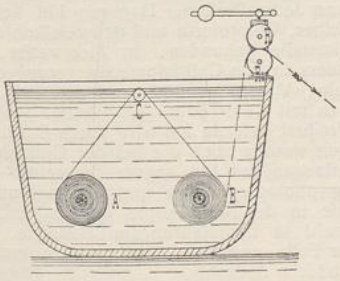


Fig. 2.

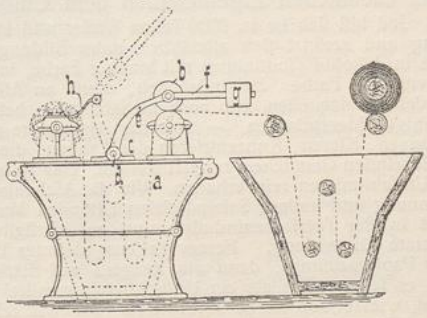


Fig. 3.

Zum Färben der Sulfinfarben, beſonders für Schwarz, wurde ein ſogenannter Unterflottenjigger (Fig. 2) empfohlen, um die Ware während des Färbens vor der oxydierenden Einwirkung der Luft zu ſchützen. Der Färbekaſten iſt aus Holz oder Eiſen; die Triebwalzen *A* und *B* ſind mittels Stopfbüchſen waſſerdicht in den Seitenwänden gelagert und tragen an den hervorſtehenden Enden die Antriebsſcheiben. An *A* und *B* ſind Vorläufer aus ſtarkem Leinenneſſel befeſtigt, an deren einem Ende die zu färbenden Stücke angenäht werden. Man läßt die Ware zuerſt unter

Spannung auf *A* auflaufen, näht das letzte Ende an den Vorläufer der Walze *B* an und arbeitet dann wie bei dem gewöhnlichen Jigger, indem die Ware über die Leitrolle *C*, die eben noch über dem Niveau des Färbebades hervorſieht, abwechſelnd auf *A* und *B* ſtramm aufgewickelt wird. Nach beendigtem Färben gelangen die Stücke durch die gut wirkenden Quetſchwalzen RR_1 direkt zum Waſchen. Zum Färben der Sulfinfarben bedient man ſich jetzt aber mit beſtem Erfolge des gewöhnlichen Jiggers, der mit einer Quetſchwalze ausgerüſtet iſt (Fig. 3). Auf der Stirnſeite des Jiggers *a* werden zwei Lager *c* gefetzt, in die eine durchgehende, drehbare Welle *d* geſchoben wird. Dieſe Welle erhält rechts und links je einen feſt aufgekeilten Hebelarm *e* zur Lagerung der Quetſchwalze *b*. Mittels der Gewichte *g* kann man je nach der zu färbenden Warengattung den Druck der Walze *b* verſtärken. Während des Färbens ruht die Quetſchwalze unbenutzt, wie in der punktierten Zeichnung ausgedrückt. Erſt bei der letzten Paſſage wird die Quetſchwalze aufgelegt, die Ware während des Ganges zwiſchen dieſer und der Jiggerwalze ſtark ausgepreßt und direkt in den nebenſtehenden Jigger behufs Waſchen geführt, ohne vorher nochmals aufgerollt zu werden. *A. Singer.*

Jigger, ein von Marconi für ſeine funkentelegraphiſchen Empfängerſtationen benutzter Transformator beſonderer Bauart, mit Hilfe deſſen das Potential der ankommenden Wellen auf Koſten der Stromintenſität erhöht, d. h. die elektriſche Kraft der Wellen auf Koſten der magnetiſchen Kraft geſteigert wird.

Die von Marconi von vornherein erkannte hohe Bedeutung einer ſolchen Transformierung zur Erzielung größerer Reihweiten beruht darauf, daß die gewöhnlich als Wellenanzeiger benutzten Feilſpänefritter Kondenſatoren von kleiner Kapazität darſtellen, die alſo nur auf elektriſche Spannungen anſprechen. Bei einer in den Marconiſtationen vielfach zur Anwendung kommenden Ausführung beſteht der Primärkreis des Jiggers aus 50 Windungen eines 0,7 mm ſtarken Drahtes, und der Sekundärkreis enthält in jeder Spulenhälfte 160 Windungen eines 0,05 mm ſtarken Drahtes, die aber nur eine Lage bilden; der Kern beſteht aus einer Glasröhre von 25 mm Durchmeſſer. Dieſer Transformator ſoll am beſten wirken, wenn die Sekundärwindungen ungefähr die gleiche Länge haben wie die Luftleiter und die Windungslage etwa 2 mm von den Windungen der Primärſpule entfernt angeordnet iſt. Die Sekundärwicklung hat dann annähernd die gleiche Selbſtinduktion wie der Luftleiter. *Otto Fentſch.*

Joch, als Flächenmaß, ſ. Flächenmaße; in der Topographie eine zwiſchen zwei parallel ſtreichenden Gehängen liegende Paßeinſattelung in einem Gebirge; die ſich wiederholenden einzelnen Abteilungen eines langen Bauwerks; die an Stelle der Pfeiler tretenden hölzernen oder eiſernen überholmten Pfähle bei Brücken (Brückenjoch) ſ. Bd. 2, S. 340, und Pfeiler, hölzerne; Fenſterjoch, ein einzelnes Licht eines mehrteiligen Fenſters.

Joch (Ruderjoch), ſ. Ruder.

Jochrechen, ſ. Triften.

Jod *J* (Atomgewicht 127, ſpez. Gew. 4,95), 1812 von Courtois entdeckt, 1815 von Gay-Luſſac als ſolches erkannt, bildet dunkelblaugraue, ſpröde, leicht zerbrechliche Tafeln, die ſchon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft verdunſten und bei 114,2° zu einer braunen, bei 183,05° (bei 760 mm Druck) ſiedenden Flüſſigkeit zuſammenſchmelzen. Seine Dämpfe beſitzen eine ſchöne dunkelblaue Farbe, was dem Element ſeinen Namen gegeben hat (ἰώδης, d. i. veilchenblau). Es iſt das einzige feſte Halogen, das ſich aber in den meiſten ſeiner chemiſchen Eigenſchaften dem Chlor ſehr ähnlich verhält (ſ. Chlor).

Jod löſt ſich in ca. 7000 Teilen Waſſer und färbt es gelb; das Jodwaſſer bleicht Indigolöſung und zerſetzt ſich allmählich unter Bildung von Jodwaſſerſtoff. Dagegen löſt ſich Jod leicht in Alkohol (Jodtinktur) mit brauner Farbe, in Aether, Chloroform und Schwefelkohlenſtoff mit violetter Farbe. Es findet ſich, meiſt an Alkalimetalle gebunden, im Meerwaſſer, verſchiedenen Salzquellen, alſo auch in Salzlagern, beſonders in den Chiliſalpeterablagerungen und in einigen Meerpflanzen. — Aus der Algenaſche (Kelp, Varec) gewinnt man das Jod durch Auslaugen, Klären, Konzentrieren der Laugen, die nun mit Chlor oder Chlor bezw. Sauerſtoff entwickelnden Gemiſchen zerſetzt werden. Das ſo in Freiheit geſetzte Jod wird durch Deſtillation und Umſublimieren rein erhalten. Wie die Aſchenlaugen werden auch die bei der Chiliſalpetergewinnung und andern Salzinduſtrien fallenden Mutterlaugen auf Jod zugute gemacht. — Jod findet in der Teerfarbeninduſtrie und zur Herſtellung photographiſcher und pharmazeutiſcher Präparate Anwendung. Ferner in ausgedehnter Weiſe in der Mikroſkopie der Geſpinſtfaſern (auch Papierprüfung), dann als Reagens auf Stärkemehl in der Nahrungsmittelanalyſe. Hier dient es ferner noch als ein Unterſcheidungsmittel für Fette und Oele, bei welchen man beſtimmt, wieviel Jod ſie zu abſorbieren vermögen (Hüblſche Jodzahl). *Bujard.*

Jodadditionsmethode, von Hübl angegebenes Verfahren für die Unterſuchung fetter Oele und Harze; ſ. Fette und fette Oele.

Jodammonium, ſ. v. w. Ammoniumjodid (ſ. d.).

Jodate, die Salze der Jodſäure.

Jodblei, ſ. v. w. Bleijodid (ſ. d.).

Jodide, in erſter Linie die Verbindungen der Metalle mit Jod (Jod-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

metalle), dann aber auch die Verbindungen andrer weniger einfacher, besonders organiſcher Stoffe mit Jod. *Bujard.*

Jodinrot, ſ. Jodzinnober.

Jodkadmium, ſ. v. w. Kadmiumjodid (ſ. d.).

Jodkalium, ſ. v. w. Kaliumjodid (ſ. d.).

Jodmetalle, ſ. Jodide.

Jodoform (Trijodmethan, Formyltrijodid) iſt chemiſch das vollkommene Analogon des Chloroforms (ſ. d.) und beſitzt die Formel CHJ_3 (1822 von Serullas entdeckt).

Es kriſtalliſiert in glänzenden, gelben Blättchen, welche in Alkohol und Aether löslich, in Waſſer nahezu unlöslich ſind, ſafranähnlich riechen und ſchon bei mittlerer Temperatur verdunſten. Es entſteht durch Einwirkung von Jod und Kalilauge auf Alkohol, Aldehyd, Aceton und verſchiedene andre Subſtanzen und findet ſeit dem Jahre 1880 eine ausgedehnte Anwendung bei der Wundbehandlung. *Bujard.*

Jodqueckſilber, rotes, ſ. Queckſilberjodide.

Jodſäure, eine der Formel HJO_3 entſprechende Säure feſten Aggregatzuſtandes; aus wäſſerigen Löſungen in farbloſen rhombiſchen Tafeln kriſtalliſierend. Man ſtellt ſie am beſten durch Oxydation von Jod mit Salpeterſäure dar. Sie iſt ein ſehr kräftiges Oxydationsmittel. *Bujard.*

Jodſilber, ſ. Silberjodid.

Jodſtickſtoff, waſſerſtoffhaltige und waſſerſtofffreie Verbindungen des Stickſtoffes mit Jod, den Formeln NHJ_2 und NJ_3 entſprechend, die bei der Einwirkung von Jod auf Ammoniak als ſehr exploſive Stoffe in Form ſchwarzer Pulver entſtehen. Man erhält die eine oder die andre, je nachdem wie man die Einwirkungsbedingungen von Ammoniak auf Jod ändert: Einwirkung von Ammoniak auf eine wäſſerige Löſung von Jodjodkalium oder auf gepulvertes Jod direkt. *Bujard.*

Jodwaſſer, ſ. Jod.

Jodwaſſerſtoff, farbloſe, gasförmige, an der Luft ſtark rauchende, in Waſſer leicht lösliche Säure, der Formel HJ entſprechend, welche durch direkte Syntheſe aus den Elementen gewonnen werden kann. Man leitet zu dieſem Zweck Waſſerſtoff und Joddampf über erhitztes Platinſchwarz. Letzteres wirkt katalytiſch.

Jodzahl, ſ. Fette und fette Oele, Bd. 3, S. 755.

Jodzinkſtärkelöſung, Reagens auf ſalpetrige Säure.

4 g Stärkemehl werden mit wenig Waſſer zerrieben, nach und nach einer ſiedenden Löſung von 20 g Zinkchlorid in 100 cbcm Waſſer zugeſetzt und unter Erſatz des verdampfenden Waſſers erhitzt, bis die Löſung faſt klar geworden iſt. Hierauf verſetzt man ſie mit wenig Waſſer und 2 g Zinkjodid, verdünnt auf 1 l und filtriert. Die Löſung, die an einem dunkeln Orte aufzubewahren iſt, darf ſich mit ſtark verdünnter Schwefelſäure nicht blau färben. *Bujard.*

Jodzinnober, Ecarlat, Jodinrot, Patentrot, iſt rotes Jodqueckſilber (ſ. Queckſilberjodid); die Farbe bildet eine Zwiſchennuance zwiſchen Zinnober und chromſaurem Queckſilberoxyd, iſt als Waſſer- und Oelfarbe brauchbar, zerſetzt ſich aber als Waſſerfarbe und verliert im Lichte; als Oelfarbe hat ſie dieſelbe Haltbarkeit wie Zinnober, bräunt ſich aber im Laufe der Zeit.

Jolle, Schiffsboot, von zwei bis vier Mann zu rudern; ſ. Bootsbau.

Jolle, Jollentau, ein Tau, das durch einen feſten Block geſchoren iſt. Die Jolle bringt daher keine Krafterſparnis, ſondern nur eine Richtungsänderung des Zugsorgans hervor. *T. Schwarz.*

Joly-Träger, mit Kunſtguß armierte Gitterträger, welche aus zwei ſchmiedeeiſernen Gurtungen *a* und *a,* (Fig. 1) beſtehen, die mittels ſchmiede- oder gußeiſerner Tüllen *b* auseinander gehalten werden und durch geſchmiedete Bolzen *c* miteinander verbunden ſind. Von Tülle zu Tülle laufen Diagonalen *d*, die, zwiſchen Gurtungen und Tüllen einſetzend, ebenfalls von dem Bolzen *c* durchzogen werden. Die Muttern am Untergurt ſind durch aufgeſchraubte Köpfe verkleidet. Für größere Laſten können

Fig. 2.

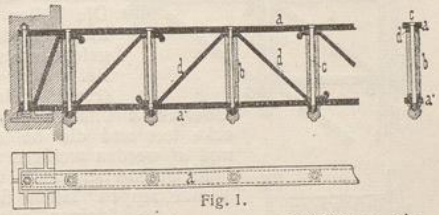


Fig. 1.

unter Benutzung je eines Ober- und Untergurtes zwei oder mehrere Verſtrebungen nebeneinander angeordnet werden, wodurch dann ſogenannte gekuppelte Träger (Fig. 2) entſtehen.

Die Tragfähigkeit und Gewichte dieſer Träger ergeben ſich aus nachſtehender Tabelle:

Trägerhöhe (mm)		250	350	450	550	650	750	850	850	850
Ob einfach oder gekuppelt		einfach	einfach	einfach	einfach	einfach	gekuppelt	gekuppelt	gekuppelt	gekuppelt
Gew. f. d. m. kg	Joly-Träger	27	41	47	58	78	105	116	128	153
	I-*Träger*	*17,9*	*33,5*	*47,2*	*61*	*83,9*	*115,2*	*140,5*	*167*	—
		Tragfähigkeit in Kilogramm bei vierfacher Sicherheit. Laſt gleichmäßig verteilt.								
Länge der Träger in Metern	4	2000	5450	9150	14200	24500	33600	40300	—	—
	4,5	—	4900	8200	12600	22000	30100	37500	56000	—
	5	—	4300	7200	11100	20500	27500	34300	52000	—
	5,5	—	3850	6400	9000	18000	24600	32500	48500	61000
	6	—	3400	5700	8000	15500	22900	29500	45000	57600
	6,5	—	—	4000	7100	13400	20500	27000	41500	53800
	7	—	—	2800	6300	11500	18400	24600	37000	49000
	7,5	—	—	—	5500	9600	16800	22100	33500	45900
	8	—	—	—	4800	7900	14600	20700	30200	42000

Die ſchräg gedruckten Angaben beziehen ſich auf gewöhnliche I-Träger derſelben Tragfähigkeit wie die Joly-Träger.

Bei beſſerer Ausſtattung erhalten die Tüllen dem entſprechenden Stile angepaßte angegoſſene Ornamente, wobei zu bemerken iſt, daß die Träger ſowohl freiliegend wie auch durch Säulen unterſtützt angewendet werden können, auch laſſen ſich unſchwer Kreuzungen von Trägern ausbilden, ohne die unſchönen Verbindungsbleche und Winkel ſonſtiger gewalzter Träger benutzen zu müſſen. Die Joly-Träger, geſchützt durch D.R.P. Nr. 68897 und 78675, laſſen ſich auch zweckmäßig für Dächer, Decken, Brücken u. ſ. w. anwenden, wobei ſtatt oder neben den Gurtungen entſprechende ⊔-Eiſen benutzt werden (Fig. 3). Durch Anbringung von Roſetten, Knöpfen für die Bolzen, Tüllen mit angegoſſenen Ornamenten laſſen ſich die Decken ſehr ſchön dekorieren. Sehr zweckmäßig laſſen ſich die Joly-Träger als Konſolſtützen für Balkone und Galerien anwenden (Fig. 4); wir verweiſen wegen des näheren auf das vom Eiſenwerk Joly in Wittenberg herausgegebene Muſterbuch. *Y. Hoch.*

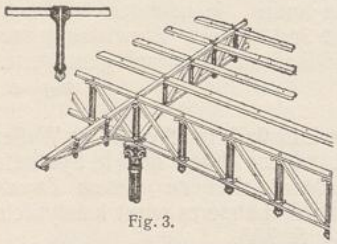


Fig. 3.

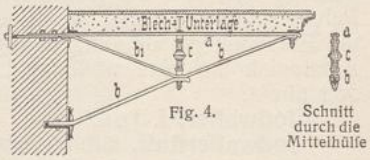


Fig. 4. Schnitt durch die Mittelhülſe

Joly-Treppe erhält Wangen aus geſchmiedeten Gurtungen und ebenſolchen Diagonalen, welche durch ſchmiedeeiſerne Bolzen, die von Büchſen oder Tüllen umgeben ſind, auseinander gehalten werden. Es fallen daher nicht nur alle Verlaſchungen und Vernietungen fort, ſondern auch die Verbindung mit dem Podeſtträger läßt ſich auf einfache, naturgemäße Weiſe bewirken.

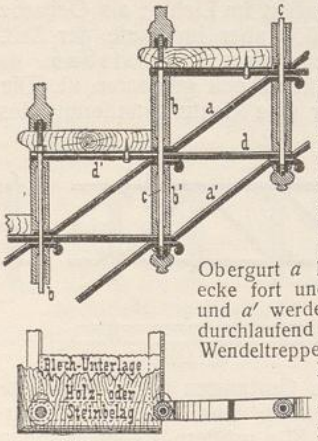


Fig. 1.

Die Konſtruktion der aufgeſattelten Treppe (Fig. 1) zeigt in a, a' die parallelen Gurtungen, in d die Diagonalen, welche in Stufenträger d' auslaufen, und in c die ſchmiedeeiſernen, von den Tüllen bb' umgebenen Bolzen. Die Tüllen erhalten Nuten, in welche die Setzſtufen eingeſchoben werden können. Bei den Wangentreppen (Fig. 2) fallen die über den Obergurt a hinausſtehenden Stufendreiecke fort und die beiden Gurtungen a und a' werden meiſtens aus einem Stück durchlaufend hergeſtellt. Gewundene oder Wendeltreppen laſſen ſich infolge der kleinen Teile, aus denen die Wangen zuſammengeſetzt ſind, ſelbſt bei der ſchwierigſten Grundrißform, ſehr leicht ebenſo behandeln; bei

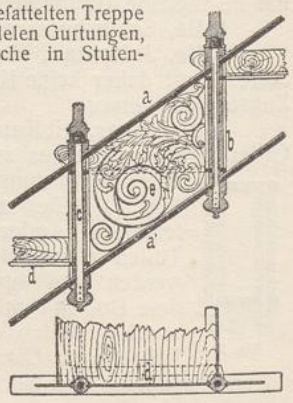


Fig. 2.

Spindeltreppen wird nur die äußere Wange nach der Anordnung D.R.P. Nr. 55578, 63897, 68893 und 72503, bei gewundenen Treppen werden beide Wangen nach derſelben ausgeführt. Wegen der Preiſe, ſpeziellen Ausſtattung u. ſ. w. verweiſen wir auf den betreffenden Katalog des Eiſenwerks Joly in Wittenberg. *J. Hoch.*

Jonon, ſ. Riechſtoffe, künſtliche.

Joujougold, ſ. Goldlegierungen.

Joule, ſ. Arbeit, Bd. 1, S. 268.

Joyſche Steuerung (Umſteuerung), ſ. Lokomotive, Schiffsmaſchinen.

Juchart, Juchert, ſ. Flächenmaße.

Judengold, ſ. Zinnſulfide.

Judenpech, ſ. Aſphalt.

Judenſtein, ſ. v. w. Schriftgranit, ſ. Granit.

Judenviertel (italieniſch Ghetto), in der Zeit des Mittelalters beſondere durch Tore abgeſchloſſene Stadtteile, in welchen nur Juden wohnten.

Sie zeigen zumeiſt ſchmale, enge, winklige Gaſſen und beſtehen aus kleinen Häuſern, die im Erdgeſchoß meiſt Kaufläden aufweiſen. In manchen Ghettos waren die meiſten Häuſer durch Türen und Gänge miteinander verbunden, ſo daß es leicht wurde, Perſonen oder Waren zu verbergen. Bekannte Judenviertel befanden ſich zu Rom, Frankfurt a. M., Prag u. ſ. w.

Juften (Juchten), ruſſiſches Leder, ein geſchmeidiges, waſſerdichtes, aromatiſch riechendes, lohgares Leder, das früher ausſchließlich in Rußland hergeſtellt wurde, jetzt aber auch in andern Ländern, namentlich in Deutſchland und Frankreich, für Schuhzwecke, für Sattler-, Portefeuille- und Buchbinderarbeiten fabriziert wird.

Zur Herſtellung des Juftens werden die Häute, namentlich ſolche von jungem Rindvieh, ſorgfältig ausgewählt, mit Weidenrinde oder andern Gerbmaterialien gegerbt und alsdann mit Birkenholzteeröl imprägniert, wodurch dieſes Leder den charakteriſtiſchen aromatiſchen Geruch und die Geſchmeidigkeit erhält; meiſt iſt der Juften rot oder ſchwarz gefärbt. *Päßler.*

Jungfer, ein rundes, flaches Holz mit drei Löchern, durch die ein Taljereep zum Steifſetzen der Wanten geſchoren wird. Zu jedem Want gehören zwei Jungfern, eine an der Rüſt befeſtigt und eine im Want angebunden. *T. Schwarz.*

Jungfernblei, bereits beim Röſten von Bleiglanz ſich abſcheidendes Blei.

Jungfernglas (Frauenglas), ſ. Gips.

Jungferngold, Handelsname für ganz reines Gold.

Jungfernöl, ſ. Fette und fette Oele.

Jungfernſchwefel, beim Röſten der Schwefelerze in den Höhlungen der Röſthaufen ſich abſcheidender Schwefel.

Jungviehſtälle, ſ. Rindviehſtälle.

Junke = Dſchunke, chineſiſches Segelfahrzeug.

Juraformation (Juraperiode, -ſyſtem), die mittlere der drei meſozoiſchen Formationen in der Geologie. Ihr Liegendes bildet die Trias-, ihr Hangendes die Kreideformation.

Zu erſterer ſteht ſie in einem bedeutenden Gegenſatz, inſofern als ihre Schichten vorwiegend Ablagerungen der Tiefſee und außerordentlich reich an wirbelloſen Tieren, Schwämmen, Korallen, Brachiopoden, Muſcheln, Schnecken und vor allem an Cephalopoden ſind. Letztere gelangen zu ihrer höchſten Entwicklung in einer großen Zahl von Arten. Unbedeutend vertreten ſind Reſte von Wirbeltieren, von denen gewiſſe Amphibien und vogelartige Formen ſonderbares Ausſehen annahmen. Die Pflanzenwelt weicht nicht ſonderlich von derjenigen der Trias ab, ſpielt aber, der vorwiegend marinen Entſtehung der Schichten wegen, nur eine untergeordnete Rolle. Es wurden zumeiſt kalkige und mergelige Schichten von dem Jurameer abgelagert. Charakteriſtiſch bleiben oolithiſche Kalkſteine. Konglomeratiſche Ablagerungen fehlen faſt ganz und Sandſteine ſpielen keine große Rolle, wohl aber Tone. An wenigen Orten ſind Kohlen zur Bildung gelangt. Außerhalb der Alpen herrſcht eine ruhige und horizontale Lagerung der Juraſchichten vor. In den großen Kettengebirgen der Erde hat jedoch der Faltungsprozeß die Juraſchichten mit einbegriffen und ſie aufgerichtet. Der Mangel an groben Sedimenten, an Eruptivgeſteinen und an auffälligen Unregelmäßigkeiten in der Beſchaffenheit der Schichten läßt ſchließen, daß die Erde zur Jurazeit in einem Zeitraum gleichmäßiger und ungeſtörter Fortentwicklung ſich befand. Die Oberflächenformen der ungeſtörten Schichten ſind daher meiſt diejenigen flacher Mittelgebirgslandſchaften, vornehmlich aber diejenigen des Tafellands. Gang- und Spaltenausfüllungen ſind in der Juraformation ſelten und daher Erzvorkommen von geringer Bedeutung. Dennoch gehört eine der wichtigſten europäiſchen Eiſenerzlagerſtätten, die Minette in Lothringen und Luxemburg, den Schichten der Juraformation an. Von dieſer abgeſehen haben der Bergbau und die Verwendung der Geſteine keine große Ausdehnung angenommen.

Die Gliederung der Schichten erfolgt in drei Hauptabteilungen.

1. **Liasformation** oder **ſchwarzer Jura;** als älteſte und unterſte Stufe, vornehmlich aus dunkeln Schiefertonen, grauen Mergeln und tonigen Kalkſteinen beſtehend; untergeordnet ſind

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sandſteine. Folgt zumeiſt regelmäßig über dem Keuper, greift jedoch mitunter, z. B. ſüdlich vom rheiniſchen Schiefergebirge in Nordfrankreich, über die Trias über und legt ſich hier unmittelbar auf Devon und Kambrium. — Die Beimengung von Bitumen und Pechkohle ſteigert ſich zuweilen bis zum Auftreten von Petroleum. In dem ſogenannten Liasſchiefer (Poſidonienſchiefer Schwabens) ſind bis zu 12 % organiſche Subſtanz enthalten [1]. In den ſogenannten Greſtener Schichten des alpinen Lias treten zwiſchen Sandſtein meiſt vorzügliche, verkokbare und gasreiche Kohlen in mehreren Flötzen auf, die teilweiſe im Abbau ſtehen; desgleichen wird „Liaskohle“ bei Fünfkirchen in Ungarn und Steyerdorf und Berſzaſka im Banat gewonnen. Eiſenerze treten als Toneiſenſteine knollenförmig in den Mergeln und Schiefertonen des Lias auf. Als Baumaterialien werden in den öſterreichiſchen Alpen die roten Adneter Kalke (Marmore) bei Hallein, die Diphyakalke aus der Umgebung von Trient und Roveredo (Südtirol) gewonnen, geſchliffen und poliert. Die fein- bis grobkörnigen, dickbankigen, weißen bis gelben Sandſteine mit quarzigem Bindemittel im nordweſtlichen Deutſchland und Luxemburg (Luxemburger Sandſtein) werden zu Hauſteinen viel benutzt. Manche Mergel (Liasmergel) und Kalke (Liaskalk) ſind zur Herſtellung von Zement und zur Verbeſſerung kalkarmer Ackerböden (Burgunder Liaskalk in dem granitiſchen Gebiet des franzöſiſchen Zentralplateaus) geeignet. Gut ſpaltende, harte Tonſchiefer im Lias der kleinen Karpathen werden als Marienthaler Dachſchiefer zur Dachdeckung und zu Schreibtafeln benutzt.

2. **Dogger** oder **brauner Jura.** Er liegt zumeiſt regelmäßig über der vorigen Abteilung, greift jedoch im öſtlichen Europa (Böhmen, Schleſien und Rußland) auf ältere Schichten über. In der allgemeinen Geſteinsbeſchaffenheit ſind es auch hier Schiefertone, Sandſteine, Kalkſteine und Mergel; aber in den Farben herrſchen gelbliche, rötliche, braune und weiße Töne in den Schichten vor. — Unter den Tonen verdienen die weichen, fetten und ſehr mächtigen Tone der Umgebung von Bath (England) wegen ihres Gebrauchs als Walkererde Erwähnung. Die Sandſteine ſind meiſt locker gebunden und zerreiblich, oft reich an Braun- und Roteiſenerz, welches ſich in oolithiſcher Form ſtellenweiſe (Waſſeralfingen, Aalen, Weſtfalen u. ſ. w.) in 1—2 m mächtigen Flötzen mit einem bis zu 32 % ſteigenden Eiſengehalt anreichert und abbauwürdig erweiſt. Andre oolithiſche Eiſenerze (mit 30—36 % *Fe* und 0,2—1 % *P*) treten in ſehr großer Verbreitung ſchichtenweiſe im nordöſtlichen Frankreich, Lothringen und Luxemburg, ferner am Nordrand des Harzes und bei Schwandorf und Regensburg in Bayern auf; ſie liefern (insbeſondere Lothringen und Luxemburg) einen immer noch ſteigenden Betrag an Roheiſen; vgl. Eiſenoolith. Sandige Schichten der Murchiſonaeſtufe bilden an der Grenze gegen den liegenden Ornatenton einen Quellenhorizont (Schwaben und Franken). Bei reichlich vorhandenem kalkigen Bindemittel werden manche Sandſteine ſehr feſt und zu Pflaſterſteinen geeignet. Die Kalkſteine ſind zum Teil dicht oder oolithiſch, tonig und hart, oft mit Quarz gemengt. Die auf ſogenanntem Opalinuston aufruhenden, ſtark zerklüfteten Kalke führen an der Grenze gegen dieſen viel Waſſer (Quellenhorizont) in Schwaben und Franken. Zahlreiche oolithiſche Kalkſteine aus dem franzöſiſchen Dogger (Ranville in der Normandie, Lons-le-Saulnier in der Franche-Comté, Lourdines bei Poitiers, Montbron [Charente] u. ſ. w.) werden als Dekorationsſteine und zu Kunſtbauten aller Art verwendet. Sie bearbeiten ſich in bergfeuchtem Zuſtande leicht und ſind trocken ſehr wetterfeſt. Manche Kalkſteine dienen außerdem zur Bodendüngung und Mörtelbereitung. In einigen Gegenden Englands (Yorkſhire), Südfrankreichs (Larzac), Oberſchleſiens, Rußlands u. ſ. w. kommen in pflanzenführenden Sandſteinen Kohlenflötze von indes untergeordneter Bedeutung vor. Manche Tone und Mergel führen Phosphorite.

3. **Malm,** eigentlicher oder **weißer Jura,** normal auf Dogger aufliegend; beſteht vorwiegend aus Kalkſteinen (Jurakalk), Dolomiten, Mergel und Tonen. — Die Kalkſteine ſind zumeiſt ſehr dicht und hellgefärbt, weiß bis gelblich. Außerordentlich feine, ganz dichte und gleichmäßig beſchaffene, in großen Platten brechende Kalkſteine dienen als Lithographierſteine (Solnhofen in Bayern, Cirin, Dep. Ain, Verdun, Dep. Meuſe in Frankreich u. ſ. w.). Andre dichte Kalke dienen, wenn dünnplattig brechend, zur Dachdeckung oder als Bodenbelag oder, wenn bunt und politurfähig, als Dekorationsſtein bei Kunſtbauten. Oolithiſche Kalkſteine treten in dieſer Abteilung etwas zurück und genießen die gleiche Verwendung wie diejenigen des Doggers. Die Dolomite, meiſt porös und löcherig, bilden häufig Felsriffe, ſind aber nur untergeordnet als Baumaterial verwendbar. Kieſelige Kalkſteine von dichter Beſchaffenheit dienen ſtellenweiſe als Wetzſteine oder als Beſchotterungsmaterial. Sehr bedeutend iſt die Verwendung grauer, toniger Kalkſteine zur Zementbereitung (Ulm). Erwähnenswert ſind an Bitumen reiche Kalke und Mergel im weißen Jura bei Limmer in Hannover, die zur Aſphaltgewinnung ausgebeutet werden. Die Gebiete von vorherrſchend dichtem, ſchwerverwitterndem Kalk geben einen ſehr wenig fruchtbaren, ſteinigen und dürren Boden. Die ſehr zerklüfteten Dolomite und Kalkſteine der oberen Abteilung des Malms nehmen große Mengen Sickerwaſſer auf und geben es in Form von Schichtquellen über Tonen der mittleren Abteilung der Stufe wieder ab (Rauhe Alb).

Literatur: Allgemein: v. Gümbel, Grundzüge der Geologie, Kaſſel 1886, S. 718—812; Nivoit, E., Géologie appliquée, Paris 1889, II, S. 263—350; Leonhard-Hörnes, Grundzüge der Geognoſie und Geologie, Leipzig 1889, S. 646—746; Credner, H., Elemente der Geologie, 9. Aufl., Leipzig 1902; Lapparent, A. de, Traité de Géologie, 4. Aufl., Paris 1900; Kayſer, E., Geolog. Formationskunde, 2. Aufl., Stuttgart 1902. — [1] Dorn, C., Der Liasſchiefer u. ſ. w., Tübingen 1877.

Leppla.

Jurakalk, zumeiſt dichte, hellgefärbte, weiße bis gelbe, oft tonige Kalkſteine von guter Schichtung, welche dem weißen Jura (ſ. Juraformation) angehören. Der Begriff wird nicht für eine beſtimmte Schicht gebraucht; vgl. a. Solnhofer Schichten.

Leppla.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Jurasandstein heißen ganz allgemein Sandsteine der (besonders schwarzen und braunen) Juraformation, ohne bestimmte Gesteinsbeschaffenheit. *Leppla.*

Jurensismergel, eine aus grauen Tonen, Mergel und fleckigen Kalken bestehende Schichtenreihe des oberen Lias (s. Juraformation) im außeralpinen Deutschland (Schwaben, Hannover). *Leppla.*

Justierbesteck, s. Rektifizierinstrumente.

Justierbrett, s. Legebrett und Libelle.

Justieren, 1. bei Meßgeräten, Apparaten, Maschinen u. s. w. die einzelnen Bestandteile in solche Lage zueinander bringen, daß ein richtiges Zusammenwirken stattfindet; 2. Blechstreifen mittels des Justierwalzwerks, das eine sehr genaue Einstellung der Walzen gestattet, auf möglichst gleichmäßige Dicke auswalzen; 3. bei Gold- und Silbermünzen die zu schweren Münzplättchen vor dem Prägen durch Abschaben auf das richtige Gewicht bringen; s. Münzfabrikation. *A. Widmaier.*

Justierpunkt, s. Meßwerkzeuge.

Justierschraube, s. Libelle.

Justierwalzwerk, s. Justieren und Münzfabrikation.

Justizpalast, Bezeichnung für reiche monumentale Gerichtsgebäude (s.d.), welche besonders geeignet sind, durch Entfaltung architektonischer Pracht die Hoheit des Rechtsstaates zu wirkungsvollem Ausdruck zu bringen. Besonders

Justizpalast zu Brüssel (erbaut 1866—1880).

hervorragende Beispiele sind: die Justizpaläste zu Brüssel, Paris, London, Wien und München, das Reichsgericht in Leipzig u. s. w. *Weinbrenner.*

Jute, s. Spinnfasern.

Jutebleiche. Von den vielen für die Jute in Vorschlag gebrachten Bleichmethoden kommen in der praktischen Ausübung nur diejenigen in Anwendung, die auf der oxydierenden Wirkung des Chlorkalks und des Kaliumpermanganats beruhen. Jute verwandelt sich unter dem Einfluß von Chlor in Gegenwart von Wasser in eine gechlorte Verbindung, deren Entstehung eine nachteilige Veränderung der Jute zur Folge hat. Aehnlich wirkt eine mit einer Mineralsäure angesäuerte Chlorkalklösung. Nach Schoop sowie Croß und Bevan findet jedoch die Bildung von Chlorprodukten nicht statt, wenn die Bleichlösung alkalisch ist.

Schoop empfiehlt eine zweistündige Vorreinigung der Jute in einer fünfprozentigen Seifenlösung bei 70° C., darauf zwölfstündiges Einlegen in eine ca. 4,5 g wirksames Chlor im Liter enthaltende Chlorkalklösung und Waschen. Ein Ueberschuß des Bleichmittels ist jedenfalls zu vermeiden. Durch diese einen Gewichtsverlust von ca. 11 % bedingende Vorreinigung bleibt

die Festigkeit und Farbe der Jute unverändert, der Glanz aber nimmt zu. Die Bleichung in der Chlorkalklösung hat einen Gewichtsverlust von ca. 3,5% zur Folge. Die Faser erscheint weiß und ihre Festigkeit wenig verändert, während der Glanz völlig erhalten bleibt. Zwar wird die von der Jutefaser durch Seife weggeschaffte Substanz auch durch Chlorkalklösung auf dem Wege der Oxydation in lösliche Form übergeführt, allein es erscheint eine vorgängige Reinigung durch Seife aus dem doppelten Grunde vorzuziehen, weil sie sich billiger stellt als die entsprechende Chlorkalklösung und weil sie der Faser den Glanz bewahrt, der bei der Bleichung durch Chlorkalk allein ganz verloren geht.

Von der Ansicht geleitet, daß der Chlorkalk infolge seines Gehaltes an freiem Kalk verändernd auf die Jutefaser wirke, sieht man vielfach von seiner direkten Verwendung ab und führt ihn durch Soda in unterchlorigsaures Natron über. Nach Croß und Bevan wird die Jute in einer auf 80° C. erwärmten, schwach alkalischen Lösung von Wasserglas (50 g in 10 l Wasser), Soda und Borax gewaschen und dann in einer Lösung von unterchlorigsaurem Natron mit 0,7—1% wirksamem Chlor (entsprechend 2% Chlorkalk) umgezogen. Zur Herstellung dieser Lösung wird 1 kg 35prozentiger Chlorkalk in 40 l Wasser gelöst und nach dem Filtrieren so lange mit einer Sodalösung (1 Teil calcinierte Soda zu 10 Teilen Wasser) versetzt, bis eine Filtratprobe der Mischung auf weiteren Sodazusatz keine Trübung mehr gibt. Nach mehrtägigem Stehenlassen wird filtriert und das Filtrat verwendet. Die im Bleichbad behandelte Faser wird gut gespült und in kalter verdünnter Salzsäure von $^1/_3{}^0$ Bé behandelt, die etwas schweflige Säure enthält, wonach sie schwach cremefarbig und glänzend erscheint. Schließlich wird zur Entfernung der Salzsäure zweckmäßig in mit essigsaurem Natron versetztem Wasser gründlich gewaschen. Um ein schönes Weiß zu erzielen, wird sodann in einer zweiprozentigen Natriumbisulfitlösung behandelt, ausgepreßt und gewaschen. Der Gewichtsverlust bei diesem Bleichverfahren beträgt 7—8%, der Verlust an Festigkeit etwa 10%.

Bessere Resultate liefert eine Methode, die besteht in einer vorbereitenden Wäsche mit Alkali, einer Behandlung mit übermangansaurem Kali und einer Passage durch schweflige Säure, die das niedergeschlagene Mangansuperoxydhydrat auflöst. Die Jute wird 12 Stunden hindurch in eine lauwarme Lösung von 200 g Ammoniaksoda auf 100 l Wasser eingelegt, hierauf gespült und zwei Stunden hindurch auf ein kaltes Bad von 25 g Kaliumpermanganat auf 100 l Wasser gebracht, das nach dieser Zeit wasserklar ausgezogen sein muß. Dann wird sie aufgeschlagen, ablaufen gelassen und auf ein zweites mit Natriumbisulfit und Salzsäure beschicktes Bad gestellt. In diesem wird sie umgezogen, bis die braune Färbung verschwunden ist, darauf mehrere Stunden darin liegen gelassen. Schließlich wird sie gespült und getrocknet.

Der gegenwärtige Preis des Wasserstoffsuperoxyds dürfte die Anwendung desselben zum Bleichen der Jute gestatten, das in dessen schwach alkalischer Lösung mit bestem Erfolg durchführbar ist.

Literatur: Pfuhl, Die Jute und ihre Verarbeitung, Berlin 1888. *R. Möhlau.*

Jutefärberei. Die eigentümliche chemische Beschaffenheit der Jutefaser, die nach Croß und Bevan aus der Verbindung von Cellulose mit einer tanninartigen Substanz (Bastin) besteht, bedingt ihr Verhalten gegenüber basischen Farbstoffen, das auf eine ausgesprochene Verwandtschaft der Faser zu letzteren hinweist und lebhaft an das Verhalten der mit Tannin gebeizten Baumwolle zu diesen Farbstoffen erinnert. Die gewaschene oder auch vorher gebleichte Jute wird daher vielfach mit basischen Farbstoffen, und zwar ohne Beize im neutralen oder im mit Essigsäure oder Alaun versetzten Bade bei 50—70° C. gefärbt.

In gleicher Weise lassen sich auf ihr die phenolartigen oder schwach sauren Farbstoffe wie die Eosine und Alizarinfarbstoffe, desgleichen die Pigmente der Farbhölzer befestigen. Von den sauren Farbstoffen sind es vorwiegend die direkten Baumwollfarbstoffe oder Salzfarben, die sich im Seifenbade ohne Schwierigkeit auffärben lassen, aber auch die übrigen Säurefarbstoffe können im schwach essigsauren, mit 1—10% Alaun versetzten Bade zum Färben der Jute dienen. Zur Erzielung roter Töne verwendet man vorwiegend Fuchsin und Safranin im neutralen Bade, die Ponceau- und Scharlachmarken im schwach essigsauren Bade, die roten, direkt färbenden Baumwollazofarbstoffe, wie Benzopurpurin 4 *B.* und Diaminechtrot, im Seifenbade. Lebhafte gelbe Töne liefert Auramin, das ohne Säure bei 60—70° C. gefärbt wird, ferner Naphtholgelb *S*, Chinolingelb und Tartrazin im schwach sauren Bade. Orange Töne liefern in gleicher Weise aufgefärbt Azoflavin und Orange *N*. Für lebhafte grüne Töne eignen sich die basischen Farbstoffe Malachit-, Brillant-, Methylgrün, während die im schwach sauren Bade kochend aufzufärbenden Säuregrün, wie Lichtgrün, Guineagrün, zusammen mit andern Säurefarbstoffen Mischtöne herzustellen gestatten. Für blaue und violette Töne stehen eine Reihe basischer, im neutralen oder schwach essigsauren Bade aufzufärbender Farbstoffe, wie Viktoria-, Nacht-, Methylen-, Nilblau, Methyl-, Kristallviolett, zur Verfügung. Braune Farben erzielt man mit Chrysoidin und Vesuvin als basischen, Echtbraun *N* und Naphthylaminbraun als sauren Farbstoffen. Schwarz erzeugt man auf Jute in der Weise, daß man dieselbe in ein kochendes Bad von 2% trockenem Blauholzextrakt und $^1/_2$% Gelbholzextrakt einlegt und 24 Stunden darin verweilen läßt. Sodann wirft man sie auf Haufen auf, die innerhalb 24 Stunden mehrfach gewendet werden müssen. Unterdessen hat man dem Bade 8% Eisenvitriol und $^1/_2$% Kupfervitriol, bezogen auf das Gewicht der Jute, zugesetzt und die Flüssigkeit zum Kochen erhitzt, worauf man mit dem Material weitere 24 Stunden eingeht. Schließlich wird die Jute geschleudert und getrocknet.

Literatur: Pfuhl, Die Jute und ihre Verarbeitung, Berlin 1888. *R. Möhlau.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Jutefpinnerei. Die Jute, Dfchut, Juthanf, Gunni, eine Baſtfaſer (vgl. Spinnfaſern) von Corchorisarten aus der Familie der Tiliaceen, wurde zuerſt in Dundee 1832, in Deutſchland (in Vechelde, Braunſchweig) 1861 und etwa zehn Jahre ſpäter in Oeſterreich zur Verſpinnung gebracht. Die Jutefaſer kommt in einem Zuſtande auf den europäiſchen Markt, welcher deren ſofortige Verſpinnung geſtattet, alſo gereinigt, ohne feſte Holzteile; die Entholzung und Röſte der Faſer erfolgt ſchon am Gewinnungsplatze. Sehr gute genaue Mitteilungen hierüber ſowie über alle älteren und neueren Spinnverfahren und Spinnmaſchinen findet man in [1]. Für das Spinnen der Jute werden die für Flachs üblichen beiden Verfahren angewendet, je nachdem lange gehechelte Jutefaſern zu Jutehechelgarn (jute-line-yarn) oder gekrempelte Jutefaſern zu Jutewerggarn (jute-tow-yarn) verſponnen werden ſollen.

Für die Herſtellung der Jutewerg(hede)garne wird die lange Jutefaſer unter Mitwirkung von Krempeln in kürzere, ſchließlich etwa 200—250 mm lange Faſern zerlegt, welche gleichlaufend nebeneinander gebracht und loſe zuſammengedreht als Vorgarn den Feinſpinnmaſchinen zur Bildung des fertigen Garnes übergeben werden. In Deutſchland werden nach dieſem Verfahren alle gröberen Garne (in den engliſchen Nrn. $^1/_4$ bis höchſtens 10; metriſch Nr. 0,15—6) erzeugt. Zur Erzeugung der feineren Nummern der Jutehechelgarne (engliſch Nr. 16—20, höchſtens 30, metriſch Nr. 10—12—18), für welche nur die feinſten und beſten Juteſorten benutzt werden, wird die Jute in etwa 75 cm lange Abſchnitte auf den ſogenannten Schneidemaſchinen zerriſſen, gehechelt und in dieſem Zuſtande wie langer Flachs weiter verarbeitet (vgl. Flachsſpinnerei). Stets aber findet vor der Verarbeitung ein Einſprengen der Faſer mit Waſſer und Robbentran oder Tran und Erdöl ſtatt, unter darauffolgendem Preſſen (Quetſchen) derſelben mittels Maſchinen, um ſie möglichſt weich und geſchmeidig zu machen.

Zur Kennzeichnung des Spinnens des Jutehechelgarnes genügt hier die Angabe eines Maſchinenſatzes für engliſch Nr. 14—25 (metriſch Nr. 8,5—15). Außer 1 Quetſchmaſchine (Jute softener) und 1 Juteſchnipper (snipping machine), welche für mehrere Sätze ausreichen, ſind nötig: 1 doppelte Reiß- oder Schneidmaſchine (breaking machine), 2 Anlegemaſchinen (spreaders) (915 mm Streckweite [reach], 4 Bänder, 1 Ablieferung); 2 erſte Schraubenſtrecken (spiral drawings) (760 mm Streckweite, 2 Köpfe, jeder 4 Bänder, 2 Ablieferungen); 2 zweite Schraubenſtrecken (660 mm Streckweite, 2 Köpfe, jeder 4 Bänder, 2 Ablieferungen); 2 dritte Schraubenſtrecken (610 mm Streckweite, 3 Köpfe, jeder 6 Bänder, 3 Ablieferungen); 2 Vorſpinnmaſchinen (rovings) (jede 70 Spindeln, 610 mm Streckweite); 3 doppelte Trockenſpinnmaſchinen (double dry spinning frames) (jede 200 Spindeln, 83 mm Teilung, 83 mm Hebung, 455 mm Streckweite); 3 doppelte Trockenſpinnmaſchinen (je 200 Spindeln, 83 mm Teilung, 70 mm Hebung); zuſammen alſo 140 Vorſpindeln und 1200 Feinſpindeln.

Jutewerggarnſpinnerei. Die in den Ballen feſt zuſammengedrückt geweſenen, faſt ſteifen Juteriſten müſſen vorerſt wieder aufgelöſt, geöffnet und die Faſerbündel lang gelegt werden. Früher geſchah dies ausſchließlich durch Hand, jetzt erleichtert man das Auflöſen dadurch, daß man die harten Riſten durch beſondere Oeffner (openers) gehen läßt. Die Riſten werden dabei einem ſtarken fortlaufenden Drucke von ſtacheligen oder tiefgeriffelten Walzen, ähnlich wie in Flachsbrechen, ausgeſetzt. Die ſo erweichten Faſerbündel werden dann von Arbeitern mit der Hand geöffnet und je nach Farbe, Länge und Güte geſchieden und nach Maßgabe der üblichen Miſchungen verteilt. Die folgende Behandlung bezweckt die Erzielung von Geſchmeidigkeit, Weichheit, erhöhte Teilbarkeit und Schlüpfrigkeit der Faſer. Man erreicht das durch zwei getrennte, oft aber unmittelbar einander folgende Behandlungen, durch das Batſchen (batching; Weich-, Einweich-, Einlegeverfahren) [2] und durch das Quetſchverfahren (softening). Durch das Auffaugen des Waſſers wird einerſeits die Faſer ſelbſt ſchmiegſamer gemacht, anderſeits der Pflanzenleim erweicht (durch längeres Liegenlaſſen tritt eine Fortſetzung des Röſtens ein) und dadurch die Teilbarkeit der Faſerbündel befördert. Das Oel macht in der Hauptſache die Faſerbündel nur ſchlüpfrig (daher fette Oele, die nicht harzen und nicht zerſtörend auf die Jutefaſer und die Maſchinenteile einwirken, Erdöl aber allein nicht); durch die Beimengung des Erdöls werden namentlich die Nadeln der Krempelbeſchläge reiner erhalten. Findet Einweichen und Quetſchen gleichzeitig ſtatt, ſo iſt am Eingang zu den Quetſchmaſchinen eine beſondere Batſch- oder Einſprengvorrichtung angeordnet, welche die Flüſſigkeiten gleichmäßig verteilt auf die darunter hinweggehenden Juteriſten aufträufeln läßt. Das Zuteilen der Flüſſigkeiten erfolgt entweder der Geſchwindigkeit der Maſchine verhältnismäßig oder man nimmt auch noch Rückſicht auf die wechſelnde Dicke der Auflagſchichten. Im erſteren Falle bringt man beſondere Schöpfvorrichtungen, Schöpfwalzen u. ſ. w. an, welche unter Zuhilfenahme von Wechſelrädern getrieben werden, oder man erzeugt ein gleichmäßiges Ausfließen dadurch, daß ein Verdränger in dem Oelbehälter vorwärts geſchoben wird (Malcolms Einſprenger). Wird noch auf die Dicke der Auflage Rückſicht genommen, ſo überträgt man unter Einſchaltung regelbarer Hebelüberſetzungen die lotrechte Bewegung einer oberen Druckwalze auf ſehr ſchlank kegelförmige Ventile, welche den Ausfluß entſprechend verändern (Friers Einſprenger). Man hat das Einweichen der Jute auch ſo vorgenommen, daß man das Einſprengen mit Waſſer auf der Quetſchmaſchine, das Einölen aber erſt auf der Speiſung der Vorkrempel ausführte. — Die Quetſchmaſchinen (jute-softeners, softening machines) beſtehen in der Hauptſache aus einer großen Anzahl (20—40, bei Pilgerſchrittbewegung 6—7) von (vielfach abwechſelnd ſchraubenförmig) geriffelten Walzenpaaren. Juteſorten, die keine harten Wurzelenden zeigen, und ſolche, die zu mittleren und geringeren Garnarten beſtimmt ſind, werden nach dem Quetſchen ſofort auf den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Krempeln weiter verarbeitet. Juteſorten mittlerer Güte mit ſtarken groben Wurzelenden, aber guten weichen mittleren Teilen können vorteilhafter durch Abtrennen der erſteren verwendet werden, indem ſie ſich alsdann zu höheren Nummern und beſſeren Garnen verarbeiten laſſen, während die abgetrennten Wurzelenden niedere Nummern und geringere Garne ergeben; auch die Kopfenden werden, wenn ſie nicht recht gut ſind, abgenommen und getrennt verarbeitet. Das Abnehmen der Enden geſchieht entweder durch Handarbeit (Abhauen mit dem Beile oder Abtrennen durch Hinwegziehen über Senſen) oder mittels ſogenannter Schnippmaſchinen (snipping machines, jute-root hackling machines). Zum Zuſpitzen und Aushecheln der Enden dienen hierbei raſch bewegte (Umfangsgeſchwindigkeit 10—15 m/sec.) Trommeln, deren Beſchlag aus Holzleiſten mit ſchräg eingeſetzten ſchlanken Nadeln beſteht (Nadellänge 35—40 mm, Grunddurchmeſſer etwa 3,5 mm).

Als nächſte Arbeitsmaſchinen folgen die Krempeln oder Karden. Die in den Riſten noch zu bandartigen Bündelchen vereinigten, gleichgerichtet nebeneinander liegenden Faſern werden auf Krempeln, und zwar auf Walzenkrempeln durch Spalten weiter zerlegt und durch Zerreißen in kürzere, den Abmeſſungen der folgenden Maſchinen angepaßte Längen verwandelt, hierbei findet gleichzeitig ein Abſondern der etwa anhaftenden dunkeln Oberhautteilchen, des Staubes und der ganz kurzen Fäſerchen, die ſich bei dem Zerteilen mit bilden, ſtatt. Es werden zwei Krempeln nacheinander benutzt, die Vorkrempel und dann die Feinkrempel. Das auf den Krempeln erzeugte Band wird dann durch wiederholtes Doppeln weiter vergleichmäßigt, und durch das gleichzeitig angewendete wiederholte Strecken werden die durch das Krempeln vielfach geknickten Faſern wieder in vollſtändig gleichlaufende Lage gebracht. Der Trommelbeſchlag wird bei den Jutekrempeln ſehr ſtark beanſprucht und iſt, da das Spinngut etwas feucht verarbeitet wird, immer der Einwirkung der Feuchtigkeit ausgeſetzt; es wird deshalb immer Holzleiſtenbeſchlag für die großen Walzen verwendet. — Bei der Anordnung der verſchiedenen Walzen iſt die große Länge der Faſern zu berückſichtigen, dieſelbe beträgt in dem Bande der Vorkrempel etwa 450—550, in dem der Feinkrempel 250—350 mm.

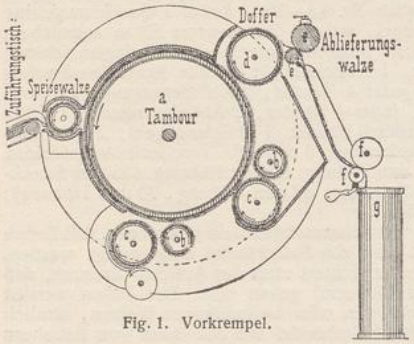


Fig. 1. Vorkrempel.

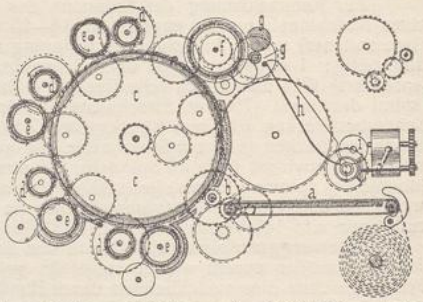


Fig. 2. Feinkrempel (Finisher card). *a* Zuführtiſch. *b* Speiſewalze. *c* Tambour. *d d d* Arbeiter. *e e e* Wender. *f* Abnehmwalzen. *g* Abzugswalzen. *h* Abführplatte. *i* Ablieferungswalzen.

Vorkrempel. Fig. 1 zeigt eine Vorkrempel mit Muldenſpeiſung und unterer arbeitender Hälfte (half circular shell breaker card); *a* iſt die Haupttrommel (Tambour), *b* ſind die beiden Arbeiter (worker), *c* die beiden Wenderwalzen (stripper). Von der Abnehmwalze (doffer) *d* wird der Juteflor durch ein Abzugswalzenpaar *e* abgelöſt, durch ein nach unten zu ſchmäler werdendes, ſeitlich begrenztes Leitblech (conductor) in Bandform übergeführt und ſchließlich durch ein Ablieferwalzenpaar *f* in die Blechkanne *g* abgegeben. Wenn es ſich um die Verarbeitung kurzer Faſern, insbeſondere Abfälle, handelt, ordnet man, um deren Herabfallen möglichſt zu verhüten, die Arbeiter und Wender auch auf der oberen Hälfte der Trommel an.

Fig. 2 zeigt eine Feinkrempel. Die Speiſung geſchieht wie bei der Vorkrempel durch eine Muldenwalze. Bei Verarbeitung von Jute zu den Nummern $^1/_4$—2 (metriſch 0,15 bis 1,2) findet man Feinkrempeln angewendet mit 2—3 Arbeiter- und Wenderpaaren und einer Abnehmwalze, entweder mit oberer oder unterer arbeitender Hälfte; bei mittleren und beſſeren Juteſorten findet man immer vier Paar Arbeiter und Wender mit einer Abnehmwalze angeordnet und ſind dann die Walzen rundherum um die Trommel verteilt (circular shell finisher card), Fig. 2; doch werden bei feineren Sorten und ſtarker Auflage auch zwei Abnehmwalzen benutzt. Die Zuführung der Bänder für die Feinkrempel geſchieht entweder unmittelbar von vorgeſetzten Kannen aus über einen Speiſetiſch (Kannenſpeiſung) oder es werden vorab Wickel auf beſonderen Maſchinen gebildet (Wickelſpeiſung, Fig. 2). Bildet man Wickel, ſo hat man den Vorteil der ſtärker möglichen Dopplung, den Nachteil des vermehrten Arbeitsaufwandes. Bei der Tiſchzuführung kann dagegen leichter die Wiedereinfügung gewiſſer Abfälle für geringere Juteſorten erfolgen; man verwendet deshalb die Tiſchzuführung für die geringeren, die Wickelzuführung für die mittleren und beſſeren Sorten.

An die Feinkrempel ſchließen ſich wie bei Flachs die Strecken [3] oder Durchzüge u. ſ. w. Strecken mit Hechelnadelwalzen (Nadelwalzenſtrecken, rotary-drawings) und ſolche mit Hechelſtäben in Scheibenführung (Scheibenwalzenſtrecken, circular-drawings) ſind weniger in Gebrauch; hauptſächlich werden angewendet Schraubenſtrecken (spiral-drawings) oder auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kettenſtrecken (chain-drawings, link-gill-drawings). Von der Feinſtrecke werden hierauf die Bänder auf die Vorſpinnmaſchinen (Flyer, Roving, Banc à broches) gebracht und zu Vorgeſpinſt (Vorgarn) verarbeitet. Bei dieſer Arbeit werden die Bänder zwiſchen glatten eiſernen Zuführungswalzen in die Nadeln der Gillſtäbe geführt, welche die Faſer erfaſſen und zu den Abzugs-(Verzugs-)Walzen führen, von wo das nun ſechs- bis zehnmal verfeinerte Band als Vorgarnfaden von einer Spindel aufgenommen und auf Spulen gewunden wird. Dieſe mit dem Vorgarn angefüllten Spulen werden der Spinnmaſchine übergeben.

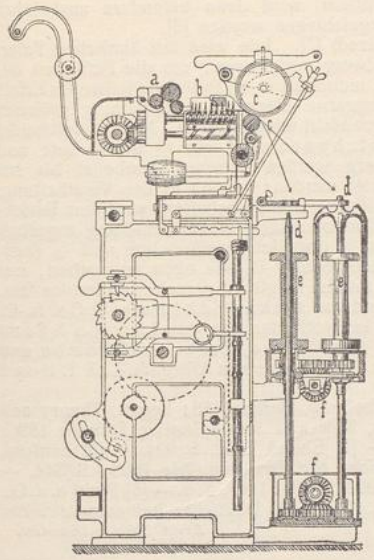


Fig. 3. Vorſpinnmaſchine.
a Zuführung der Bänder durch und über drei Zylinder. *b* Schrauben zur Führung der Gillſtäbe, welche die Faſer ſtützen und zu den verziehenden Abführwalzen führen. *c* Abführ-(Verzugs-)walzen mit darauf ruhenden Druckwalzen. *d* Spindel, welche das Vorgarn aufnimmt und auf die Spule *e* aufwindet. *f* Betrieb der Spindeln durch Zahnradwinkelräder.

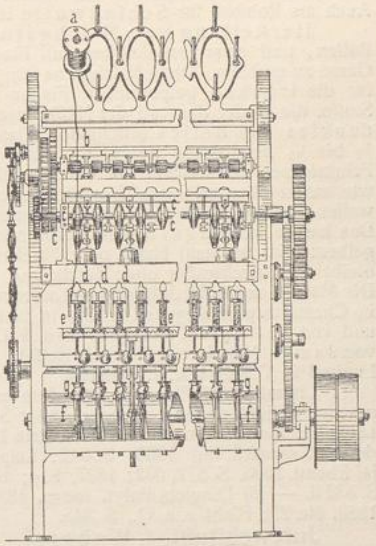


Fig. 4. Spinnmaſchine.
a Spule mit Vorgarn. *b* Obere Zuführwalzen, welche das Vorgeſpinſt zu der Verzugswalze führen. *c* Verzugswalze. *d* Spindel. *e* Spule, welche das Garn aufnimmt. *f* Trommel, welche durch Bandführung die Spindel mittels des Spindelwirtels *g* bewegt.

In Fig. 3 iſt ein Querſchnitt durch eine Jutevorſpinnmaſchine gezeigt, in der Anordnung und der Arbeitsweiſe entſpricht ſie vollſtändig denen der Vorſpinnmaſchine des Flachſes (ſ. Flachsſpinnerei, Bd. 4, S. 53). Das von der Vorgarnſpule gelieferte Vorgarn wird nun oben auf den Spinnſtuhl aufgeſteckt, und es wird der Vorgarnfaden zwiſchen den Einzugswalzen der Spinnmaſchine [4] (Fig. 4) eingeführt. Die obere Zuführwalze der Spinnmaſchine mit darauf ruhender Druckwalze führt das Vorgarn zu der Abführ- oder Verzugswalze, welche mit ihrer unten befeſtigten Druckwalze das Vorgarn raſcher wegführt, als es zugeführt wird, und dasſelbe infolgedeſſen verzieht, und zwar im Verhältnis von fünf- bis zehnmal, wodurch das Vorgarn, in einen feinen Faden umgewandelt, aus den Verzugswalzenpaaren heraustritt. Dieſer feine Faden wird nun ſofort von einem ſich mit 2000—3000 Umdrehungen in der Minute drehenden Spindelflügel aufgenommen und auf die auf der Spindel befindliche Holzſpule aufgewunden, wobei der feine Faden zugleich zu dem Garn, dem fertigen Feingeſpinſt gedreht wird. Das geſponnene Garn teilt man meiſt in Ketten- und Schußgarn für Weberei von Jutegeweben (Pack- und Sackgewebe) ein. Es wird nach der Spinnung von der Holzſpule „abgeſpult für Ketten“ oder „auf Köpfe gewunden für Schuß“ oder aber „für den Verkauf“ (für die Verwendung in den verſchiedenen andern Induſtrien) auf dem Haſpel abgehaſpelt und in Strähnen geliefert. — Für grobe Zwirne, Bindfaden und Stricke wird das Jutegarn auch gezwirnt (zwei- bis drei- und mehrfach). — Die Zwirnerei entſpricht der der andern Textilfaſern, ſpeziell der des Leinen- und Hanfgarns (ſ. Zwirn).

Verwendung der Abfälle [5]. Die für die Spinnerei in Betracht kommenden Abfälle ſind ſolche, die von der Verpackung der Rohjute herrühren (Juteſtricke und Markenlappen), und ſolche, welche erſt während des Spinnens entſtehen. Letztere laſſen ſich in ſolche ſcheiden, welche ſich ohne weiteres während des Spinnverfahrens wieder mit einfügen laſſen (wie Schnipphede, abgeriſſene Bänder von den Krempeln, Strecken und Spindelbänken), und in ſolche, welche erſt wieder beſonders aufbereitet werden müſſen (Krempelabfälle, Flug, Kehricht, Vorgarn- und Garnfäden). Die Juteſtricke werden mit Hand aufgedreht und dann zu groben Garnen mit verarbeitet, ebenſo wie Schnipphede, abgehauene Wurzelenden u. dergl. Die für die übrigen Abfälle zur Aufbereitung benutzten Maſchinen ſind außer dem Reißwolf noch die ſogenannte einfache Schlag- oder Schüttelmaſchine (ähnlich gebaut wie der Schlagwolf für Baum-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wolle), die Schüttelmaſchine mit kegelförmiger Schlagſtiftentrommel (waste-willow), die doppelte Schüttelmaſchine (ähnlich, nur ſtärker gebaut wie der ſogenannte Wipper) und die Abfallkrempel (teazer-card). Die entſtehenden ſtaubförmigen Abfälle können als Düngemittel Verwendung finden, die andern Abfälle werden zum Teil wieder zur Herſtellung von geringeren Garnen und von Putzgut verwendet oder werden als guter Rohſtoff an die Papier- und Pappefabriken verkauft. Zur Verbandjute werden nur ganz reine und weiche Sorten verwendet. Die Rohjute geht trocken durch eine oder zwei gutgereinigte Vorkrempeln und eine Feinkrempel; der entſtehende breite, lockere Flor kommt als fertiger Verbandſtoff in den Handel. Das Tränken mit fäulnishindernden Mitteln wird dann beſonders ausgeführt. Auch als Rohſtoff für Schießwolle iſt die Jute vorgeſchlagen worden [6].

Herſtellung von Miſchgarnen (mixte, mixed) [7]. Jute wird mit ähnlichen Faſerſtoffen, und zwar insbeſondere mit Flachs- und Hanfwerg verſponnen, um die Feſtigkeit der Garne zu erhöhen. Dieſe Miſchgarne (engliſch Nr. 3—7, metriſch 1,8—4) ſollen als teilweiſer Erſatz für die trocken geſponnenen Flachs- und Hanfwerggarne dienen bei Herſtellung gröberer Stoffe, die weder dauernd der Näſſe ausgeſetzt noch gebleicht werden ſollen. Man unterſcheidet dunkles und helles Miſchgarn. Das dunkle Miſchgarn wird aus $^2/_3$ bis $^1/_2$ Jute und $^1/_3$ bis $^1/_2$ Flachswerg hergeſtellt. Jute und Flachswerg werden getrennt bearbeitet bis zur Feinkrempel, auf welcher die Vorkrempelbänder vereinigt werden; von da iſt die Verarbeitung, wie weiter oben erläutert. Um die dunkel ſilbergraue Flachsfarbe zu erhalten, wird dem Batſchwaſſer der Jute wohl auch die entſprechende Menge Blauholzauszug und Alaunlöſung zugefügt. Das helle Miſchgarn wird gewöhnlich erzeugt aus $^2/_3$ (möglichſt weißer) Jute und $^1/_3$ (hellgelbem oder weißem) Hanf- oder Flachswerg. Die Verarbeitung iſt wie oben angegeben, nur bleibt das Batſchwaſſer ohne Zuſatz und die Batſchöle müſſen möglichſt geruch- und farblos ſein. Die Maſchinen für die Juteſpinnerei werden in Deutſchland von Oskar Schimmel & Co. A.-G. in Chemnitz und Seydel & Co. in Bielefeld gebaut, in Großbritannien von Lawson & Sons und von Fairbairn, Macpherſon & Co. in Leeds, von Combe, Barbour & Combe und von James Mackie & Sons in Belfaſt, Douglas Fraſer & Sons in Arbroath, L. & T. Boyd Limited in Glasgow u. a. geliefert.

Literatur: [1] Pfuhl, E., Die Jute und ihre Verarbeitung, Berlin 1888; Legatt, Theory and practice of jutespinning, Dundee 1893; Sharp, P., Flax, Tow and Jute spinning, Dundee 1896; Leipziger Monatsſchr. für Textilinduſtrie 1906, S. 339. — [2] Ebend. 1901, S. 324. — [3] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 642; Leipziger Monatsſchr. für Textilinduſtrie 1906, S. 344. — [4] Ebend. 1896, S. 572, 632; 1897, S. 4; 1898, S. 448; 1900, S. 495; 1907, S. 3. — [5] Pfuhl a. a. O., S. 332 ff. — [6] Dinglers Polyt. Journ. 1892, Bd. 283, S. 88. — [7] Deutſcher Leineninduſtrieller 1883, Nr. 27; Pfuhl a. a. O., S. 345.

Ernſt Müller-Dresden.

Jutewebſtuhl, ſ. Weberei.

Juwelen, ſ. v. w. geſchliffene Edelſteine; ſ. Edelſteine.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

K

(Artikel, die unter K vermißt werden, ſ. unter C.)

K in der Chemie Zeichen für Kalium; auf deutſchen Reichsmünzen Bezeichnung für die Münzſtätte Straßburg, auf franzöſiſchen Münzen für Bordeaux; in Oeſterreich Abkürzung für Krone.

Kaabah (eigentlich Würfel), ein kleiner Tempel von quadratiſchem Grundriß in Mekka, welcher das größte Heiligtum der Mohammedaner iſt. An der ſüdlichen Ecke derſelben iſt ein beſonders heilig gehaltener ſchwarzer Stein eingemauert, der zur Kiblah, d. i. zum Orientierungspunkt, für alle Moſcheen der Erde dient, da die Mohammedaner bekanntlich beim Gebet ſtets nach Mekka gewendet ſein müſſen. *Weinbrenner.*

Kaag (Kag), in Holland und Nordweſtdeutſchland ein einmaſtiges Küſten- und Flußfahrzeug.

Kaban, Reismaß auf den Philippiniſchen Inſeln = 98,28 l.

Kabbelung (kabbelige See), Bezeichnung für die Störung der Waſſeroberfläche, welche durch zwei aus verſchiedenen Richtungen aufeinander treffende Strömungen oder durch Wind, der gegen die Strömung weht, hervorgerufen wird.

Kabel (elektriſche) dienen zur Uebertragung elektriſcher Energie. Man kann die Kabel in Starkſtrom- und Schwachſtromkabel einteilen; erſtere finden bei der Uebertragung elektriſcher Energie für Kraft- und Beleuchtungszwecke, letztere für Telephonie und Telegraphie (ſ. d. und Seekabel) Verwendung.

Im nachfolgenden handelt es ſich nur um die **Starkſtromkabel.** Nach der Anzahl der Leiter (Kupferlitzen) und ihrer Anordnung unterſcheidet man: Einfachkabel (Fig. 3 und 4), Zweifachkabel (Fig. 1, 2 und 7), Dreifachkabel (Fig. 5 und 6), Mehrfachkabel; bei den Zweifach- u. ſ. w. Kabeln können die iſolierten Leiter miteinander verſeilt (verſeilte Kabel, Fig. 1, 2, 5 und 6) oder der eine Leiter um den andern konzentriſch (konzentriſche Kabel, Fig. 7) angeordnet ſein. Beſteht das Iſolationsmaterial aus Gummi, Guttapercha u. ſ. w., ſo werden ſie Gummikabel u. ſ. w. genannt. Iſt die Iſolation des Kabels durch einen Bleimantel gegen Feuchtigkeit geſchützt, ſo bezeichnet man ſolche Kabel als Bleikabel (Fig. 1), und zwar, wenn nur der Bleimantel vorhanden iſt, als blanke Bleikabel; dieſe dürfen indeſſen nur da verwendet werden, wo weder ſchädliche chemiſche Einflüſſe noch mechaniſche Verletzungen zu befürchten ſind. Die Bleikabel mit Schutzhüllen für den Bleimantel kommen in folgenden Ausführungen vor:

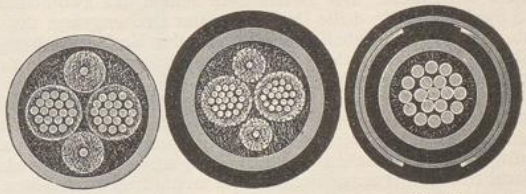


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

1. Aſphaltierte Bleikabel (Fig. 2), deren Bleimantel durch eine zwiſchen zwei Kompoſitionsſchichten (in der Regel Aſphalt und Teer) eingebettete Papierumſpinnung, eine fäurefrei imprägnierte Jutebeſpinnung und eine Aſphaltſchicht gegen chemiſche Einflüſſe geſchützt iſt. Dieſe Kabel dürfen nur verwendet werden, wo mechaniſche Verletzungen nicht zu befürchten ſind.

2. Aſphaltierte Bleikabel mit Eiſenbandarmatur (Fig. 3), die auf der fäurefrei imprägnierten Juteſchicht (ſ. unter 1.), eine doppelte Eiſenbandſpirale und eine imprägnierte aſphaltierte Juteumſpinnung tragen. Dieſe Kabel ſind da zu verwenden, wo ein Schutz gegen mechaniſche Verletzungen des Kabels notwendig iſt.

3. Aſphaltierte Bleikabel mit Eiſendrahtarmatur (Fig. 4 und 5), die auf der Juteſchicht (ſ. unter 1.) eine Armatur aus verzinkten Eiſendrähten (rund oder flach) und eine

imprägnierte, asphaltierte Juteumspinnung besitzen. Für die Verwendung dieser Kabel in Bergwerken wird die Armatur gegen saure Grubenwasser bisweilen noch mit einer besonderen Schutzhülle versehen. Diese Kabel sind zu verwenden, wo mechanische Verletzungen zu befürchten sind und wo die Kabel auf Zug beansprucht werden, z. B. in Bergwerksschächten (Schachtkabel).

4. Asphaltierte Bleikabel mit Eisenband- und Eisendrahtarmatur (Fig. 6); diese Kabel tragen auf der Eisenbandarmatur (s. unter 2.) eine zweite Armatur aus verzinkten Eisendrähten, welche mit einer imprägnierten, asphaltierten Juteumspinnung umgeben ist. Diese Kabel sind zu verwenden, wo ein Schutz gegen besonders kräftige mechanische Angriffe erforderlich ist oder wo eine starke Beanspruchung auf Zug auftritt; sie eignen sich besonders zur Verlegung in Wasserläufen mit starkem Schiffsverkehr (Flußkabel mit schwerer Armatur; bei geringem Schiffsverkehr wendet man die unter 3. angegebene Kabelarmierung an und bezeichnet solche Kabel als Flußkabel mit leichter Armatur).

Fig. 5.

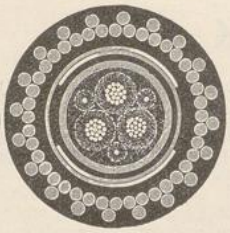


Fig. 6.

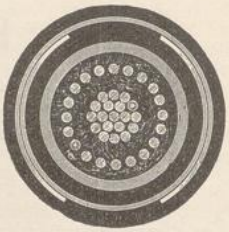


Fig. 7.

Fig. 4.

Außer den Kupferlitzen besitzen die Kabel zuweilen noch gut isolierte Kupferdrähte, die Prüfdrähte (s. in den Fig. 1, 2, 6, 7). Für die Stärke der Isolation, des Bleimantels und der Armierung der Bleikabel hat der Verband deutscher Elektrotechniker Vorschriften aufgestellt [1], auf die verwiesen wird.

Die Herstellung der Bleikabel

richtet sich insbesondere nach der Art des Isolationsmaterials. Als solches wird vorzugsweise Papier verwendet; für Hochspannungskabel kommen außerdem Guttapercha und Kautschuk und für Niederspannungskabel Faserstoffe (Jute, Baumwolle) in Betracht.

A. **Herstellung der mit Papier oder Faserstoff isolierten Bleikabel.** Die Seele, d. h. der kupferne stromführende Teil des Kabels wird nur bei schwachen Querschnitten (etwa bis 10 qmm) aus einem einzigen massiven Draht gebildet; bei stärkeren Kabeln besteht sie dagegen aus einzelnen Drähten, die litzenförmig verseilt werden, weil bei dieser Konstruktion viel weniger leicht eine Beschädigung des Kabels beim Abbiegen vorkommt. Die zur Verwendung kommenden Kupferdrähte werden zunächst einer genauen und sorgfältigen Prüfung auf ihr elektrisches Leitungsvermögen unterworfen und auf ihre Oberflächenbeschaffenheit untersucht; sie müssen möglichst glatt und splitterfrei sein, damit keine Beschädigung der Isolationsschicht eintreten kann. Die geprüften Drähte werden maschinell auf Spulen (Bobinen) aufgewickelt und diese auf den (rotierenden) Rahmen der Verseilmaschine aufgestellt, in welcher aus den einzelnen Drähten ein Kupferdrahtseil (Litze) zusammengedreht wird. Die Verseilmaschinen besitzen in der Regel drei hintereinander liegende Bobinensätze, von denen der erste sechs Spulen für die sechs Drähte der innersten Seelenschicht enthält, welche den durch die hohle Welle laufenden Mitteldraht umschließt. Der zweite Satz besteht aus zwölf Spulen für die zweite, der dritte Satz aus 18 Spulen für die dritte Drahtlage. Der Drehungssinn der aufeinander folgenden Lagen wechselt ab. Die blanke Kabelseele geht von der Verseilmaschine direkt weiter in die Bespinnmaschine. Sie wird hier bei Kabeln für niedere und mittlere Spannung mit Faserstoff, Jutegarn oder Papier in mehreren Lagen bewickelt.

Bei mehradrigen konzentrischen Kabeln (Fig. 7) bringt eine Verseilmaschine auf die erste mit Jute bedeckte Kupferseele eine Hülle von Kupferdrähten auf, welche den zweiten Leiter bildet. Auf diese wird durch eine Bespinnmaschine die zweite Juteschicht gewickelt. Bei dreiadrigen konzentrischen Kabeln folgt schließlich eine dritte Schicht von Kupferdrähten und darüber die Isolationsschicht. — Bei mehradrigen verseilten (Fig. 1, 2, 5, 6) Kabeln bildet dagegen jede einzelne Ader für sich eine isolierte Kupferlitze, und die einzelnen Adern werden miteinander auf einer besonderen Maschine verseilt. Dabei müssen gleichzeitig die Hohlräume zwischen den einzelnen Adern durch stärkere oder schwächere Faserstofffeile ausgefüllt werden. — Zur Erzielung eines möglichst geringen Volumens gibt man in neuerer Zeit den einzelnen Adern verseilter Kabel zuweilen den Querschnitt eines Kreissegments; diese Adern schließen sich so gut aneinander, daß auszufüllende Hohlräume überhaupt nicht entstehen. Für kleinere Querschnitte wird der sektorförmige Draht direkt als massiver Leiter in dieser Form gezogen; für größere Querschnitte wird die Sektorgestalt durch die Art des Verseilens hergestellt.

Besondere Aufmerksamkeit ist der Isolation von Kabeln für hohe Spannung zuzuwenden. Diese gehören als Drehstromkabel fast durchgängig dem dreifach verseilten Typus an. Die Isolation besteht vorwiegend aus Papier, dem durch Imprägnieren mit nicht harzenden Oelen ein sehr hoher Grad von Geschmeidigkeit verliehen wird; nur bei besonders starken Querschnitten und sehr hohen Spannungen kommt im Interesse größerer Biegsamkeit und leichterer Verlegung des Kabels eine kombinierte Isolierung von Spezialgummi und Papier zur Anwendung. Nach Aufbringen der Isolation gelangt das Kabel zur Trocknung in den Vakuumtrockenschrank und aus diesem in noch heißem Zustand in einen Tränkbottich, der luftleer gemacht wird. Unter dem Einflusse des erzeugten Vakuums dringt von unten eine aus Harzen und Oelen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bestehende Flüssigkeit, deren Zusammensetzung sich nach der Spannung richtet, für die das betreffende Kabel bestimmt ist, in alle Poren der Isolation ein und bildet mit dieser zusammen eine vorzügliche Isolierschicht. Nach der Tränkung kommt das Kabel aus dem Tränkbottich unmittelbar in die Bleipresse, in der das Kabel mit einem enganschließenden wasserdichten Bleimantel umpreßt wird. In der Regel erfolgt das Aufpressen des Bleis im warmen Zustand, seltener in kaltem (das letztere nur dann, wenn durch die Wärme des Bleis eine Zerstörung des Isolationsmaterials zu befürchten ist). Bisweilen hat man auch zwei und drei Bleimäntel aufeinander gepreßt, das üblichste ist indessen der einfache Bleimantel, dessen Stärke zwischen 1,5—3,6 mm schwankt. Die Kabelpressen werden in verschiedenen Anordnungen ausgeführt. Man kann sie in solche mit wagerechter und senkrechter Anordnung des Bleizylinders, mit wagerechter und senkrechter Bewegungsrichtung des Kabels und mit feststehendem oder beweglichem Preßkolben einteilen. Der Betrieb der Kabelpressen erfolgt ausnahmslos mit Druckwasser. Die Fig. 8 und 9 zeigen eine Kabelpresse der Firma Justus Braun in Nürnberg [6], Jahrg. 1899. Das Blei wird in Blöcken in den Zylinder eingesetzt. Das Kabel wird durch einen Hohldorn eingeführt und erhält in der anschließenden Matrize den Bleimantel umgepreßt. Auf dem Druckwasserkolben sitzt das Mundstückgehäuse (mit dem Hohldorn und der Matrize) und darüber der Bleizylinder. Das Mundstückgehäuse wird durch Dampf erwärmt.

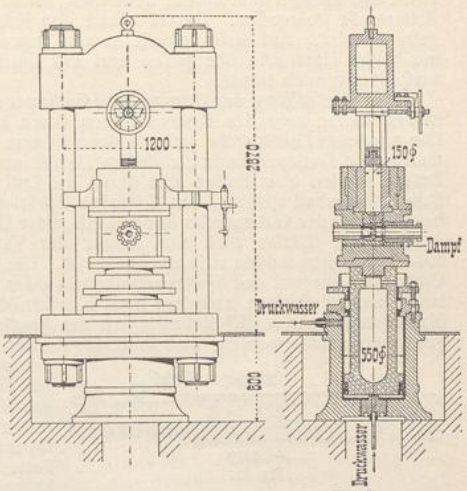


Fig. 8. Fig. 9.

Die Pressen werden in drei verschiedenen Größen für Bleimäntel bis 40, 60 und 90 mm Durchmesser ausgeführt. Die Leistungen betragen je nach der Größe der Preßpumpen 150—450 kg Blei in der Stunde. — Gleichfalls mit beweglichem Preßzylinder arbeitet die Presse von Weiß [6], Jahrg. 1899. Fig. 10 stellt die Huberschе Kabelpresse von Friedrich Krupp A.-G. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau, dar. Sie besitzt zwei Bleizylinder mit horizontaler Achse. Ueber dem Mundstückgehäuse und den Preßzylindern sind die Bleischmelzkessel angeordnet, links und rechts die Druckwasserpressen. Die Presse wird für Kabel bis 65 und 85 mm äußeren Durchmesser und einen Druck von 350 und 500 t gebaut. Eine ausführliche Beschreibung der Presse ist in [3], [4] enthalten. Ueber die Kabelpresse der Oesterreichisch-Alpinen Montangesellschaft mit Bewegung des Kabels in senkrechter Richtung s. [5].

Nach dem Aufpressen der Bleihülle werden die Kabel einer Isolationsprüfung unterworfen. Zu dem Zweck kommen sie in große mit Wasser gefüllte Behälter (Tanks), in denen sie 24 Stunden bleiben, wobei ihr Isolationswiderstand gemessen wird. Zum Schluß der Prüfung setzt man die Kabel mehrere Stunden lang Hochspannungen bis zu 50000 Volt aus. Unter dem Einfluß dieser

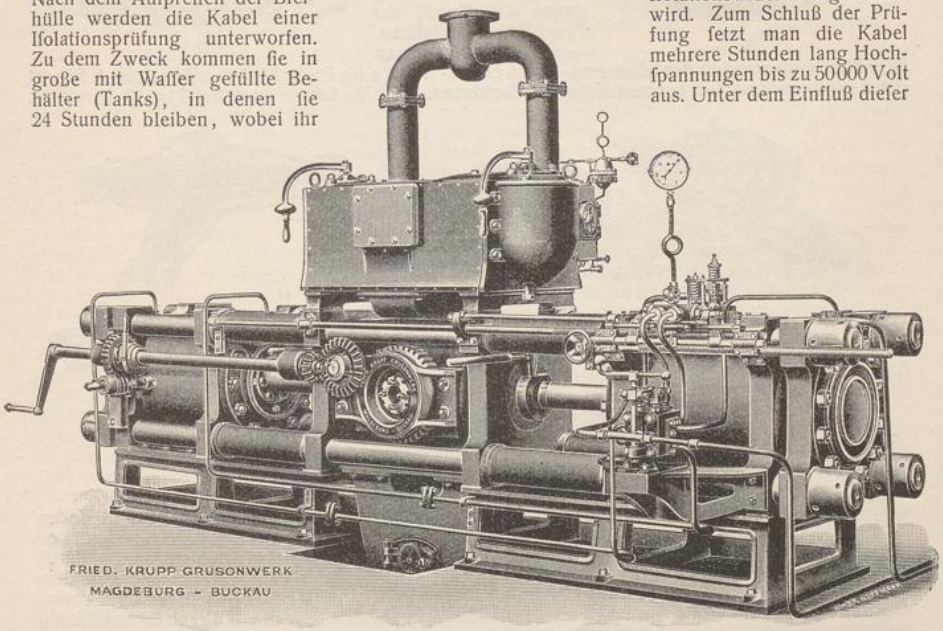


Fig. 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hochspannung werden auch solche Isolationsfehler, welche etwa bei den vorhergehenden Widerstandsmessungen nicht gefunden wurden, sicher entdeckt. Nach Vornahme der Prüfung werden alle Bleikabel (mit Ausnahme der blanken) noch mit der Armierung (s. oben) versehen. Die Armiermaschinen ähneln in ihrer Bauart den Verseil- und Bespinnmaschinen. Die Bleikabel werden zuerst mit flüssiger Isoliermasse bestrichen, dann mit Papierband umsponnen und wiederum mit Isoliermasse übergossen. Darauf erhält das Kabel eine Juteschicht, die mit heißer Harzmasse getränkt wird. Auf diese Schicht kommt nun die Band- oder Drahtarmierung, die gleichfalls mit heißer Harzmasse übergossen und mit Garn besponnen wird, worauf man auch die Garnumspinnung noch tränkt.

B. **Herstellung der Gummi- und Guttaperchakabel.** Zunächst wird die Guttapercha (s. d.) in besonderen geheizten Knetmaschinen durch kräftiges Kneten in plastischen Zustand gebracht. Die erweichte Guttapercha gelangt dann in eine den erwähnten Bleikabelpressen ähnliche Presse, welche die Guttapercha in nahtlosem Mantel um den Draht preßt. Die die Presse verlassenden Drähte werden über Rollen teils durch die Luft, teils durch ein in einem langen Trog befindliches Wasserbad geführt, um schnelles Erhärten der Guttapercha herbeizuführen. Wegen der hohen Preise der Guttapercha finden auch andre Gummiharze, insbesondere das Kautschuk (s. d.), Anwendung. Dieses wird zum Zweck der Vulkanisierung zunächst mit Schwefel bezw. mit schwefelhaltigen Stoffen zusammengeknetet. Die Herstellung der Kabel geschieht entweder durch Umpressen wie bei den Guttaperchakabeln oder auch vielfach in der Weise, daß die Drähte in besonderen Maschinen zwischen zwei Kautschukbänder gelegt werden, welche man zu einem Mantel zusammenwalzt. Befindet sich der Kautschuk unmittelbar auf dem Leiter, so muß dieser gut feuerverzinnt werden, weil sonst das Kupfer angegriffen wird. Zur Vollendung der Vulkanisierung werden die Kabel durch Erhitzen in Kesseln auf 130—140° erwärmt. Hierauf erfolgt die Prüfung des Kabels. Bei einigen Firmen wird das Kabel noch durch eine Compoundmasse gezogen. Sollen Mehrfachkabel hergestellt werden, so werden die vulkanisierten Adern miteinander, unter Verwendung von Füllmaterial für die Hohlräume, verseilt und gemeinsam entweder mit einer Lage Isolierband oder mit einer oder mehreren Lagen imprägnierter Jute besponnen. Weiterhin erfolgt dann das Aufbringen einer Schutzhülle (Umklöppelung, z. B. mit Eisendraht, Umpressen eines Bleimantels u. s. w. je nach der Verwendung des Kabels).

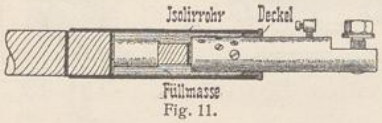


Fig. 11.

C. **Garniturteile der Kabel.** Als solche bezeichnet man:

1. Die Endverschlüsse. Sie müssen das Kabel zuverlässig gegen den Zutritt der Feuchtigkeit schützen. — Fig. 11 zeigt einen Schalttafelendverschluß der Siemens-Schuckert-Werke für Einfachkabel mit Prüfdraht, Fig. 12 einen Endverschluß für konzentrische Dreifachkabel. Der Verschluß wird bei Fig. 12 durch ein

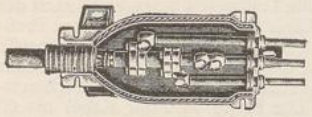


Fig. 12.

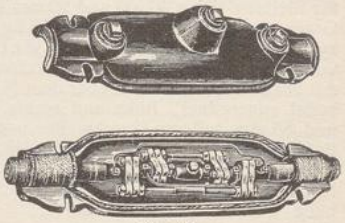


Fig. 13.

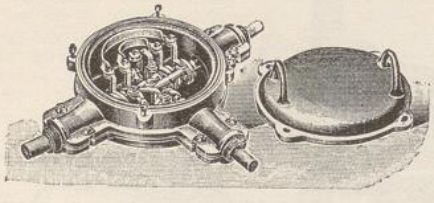


Fig. 15.

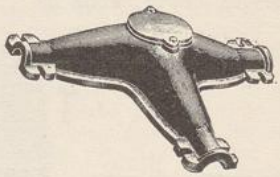


Fig. 14.

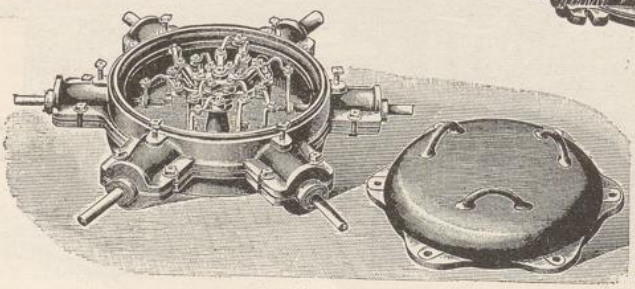


Fig. 16.

Gehäuse gebildet; die Enden der Kabellitzen sind mit den Anschlußleitungen durch starke Klemmen verbunden. Der gußeiserne Kasten wird mit Isoliermasse vollständig ausgegossen.

2. Verbindungsmuffen, zur Verbindung zweier Kabelenden dienend, beſtehen aus einem gußeiſernen Kaſten, der nach Herſtellung der Verbindung mit Iſoliermaſſe ausgegoſſen wird. Fig. 13 zeigt eine Verbindungsmuffe (mit Deckel) für ein konzentriſches Dreifachkabel.

3. Abzweigmuffen und Hausanſchlußkaſten zur Herſtellung einer Abzweigung. Für ein konzentriſches Dreifachkabel iſt eine Abzweigmuffe in Fig. 14 und ein runder Hausanſchlußkaſten in Fig. 15 dargeſtellt.

4. Verteilungskäſten (Kabelkäſten) werden an Vereinigungspunkten mehrerer Kabel angeordnet und enthalten gewöhnlich auch die Sicherungen für die einzelnen Leitungen. Dieſe Käſten werden nicht ausgegoſſen, müſſen aber ſehr ſorgfältig gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geſchützt werden. Fig. 16 zeigt einen runden Verteilungskaſten für konzentriſche Dreifachkabel. (S. a. Leitungen, elektriſche, und Seekabel.)

Literatur: [1] Strecker, K., Hilfsbuch für die Elektrotechnik, 7. Aufl., Berlin 1907. — [2] Kabelwerk Oberſpree, Broſchüre der Allgemeinen Elektrizitätsgeſellſchaft, Berlin 1904; Das Kabelwerk am Nonnendamm, Broſchüre von Siemens & Halske, A.-G., Berlin. — [3] Schmidt, J., Die Fabrikation von Starkſtromkabeln, Zürich 1905. — [4] Baur, C., Das elektriſche Kabel, Berlin 1903. — [5] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 2. Aufl., 3. Abt., 2. Hälfte, Braunſchweig 1901. — [6] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. *A. Widmaier.*

Kabel für Brücken, d. h. Drahtſeile oder Drahtbündel, finden bei den mit Verſteifungsträgern ausgeführten Hängebrücken (ſ. d.) Anwendung; ſie könnten aber auch bei andern Trägeranordnungen, welche nahezu konſtant beanſpruchte Zuggurte beſitzen, von denen keine Steifigkeit verlangt wird, in Betracht kommen.

Die Anwendung des Drahtes zu Brückenkonſtruktionen gründet ſich auf die weſentlich höhere Feſtigkeit, welche Eiſen und Stahl durch Walzen und Ziehen in Drahtform erlangen. Eiſendraht hat eine Zerreißfeſtigkeit von 6000—7000 kg pro Quadratzentimeter; der jetzt ausſchließlich für Brückenkabel verwendete Gußſtahldraht hat bei einer Stärke von 4—6 mm eine Zugfeſtigkeit von 12000—14000 kg pro Quadratzentimeter, eine Bruchdehnung auf 200 mm Länge von 4—5%; die Elaſtizitätsgrenze liegt zwiſchen 6000 bis 7000 kg/qcm.

Die Brückenkabel werden entweder aus ſpiralförmig zuſammengeſchlagenen Drähten (Spiralſeilen) oder aus parallel liegenden Drähten, die ſtellenweiſe durch ſtraffe Umwicklung zu einem Bündel vereinigt ſind, hergeſtellt.

a) Bei den Drahtſpiralſeilen iſt um einen geraden Draht als Seele zunächſt eine Lage von 6 Drähten, um dieſe eine weitere Lage von 12, dann von 18 Drähten u. ſ. w. geſchlagen. In jeder Lage nimmt die Zahl der Drähte um 6 (entſprechend 2π) zu. Die Drähte der aufeinander folgenden Lagen haben entweder gleiche Windungsrichtung (Albertſchlag) oder entgegengeſetzte (Kreuzſchlag). Jetzt wird bei Spiralſeilen allgemein der letzteren Herſtellungsart der Vorzug gegeben. Dieſelben ſind biegſamer als ſolche mit Albertflechtung. Die einzelnen Umwicklungsſchichten müſſen gleichen Flechtwinkel erhalten, dann werden ſämtliche Drähte mit Ausnahme des geraden Mitteldrahtes gleich lang und nehmen die gleiche Spannung auf. Der Flechtwinkel wird mit 9—25°, gewöhnlich aber mit dem Mittelwert von etwa 18° gewählt. Beſteht das Seil aus n Runddrähten von der Dicke δ, ſo iſt der Geſamtdrahtquerſchnitt $F = n\frac{\pi}{4}\delta^2$, der Durchmeſſer des Seiles angenähert $d = 1{,}33\sqrt{F}$ (d und F in Zentimetern). Die Spannung der Drähte iſt aber etwas größer, als ſich aus Kraft : Geſamtdrahtquerſchnitt berechnet, und zwar iſt die Spannung der Spiraldrähte um etwa 2—5% größer als $P:F$; die Spannung des Mitteldrahtes, falls dieſer den gleichen Dehnungskoeffizienten wie die übrigen Drähte beſitzt, iſt ſogar um 17—20% größer. Tetmajer fand die Abminderung der Drahtfeſtigkeit im Seil bei runddrähtigen Kreuzſchlagſeilen im Mittel zu rund 9%. Bei Seilen mit langer Flechtung und bei geſchloſſenen Seilen dürfte dieſer Unterſchied geringer ſein. Das Seil gibt größere Dehnungen, als ſie dem Dehnungskoeffizienten der einzelnen Drähte entſprechen würden. Wird die anfängliche Reckung, welche jedes Seil erfährt, ausgeſchieden, ſo beträgt der Elaſtizitätskoeffizient eines vieldrähtigen Seiles bei einem Flechtwinkel von etwa 18° nur ca. 84% von jenem des verwendeten Stahldrahtes [1]. Berg [4] fand im Mittel den Elaſtizitätskoeffizienten von geſchloſſenen Seilen bei größerer dauernder Beanſpruchung (ſo daß die Kraft nicht mehr auf Null ſinkt) zu 88%, bei zweimal geſchlagenen runddrähtigen Seilen zu 70% des Drahtmateriales. Mehr als 200—250 Drähte werden nicht in einem Seile zuſammengeflochten. Werden für Brückenkabel ſtärkere Querſchnitte notwendig, ſo ordnet man entweder mehrere parallel laufende einfache Seile an, oder es werden wieder mehrere ſchwächere Seile durch ſpiralförmige Windung zu einem ſtärkeren Seile vereinigt. In letzterem Falle wird dann meiſt ein ſiebenſchenkliges Seil konſtruiert mit ſechs äußeren Strängen und einem ſiebenten geraden Strange als Seele. Bezüglich der Spannungen in den Seilſchenkeln gilt dasſelbe wie oben für die Drahtlitzen. Der mittlere gerade Strang hätte, wenn deſſen Drähte aus dem gleichen Materiale wie jene der äußeren Stränge beſtehen, eine größere Spannung für die Flächeneinheit aufzunehmen als dieſe. Durch Wahl eines weicheren, dehnbareren Materiales für die Drähte des Mittelſtranges wird einigermaßen ein Ausgleich erzielt (ſ. Fig. 1, Kabel der Brücke zu Langenargen [5]).

In neuerer Zeit werden von der Firma Felten & Guilleaume in Mülheim a. Rh., dann von franzöſiſchen Firmen ſogenannte „verſchloſſene“ Seile fabriziert. Die Seile der erſtgenannten Firma haben um einen aus Runddrähten gebildeten Kern eine oder mehrere Lagen von Drähten mit trapezförmigem Querſchnitt im Kreuzſchlag gewunden und als äußerſte Schichte eine Lage von Drähten mit Z-förmig profiliertem Querſchnitt, die einander übergreifen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und den Verfchluß des Seiles bilden. Bei diefen verfchloffenen Seilen find die leeren Zwifchenräume zwifchen den Drähten außerordentlich gering, die Außenfläche des Seiles ift vollkommen glatt und durch das Uebergreifen der Drähte ift jedes Eindringen von Feuchtigkeit in das Seilinnere ausgefchloffen. Es genügt daher ein guter Anftrich, um diefe Seile gegen Roften zu fchützen, was bei Seilen aus Runddrähten nicht in gleicher Weife gilt. Solche fiebenfchenklige verfchloffene Seile

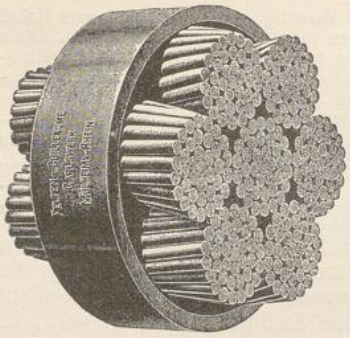


Fig. 1.

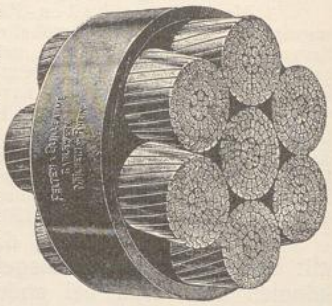


Fig. 2.

find bei dem Umbau der Franz-Jofefs-Hängebrücke in Prag zur Anwendung gekommen [1] (Fig. 2). Die zufammengefchlagenen Seile können nur fertig ausgehängt werden. Es kann fonach damit nicht über gewiffe Gewichts- und Stärkemaße gegangen werden; überdies erleiden die mehrfchenkligen Seile immer größere Streckungen als Einzelfeile. Bei parallel gehängten Seilen macht aber wieder die Erzielung einer gleichmäßigen Laftaufnahme Schwierigkeiten, und eine gleiche Anfpannung der parallelen Seile wird nur dann zu erwarten fein, wenn fie alle genau gleiche Länge haben und untereinander in fo fefter Verbindung find, daß fie gleiche Längenänderungen durchmachen müffen. Hierzu dienen gußeiferne oder ftählerne Klemmbüchfen oder Kabelhalfen, die gleichzeitig den Anfchluß der Hängeftangen vermitteln. Das Auswechfeln eines etwa fchadhaft gewordenen Seiles ift aber bei diefen zufammengepreßten Kabeln fchwierig. Die franzöfifchen Drahtfeilbrücken, auch jene neuerer Ausführung, haben daher nur einfach parallel gehängte Seile. Diefe Anordnung ift auch in den Kabelbrückenprojekten einiger deutfcher

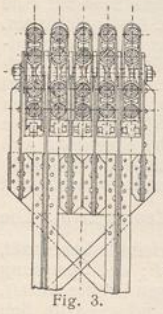


Fig. 3.

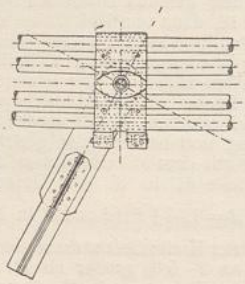


Fig. 3a.

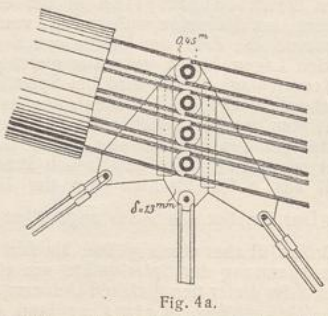


Fig. 4a.

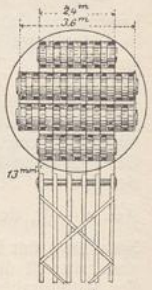


Fig. 4.

Firmen (Nürnberger Mafchinenfabrik u. a.) (f. Hängebrücken) vertreten (Fig. 3). Die vollftändig unabhängig gelagerten Seile find hier in fenkrechten Reihen zu Gruppen vereinigt, wobei der gegenfeitige Abftand der Seile durch entfprechend geformte Stahlkörper gewahrt wird. Die ganze Seilgruppe umfchlingt eine Flacheifenfchleife, und zwifchen den Schleifenenden und dem unterften Seile wird ein Verfchlußkörper eingefetzt, der mit entfprechender Kraft gegen die obere Schleifenbiegung zu preffen ift. Nachdem die Seile jeder fenkrechten Reihe folcherart vereinigt find, wird durch die in der Kabelachfe liegenden Schleifenaugen der Tragbolzen eingeführt und daran der Hängeftab mit Hilfe fenkrechter Bänder befeftigt [2].

b) Die Bildung großer Kabelquerfchnitte aus fertigen Drahtfeilen ift bisher nur in Entwürfen vertreten (Morifons Projekt für die North-River-Brücke [6]), dagegen haben die aus Paralleldrähten hergeftellten Kabel fchon ihre praktifche Erprobung bei den großen amerikanifchen Kabelbrücken gefunden. Solche Kabel wurden früher auch für kleinere Brücken angewendet und bei diefen in fertigem Zuftande in die Brücke eingehängt. Bei der Herftellung wurden die Drähte wagerecht ausgelegt, dann durch Klammern in die zylindrifche Kabelform zufammengepreßt und in Abftänden von 0,3—0,5 m mit Drahtumwicklung gebunden. Es ergab fich aber der Nachteil, daß folche Kabel eine große Steifigkeit befaßen, und es wird daher jetzt bei der Anfertigung diefer Kabel das zuerft von Röbling eingeführte Verfahren befolgt. Die einzelnen Drähte werden frei ausgehängt, wobei ihre Länge nach einem ausgefpannten Leitdraht mittels des Durchhanges möglichft genau beftimmt wird. Die Drahtftränge werden dann durch kräftige Schraubenzwingen in die zylindrifche Form gepreßt und mit weichem Eifendraht dicht umwickelt. Durch diefe ftraffe Umwicklung fowie durch das Warmaufziehen der eifernen Kabelbänder, an welchen die Hängeftangen befeftigt find, wird eine genügend große Reibung zwifchen den Kabeldrähten erzeugt, fo daß alle Drähte möglichft gleichmäßig zum Tragen kommen. Als Beifpiel möge die Legung des Kabels der Williamsburgbrücke kurz befchrieben

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden [7]. Nachdem zunächſt vier Hilfsſeile über den Fluß geſpannt und auf die Türme hochgewunden waren, wurde an ihnen für jedes Kabelpaar je eine Arbeitsrüſtung angehängt. Dieſe trugen je zwei Arbeitsbühnen, eine obere etwa 1,2 m unterhalb der Kabellitzen während ihrer Herſtellung und eine tiefere unterhalb des fertigen etwas herabgelaſſenen Kabels. Jedes Kabel beſteht aus 37 Litzen zu je 208 Drähten. Die einzelnen Litzen wurden in etwas höherer Lage, als ſpäter das Kabel einnehmen ſollte, hergeſtellt und zu dieſem Zwecke die hufeiſenförmigen Litzenſchuhe etwas hinter und über den Bolzen der Ankerkette, an welche ſie ſich ſpäter zu legen hatten, feſtgemacht. Der Kabeldraht wurde auf Trommeln zur Brückenſtelle geſchafft. Die einzelnen Drähte waren durchſchnittlich 1060 m lang; ihre Spleißung erfolgte mittels kleiner Schraubengewinde enthaltenden Muffen. Das Auslegen der Drähte geſchah mit Hilfe eines Drahtſeiles ohne Ende, welches von einer Verankerung zur andern und auf Rollen über die Türme geführt war. Die von einer Dampfmaſchine angetriebenen Seilbahnen lagen genau über jedem Kabel und trugen Rollen, um welche der von der Trommel ablaufende Kabeldraht mit einer Schlinge gelegt wurde, nachdem deſſen Ende mit dem Litzenſchuh der Verankerung in Verbindung gebracht war. Wenn die Rolle das andre Ufer erreicht hatte, wurde die Drahtſchlinge von ihr abgenommen und um den Litzenſchuh gelegt. Auf dieſe Art wurden gleichzeitig jedem Kabel immer zwei Drähte zugefügt. War eine Litze fertig, ſo wurden die Drähte vorläufig durch Hilfsbänder alle 1,5 m zuſammengeſchnürt. Die fertige Litze wurde hiernach in die endgültige Lage gebracht, indem die vorläufige Befeſtigung des zum leichteren Auflegen der Drähte in wagerechter Lage befindlichen Hufes gelöſt, dieſer gegen die Türme hin nachgelaſſen und nach Drehung um 90° an den Bolzen der Endaugen der Ankerſtäbe angelegt wurde. Gleichzeitig erfolgte auch das Abheben der Litzen von den Unterſtützungsrollen auf den Türmen und das Ablaſſen auf den Kabelſattel. Waren alle Litzen eines Kabels in dieſer Weiſe vorbereitet, ſo wurden die vorläufigen Litzenbänder nach und nach entfernt und das Kabel in ſeine zylindriſche Form feſt zuſammengepreßt. Darauf brachte man die aus Stahlguß gefertigten Kabelſchellen oder Hauptbänder, deren ſattelförmige Anſätze ſpäter die Hängeſeile aufzunehmen hatten, an und zwiſchen dieſen noch weitere Drahtbänder. Schließlich wurde das Kabel mit einem Eiſenblechmantel umhüllt. Nachſtehende Zuſammenſtellung enthält Angaben über Zahl, Zuſammenſetzung und Stärke der Kabel der drei bedeutendſten amerikaniſchen Kabelbrücken.

	Ohiobrücke	Brooklynbrücke	Williamsburgbrücke
Jahr der Erbauung	1867	1876	1898–1903
Hauptſpannweite	322 m	486,3 m	487,7 m
Volle Belaſtung für den laufenden Meter	5920 kg	16 126 kg	34 105 kg
Kabelgewicht für den laufenden Meter Brücke	1000 kg	2984 kg	4560 kg
Zahl der Kabel	2	4	4
Zahl der Litzen eines Kabels	7 à 370 Drähte	19 à 331 Drähte	37 à 208 Drähte
Drahtdurchmeſſer	3,4 mm	4,3 mm	4,88 mm
Bruchfeſtigkeit des Drahtes	7100 kg	11 250 kg	14 000 kg
Rechnungsmäßige Drahtſpannung	2670 kg	3330 kg	3530 kg

Eine eigenartige Konſtruktion iſt für die Kabel der North-River-Brücke nach dem Lindenthalſchen Projekte in Ausſicht genommen [1], [8]. Sie werden hier aus einzelnen Gliedern gebildet, die wie eine Gelenkkette durch Bolzen verbunden ſind (Fig. 4). Dieſe Kettenglieder beſtehen aus parallelen Drahtlitzen, welche in gleicher Spannung um flanſchierte Stahlſchuhe gewunden ſind und in der Brückenwerkſtatt in genauer Länge hergeſtellt werden. Die Stahlſchuhe umfaſſen hohle Stahlbolzen von 45 cm Durchmeſſer und 2,4 bezw. 3,6 m Länge, und es beſteht jedes Kabel aus vier übereinander liegenden Ketten, die untereinander durch auf die Gelenkbolzen aufgeſchobene Kupplungsplatten verbunden ſind. Letztere dienen gleichzeitig zum Anſchluß der Ausfachungsſtäbe. Die vier Gliederketten eines Kabels werden ſchließlich mit einem 3 mm ſtarken zylindriſchen Stahlblechmantel umhüllt und dadurch gegen Regen und ungleichmäßige Erwärmung durch Sonnenſtrahlen geſchützt.

Die Inanſpruchnahme der Brückenkabel wird mit einem Viertel der Zerreißfeſtigkeit des verwendeten Drahtes, bei ſehr großen Spannweiten auch noch höher angenommen. Es erſcheint dies mit Rückſicht auf die hochgelegene Elaſtizitätsgrenze des Stahldrahts und auf den Umſtand, daß die größte Spannung im Kabel nur bei der bei ſehr großen Spannweiten ſelten vorkommenden Vollbelaſtung der Brücke auftritt, zuläſſig.

Von großer Wichtigkeit iſt eine wirkſame Sicherung der Kabel gegen das Roſten. Das beſte, aber wohl auch teuerſte Schutzmittel gegen Oxydation iſt zweifellos eine Verzinkung der Drähte, doch kann leicht durch das Zinkbad und die nachfolgende Abkühlung eine Veränderung im Härtegrad der Drähte herbeigeführt werden. Man hat übrigens die Erfahrung gemacht, daß ſich auch Kabel aus unverzinkten Drähten gut gegen Roſt ſchützen laſſen, wenn ſie ſatt mit Leinöl getränkt und mit einer dichten Bewicklung verſehen werden, deren Schutzanſtrich gut unterhalten wird.

Zur Verankerung der Kabel iſt bei ſolchen aus parallel liegenden Drähten bisher immer die bereits obenerwähnte ſchlingenförmige Endigung angewendet worden, bei der unter Weglaſſung der Bewicklung am Kabelende die frei liegenden Drähte um einen halbrunden, mit ſeitlichen Flanſchen verſehenen Schuh geſchlungen ſind. Die ſo gebildete Schlinge dient zur Aufnahme eines Bolzens, an den die Verankerung unmittelbar oder mittels einer Gliederkette angeſchloſſen iſt. Starke Kabel aus vielen Drähten werden dabei in einzelne Litzen aufgelöſt; ihre Verbindung mit der Verankerung wird durch mehrere Bolzen bewerkſtelligt. Durch die Biegung der Drähte zur Schleife entſteht darin eine rechnungsmäßig weit über der Elaſtizitätsgrenze liegende Spannung, doch tritt durch Streckung der äußeren Drahtfaſern ein Spannungsausgleich im Drahtquerſchnitt ein, und bei entſprechend zähem Stahldraht wird die Feſtigkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in der Schleife keine nennenswerte Einbuße erleiden. Wollte man aber die Schleifenbildung vermeiden, ſo iſt eine Endigung in einem Seilkopfe anzuwenden, wie eine ſolche auch immer bei Spiralſeilen notgedrungen anzuordnen iſt, falls nicht die Abbiegung nach einem ſehr großen Krümmungsradius durchgeführt wird. In dem Seilkopfe endigen die aufgelöſten Drähte des Seiles in der kegelförmigen oder abſatzweiſe erweiterten Bohrung eines Gußſtückes, in der ſie mittels ſpitzer Eiſenkeile auseinandergetrieben und mit einer leichtflüſſigen Metallegierung vergoſſen werden. Für ſtarke vieldrähtige Kabel gibt Kübler in ſeinen Entwürfen für die Brücken in Budapeſt und Bonn eine Konſtruktion der Verankerung an [1], [9], bei der die einzelnen Seillitzen in der Verankerung durch einen ſich erweiternden Konus der Ankerplatte geführt ſind, gegen den ſie ſich zunächſt der Eintrittsſtelle mittels keilförmiger Zwiſchenlagen anlegen. Die Litzenenden ſind durch eine kalottenförmige Platte gezogen und ſtützen ſich an dieſe mittels Seilköpfen, während die Kalotte gegen den Konus durch Keile verſpannt iſt.

Literatur: [1] Handbuch d. Ing.-Wiſſenſch., Brückenbau, 5. Abt., Kap. 13, 3. Aufl. 1905, woſelbſt auch weitere Literaturangaben. — [2] Mehrtens, Der deutſche Brückenbau im 19. Jahrhundert, Berlin 1904. — [3] Steiner, Ueber Brückenbauten in den Ver. Staaten, Wien 1878, S. 166. — [4] Bohny, Theorie u. Konſtruktion verſteifter Hängebrücken, Leipzig 1905. — [5] Brücke bei Langenargen, Centralbl. d. Bauverwalt. 1898, S. 71. — [6] Transactions of the American Soc. of Civ. Eng. 1896, Dezember. — [7] Die neue East-River-Brücke, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904. — [8] Die North-River-Brücke, Zeitſchr. d. öſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1895 u. a. — [9] Wettbewerb für die Donaubrücke in Peſt, beſpr. von Zſchetſche in Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 983. *Melan.*

Kabel, ſtarke Schlepp- oder Feſtmachertroſſen für Schiffe; ſ. Tauwerk.

Kabelar, Kabelaring, ein Tau oder eine Kette, zu einem Ring ausgebildet, an welchem früher auf Schiffen das Ankertau oder die Ankerkette mit Hilfe des Gangſpills (ſ. Ankerſpill) eingewunden wurde. *T. Schwarz.*

Kabelbahnen, Schienenbahnen mit Seilbetrieb und in ſich geſchloſſenem Kreislauf (Fig. 1); ſ. a. Seilbahnen.

Sie werden vornehmlich gebraucht, wenn die Verwendung von Schwerkraftbahnen beiſpielsweiſe wegen zu großer Länge (180 m) ausgeſchloſſen iſt, oder bei ſehr kurvenreicher Grundrißführung (Fig. 1 und 2); vgl. a. Haufenlager (Fig. 21), Grubenbahnen (Fig. 1—5), Maſſentransport und [1]. — Die Kabelbahnen von Hunt in New York bezw. J. Pohlig in Köln werden verwendet zum Transport von Maſſengütern (Selbſtentladerwagen, ſ. d.) wie für Stückgut (Plattformwagen); dabei kuppeln ſich die von einem Arbeiter auf die Förderſtrecke geſchobenen Wagen ſelbſttätig an das endloſe Seil. Die im allgemeinen für 1—2 t Tragfähigkeit gebauten Wagen erhalten meiſt zwei Drehgeſtelle (Fig. 3), damit ihre Beweglichkeit in den Kurven (bis 3,66 m Radius) möglichſt vollkommen iſt. Als beſondere Vorzüge dieſer Bahnen werden angegeben ihre große Anpaſſungsfähigkeit an beſtehende Gebäulichkeiten (Fig. 1) ſowie ihre geringen Betriebs- und Unterhaltungskoſten. Hinſichtlich des Betriebes ſolcher Bahnen auf Rampen ſ. [2].

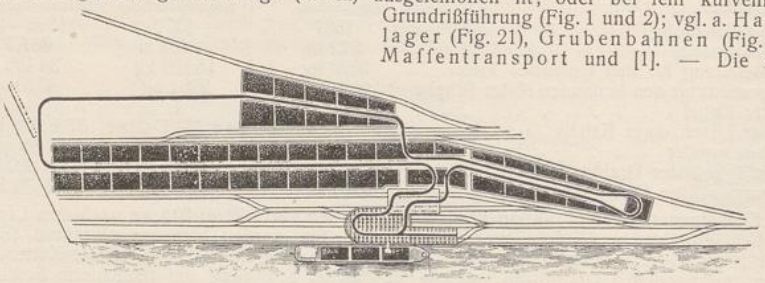


Fig. 1. Kabelbahn von Hunt.

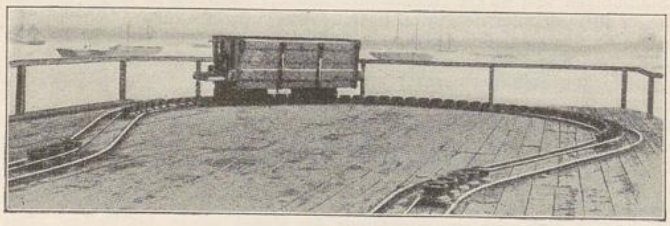


Fig. 2. Kabelbahn von Hunt-Pohlig.

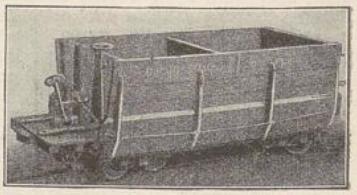


Fig. 3. Zweitonnen-Kabelbahnwagen für beiderſeitige Entladung.

Literatur: [1] Buhle, Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern), 1. Teil, S. 42 und 45 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1354 und 1357), und 3. Teil, S. 16 (Deutſche Bauztg. 1904, S. 553). — [2] Fröhlich, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 440, Fig. 10. *M. Buhle.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kabelgarn, ein aus Hanffafern geſponnener Faden, aus welchem die Kardeele (ſ. d.) zuſammengeſchlagen werden.

Kabelgat, Aufbewahrungsraum für Tauwerk an Bord der Schiffe.

Kabelhochbahnkran, ſ. Krane für Maſſentransport.

Kabellänge, in Deutſchland und Oeſterreich = 0,1 Seemeile = 185 m; in England = $^1/_8$ Sea mile = 231 m; in Frankreich (encâblure) = 200 m; in den Niederlanden (Kabellengte) = 225 m; in Spanien (medida o cable) = 200 m (120 Bragas); in Portugal (Estadio) = 258 m. *Plato.*

Kabelſchiff, ein zum Legen und Reparieren von überſeeiſchen Telegraphenkabeln konſtruierter und entſprechend eingerichteter Dampfer. S. a. Seekabel.

Kabelſchlag, neunſchäftiges Tauwerk, beſtehend aus dreiſchäftigen rechtsgeſchlagenen Tauen (Duchten), welche von rechts nach links zu einer Troſſe zuſammengeſchlagen ſind. *T. Schwarz.*

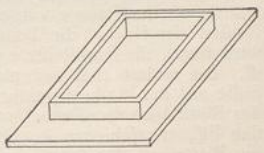
Kabeltau, Kabeltroſſe, ein mit Kabelſchlag hergeſtelltes Tau.

Kabine, Paſſagierkammer an Bord von Schiffen.

Kabinet, 1. abgeſchloſſener kleiner Raum eines Hauſes zu verſchiedenen Verrichtungen, z. B. Arbeitskabinet, Leſekabinet; 2. Raum zur Aufbewahrung von wertvollen Gegenſtänden, ſo z. B. Münzkabinet, Kupferſtichkabinet u. ſ. w.

Kacheln beſtehen in der Regel aus einer quadratiſchen oder rechteckigen Platte, auf deren hinterer Seite ein rundum laufender Rand angebracht iſt (ſ. die Figur). Die Platte kann auf der Oberfläche völlig eben oder mit mehr oder weniger großen Vertiefungen verſehen, ſie kann einfarbig oder bunt bemalt ſein. Außer dieſen rechteckig geformten Kacheln werden noch Eckkacheln nötig, welche, im rechten Winkel gebogen, einerſeits die Breite einer ganzen und anderſeits die Breite einer halben Kachel beſitzen; ferner ſind noch Geſimskacheln für die Abſchluß- und Fußgeſimſe oder ſonſtige Zwiſchenglieder der Kachelöfen und Kamine erforderlich, welche Formkacheln durchweg von Hand geformt werden.

Die Größe der glatten Kacheln iſt nicht überall die gleiche, die gewöhnlichen Kacheln meſſen z. B. in Berlin 21 × 24 cm, während die ſogenannten altdeutſchen Kacheln vielfach eine Größe von 21 × 21 cm haben. Die Herſtellung der Kacheln geſchah früher faſt ausſchließlich von Hand; neuerdings werden ſowohl die glatten als auch die gemuſterten Kacheln einſchließlich der Eckkacheln vielfach maſchinell geformt. Bei Handanfertigung wird der zugerichtete Ton in entſprechenden Stücken abgeſchnitten und dann durch Klopfen auf einem ebenen Tiſche zu einem etwa 1 cm ſtarken Tonblatt ausgebreitet, welches der Größe der Kachel entſprechend beſchnitten wird; hierauf wird ein ſchmales Tonband auf der Rückſeite der Kachel auf das Tonblatt hochkantig aufgeſetzt und durch Andrücken ordnungsmäßig mit dem Tonblatte befeſtigt. Soweit die Kacheln reliefartig verziert ſind, werden dieſelben in Gipsformen abgeformt. In größeren Kachelfabriken bedient man ſich auch zur Herſtellung der Kacheln der Maſchinen, welche den Ton in vorgeſetzte oder untergeſchobene Formen hineinpreſſen, aus denen dann die fertigen Kacheln leicht herausgenommen werden. Iſt die Kachel ſo weit hergeſtellt, ſo wird dieſelbe getrocknet und hierauf gebrannt; nach dem Brennen werden die geſchrühten Kacheln mit der Glaſurmaſſe begoſſen und, wenn dieſe aufgetrocknet iſt, ein zweitesmal gebrannt. Die glatten, weißen Kacheln werden vor dem Begießen vielfach erſt abgeſchliffen, um eine glattere Oberfläche zu erhalten. Die weiße Farbe iſt ſchwerer rein zu erhalten als die bunte. Werden die Kacheln farbig bemalt, ſo hat man bei dem Aufbrennen der Farben darauf zu ſehen, daß diejenigen Farben, welche die größte Hitze zum Aufbrennen erfordern, zuerſt und diejenigen Farben, welche weniger Hitze brauchen, zuletzt aufgebrannt werden, da ſonſt die leicht ſchmelzenden Farben durch den ſpäteren ſchärferen Brand wieder zerſtört würden; ſoweit die Kacheln mit Golddekoration verſehen werden, iſt letztere zuletzt anzubringen. Vgl. Kunſtgewerbe, Tonwaren.



Literatur: Schumacher, W., Die keramiſchen Tonfabrikate, Weimar 1884; Brömſe, Fr., Die Ofen- und Glaſurfabrikation, Weimar 1896. *Dümmler.*

Kachelpreſſen ſind ſo konſtruiert, daß entweder ein auf eine feſte Unterlage geſetztes Tonſtück durch Seiten- und Oberſtempel in die Kachel umgeformt wird [1] oder daß ein Tonſtrang in eine vorgeſetzte, auseinandernehmbare Form eingedrückt wird [2]. In beiden Fällen wird nach Fertigpreſſung der Kachel die Form geöffnet und die Kachel in den Trockenraum gebracht.

Eine Preſſe der erſteren Art nach F. Fuchs und J. Mann (ſ. Fig. 1 Schnitt durch dieſelbe vor der Preſſung und Fig. 2 während derſelben) beſteht aus dem Stempel *A*, der durch das Zwiſchenſtück *C* mit dem Kreuzkopf *E* einer Spindelpreſſe feſt verbunden iſt. Der Stempel *A* hat vier Arme *D*, von welcher jeder an ſeinem Ende eine Warze *F* trägt, in welcher der Rollen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

träger *J* angebracht iſt. Jeder der letzteren hat zwei Rollen. Die vier Backen *B* (ſ. Fig. 2) ſchwingen um die Achſen *H*, deren Lager ſich am Gußkörper *K* befinden. Die vier Backen umſchließen in ihrer vertikalen Lage die am Gußkörper *K* befeſtigte Platte *G* und werden durch die Rillenträger in dieſer Lage gehalten. Die Backen *B* beſtehen aus einer entſprechend pro-

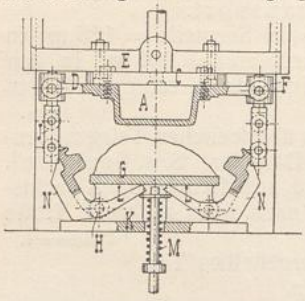


Fig. 1.

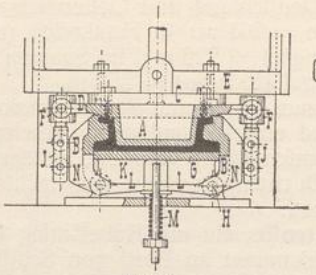


Fig. 2.

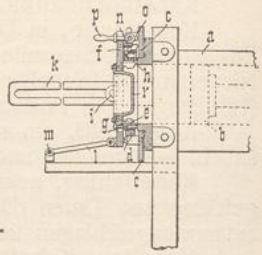


Fig. 3.

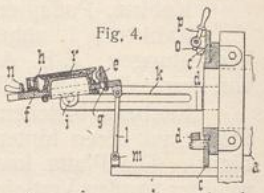


Fig. 4.

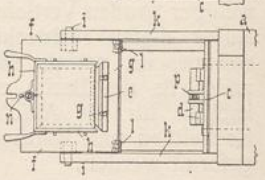


Fig. 5.

filierten Platte, deren Länge dem Format der Kachel entſpricht; auf der andern Seite der Backe *B* iſt je ein Hebel *L* angebracht, mit welchem ſie in geöffneter Lage unterhalb der Platte *G* ſich anlegen; die Spiralfeder *M* hält die vier Backen in dieſer Lage. Der Vorgang beim Preſſen iſt folgender: Es wird der Stempel *A* mittels einer Spindel in die Lage der Fig. 1 gebracht, wodurch auch die vier Backen *B*, da ſie von den Rollenträgern nicht mehr gehalten, durch die Spiralfeder *M* nach außen gekippt werden. Es wird nun ein der Größe der Kachel entſprechendes Stück Ton auf die Platte gelegt und der Stempel *A* abwärts bewegt; hierbei werden die vier unteren Rollen der Träger *J* auf der Rippe *N* jeder Backe *B* rollend, dieſe nach einwärts bewegen, bis ſchließlich auch die zweiten Rollen in Tätigkeit treten und die vier Backen gleichzeitig in die Lage der Fig 2 drängen. Während dieſer Zeit iſt auch der Stempel *A* allmählich in ſeine tiefſte Lage gelangt, hat den Ton in die durch die vier Backen gebildete Form gepreßt und ſo eine Kachel hergeſtellt. Man läßt die Spindel wieder zurückarbeiten; es öffnet ſich die Form wieder, die fertige Kachel kann leicht fortgenommen werden und das Spiel nach Auflegung eines neuen Tonballens friſch beginnen. Die Platte *G* kann, wie gezeichnet, eben ſein, in welchem Falle glatte Kacheln gepreßt werden, oder entſprechend gemuſtert, falls reliefierte Kacheln geformt werden ſollen.

Eine Preſſe der zweiten Art nach Pergande in Perleberg iſt in Fig. 3—5 dargeſtellt. Fig 3 iſt ein Vertikalſchnitt durch den Vorderteil der Preſſe. Die Formplatte befindet ſich in Arbeitsſtellung, Fig. 4 iſt ein gleicher Schnitt bei ausgeſchwenkter Formplatte, Fig. 5 iſt der der Fig. 4 entſprechende Grundriß. Vor den Preßzylinder *a*, in welchem ſich der Kolben verſchiebt, iſt die Platte *c* vorgeſchraubt; an dieſer Platte ſind Widerlagsleiſten *d* befeſtigt, die beim Preſſen der Kachel die Teile der Preßform zuſammenhalten. Der eine Seitenteil der Preßform wird durch die Profilleiſte *e* gebildet, die auf der Platte *f* in Schlitzen *g* verſchiebbar angeordnet iſt. Die andern drei Seitenteile der Preßform werden durch die Zange *h* gebildet, die durch Stifte auf der Platte *f* geführt iſt. In letzterer iſt auch die Rumpfpatrone *r* zwecks Aenderung der Blattſtärke der Kachel verſtellbar angeordnet. Vermittelſt der Zapfen *i* ruht die Platte *f* in den Führungsſchienen *k*, die am Geſtell der Preſſe befeſtigt ſind. Während des Preſſens liegt die Platte mit der darauf befindlichen Preßform in der aus Fig. 3 erſichtlichen Weiſe vor dem Preßzylinder *a*. Durch den Knebel *p*, der an der Platte *c* drehbar befeſtigt iſt, und durch die beiden Stützhebel *l*, die am unteren Ende der Platte *f* befeſtigt ſind, wird letztere in dieſer Lage feſtgehalten. Der untere Profilteil *e* der Preßform ſtützt ſich hierbei auf die untere Widerlagsſchiene *d* und wird ſo in der Verſchlußlage feſtgehalten. Nach dem Preſſen einer Kachel wird zwecks Herausnahme derſelben zunächſt der Knebel *p* nach oben gedreht und dann die Platte *f* in der Schiene *k* nach vorn gezogen. Das untere Ende derſelben wird hierbei durch die Stützhebel *l*, die bei *m* an das Geſtell der Preſſe angelenkt ſind, gezwungen, ſich nach oben zu bewegen, ſo daß die Formplatte, wenn die Zapfen *i* derſelben das Ende der Führungen *k* erreicht haben, die in Fig 4 dargeſtellte Lage annimmt. Bei Beginn des Vorziehens der Platte *f* wird die Profilleiſte *e* von der Widerlagsſchiene *d* hinweggezogen und ſinkt infolge ihrer Schwere um die Länge der Schlitze *g* nach unten. Da aber die Formplatte, wenn dies geſchehen, nicht mehr ſenkrecht ſteht, ſondern ſchon eine ſchräge Lage einnimmt, iſt auch ein Abfallen der Zange *h* mit der darin liegenden Kachel von der Platte *f* ausgeſchloſſen; dieſelbe wird vielmehr feſt auf der Rumpfpatrone *r* liegen bleiben. Die Länge der Schlitze *g* iſt ſo bemeſſen, daß der Profilteil *e* um die Stärke der an der Kachel befindlichen unteren Wulſt nach unten ſinken kann (Fig. 4). Die Kachel kann dann ohne weiteres mit der Zange *h* nach oben hin abgehoben werden. Beim Zurückſchieben der Platte *f* wird dieſe wieder in ihre ſenkrechte Lage gezogen und der Profilteil *e* durch die Schiene *d* wieder nach oben gedrängt. Ein an der Platte *f* befeſtigter Stift *n* ſtößt am Ende der Schlußbewegung der Platte gegen eine untere Verlängerung *o*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

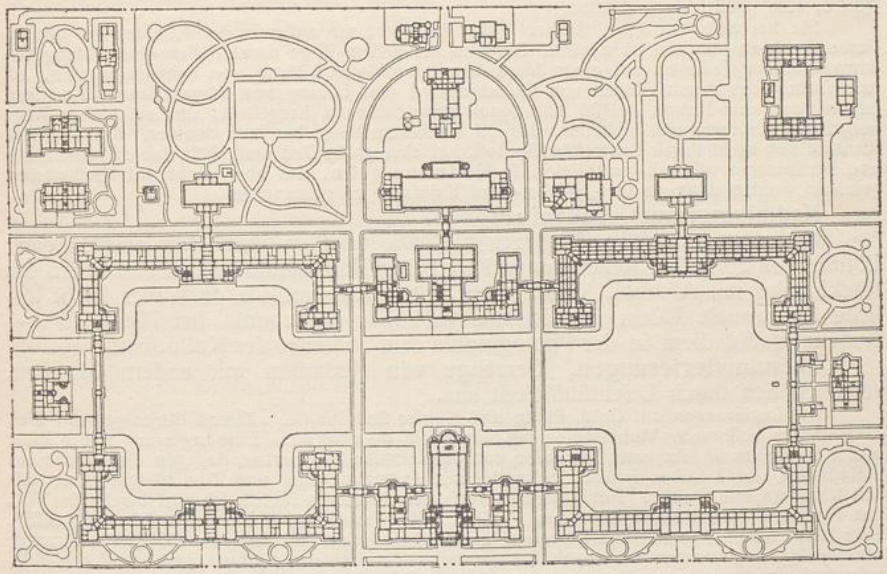
des Knebels *p*, ſo daß dieſer nach vorn herüberfällt und die Platte *f* in ihrer Arbeitsſtellung verriegelt. Eine andre Art der Formung kann auch mittels Nachpreſſen erfolgen [3]; vgl. a. Ziegelmaſchinen.

Literatur: Dümmler, K., Handbuch der Ziegelfabrikation, Halle a. S. 1900. — [2] Deutſche Töpfer- u. Zieglerztg. 1905, Nr. 8 u. 9; 1906, Nr. 66. — [3] Ebend. 1906, Nr. 38 u. 89. *Dümmler.*

Kachemirette, auch Kaſchmiret genannt, iſt ein aus Abfallſeidenkette mit feinem Streichwolleinſchlag erzeugtes, tuchartiges Gewebe; ſ. Tuchfabrikation.

Kadettenhaus (Kriegs-, Militär- oder Offizierſchule), eine ſtaatliche Erziehungsanſtalt für junge Leute, welche zu Offizieren herangebildet und, in Alumnaten abgeſchloſſen, in den militäriſchen Geiſt eingeführt werden ſollen. In mehrjährigen Kurſen erhalten ſie neben den nötigen Schulkenntniſſen durch Reit-, Turn- und Schwimmübungen ſowie militäriſche Exerzitien die körperliche Vorbereitung für ihren künftigen Beruf.

Alle Militärſtaaten, wie Frankreich, Oeſterreich, Preußen u. ſ. w., beſitzen ſeit Schaffung der ſtehenden Heere ſolche Anſtalten; beſonders der letztgenannte Staat hat viele neue Anſtalten dieſer Art erbaut. — Die bauliche Anlage, aus vielen, zum Teil zuſammenhängenden Einzelgebäuden beſtehend, umſchließt weite Höfe und Uebungsplätze und beſteht aus folgenden Teilen



Lageplan der Hauptkadettenanſtalt zu Groß-Lichterfelde.

(ſ. die Figur): 1. mehrere dreiſtockige Wohngebäude für 100—200 Kadetten mit Wohn- und Arbeitszimmern für je 10 Knaben und angrenzenden Zimmern für die Lehrer in den beiden unteren Stockwerken, im oberſten die zugehörigen Schlafſäle; 2. Schulgebäude mit den Lehrſälen, den Betſälen und dem Speiſeſaal; 3. Verwaltungsgebäude mit Küche u. ſ. w.; 4. Wohnung des Kommandeurs; 5. Wohngebäude für Offiziere und Lehrer; 6. Speiſeanſtalt für dieſelben; 7. Krankenhaus; 8. Waſch- und Badehaus mit Desinfektionsanſtalt; 9. Turn-, Reit- und Schwimmanſtalt; 10. Stallungen mit Zugehör; 11. Dienerwohnungen.

Literatur: [1] Klaſen, Ludw., Grundrißvorbilder, Leipzig 1883, Abſchn. 12. — [2] Handbuch der Architektur, Darmſtadt 1887, 4. Teil, 7. Halbbd. *Weinbrenner.*

Kadmium *Cd*, Atom- und Molekulargew. 112, ſpez. Gew. 8,6, zweiwertiges, dem Zink ähnliches Metall, das in geringer Menge aus den Zinkerzen gewonnen wird.

Es iſt weiß, ſtark glänzend und an der Luft allmählich anlaufend, häufig durch Zink verunreinigt, in Säuren löslich; Schmelzpunkt bei 315°, Siedepunkt bei 770°, geht daher bei der Deſtillation des Zinks vor dieſem über. In verdünnter Salz- und Schwefelſäure ſchwer löslich, leicht löslich in verdünnter Salpeterſäure. Aus ſeinen Löſungen erhält man mit Schwefelwaſſerſtoff einen ſchön gelben Niederſchlag (Kadmiumſulfid), welcher zur Reindarſtellung benutzt wird und auch als Farbſtoff (ſ. Kadmiumgelb) dient. Die Salze des Kadmium finden in der Photographie Verwendung. *Bujard.*

Kadmiumblende (Greenockit), ein Mineral, Schwefelkadmium *CdS* (77,8% *Cd*, 22,2% *S*), kriſtalliſiert hexagonal; ſelten in größeren Mengen. Gelb

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bis braun, mit gelbem Strich, fettartig glänzend, durchscheinend. Härte 3—3½. Spez. Gew. 4,8—4,9. Schmilzt nicht vor dem Lötrohr; erhitzt an der Luft, wird schweflige Säure frei. In Salzsäure unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff löslich. Kann zur Darstellung von Kadmium verwendet werden. *Leppla.*

Kadmiumbromid (Bromkadmium) $CdBr_2$, erhalten durch Digerieren des Metalls mit Brom und Wasser und Eindampfen der Lösung als nadelförmige, farblose Kristalle: $CdBr_2 + 4H_2O$. Leicht löslich in Wasser, flüchtig, spez. Gew. 4,71—4,91, Siedepunkt bei 806—812°. Kadmiumbromid dient in der Photographie zum Bromieren des Kollodiums. *Bujard.*

Kadmiumchlorid (Chlorkadmium) $CdCl_2$, erhalten aus konzentrierten Lösungen von Kadmium oder Kadmiumoxyd in Salzsäure: $CdCl_2 + H_2O$. Farblose, in Wasser leicht lösliche Prismen vom spez. Gew. 3,625, die an der Luft verwittern. Siedepunkt bei 861—954°. Kadmiumchlorid wird in der Photographie verwendet. Es bildet mit den Chloriden der Alkali- und Erdalkalimetalle Doppelchloride. *Bujard.*

Kadmiumgelb (Jaune brillant), Schwefelkadmium, schön pomeranzengelbe, sehr beständige Farbe.

Sie hat viele Vorzüge, ist aber leider zu teuer, um außer in der Kunstmalerei und im Farbendruck angewendet zu werden. Sie wird auf nassem Wege durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurem Kadmium mit einer frisch bereiteten klaren Lösung von Schwefelnatrium, auf trockenem Wege durch Glühen von Kadmiumoxyd (aus Lösung von schwefelsaurem Kadmium mit kohlensaurem Natron gefällt) mit gepulvertem Schwefel hergestellt; das auf nassem Wege hergestellte Kadmiumgelb ist heller, das auf trockenem Wege bereitete dunkler. Kadmiumgelb schwärzt sich nicht durch Schwefelwasserstoff, hat eine große Deckkraft, läßt sich mit Ultramarin und Berlinerblau mischen und liefert so Kadmiumgrün, das aber nicht mit Kupferfarben gemischt werden darf; als Oel-, Wasser- und Kalkfarbe zu gebrauchen. *Andés.*

Kadmiumgrün, s. Kadmiumgelb.

Kadmiumjodid (Jodkadmium) CdJ_2, erhalten durch Verdampfen einer Lösung von 20 Teilen Jodkalium und 15 Teilen Kadmiumsulfat und Ausziehen des Rückstandes mit Alkohol. Große, stark glänzende, farblose, in Wasser leicht lösliche hexagonale Tafeln vom spez. Gew. 4,576; Siedepunkt bei 708—719°. — Kadmiumjodid dient in der Photographie zum Jodieren des Kollodiums. *Bujard.*

Kadmiumlegierungen, Gemenge von Kadmium mit andern Metallen, zeichnen sich durch Leichtflüssigkeit aus.

Die Legierungen mit Gold, Platin und Kupfer sind spröde, während diejenigen mit Blei, Zinn und in bestimmten Verhältnissen mit Silber sehr dehnbar sind. Eine Legierung mit 2 Silber und 1 Kadmium ist sehr hart, sehr zähe und vollkommen hämmerbar, dagegen eine solche aus 2 Kadmium und 1 Silber spröde. Schnellot aus Kadmium, Blei und Zinn ist sehr zähe, läßt sich hämmern und walzen. Mit Kadmium versetztes Rosesches Metall schmilzt bereits bei 70°, das Woodsche Metall aus 3 Kadmium, 4 Zinn, 15 Wismut und 8 Blei sogar schon bei 60,5°. Sehr leicht schmilzt ferner eine Legierung aus 22,5 Kadmium, 36 Zinn und 35 Blei. Derartige leichtflüssige Legierungen dienen als Stromunterbrecher bei den Schwartzkopffschen elektrischen Alarmapparaten zur Verhütung von Dampfkesselexplosionen (vgl. Alarmvorrichtungen, Bd. 1, S. 127). Auch als Sicherheitsverschlüsse für sogenannte explosionssichere Gefäße, zur Aufbewahrung von Benzin und andern leicht entzündlichen Flüssigkeiten. Zu Klischees wird häufig eine Legierung aus 50 Blei, 36 Zinn und 22,5 Kadmium benutzt. *Bujard.*

Kadmiumsulfid (Schwefelkadmium) CdS, in der Natur als Greenockit (s. Kadmiumblende), erhalten beim Fällen von Kadmiumsalzen mit Schwefelwasserstoff. Schön gelber Niederschlag, welcher als Kadmiumgelb (s. d.) einen schönen, dauerhaften, in verdünnten Mineralsäuren unlöslichen Farbstoff liefert.

Kadmiumsulfuret, s. v. w. Kadmiumsulfid (s. d.).

Kälken, Aufbringen von gebranntem Kalk (Kälken) oder kohlensaurem Kalk von Mergel, Kreide, Scheideschlamm der Zuckerfabriken u. s. w. (Mergeln) auf den Acker.

In beiden Fällen wird dem Boden Kalk zugeführt, welcher sowohl den Pflanzen direkt zur Nahrung dient, als auch eine etwa vorhandene saure Beschaffenheit des Bodens neutralisiert. Endlich werden durch den Kalk viele mineralische Bestandteile des Bodens zersetzt und löslich gemacht, wodurch sie von den Pflanzen aufgenommen werden können, wie es auch die Umsetzung (Nitrifizierung) des Stickstoffs im Ammoniak und des organischen Stickstoffs beschleunigt (s. Stickstoffdünger). Es kommen aber auch kalkarme Ackerkrumen vor, deren Untergrund aus Kalk besteht, und wird in diesen Fällen der Kalk durch Tiefpflügen in die Höhe gebracht und dann durch Rajolen mit der Ackerkrume gemischt.

Literatur: Bersch, W., Moderne Landwirtschaft, 1903. *Weitz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kältemaſchine. Aufgabe der Kältemaſchine iſt die Erniedrigung oder Erhaltung der Temperatur gegebener Körper bis zu (bezw. auf) tieferen Wärmegraden, als ſie in der Umgebung ſich finden. Der Arbeitsvorgang beſteht darin, daß die Wärme, welche hierzu den abzukühlenden Körpern entzogen werden muß, von einem vermittelnden Körper als dem „Kälteträger“ bei der tiefen Temperatur aufgenommen und durch Aufwendung mechaniſcher Arbeit auf eine ſolche Temperaturhöhe gebracht wird, daß ſie durch Leitung und Strahlung an geeignete Körper der Umgebung (an Kühlwaſſer oder an die Atmoſphäre) abgeladen werden kann. So bewegt ſich der Kälteträger abwechſelnd auf- und abwärts zwiſchen jenen Temperaturhöhen, unten ſich mit Wärme beladend, welche unter entſprechendem Arbeitsaufwand bis zum Abflußniveau gehoben wird. — Als Kälteträger wird entweder atmoſphäriſche Luft oder eine Flüſſigkeit verwendet, welche abwechſelnd verdampft und ſich wieder verdichtet. Das Herabſteigen zur Temperatur des abzukühlenden Körpers vollzieht der Kälteträger ſtets dadurch, daß bei Ausdehnung ſeines Volumens Arbeit geleiſtet wird, und zwar entweder vorwiegend „äußere“ mechaniſche Arbeit (bei atmoſphäriſcher Luft) oder vorwiegend „innere“ Arbeit (bei verdampfenden Flüſſigkeiten). Das Aequivalent dieſer Arbeit wird dem Kälteträger als Wärme entzogen und dadurch ſeine Temperatur ſo erniedrigt, daß durch Leitung Wärme von dem abzukühlenden Körper an ihn übergehen kann. Die Rückkehr zur oberen (Kühlwaſſer-) Temperatur erfolgt durch eine Verminderung des Volumens, wobei wiederum das Aequivalent der geſamten aufgewendeten (äußeren und inneren) Arbeit als Wärme frei wird.

Man unterſcheidet dem obigen zufolge Kaltdampf- und Kaltluftmaſchinen. Bei den erſteren kann die Verdichtung entweder durch unmittelbare Kompreſſion auf den der Kühlwaſſertemperatur entſprechenden Sättigungsdruck (Kompreſſionskaltdampfmaſchinen) oder dadurch geſchehen, daß die Dämpfe zuerſt durch eine zweite Flüſſigkeit abſorbiert und dann unter Wärmezufuhr abdeſtilliert werden (Abſorptionsmaſchinen).

Leiſtungsverhältnis der Kältemaſchine. Der „vollkommene“ Arbeitsvorgang.

Die Ermittlung des Verhältniſſes zwiſchen der (dem abzukühlenden Körper) entzogenen Wärmemenge Q_1 und dem Aequivalent $(A\,L)$ der aufgewendeten mechaniſchen Arbeit, welches wir das Leiſtungsverhältnis der Kälteerzeugung nennen, bildet die Grundlage für die Berechnung und Beurteilung der Kältemaſchine und läßt ſich aus den Sätzen der Thermodynamik mit voller Beſtimmtheit ableiten. Zu beantworten ſind die Fragen:

1. nach dem höchſten erreichbaren Leiſtungsverhältniſſe;
2. nach dem hierzu erforderlichen („vollkommenen“) Arbeitsvorgang;
3. nach dem in den verſchiedenen ausgeführten Kältemaſchinen tatſächlich erreichten Teile („Wirkungsgrad“) der vollkommenen Leiſtung.

Da die Arbeitsvorgänge in der Kältemaſchine beliebig oft müſſen wiederholt werden können, ſo hat man es ſtets mit geſchloſſenen Kreisprozeſſen zu tun. Neben der rechneriſchen Unterſuchung derſelben erweiſt ſich ihre graphiſche Verfolgung in „Wärmediagrammen“ (Fig. 1) beſonders nützlich, in welchen die abſoluten Temperaturen (T) als Ordinaten und die Werte der Entropie (ſ. d.) $(Q:T)$ als Abſziſſen aufgetragen werden. Wird in dieſen Diagrammen je ein Flächenelement durch zwei Adiabaten (mit unendlich kleiner Abſziſſenverſchiebung) und durch zwei iſothermiſche Kurvenelemente (mit den Temperaturen T_1 und T_2) begrenzt, ſo gelten für dasſelbe die beiden Hauptgleichungen:

$$A\,d\,L = d\,Q_2 - d\,Q_1 \qquad 1.$$

und

$$d\,Q_2 : T_2 = d\,Q_1 : T_1\,, \qquad 2.$$

woraus

$$d\,Q_1 : A\,d\,L = T_1 : (T_2 - T_1). \qquad 3.$$

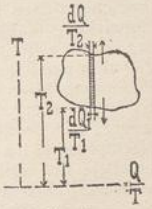


Fig. 1.

Dieſe letzte Gleichung ſpricht aus: Zur Erreichung des höchſten Leiſtungsverhältniſſes muß der Arbeitsvorgang ſo ausgeführt werden, daß in keinem Teile desſelben der Kälteträger zur Aufnahme der Wärme (von dem abzukühlenden Körper) auf tiefere Temperaturen oder zur Wärmeabgabe (an das Kühlwaſſer) auf höhere Temperaturen gebracht werde, als ſie durch die Aufgabe bedingt ſind, welche die Kältemaſchine zu erfüllen hat (ſ. [7], S. 360).

Die meiſten, tatſächlich an die Kältemaſchine geſtellten Aufgaben bedingen nun hinſichtlich dieſer Temperaturen: entweder daß dieſelben während der Aufnahme oder Abgabe der Wärme konſtant ſind oder daß ſie ſich hierbei in einer der aufgenommenen oder abgegebenen Wärmemenge proportionalen Weiſe ändern („polytropiſche“ Zuſtandsänderung), ſo daß $Q = c\,\Delta\,T$ (ſ. [5], S. 322). Aus dieſen beiden Fällen ergeben ſich die folgenden vier Kombinationen:

1. Iſothermiſche Wärmeaufnahme und iſothermiſche Wärmeabgabe,
2. „ „ „ polytropiſche „
3. Polytropiſche „ „ iſothermiſche „
4. „ „ „ polytropiſche „

Im erſten Falle findet man aus Gleichung 3. das höchſte Leiſtungsverhältnis

$$Q_1 : A\,L = T_1 : (T_2 - T_1). \qquad \text{I.}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

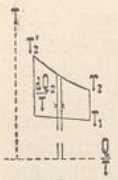


Fig. 2.

Der vollkommene Arbeitsvorgang iſt dann ein Carnotſcher Kreisprozeß; die zum Heben der Entropie erforderliche Arbeit iſt der Hubhöhe $T_2 - T_1$ proportional, das Wärmediagramm iſt ein Rechteck.

Im zweiten Falle iſt die abgegebene Wärmemenge: $Q_2 = c_k : (T_2' - T_2)$ und deren Entropie (ſ. Fig. 2)

$$\int_{T_2}^{T_2'} \frac{d\,Q_2}{T} = \int_{T_2}^{T_2'} \frac{c_k\,d\,T}{T} = c_k \log n \frac{T_2'}{T_2} = \frac{Q_1}{T_1}, \qquad 4.$$

ſo daß: $$A\,L = Q_2 - Q_1 = c_k\,(T_2' - T_2) - c_k\,T_1 \log n \frac{T_2'}{T_2}. \qquad 5.$$

Im dritten Falle wird durch den Kälteträger aufgenommen die Wärme $Q_1 = c_w\,(T_1 - T_1')$ und die entſprechende Entropie (ſ. Fig. 3) iſt:

$$\int_{T_1'}^{T_1} \frac{d\,Q_1}{T} = \int_{T_1'}^{T_1} \frac{c_w\,d\,t}{T} = c_w \log n \frac{T_1}{T_1'} = \frac{Q_2}{T_2}, \qquad 6.$$

woraus: $$A\,L = Q_2 - Q_1 = c_w\,T_2 \log n \frac{T_1}{T_1'} - c_w\,(T_1 - T_1'). \qquad 7.$$

Im vierten Falle (ſ. Fig. 4) iſt:

$$A\,L = Q_2 - Q_1 = c_k\,(T_2' - T_2) - c_w\,(T_2' - T_1'), \qquad 8.$$

wobei die vier Temperaturen zueinander in dem Verhältnis ſtehen:

$$c_k \log n \frac{T_2'}{T_2} = c_w \log n \frac{T_1}{T_1'}. \qquad 9.$$

Gewöhnlich wird Gleichung I als allgemeiner Ausdruck für das höchſte Leiſtungsverhältnis hingeſtellt. An einzelnen Stellen iſt die Bezeichnung des doppelt polytropiſchen Kreisprozeſſes als des vollkommenen vertreten worden ([19], S. 47). Wenn auch dieſer Arbeitsvorgang die unter 1—3 betrachteten als Spezialfälle einſchließt, ſo kommt ihm doch nicht die Eigenſchaft der Allgemeingültigkeit zu, da er durchaus nicht alle tatſächlichen und wichtigen Fälle umfaßt, wie z. B. die Abkühlung von Flüſſigkeiten, aus welchen ſich feſte Beſtandteile ausſcheiden, oder die Wärmeabgabe an die Atmoſphäre durch Vermittlung verdunſtenden Waſſers. Allgemein gültig bleibt alſo für den vollkommenen Arbeitsprozeß nur der oben aus Gleichung 3. entwickelte Grundſatz. Da übrigens die Temperaturdifferenzen $T_2' - T_2$ und $T_1 - T_1'$ ſtets klein ſind gegenüber den abſoluten Temperaturwerten, ſo weichen die polytropiſchen Kurven ſehr wenig von geraden Linien ab, ſo daß ohne nennenswerten Fehler an ihre Stelle iſothermiſche Linien geſetzt werden können mit dem arithmetiſchen Mittel aus den beiden Endtemperaturen. So kann für jeden (einfach oder doppelt) polytropiſchen Prozeß ein Carnotſcher ſubſtituiert werden. Der Einfachheit und Ueberſichtlichkeit wegen empfiehlt ſich deshalb ſtets die Beziehung der wirklichen Arbeitsvorgänge auf einen Carnotſchen als den „vollkommenen".

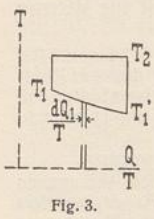


Fig. 3.

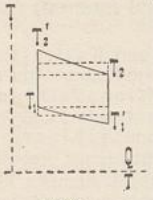


Fig. 4.

Die **geſchichtliche Entwicklung** der Kälteerzeugung geht aus von den phyſikaliſchen und chemiſchen Laboratorien. Als nach Erfindung der Luftpumpe zum erſtenmal unter ihrer Einwirkung Waſſer zum Gefrieren gebracht wurde, war die erſte Kompreſſionskaltdampfmaſchine hergeſtellt, welche aber wegen des enormen Volumens der Waſſerdämpfe (bei 0° 210 cbm pro Kilogramm) und der daraus reſultierenden Zylinderdimenſionen ohne die praktiſche Bedeutung blieb, welche die (1834 von Perkins durchgeführte) Benutzung eines flüchtigeren Kälteträgers ergab. Wie aber anfänglich der Dampfmaſchinenbau nicht an Spannungen ſich heranwagte, welche über die atmoſphäriſche erheblich hinausgingen, ſo haben Perkins und ſeine Nachfolger (Shaw, Harriſon, Lawrence und Siebe) noch einen Kälteträger (Aethyläther) benutzt, bei welchem der Kreisprozeß im weſentlichen unterhalb des atmoſphäriſchen Druckes verläuft. 1870 wurde [5] zuerſt aus den Grundlehren der Thermodynamik in oben dargelegter Weiſe nachgewieſen, von welchen Bedingungen das Leiſtungsverhältnis der Kältemaſchine abhängig ſei und daß die Anwendung von flüchtigeren Kälteträgern in Kompreſſionsmaſchinen den überhaupt erreichbaren Leiſtungen ſich möglichſt zu nähern geſtattet. Die erſte Maſchine mit Methyläther (1871) baute Tellier, mit ſchwefliger Säure (1874) Pictet, mit Ammoniak (1874) und Kohlenſäure (1881) Linde.

Aus jenem erſten Experimente mit der Luftpumpe aber ging, nachdem (1777) die abſorbierende Wirkung der Schwefelſäure entdeckt war, auch die erſte Abſorptionsmaſchine hervor, indem (1810) Leslie die im Vakuum entwickelten Waſſerdämpfe durch dieſes Mittel zu verdichten ſuchte. Erſt auf der Pariſer Ausſtellung 1867 trat jedoch die Schwefelſäureabſorptionsmaſchine in einer (von F. Carré ihr gegebenen) allgemein brauchbaren Form auf. Während ſich aber dieſes Arbeitsprinzip nur in den kleinen Carréſchen Handapparaten (ſ. unten) erhalten hat und die Verſuche zu deſſen Uebertragung auf großen Maßſtab (in Windhauſens „Vakuummaſchine") geſcheitert ſind, war die Benutzung der abſorbierenden Wirkung von Waſſer auf Ammoniak durch E. Carré (ſeit 1857) zu einer hohen Vollkommenheit gebracht worden, ſo daß in ſeinen Ammoniakabſorptionsmaſchinen [2] die Kältemaſchinen zum erſtenmal eine allgemeine Bedeutung in der Induſtrie erlangten und nach weiteren Vervollkommnungen (insbeſondere durch Reece ſowie durch Koch und Habermann) ſo lange behaupteten, bis die neueren Kompreſſionskaltdampfmaſchinen ihre höhere Leiſtungsfähigkeit erwieſen hatten.

Das Arbeitsprinzip der Kaltluftmaſchinen iſt zuerſt durch John Herſchel (1834)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erläutert und durch Gorrie (1845) angewendet worden. Die erſte induſtriell verwertbare Kaltluftmaſchine konſtruierte jedoch 1862 Kirk. Ab 1869 wurden von Windhaufen und ab 1873 von Giffard Kaltluftmaſchinen ohne nachhaltigen Erfolg gebaut. Erſt die von Bell-Coleman für den Transport von gefrorenem Fleiſch nach England hergeſtellten Maſchinen erwieſen ſich als vollkommen betriebstüchtig und wurden von Haslam, Hall und Lightfoot weiter entwickelt. Infolge ihres niedrigen Wirkungsgrades (ſ. unten) haben ſie indeſſen gegenüber den Kaltdampfmaſchinen ſich nicht zu behaupten vermocht und werden nur noch ausnahmsweiſe gebaut.

Kompreſſionskaltdampfmaſchinen.

Der Arbeitsvorgang dieſer Maſchinen iſt folgender: In einem Röhrenſyſteme V (dem „Verdampfer“, Fig. 5) wird eine flüchtige Flüſſigkeit [Ammoniak (NH_3), Kohlenſäure (CO_2), ſchweflige Säure (SO_2) oder Chlormethyl (CH_3Cl)] verdampft bei der Temperatur T_1 und dem ihr angehörenden Sättigungsdrucke p_1 unter Aufnahme der latenten Wärme r_1 von dem umgebenden Körper. Die entſtehenden Dämpfe werden durch den Kompreſſor C angeſaugt und (adiabatiſch) auf denjenigen Druck p_2 gebracht, bei welchem ſie in einem zweiten Röhrenapparate K (dem Kondenſator) unter Abgabe der latenten Wärme r_2 an Kühlwaſſer bei der entſprechenden Sättigungstemperatur t_2 ſich wieder verdichten. Die ſo gewonnene Flüſſigkeit kehrt, nachdem ſie möglichſt nahe auf die Zulauftemperatur des Kühlwaſſers abgekühlt wurde, mit der Temperatur t^1 durch ein abdroſſelndes Regulierventil in den Refrigerator zurück zu erneutem Kreislauf.

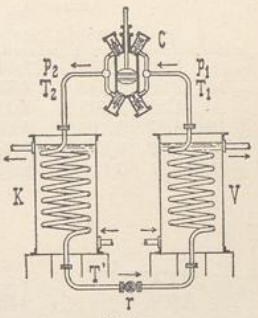


Fig. 5.

Wirkungsgrad. Während der Uebergang von iſothermiſcher Wärmeaufnahme ($a\,d$, Fig. 6) zu iſothermiſcher Wärmeabgabe ($c\,b$) adiabatiſch ſtattfindet ($d\,c$), ſo erfolgt die Rückkehr von der Temperatur T_2 zu T_1 ſo, daß hierbei die Flüſſigkeitswärme q dem Kälteträger bei abnehmender Temperatur ($b\,a$) entzogen und bei konſtanter Temperatur T_1 wieder zugeführt wird. Hierin liegt eine grundſätzliche Abweichung von den Bedingungen für Erreichung des höchſten Leiſtungsverhältniſſes, zu deren Erfüllung der Uebergang von T_2 zu T_1 ohne Zuführung oder Entziehung von Wärme, alſo unter adiabatiſcher Arbeitsabgabe, ſtattfinden müßte. In dieſem Falle hätte man es mit dem Carnotſchen Kreisprozeſſe zu tun und wäre das Leiſtungsverhältnis unabhängig von der Art des benutzten Kälteträgers: $Q_1 : A\,L = T_1 : (T_2 - T_1)$. — Das Ueberſtrömen der Flüſſigkeit durch das Droſſelventil hat zur Folge: 1. die Expanſionsarbeit geht verloren, und 2. deren Aequivalent wird dem Refrigerator als Wärme zugeführt.

Zur Berechnung dieſer Verluſte denke man ſich, die vom Kondenſator mit der Temperatur t^1 kommende Flüſſigkeit ſtröme zunächſt durch eine im Refrigerator liegende Rohrſpirale und werde unter dem Drucke p_2 auf t_1 *) abgekühlt, wobei die Wärmemenge $q^1 - q_1$ (für die auch weiterhin zugrunde gelegte Gewichtseinheit) an den Refrigerator abgegeben wird. Alsdann erſt ſtröme die auf t_1 abgekühlte Flüſſigkeit (mit dem ſpezifiſchen Volumen σ_1) durch das Regulierventil aus, wobei der Strahl die der Arbeit $\sigma_1 (p_2 - p_1)$ entſprechende lebendige Kraft beim Uebergang zur Ruhe in Form von Wärme abgibt. (Die Wirkung muß dieſelbe ſein, wenn die Flüſſigkeit mit der Temperatur t^1 das Regulierventil erreicht, weil in beiden Fällen nach außen keinerlei Austauſch von Energie ſtattfindet.)

Saugt der Kompreſſor aus dem Refrigerator die Flüſſigkeit mit der ſpezifiſchen Dampfmenge x_1 an, zu deren Bildung die Verdampfungswärme $r_1 x_1$ erforderlich war, ſo iſt von dieſer Wärme ſomit der Teil $q^1 - q_1 + A\,\sigma_1 (p_2 - p_1)$ ſchon beim Eintritt in den Refrigerator mitgebracht und nur die Wärme

$$Q_c = r_1 x_1 - [q^1 - q_1 + A\,\sigma_1 (p_2 - p_1)] \qquad 10.$$

wird im Refrigerator aufgenommen. Während der nun folgenden (adiabatiſchen) Kompreſſion erhöht ſich die ſpezifiſche Dampfmenge von x_1 auf x_2, wobei bekanntlich, unter τ die Entropie der Flüſſigkeitswärme verſtanden,

$$x_2 r_2 = T_2 \left(\frac{x_1 r_1}{T_1} + \tau_1 - \tau_2 \right), \qquad 11.$$

ſolange die Dämpfe im Sättigungszuſtande bleiben. Im Kondenſator iſt alsdann die Dampfmenge x_2 zu verflüſſigen und die Flüſſigkeit auf t^1 abzukühlen, wobei die Wärme $Q_2 = x_2 r_2 + q_2 - q^1$ an das Kühlwaſſer abgegeben wird. — Die Arbeit, welche im Kompreſſor aufzuwenden iſt, findet ſich nun:

$$A\,L_c = Q_2 - Q_1 = x_2 r_2 - x_1 r_1 + q_2 - q_1 + A\,\sigma_1 (p_2 - p_1) \qquad 12.$$

oder unter Benutzung der Gleichung 11.:

$$A\,L_c = x_1 r^1 \frac{T_2 - T_1}{T_1} - (\tau_2 - \tau_1)\,T_2 + q_2 - q_1 + A\,\sigma_1 (p_2 - p_1). \qquad 13.$$

Ein Blick auf Gleichung 10. und 12. zeigt, daß das Leiſtungsverhältnis $Q_c : A\,L_c$ nunmehr abhängt von dem Verhältniſſe der Flüſſigkeitswärme zur Verdampfungswärme. Iſt das letztere relativ groß, ſo wird das erſtere relativ klein ausfallen, und umgekehrt.

Hieraus ergeben ſich erhebliche Unterſchiede bei Anwendung verſchiedener Kälteträger. Je näher die Zuſtandsänderungen dem „kritiſchen“ Zuſtande der Flüſſigkeit liegen, deſto größer wird $q^1 - q_1$ gegenüber r_1. Die frühere Annahme aber, daß jede Kälteleiſtung aufhöre, wenn t^1 die kritiſche Temperatur erreicht (bei Kohlenſäure 31° C.) hat ſich als irrtümlich erwieſen, nachdem aus Verſuchen des Verfaſſers (ſ. Fig. 9) ſich ergeben hatte [16] und durch Unterſuchungen von Mollier [17] feſtgeſtellt war, daß die früheren Berechnungen der Flüſſigkeitswärme zu große Werte lieferten. In der nachſtehenden Tabelle I ſind für die drei wichtigeren Kälteträger

*) Die Temperaturen nach der Celſiusſchen Skala werden weiterhin bezeichnet mit $t = T - 273$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(nach Mollier) für verſchiedene Temperaturen neben den Werten für die zugehörigen Sättigungsſpannungen (p) in Kilogramm pro Quadratzentimeter und ſpezifiſchen Volumina (v) in Kubikmetern pro Kilogramm die Werte der Flüſſigkeitswärme (q) und der Verdampfungswärme (r) zuſammengeſtellt.

Tabelle I.

t	Ammoniak				Kohlenſäure				Schweflige Säure			
	p	v	q	r	p	v	q	r	p	v	q	r
—20	1,90	0,646	—17,34	327,2	20,3	0,0195	— 9,55	66,35	0,669	0,478	— 6,27	88,23
— 10	2,92	0,432	— 8,83	322,3	27,1	0,0143	— 5,00	61,47	1,046	0,314	— 3,15	87,17
0	4,35	0,298	0,00	316,1	35,4	0,0104	0,00	55,45	1,581	0,213	0,00	86,01
+10	6,27	0,211	9,17	308,6	45,7	0,0075	5,71	47,74	2,320	0,144	3,20	84,72
+20	8,79	0,154	18,66	299,9	58,1	0,0052	12,82	36,93	3,317	0,106	6,45	83,27
+30	12,01	0,114	28,49	289,7	73,1	0,0030	25,25	15,00	4,631	0,077	9,77	81,65

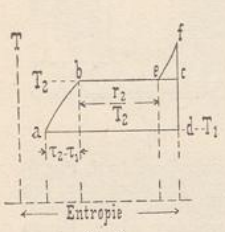


Fig. 6.

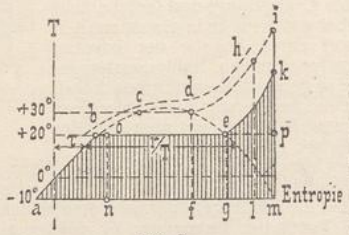


Fig. 7.

Sodann ſind im oberen Teile der Tabelle II die aus der Formel

$$\eta_c = \frac{Q_c}{A L_c} \frac{T_2 - T_1}{T_1} \qquad 14.$$

berechneten Werte für den Wirkungsgrad gegeben, die ſich zunächſt aus der grundſätzlichen Abweichung von dem Carnotſchen Prozeſſe unter der Vorausſetzung ergeben, es ſeien die Dämpfe am Ende der Kompreſſion gerade im Zuſtande reiner Sättigung ($x_2 = 1$), es finde alſo keine Ueberhitzung ſtatt. Hierzu wäre erforderlich, daß aus dem Verdampfer ein Gemiſch angeſaugt würde mit derjenigen ſpezifiſchen Dampfmenge x_1, wie ſie (nach Gleichung 11.) in der erſten Kolumne der Tabelle II angegeben iſt. Hierdurch wird aber der ſchädliche Einfluß der Flüſſigkeitswärme $q^1 - q_1$ gegenüber der Verdampfungswärme $x_1 r_1$ erhöht (insbeſondere bei CO_2). Tatſächlich wird bei faſt allen Maſchinen x_1 größer gehalten und wird demgemäß mit Ueberhitzung gearbeitet. Dies hat eine Vergrößerung des Arbeitsverbrauches gegenüber dem in Gleichung 12. und 13. berechneten zur Folge, die in Fig. 6 durch die Fläche cef dargeſtellt iſt. Wird die ſpezifiſche Wärme c_p der überhitzten Dämpfe näherungsweiſe konſtant angenommen, ſo ergibt ſich nach Gleichung 5. für den (polytropiſchen) Prozeß cef das Aequivalent der Arbeit L^1, um welche die Arbeit L_c (Gleichung 12.) ſich durch Ueberhitzung bis T_3 erhöht

$$A L^1 = c_p \left(T_3 - T_2 - T_2 \log n \frac{T_3}{T_2} \right), \qquad 15.$$

und man erhält

$$\eta_c{}^1 = \frac{Q_c}{A (L_c + L^1)} \frac{T_2 - T_1}{T_1}. \qquad 16.$$

Für Kohlenſäure ſind (nach Mollier) in Fig. 7 die Entropiewerte für r, q und c_p in richtigem Verhältniſſe eingetragen und iſt die Arbeitsfläche $abekm$ ſchraffiert, die ſich für $t_2 = 20°$, $t_1 = -10°$ und $x_1 = 1$ ergibt; für $t_2 = 30°$ würde die Arbeit durch Fläche $acdim$ dargeſtellt. Die Entropie der produzierten Kälte Q_c entſpricht für $t^1 = 20°$ und $x_1 = 1$ der Länge nm (für $x_2 = 1$ ohne Ueberhitzung aber nur der Länge ng) und das darüber errichtete Rechteck zeigt je die bei Ausführung des Carnotſchen Prozeſſes erforderliche Arbeit.

Tabelle II.

$t_1 = -10°$ $t_2 =$		20°		30°	
$t^1 =$		10°	20°	20°	30°
Ohne Ueberhitzung $x_2 = 1$	$x_1 =$ NH_3	0,916		0,888	
	$x_1 =$ CO_2	0,813		0,668	
	$x_1 =$ SO_2	0,941		0,925	
	$\eta_c =$ NH_3	0,976	0,943	0,954	0,918
	$\eta_c =$ CO_2	0,797	0,650	0,612	0,268
	$\eta_c =$ SO_2	0,969	0,925	0,943	0,897
Mit Ueberhitzung $x_1 = 1$	$t_3 =$ NH_3	70°		98°	
	$t_3 =$ CO_2	46°		66°	
	$t_3 =$ SO_2	65°		88°	
	$\eta_c{}^1 =$ NH_3	0,911	0,883	0,872	0,843
	$\eta_c{}^1 =$ CO_2	0,778	0,667	0,672	0,476
	$\eta_c{}^1 =$ SO_2	0,926	0,887	0,894	0,855

Diefelben Verhältniſſe ſind in Fig. 8 für NH_3 dargeſtellt, wobei für die Entropie der Maßſtab 1 : 4 gegenüber Fig. 7 und wobei $c_p = 0{,}67$ geſetzt iſt. Man erkennt aus dieſen Diagrammen leicht die relativen Größen der verſchiedenen Wärmemengen bei den verſchiedenen Temperaturen und deren Einfluß auf die Leiſtungsverhältniſſe. Der letztere findet ſich zahlenmäßig ausgedrückt in Tabelle II, aus der erſichtlich iſt: 1. daß für NH_3 und SO_2 der Effektverluſt infolge des Ueberſtrömens nahezu von gleicher und ſtets mäßiger Größe iſt, während er bei CO_2 beträchtlich anwächſt, und 2. daß für dieſe Größe die Temperatur T^1 entſcheidend iſt, mit der die Flüſſigkeit zum Regulierventil gelangt. Je höher dieſelbe iſt, deſto größer wird der Unterſchied in den Leiſtungsverhältniſſen bei Anwendung der verſchiedenen Kälteträger, ſo daß bei wärmerem Kühlwaſſer die Anwendung der Kohlenſäure von vornherein einen hohen Wirkungsgrad der Kältemaſchine ausſchließt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Fig. 9 ſind die Leiſtungsverhältniſſe dargeſtellt, wie ſie aus Verſuchen [16] ſich ergaben, die an zwei Kältemaſchinen von gleicher Leiſtungsfähigkeit — die eine mit Ammoniak, die andre mit Kohlenſäure arbeitend — in der Weiſe durchgeführt wurden, daß je in einer Verſuchsreihe alle Arbeitsverhältniſſe unverändert blieben mit alleiniger Ausnahme von t^1, das in einem beſonderen (zwiſchen Kondenſator und Refrigerator eingeſchalteten) Kühler je auf einen beſtimmten Wert eingeſtellt wurde. Die Kurven $a\,b$ zeigen die gefundenen Leiſtungsverhältniſſe für die Mittelwerte $t_1 = -7{,}5^0$ und $t_2 = 21{,}5^0$, die Kurven $c\,d$ für $t_1 = -7{,}5^0$ und $t_2 = 34{,}5^0$. Die Vergleichung der Werte von η_c und η_{c^1} in der Tabelle II zeigt weiterhin, daß für NH_3 und SO_2 η_c größer iſt als η_{c^1}, während für CO_2 das Umgekehrte der Fall iſt, d. h. daß unter bloßer Berückſichtigung des vorſtehend unterſuchten Zuſammenhanges zwar für CO_2 das Anſaugen trockener Dämpfe, dagegen für NH_3 und SO_2 das Anſaugen „naſſer“ Dämpfe (mit $x_2 = 1$) das höchſte Leiſtungsverhältnis verſpricht. In Wirklichkeit werden indes nicht bloß bei CO_2, ſondern auch bei SO_2 ſtets möglichſt trockene Dämpfe angeſaugt. Bei NH_3 ſind ſeither die Dämpfe meiſt ſo angeſaugt worden, daß die Ueberhitzung nur eine mäßige war, indeſſen iſt man auch hier zum Arbeiten mit „trockenen“ Dämpfen übergegangen und erzielt hierdurch eine Steigerung des Leiſtungsverhältniſſes, die (ebenſo wie bei SO_2) ihre Erklärung darin findet, daß die Ueberhitzung günſtig auf die Herabminderung einer Reihe von Verluſten einwirkt, die infolge der Undichtheit der inneren Bauteile, infolge des ſchädlichen Raumes und infolge des Wärmeaustauſches mit den Zylinderwandungen im Kompreſſor auftreten und Abweichungen von dem oben zugrunde gelegten grundſätzlichen Arbeitsvorgange um ſo mehr bedingen, als die Miſchungen von Dampf und tropfbarer Flüſſigkeit nicht homogen ſind ([19], S. 70).

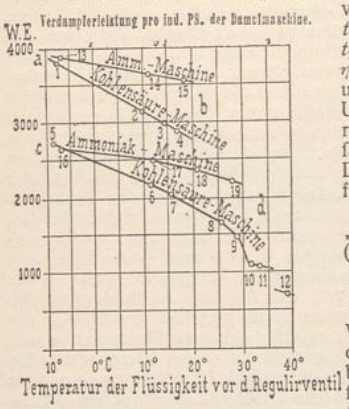


Fig. 9.

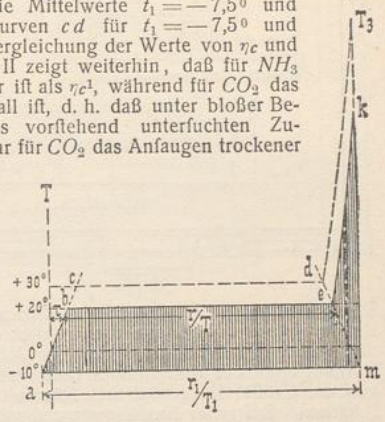


Fig. 8.

Von weſentlicher Bedeutung für den Geſamtwirkungsgrad der Kältemaſchine ſind die unvermeidlichen Ueberſchreitungen derjenigen Temperaturen, die unmittelbar durch die geſtellte Aufgabe bedingt ſind. Der Uebergang der Wärme zu und von dem Kälteträger durch Vermittlung der Röhrenwandungen von gegebener Größe ſetzt voraus, daß der Kälteträger etwas unter die Temperatur t_1' des abzukühlenden Körpers herab- und etwas über die Temperatur t_2' des Kühlwaſſers hinaufſteige. Setzt man in Gleichung 10. und 13. die den Temperaturen t_1' und t_2' entſprechenden Werte ein, ſo erhält man diejenigen Beträge für Q_c' und L_c', die bei Vermeidung der Ueberſchreitungen ſich ergeben. Bei normal gebauten Maſchinen betragen die Ueberſchreitungen ($t^1{}_1 - t_1$ und $t_2 - t_2'$) etwa 3—5°. Setzt man $t^1{}_1 = -5^0$ C. und $t^1{}_2 = 20^0$, ſo ergibt ſich alſo infolge der Temperaturüberſchreitung eine Vergrößerung der Hubhöhe im Verhältnis von 25 zu etwa 33 und wird annähernd im umgekehrten Verhältnis das Leiſtungsverhältnis vermindert.

In demſelben Sinne wie die beim Wärmedurchgang zu überwindenden Widerſtände wirken die pneumatiſchen, insbeſondere die Ventilwiderſtände, denn der hierdurch hervorgerufenen Erweiterung der Differenz zwiſchen dem im Kondenſator einerſeits und im Refrigerator anderſeits herrſchenden Drucke entſpricht die Erweiterung des Unterſchiedes zwiſchen den zugehörigen Sättigungstemperaturen. Die Größe der Ventilwiderſtände Δp iſt (gemäß der Näherungsformel $\Delta p = \varphi\,\gamma\,w^2$) abhängig 1. von der Geſchwindigkeit w, 2. von der Dichtigkeit γ und 3. der Zähigkeit der Dämpfe, endlich 4. von der relativen Größe der Sitzflächen der Ventile. Setzt man für die verſchiedenen Kälteträger Gleichheit der konſtruktiven Verhältniſſe (von Strömungsquerſchnitt zu Kolbenfläche und von Hub zu Kolbendurchmeſſer) ſowie der Umdrehungsgeſchwindigkeiten voraus, ſo ergeben ſich aus der Verſchiedenheit der (für gleiche Kälteleiſtung anzuſaugenden) Dampfvolumina die in Tabelle III zuſammengeſtellten Verhältniszahlen für w^2 und hieraus (die Dampfdichte γ_1 auf $t_1 = -10^0$ C. bezogen) für $w^2\gamma_1$ als Maß der abſoluten Druckverluſte und für $\frac{w^2\gamma_1}{p_1}$ als Maß der (hier entſcheidenden) relativen Druckverluſte, denen die Temperaturverluſte annähernd proportional ſind.

Tabelle III.

	NH_3	CO_2	SO_2
$w^2 =$	2,5	1,0	4,8
$\gamma_1 =$	2,31	70,1	3,04
$\gamma_1 w^2 =$	5,77	70,1	14,59
$\frac{\gamma_1 w^2}{p_1} =$	1,97	2,6	14,03

Durch die letzte Zahlenreihe wird es erklärlich, daß bei den früheren Ausführungen der SO_2-Maſchinen die Druckverluſte das Leiſtungsverhältnis ſtark beeinträchtigten. Durch ſorgfältige Anordnung aller Bauteile im Sinne einer möglichſt weitgehenden Verminderung der Druckverluſte iſt bei den neueren Ausführungen eine weſentliche Beſſerung herbeigeführt worden. Dasſelbe iſt relativ natürlich bei allen Kälteträgern erreichbar. Setzt man den geſamten Druckverluſt auf der Saugſeite für NH_3 und SO_2 gleich (was alſo konſtruktiv günſtigere Verhältniſſe für SO_2

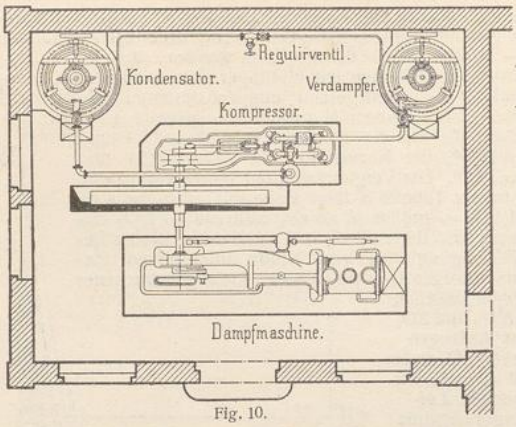


Fig. 10.

vorausſetzt), und zwar $\Delta p = 0{,}1$ Atmoſphären, ſo folgt daraus für SO_2 (wegen $p_1 = 1{,}04$ Atmoſphären) ein relativer Verluſt von rund 10%, für NH_3 (wegen $p_1 = 2{,}92$ Atmoſphären) ein ſolcher von $3\frac{1}{2}$%. Die Erhöhung des Arbeitsverbrauches infolge der äußeren (Reibungs-)widerſtände, die bei den Kaltluftmaſchinen und bei den Schwefeläthermaſchinen der großen Zylinderdimenſionen wegen von hervorragendem Einfluſſe waren, ſpielen bei den neueren Kaltdampfmaſchinen keine weſentliche Rolle. Ungleichheiten ergeben ſich aus den phyſikaliſchen Eigenſchaften der Kälteträger hinſichtlich der Reibungsarbeit der Kolben und Kolbenſtangen. Die relative Größe dieſer Arbeit muß abhängen 1. von dem pro Kälteeinheit anzuſaugenden Dampfvolumen ſowie 2. von der Art der Abdichtungsmittel. Da letztere für NH_3 und SO_2 dieſelben ſind, ſo wird unter ſonſt gleichen Umſtänden die Reibungsarbeit bei SO_2 größer ausfallen als bei NH_3. An ſorgfältig gebauten Maſchinen wurde der mechaniſche Wirkungsgrad für NH_3 zu etwa 95% gemeſſen. Der volumetriſche Wirkungsgrad des Kompreſſors (und damit die Leiſtung der Maſchine) iſt abhängig einerſeits von der Größe der ſchädlichen Räume und anderſeits von der Dichtheit der inneren Organe (ſ. unten). Bei guter Ausführung und gutem Zuſtande der Maſchine kann auf einen volumetriſchen Wirkungsgrad von etwa 90% gerechnet werden. Ueberblickt man die Reihe und relative Größe der vorſtehend erörterten Verluſte, ſo ergibt ſich, 1. daß der kaloriſche Wirkungsgrad (der dem grundſätzlich ausgeführten Arbeitsvorgang entſpricht) für NH_3 und SO_2 ein annähernd gleich hoher iſt (ca. 90%), während er für CO_2 je nach der Temperatur t' von 80% bis unter 40% herabſinkt und 2. daß infolge der Druckverluſte und der Reibungswiderſtände der Arbeitsverbrauch bei ſonſt gleichen Verhältniſſen für SO_2 größer ausfallen muß als für NH_3. Ueber tatſächlich erzielte Leiſtungen geben u. a. Aufſchluß die Ergebniſſe ſorgfältiger Verſuche, die in der Verſuchsſtation des Polytechniſchen Vereins in München ausgeführt wurden. In Tabelle IV ſind die wichtigſten der für NH_3 gefundenen Zahlen zuſammengeſtellt, denen eine abſolute Bedeutung inſofern zukommt, als ſie die bisher aus Präziſionsverſuchen nachgewieſenen Höchſtleiſtungen von Kältemaſchinen darſtellen [26]. Neuere Präziſionsverſuche mit SO_2 und CO_2 fehlen.

Tabelle IV. Präziſionsverſuche (1893) mit Ammoniakmaſchine.

Temperatur des Kühlwaſſers Zulauf	Temperatur des Kühlwaſſers Ablauf	Salzwaſſers	Kälteleiſtung pro Stunde W.E.	Indizierte Arbeit in PS. der Dampfmaſchine	Indizierte Arbeit in PS. des Kompreſſors	Kälteleiſtung (W.E.) pro Stunde und indizierte PS. der Dampfmaſchine	Kälteleiſtung (W.E.) pro Stunde und indizierte PS. des Kompreſſors
9,35	19,29	+ 2,81	86 400	16,04	14,41	5384	5996
9,71	20,01	— 5,07	65 848	16,74	14,40	3933	4573
9,41	19,60	— 12,90	43 534	15,52	13,63	2804	3194
9,49	19,59	— 21,04	30 609	14,47	12,06	2114	2538
9,57	34,26	— 4,96	55 509	21,95	19,92	2528	2787

Konſtruktion. Die Kompreſſionskaltdampfmaſchinen zeigen in ihrer einfachſten Geſtalt als „Kühlmaſchinen“ (zur Abkühlung von Flüſſigkeiten) die in Fig. 10 dargeſtellte Geſamt-

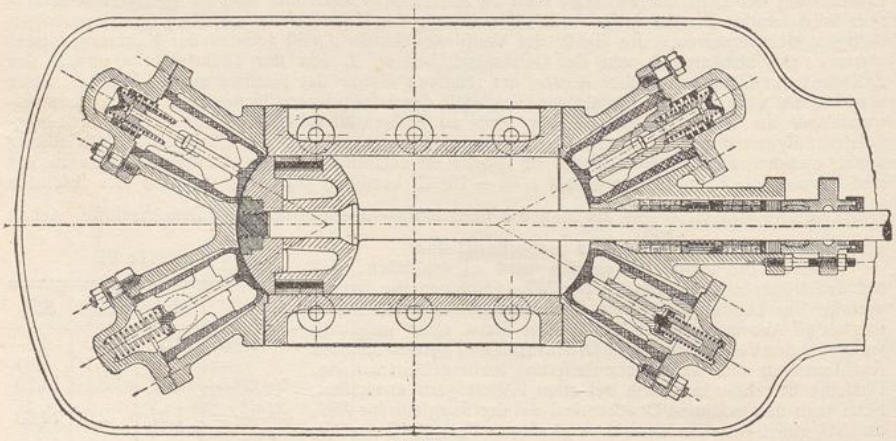


Fig. 11.

anordnung. Der Kompreſſor, in der Regel unmittelbar an die Antriebsdampfmaſchine angekuppelt, iſt durch die Saugleitung mit dem Verdampfer und durch die Druckleitung mit dem Kondenſator verbunden, aus dem die Flüſſigkeitsleitung und das Regulierventil den Kälteträger zum Verdampfer zurückführen. — Die Kompreſſoren werden in der Regel als liegende doppelt wirkende Gaspumpen mit ſelbſttätigen Ventilen hergeſtellt. Die ſtehende, in Amerika übliche Bauart wird in Europa nur bei kleineren Ausführungen angetroffen. Die Einzelheiten der Zylinder und ihre konſtruk-

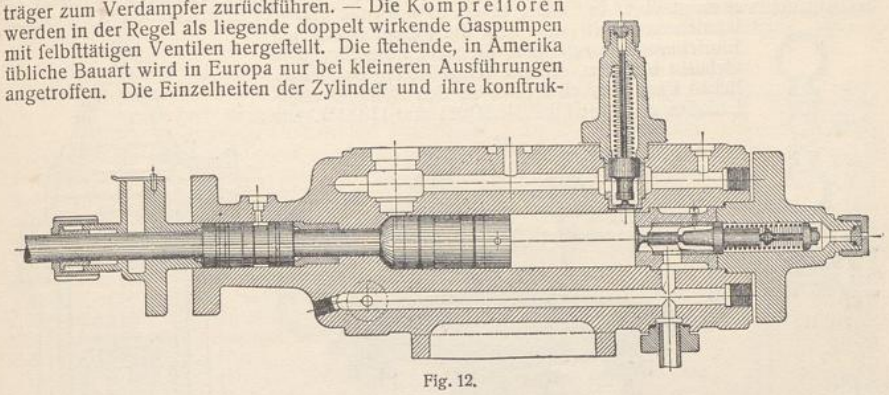


Fig. 12.

tiven Verſchiedenheiten für die verſchiedenen Kälteträger ſind in Fig. 11 für NH_3, in Fig. 12 für CO_2 und in Fig. 13 für SO_2 veranſchaulicht. Der aus Gußeiſen, bei CO_2 vielfach aus Stahlguß hergeſtellte Zylinderkörper wird entweder mit horizontaler oder mit zylindriſcher Arbeitsfläche auf dem Grundgeſtell befeſtigt. Im erſteren Falle ſind gewöhnlich die Ventile in einer horizontalen Ebene, im letzteren Falle in einer vertikalen Ebene angeordnet. Bei den mit NH_3 und SO_2 arbeitenden Maſchinen befinden ſich dieſelben in den Deckeln mit beſonderen Anſchlußſtutzen; bei Anwendung von Kohlenſäure ſind die vorderen Ventile meiſt direkt in den Zylinderkörper eingeſetzt und werden gemeinſame Kanäle je für Saug- und Druckleitung in denſelben eingegoſſen. Die Ventile ſind faſt durchweg Kegelventile und werden durch Spiralfedern gegen ihre Sitze gedrückt. Wichtig iſt die Herſtellung der Ventile je aus einem Stück mit ihren Spindeln und Federſtützen zur Vermeidung der ſchädlichen Folgen von Löſungen

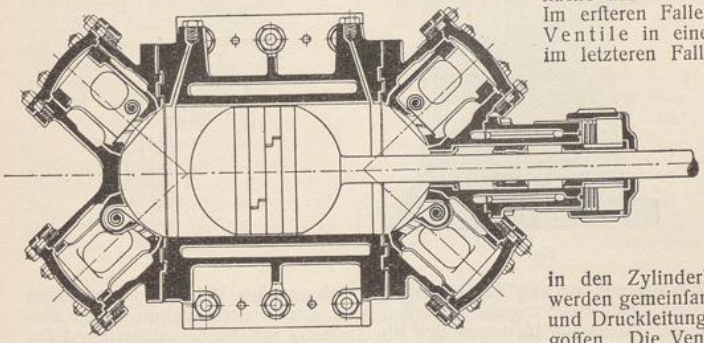


Fig. 13.

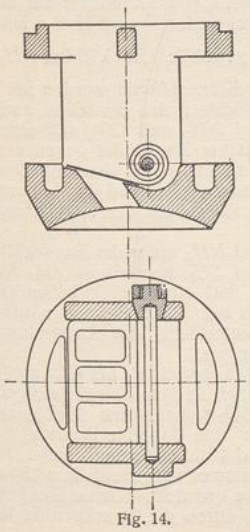


Fig. 14.

(insbeſondere bei Saugventilen), was allerdings zweiteilige Führungen und außerordentlich exakte Ausführung erfordert. Die Drahtlänge der Federn ſoll zur Erzielung gleichmäßigen Druckes möglichſt groß und ihre Spannung ſo gewählt werden, daß bei geöffnetem Saugventil die oben angegebenen Druckdifferenzen nicht überſchritten werden. Bei NH_3- und SO_2-Kompreſſoren trifft man zuweilen auch Ventile mit ebener Sitzfläche, ferner an erſteren ſeltener, an letzteren häufiger die Gutermuthſchen ſelbſtfedernden Klappen (Fig. 14 und 14a). Der Druckkanal der CO_2-Kompreſſoren wird zur Verhütung von Exploſionen mit einer Sicherheitsvorrichtung verſehen, beſtehend aus einem Sicherheitsventil oder einem dünnen Gußeiſen- oder Kupferplättchen, welches bei zu großem Drucke zertrümmert wird. Eine Ammoniakmaſchine kleinſter

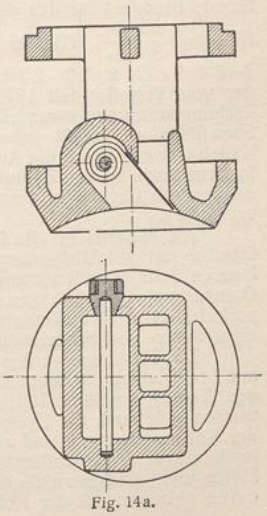


Fig. 14a.

Gattung zeigt Fig. 15, wobei die beiden liegenden einfach wirkenden Kompreſſoren auf einem den Kondenſator enthaltenden Kaſten aus Gußeiſen montiert ſind. In ähnlich gedrängter Bauart (Dampfmaſchine und Kompreſſor auf den Kondenſatorkaſten montiert) werden gewöhnlich die Schiffsmaſchinen ausgeführt. In Fällen, in denen zeitweiſe eine Verminderung der Kälteleiſtung wünſchenswert iſt, hat man die Kompreſſoren mit Einrichtungen ausgerüſtet, die meiſt nach Fig. 16 in Gefäßen beſtehen, die zur Vergrößerung des ſchädlichen Raumes nach Bedarf an den Zylinder angeſchloſſen werden (D.R.P. Nr. 90011 und 113313). Die

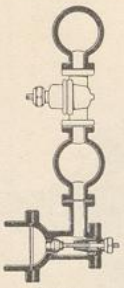


Fig. 16.

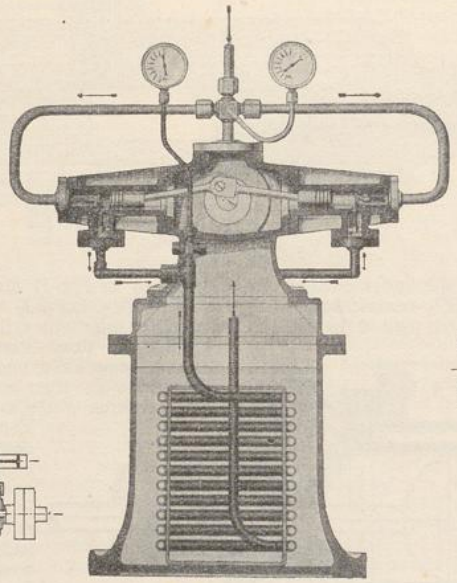


Fig. 15.

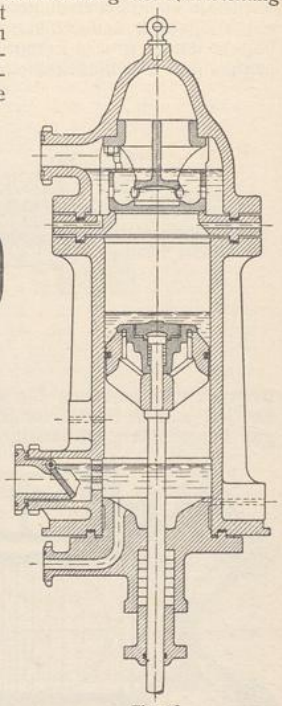


Fig. 18.

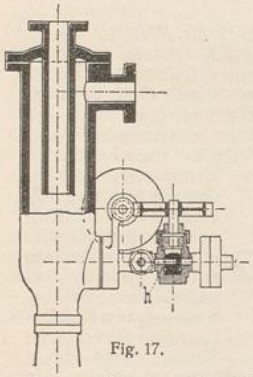


Fig. 17.

Dimenſionen der Kompreſſionszylinder ergeben ſich aus dem Volumen V derjenigen Dampfmenge, die aus dem Verdampfer angeſaugt werden muß, um in der Zeiteinheit die Kältemenge Q zu gewinnen. Aus Gleichung 10. ergab ſich die Kälte Q_c für die Gewichtseinheit des zirkulierenden Kälteträgers. Es muß demnach die Gewichtsmenge m des letzteren für die Zeiteinheit $m = \frac{Q}{Q_c}$ ſein. Nun iſt das entſprechende Volumen $V = m x_1 v_1$, und mit Rückſicht auf den volumetriſchen Wirkungsgrad η_v erhält man bei einer Tourenzahl n pro Minute (m auf die Stunde bezogen) für den doppelt wirkenden Kompreſſor, deſſen Durchmeſſer D und Hub s aus: $D^2 s n = \frac{m x_1 v_1}{30 \pi \eta_v}$. Hierbei wird das Hubverhältnis $\frac{s}{D}$ gewöhnlich gewählt: 1,5—1,75 bei NH_3, 3—4 bei CO_2 und 2—2,2 bei SO_2. Die Stopfbüchſen faſt aller Kompreſſoren werden nach der vom Verfaſſer ſeit 1873 eingeführten Methode dadurch abgedichtet, daß zwiſchen zwei Packungen mittels einer „Laterne“ ein Hohlraum gebildet und (bei NH_3 und CO_2) mit einer Sperrflüſſigkeit gefüllt gehalten wird, die bei vollſtändiger chemiſcher Neutralität gegen den Kälteträger nicht bloß die Aufgabe hat, den Kompreſſionsraum von der Atmoſphäre abzuſchließen, ſondern auch, in den Zylinder eindringend, die ſchädlichen Räume auszufüllen und die Reibung der inneren Organe zu vermindern. Die Sperrkammer wird in der Regel mit der Saugleitung verbunden.

Als Material für die beiden Packungen werden verwendet: Bei NH_3 entweder Baumwollſchnüre mit abſchließendem Gummiring oder Metallpackungen, bei SO_2 neuerdings auf der inneren Seite Metallpackung, auf der äußeren Seite Talkumſchnüre mit einem abſchließenden Gummiringe, bei CO_2 Lederſtulpen. Als Sperrflüſſigkeit findet ſich bei NH_3: beſonders präpariertes Mineralöl (Kompreſſoröl), bei CO_2 Glyzerin. Bei SO_2 unterbleibt die Anwendung einer Sperr- und Schmierflüſſigkeit wegen der chemiſchen Einwirkungen.

Die Kolben werden bei NH_3 und SO_2 mit gußeiſernen Ringen gedichtet, bei CO_2 meiſt mit Lederſtulpen, ſeltener durch Gußeiſen- oder Bronzeringe, die bei ſtarken Ueberhitzungen den Vorzug größerer Haltbarkeit beſitzen. Die Kolben der mit SO_2 arbeitenden Maſchinen werden (wie auch die Zylinder) mit Waſſer gekühlt, welches durch eine doppelte Bohrung in der Kolbenſtange zu- und abgeführt wird. Bei den Ammoniak- und Kohlenſäuremaſchinen iſt in der Regel der eigentlichen Stopfbüchſe eine Oel- bezw. Glyzerinkammer vorgebaut, in andern Fällen wird die Sperrflüſſigkeit unmittelbar in die Stopfbüchſenlaterne gedrückt. Kleine Mengen davon gelangen mit der Kolbenſtange in den Zylinder und von da durch die Druckventile in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Druckleitung. In dieſe ſchaltet man bei Ammoniakmaſchinen Oelabſcheider ein (Fig. 17), die das Oel zurückhalten und gewöhnlich mittels rotierender Hähne *h* in die Saugleitung befördern. Die Kohlenſäuremaſchinen erhalten häufig Glyzerinabſcheider in der Saug- oder Flüſſigkeitsleitung. Die Zirkulation der Sperrflüſſigkeit erhöht die Lebensdauer der der Abnutzung unterworfenen Organe — Ventile, Zylinder, Kolben —, auch übt ſie erfahrungsgemäß auf das Leiſtungsverhältnis der Kältemaſchine einen günſtigen Einfluß, welcher ſich erklärt durch die Ausfüllung der ſchädlichen Räume, aus beſſerer Abdichtung der Kolben und Ventile und aus Verminderung der Reibung.

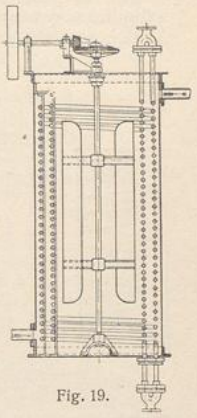


Fig. 19.

Bei Verwendung ungeeigneten Oeles und bei unvollkommener Wirkung der Abſcheidevorrichtungen können die Innenflächen der Verdampfer und Kondenſatoren durch Ausſcheidungen aus dem Oele verunreinigt und kann ihre Wärmeleitungsfähigkeit dadurch vermindert werden. Es ſoll deshalb nur ſolches Oel verwendet werden, welches bei den niedrigſten, auch nur zeitweiſe vorkommenden Temperaturen keinerlei Ausſcheidung zeigt. Bei den amerikaniſchen Ausführungen wird meiſt eine viel ausgiebigere Zirkulation des Oeles angewendet, welcher gleichzeitig die Aufgabe zufällt, den Zylinder zu kühlen und einen völligen Flüſſigkeitsabſchluß für Kolben und Ventile herbeizuführen, wobei der Kompreſſionszylinder ſtehende Anordnung erhält für kleinere Maſchinen einfach, für größere doppelt wirkend. In Fig. 18 iſt ein derartiger einfach wirkender Zylinder (Konſtruktion de la Vergue) dargeſtellt.

Die Kondenſatoren beſtehen bei SO_2 Maſchinen zuweilen aus Kupferröhren, in der Regel jedoch bei allen Syſtemen aus ſchmiedeeiſernen Röhren mit 30 mm Lichtweite und 4 mm Wandſtärke, welche in Längen bis zu 140 m zuſammengeſchweißt und dann entweder ſpiralförmig aufgewunden oder geradlinig hin und her gebogen werden. Man vereinigt ſo viele derartige Rohre durch „Sammelſtücke“ an beiden Enden, als ſie für die Uebertragung der Wärme notwendig ſind. Auf 1 qm der Außenfläche pflegt man 1200—1500 W.E. pro Stunde zu rechnen, wenn es ſich um „Tauchkondenſatoren“ handelt, und 900—1200 W.E. bei „Berieſelungskondenſatoren“.

Bei erſteren befinden ſich die Rohrſpiralen in einem (faſt immer zylindriſchen) Gefäße (ſ. Fig. 19), in welches das Kühlwaſſer unten eintritt und aus welchem es oben abfließt. Die Anwendung eines Rührwerkes iſt nur dann zweckmäßig, wenn die Temperaturdifferenz zwiſchen dem ein- und austretenden Waſſer eine geringe (weniger als 6° C.) iſt. Die Berieſelungskondenſatoren werden hauptſächlich bei Waſſermangel angewendet oder da, wo man beſonderen Wert auf leichte Zugänglichkeit des Apparates — wegen deſſen Reinigung und Unterhaltung — legt. Erforderlichenfalls läßt ſich die zuzuführende Waſſermenge auf Erſatz des verdunſteten und verſpritzten Waſſers — etwa bis auf 5% der „normalen“ Menge — einſchränken. Bei geringen Zulaufmengen wird das Waſſer durch eine Pumpe in Zirkulation gehalten, fällt gleich-

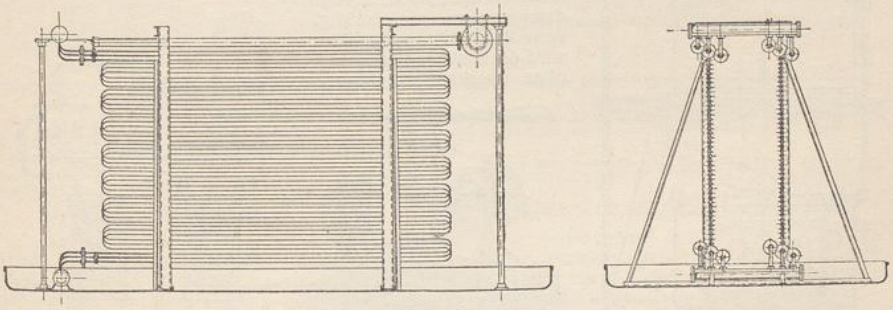


Fig. 20.

mäßig verteilt auf das obere Rohrſtück (Fig. 20) und rieſelt über die je in eine Ebene nahe aneinander gelegten Rohre nieder, wobei an die Atmoſphäre Wärme abgegeben wird, und zwar je nach deren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältniſſen vorwiegend (bei hoher Lufttemperatur meiſt ausſchließlich) durch Verdunſtung, ſodann durch Leitung und Strahlung. Die Aufſtellung der Berieſelungskondenſatoren erfolgt am beſten ſo, daß ſie der freien Bewegung der Atmoſphäre ausgeſetzt ſind, jedoch unter Abhaltung der Sonnenſtrahlen im Sommer. Die leichte Zugänglichkeit der Berieſelungskondenſatoren erlaubt auch ihre Herſtellung aus einzelnen an den Enden durch Doppelkrümmer verbundenen Rohren, eine beſonders in Amerika beliebte Ausführungsform. Ueberall da, wo die flüchtige Flüſſigkeit den Kondenſator mit weſentlich höherer Temperatur verläßt, als ſie das zulaufende Kühlwaſſer beſitzt, wird letzteren mit Vorteil ein meiſt als einfacher Spiralenapparat ausgeführter Nachkühler beigefügt, um den verflüſſigten Kälteträger nahe auf die Zulauftemperatur des Kühlwaſſers, welches zuerſt den Nachkühler durchſtrömt, abzukühlen.

Die Konſtruktion der Verdampfer unterſcheidet ſich, je nachdem ſie der Abkühlung einer Flüſſigkeit — Waſſer, Salzſole — dienen oder für direkte Luftkühlung beſtimmt ſind. Im erſteren Falle beſtehen die Verdampfer vorwiegend aus Röhren von derſelben Art und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zuſammenſetzung wie die Kondenſatoren, welche je nach den Zwecken der Kältemaſchine angeordnet und eingebaut werden. Abweichend hiervon führt man die Verdampfer der SO_2-Maſchinen zuweilen wie ſtehende oder liegende Röhrenkeſſel mit geraden Rohren aus, oder häufiger (beſonders bei Eisgeneratoren) mit vielen U-förmig gebogenen Rohren. Auch ſind bei dieſem Maſchinenſyſtem die Spiralen oder Rohre aus Gründen der Haltbarkeit überwiegend aus Kupfer hergeſtellt. — Nicht ſelten werden die Verdampfer unter Verwendung flacher oder zylindriſch gewickelter Spiralen auch als Berieſelungsapparate gebaut und unter Ausſchluß eines Zwiſchenkälteträgers unmittelbar zur Kühlung von Bier, Milch u. ſ. w. benutzt. — Der bei Ammoniakmaſchinen ſeit Einführung des Anſaugens trockener Dämpfe geſtellten Anforderung wird Rechnung getragen entweder durch die Verdampferkonſtruktion ſelbſt oder durch Einfügung beſonderer Flüſſigkeitsabſcheider in die Saugleitung (D.R.P. Nr. 89935 und 130647) nach Fig. 21 (*V* Verdampfer, *A* Abſcheider, *S* Saugleitung, *L* Leitung vom Regulierventil, *F* gemeinſame Leitung der abgeſchiedenen und der vom Kondenſator kommenden Flüſſigkeit zum Verdampfer). Bei den zur Flüſſigkeitskühlung dienenden Verdampfern rechnet man auf eine Uebertragung von 900—1200 W.E. pro Quadratmeter und Stunde. Zur Abkühlung der untergärigen Bierwürze vor, während und nach der Gärung (ſ. Bierbrauerei) werden meiſt große Waſſerreſervoire übereinander geſtellt, von welchen das eine die ſpiralförmig aufgewundenen Verdampferrohre und ein rotierendes Rührwerk enthält (ſ. Fig. 22). Die erſte Rolle aber ſpielt bei den Kältemaſchinen die Kühlung von Salzwaſſer als dem geeignetſten Körper zur Uebertragung der Kälte von dem Verdampfer auf diejenigen Räume und Körper, deren Temperaturerniedrigung die eigentliche Aufgabe der Kälteanlage darſtellt. Der Verdampfer wird dann meiſt (wenn nicht Eisfabrikation damit verbunden ſein ſoll) ebenſo eingebaut wie die Tauchkondenſatoren (ſ. Fig. 19), und die Salzlöſung wird gewöhnlich unten durch eine Zirkulationspumpe entnommen, durch Rohrleitungen an den Verwendungsort der Kälte geleitet und oben wiederum zugeführt. Die an das Salzwaſſer gebundene Kälte wird am häufigſten verwendet: zur Kühlung andrer Flüſſigkeiten, zur Durchführung von Kriſtallifationsprozeſſen, zur Kühlung von Räumen oder zur Eisfabrikation. Ueber die Anordnung der Verdampfer in den beiden letzten Fällen ſ. unten.

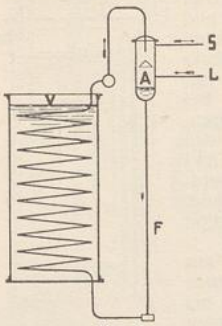


Fig. 21.

Das Ueberſtrömen des Kälteträgers vom Kondenſator zum Verdampfer, bezw. die Regulierung und Verteilung der Flüſſigkeitsmenge erfolgt durch die Regulierventile und Verteiler. Dieſelben ſind entweder Kegelventile, welche durch Spindeln und Handräder je ſo eingeſtellt werden, daß die Druckrohre die gewünſchte Temperatur zeigen, oder es werden durch rotierende Hähne beſtimmte, von außen her veränderliche Flüſſigkeitsmengen übergeleitet, Erforderlichenfalls, bei Verſchiedenheit der inneren Widerſtände. werden dieſelben mechaniſch auf die einzelnen Verdampferrohre gleichmäßig verteilt. Häufiger ausgeführt wird die zentrale Verteilung ohne mechaniſche Mittel.

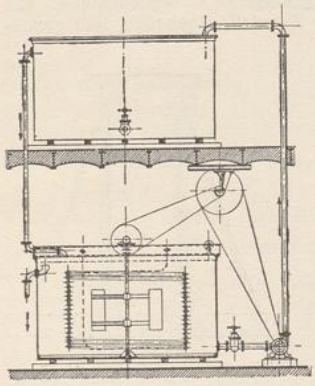


Fig. 22.

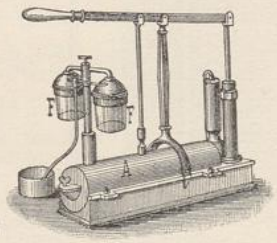


Fig. 23.

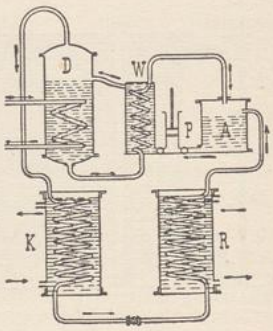


Fig. 24.

Abſorptionsmaſchinen.

Bei dieſen Kälteerzeugungsmaſchinen werden die Dämpfe des Kälteträgers zunächſt durch eine geeignete Flüſſigkeit abſorbiert, ſodann wird die angereicherte Flüſſigkeit in einen Deſtillationskeſſel gepumpt und durch Wärmezuführung auf die Temperatur gebracht, bei welcher der Kälteträger in Dampfform unter demjenigen Drucke wieder ausſcheidet, welcher im Kondenſator zur Verflüſſigung notwendig iſt. Als Kälteträger wird NH_3, als abſorbierende Flüſſigkeit Waſſer verwendet, mit Ausnahme der kleinen F. Carréſchen Apparate (Fig. 23 zeigt eine Duvallonſche Konſtruktion derſelben), bei welchen durch eine Handpumpe in (Waſſer enthaltenden) Glasgefäßen *F* Luftleere und Verbindung mit dem Abſorber *A* hergeſtellt wird, in welchem ſich Schwefelſäure befindet, wodurch ſo lange die in *F* ſich bildenden Waſſerdämpfe abſorbiert werden, bis das Waſſer in Eis verwandelt iſt. Wenn die Schwefelſäure zu ſehr verdünnt iſt, ſo wird ſie durch konzentrierte erſetzt. — Der Bau großer Vakuummaſchinen, bei denen die verdünnte Schwefelſäure durch Deſtillation rekonzentriert werden ſollte, iſt daran geſcheitert, daß ein dauernd widerſtandsfähiges Material für die Herſtellung der Deſtillatoren fehlte. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Fig. 24 iſt das Schema der F. Carréſchen Ammoniakabſorptionsmaſchine dargeſtellt. Aus dem Refrigerator R, in welchem (pro Kilogramm NH_3) die Wärmemenge Q_1 aufgenommen wird, gelangen die Ammoniakdämpfe unter dem Drucke p_1 in den Abſorber A, woſelbſt ſie unter Abgabe der Wärme Q_a an Kühlwaſſer gelöſt werden. Die Löſung wird mittels einer Speiſepumpe P durch den Wärmeaustauſcher W hindurch nach dem Deſtillator D gedrückt und wird (meiſt durch Waſſerdampf von 3—4 Atmoſphären) die Wärmemenge Q_d zugeführt, die nötig iſt, um aus der Löſung das NH_3 in Dampfform auszuſcheiden und dieſelbe auf die Temperatur t_d zu bringen, die bei dem vorhandenen Löſungsverhältniſſe dem zur Verflüſſigung des NH_3 im Kondenſator K (unter Abgabe der Wärme Q_2 an Kühlwaſſer) erforderlichen Drucke p_2 entſpricht. Im Deſtillator ſinkt die erſchöpfte Löſung (wegen ihres zunehmenden ſpezifiſchen Gewichtes) zu Boden und kehrt durch den Wärmeaustauſcher hindurch zum Abſorber zurück, um neuerdings die vom Refrigerator kommenden NH_3 Dämpfe aufzunehmen. Setzt man voraus, der Wärmeaustauſcher ſei imſtande, die Wärmemengen vollkommen auszutauſchen, die das zwiſchen den Temperaturen t_a im Abſorber und t_d im Deſtillator hin und her wandernde Waſſer abgibt, und bezeichnet man die Summen der von den verſchiedenen Apparaten mit der Atmoſphäre ausgetauſchten Wärmemengen mit $\pm \Sigma(V)$, ſo hat man

$$Q_1 + Q_d + AL = Q_2 + Q_a \pm \Sigma(V) \qquad 17.$$

wobei Q_1 die produzierte Kälte und Q_d den erforderlichen Wärmeaufwand darſtellt.

Da den Abſorptionsmaſchinen zum Antriebe Energie nicht in Form von äußerer Arbeit, ſondern von Wärme zugeführt wird, ſo muß zum Zwecke eines ökonomiſchen Vergleichs mit den Kompreſſionsmaſchinen die Wärme W in Rechnung geſtellt werden, die bei dieſen Maſchinen zur Gewinnung der Arbeit L verbraucht wird. Setzt man $AL : W = \mu$, ſo ſchreibt ſich Gleichung I

$$W : Q_1 = (T_2 - T_1) : {}'' T_1, \qquad \text{Ia}$$

woraus folgt, daß mit abnehmender Temperaturdifferenz $T_2 - T_1$ der Grenzwert für die aufzuwendende Wärme Null iſt. — Wie ſteht es in dieſer Hinſicht mit der Abſorptionsmaſchine?

Wenn die Gewichtseinheit NH_3 den Kreislauf ausführt, ſo iſt die im Refrigerator entzogene Wärme gemäß Gleichung 11 $Q_1 = r_1 x_1 - (q' - q_1) - A\sigma_1 (p_2 - p_1)$. Im Deſtillationskeſſel aber iſt zuzuführen die Wärmemenge Q_d, die ſich zuſammenſetzt aus der Verdampfungswärme r_2, der ſpeziellen Abſorptionswärme a_2 und der ſpezifiſchen Wärme der von der Abſorbertemperatur t_a bis zur Deſtillationstemperatur t_d erwärmten Ammoniakdämpfe. Setzt man $Q_d = r_2 + a_2 + c(t_d - t_a)$ und läßt man ſowohl die Pumpenarbeit wie den Einfluß des mitzirkulierenden Waſſers und aller ſonſtigen Verluſte außer Betracht, ſo erhält man

$$\frac{Q_d}{Q_1} = \frac{r_2 + a_2 + c(t_d - t_a)}{r_1 x_1 - (q' - q_1 + A\sigma_1 [p_2 - p_1])}. \qquad 18.$$

Denkt man ſich nun auch hier die Temperaturdifferenz $t_2 - t_1$ bis zu Null abnehmend, ſo wird der Grenzwert $Q_d : Q_1 = (r_2 + a) : r_1$. Dem Grenzwert Null bei der Kompreſſionsmaſchine ſteht alſo hier ein Grenzwert > 1 gegenüber, woraus folgt, daß jedenfalls innerhalb gewiſſer Temperaturgrenzen das Leiſtungsverhältnis der erſteren größer iſt als für die Abſorptionsmaſchine.

Setzt man bei den in Tabelle IV für die Ammoniakkompreſſionsmaſchine gefundenen effektiven Leiſtungen eine Antriebsdampfmaſchine voraus, deren Wertverhältnis $\mu = 0{,}16$ iſt, und berechnet aus Gleichung 18. die theoretiſchen Maximalleiſtungen der Abſorptionsmaſchine, ſo erhält man folgende Zahlen:

Tabelle V.

	$t_2 = 20^0$				35
	$t_1 = +3^0$	-5	-13	-21	-5
Effektives Leiſtungsverhältnis der Kompreſſionsmaſchine $Q_1 : W$	1,362	1,001	0,678	0,533	0,637
Theoretiſches Maximum des Leiſtungsverhältniſſes der Abſorptionsmaſchine $Q_1 : Q_d$	0,534	0,527	0,522	0,516	0,493

In Fig. 25 ſind (unter der Annahme $t_2 = 20^0$) für verſchiedene Temperaturen t_1 (als Abſziſſen) diejenigen Verhältniſſe $W : Q_1$, bezw. $Q_d : Q_1$ der Wärmemengen (als Ordinaten) aufgetragen, welche für die Kompreſſionsmaſchinen in Kurve $a\,b$ aus Gleichung Ia (als Minimalwerte) ſowie in Kurve $c\,d$ aus den Verſuchen (als effektive Werte) und für die Abſorptionsmaſchinen in Kurve $e\,f$ aus Gleichung 18. als Minimalwerte ſich ergeben.

Die von Schröter, Denton u. a. ausgeführten Verſuche zeigen, daß von der vorſtehend berechneten Maximalleiſtung der Abſorptionsmaſchine (insbeſondere wegen des mitzirkulierenden Waſſers) nur ungefähr 50% wirklich erreicht werden, daß alſo das effektive Leiſtungsverhältnis

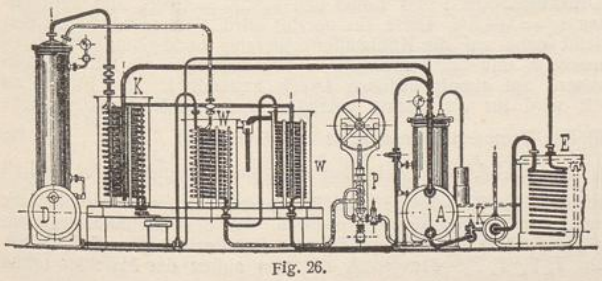


Fig. 26.

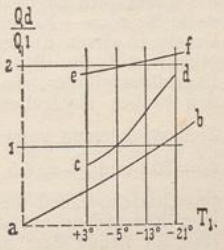


Fig. 25.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dieſer Maſchinen weit unter dem der Kompreſſionsmaſchine bleibt, und hieraus erklärt ſich zur Genüge die Tatſache, daß ſie (wenigſtens in Europa) kaum mehr gebaut und nur noch ſelten angetroffen werden.

Fig. 26 zeigt den gebräuchlichen Zuſammenhang der Apparate, aus denen die Ammoniakabſorptionsmaſchine zuſammengeſetzt iſt. Der Verdampfer iſt je nach dem Zwecke der Maſchine geſtaltet, z. B. in einen Eisgenerator E eingebaut. Die entwickelten Dämpfe durchſtrömen in der Regel einen Röhrenkühler K, in welchem das Gefrierwaſſer vorgekühlt wird, gelangen alſo im überhitzten Zuſtande in den Abſorber (Auffauger) A, bei deſſen Einrichtung beſonders zu beachten iſt, daß die ihm zugeführte erſchöpfte Löſung ſich möglichſt reich mit Ammoniakdampf ſättige, um die zirkulierenden Waſſermengen möglichſt einzuſchränken. Die in 1 kg Waſſer lösbaren Mengen von Ammoniak (in Kilogramm) ergeben ſich aus obenſtehender Zuſammenſtellung. Hiernach iſt die Temperatur und die Ausnutzung des verfügbaren Kühlwaſſers von weſentlichem Einfluſſe auf die erreichbare Konzentration. Die Vervollkommnungsbeſtrebungen richteten ſich vorzugsweiſe auf dieſen Punkt und ſuchten insbeſondere zu erreichen, daß die abſorbierende Flüſſigkeit während der Löſung dem Kühlwaſſer entgegenſtröme (ſ. A in Fig. 27), damit bei vollendeter Ammoniakaufnahme die Temperatur am niedrigſten ſei. Hierdurch wurde die Konzentration (welche bei den früheren Carréſchen Maſchinen 15—20 % erreichte) nunmehr auf 30—33 % gebracht. Die geſättigte Löſung wird von der Pumpe P (Fig. 26) durch das Temperaturwechſelgefäß W hindurch nach dem Deſtillator (Aufkocher) D gedrückt, aus welchem die erſchöpfte Löſung mit ca. 10 % Ammoniak durch W hindurch zum Abſorber zurückkehrt, nachdem ſie vorher einen durch Kühlwaſſer bedienten weiteren Kühlapparat w paſſiert hat. Beim Bau des Deſtillators iſt beſondere Rückſicht darauf zu nehmen, daß die Abſcheidung der erſchöpften Löſung (durch Gewichtszunahme) in dem unteren Teile des Aufkochers möglichſt ungehindert erfolge und daß die ausſcheidenden Ammoniakdämpfe durch Rektifikation möglichſt vollſtändig von Waſſer befreit werden. Fig. 28 zeigt neben der in Fig. 27 dargeſtellten Konſtruktion des Aufkochers eine von Koch & Habermann ausgeführte Anordnung.

Atm.	$t=20$	30	60	100	140° C.
$p=1$	0,52	0,41	0,24	0,07	—
3	1,05	0,90	0,43	0,21	—
6	1,57	1,41	0,66	0,32	0,15
9	—	2,40	0,87	0,38	0,21

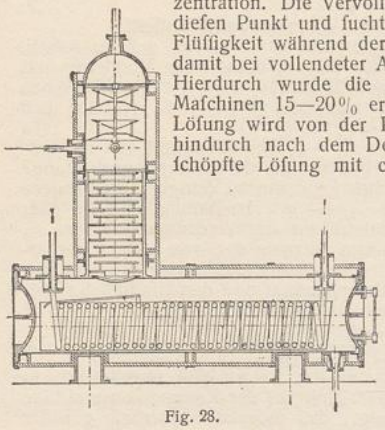


Fig. 28.

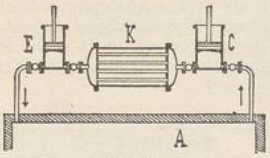


Fig. 29.

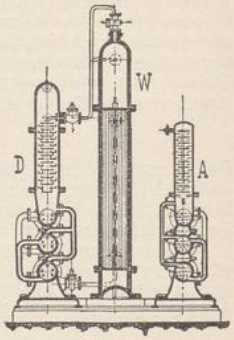


Fig. 27.

Neuerdings ſind Abſorptionsmaſchinen zur Ausführung gekommen, die durch Abdampf von ca. 100° C. betrieben werden. Ihr Anwendungsgebiet bleibt indeſſen um ſo mehr beſchränkt, je mehr die ökonomiſche Ausnutzung des Dampfes in Kondenſationsmaſchinen und (insbeſondere in den Brauereien) zu Heizzwecken ſich verallgemeinert.

Kaltluftmaſchinen.

Dieſe Maſchinen werden heute nur noch als „offene“ in beſchränkter Zahl in England und faſt ausſchließlich in der aus Fig. 29 erſichtlichen Verbindung gebaut, in der ſie dazu dienen, gegebene Gefrierräume auf einer beſtimmten Temperatur (T_1) zu erhalten. Die Luft wird aus dem Raum A durch einen Kompreſſor C angeſaugt und von dem (atmoſphäriſchen) Drucke p_1 auf den Druck p_2 gebracht, wobei ſie ſich auf eine Temperatur T_2' erwärmt, welche unter der Vorausſetzung adiabatiſcher Kompreſſion ſich ergibt aus: $T_2' : T_1 = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0,2907}$. Für das gewöhnlich angewendete Druckverhältnis 1 : 4,5 findet ſich $T_2' \cdot T_1 = 1{,}548$, alſo beiſpielsweiſe für $t_1 = -10°$ erhält man $t_2' = 134{,}2°$. Dieſe Temperatur wird alsdann bei konſtantem Drucke in einem Kühler möglichſt nahe auf die Kühlwaſſertemperatur herabgemindert, deren Mittelwert T_2 ſei. Mit dem Drucke p_2 und der Temperatur T_2 tritt weiterhin die Luft in einen Expanſionszylinder, wo ſie nahezu auf atmoſphäriſchen Druck expandiert. Die hierbei an den Kolben abgegebene Arbeit wird ihr als Wärme entzogen und (wiederum adiabatiſche Zuſtandsänderung vorausgeſetzt) ihre Temperatur vermindert auf $T_1{}^1 = T_2 : \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0,2907}$; z. B. für $t_2 = 20°$ und $\frac{p_2}{p_1} = 4{,}5$ wird $t_1{}^1 = -83{,}8°$. Mit T_1' in den Kühlraum eintretend, gibt die Luft pro Gewichtseinheit die Wärmemenge $c_p (T_1 - T_1')$ an den Raum ab, um alsdann neuerdings vom Kompreſſor mit der Temperatur T_1 angeſaugt zu werden. In dem Zuſtandsdiagramm (Fig. 30) ſtellen dar: die Fläche $a\,T_2'\,T_1\,b$ die Kompreſſionsarbeit, die Fläche $a\,T_2\,T_1'\,b$ die Expanſionsarbeit und die Fläche $T_2\,T_1'\,T_1\,T_2'$ demgemäß die von außen der Maſchine (ohne

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rückſicht auf Verluſte) zuzuführende Arbeit. Ebenſo wird in dem Wärmediagramme (Fig. 31) das Aequivalent dieſer Arbeit durch die Fläche $T_2\,T_2'\,T_1\,T_1'$ dargeſtellt. Da der Kältemaſchine in dem vorliegenden Falle die Aufgabe geſtellt iſt, die Raumtemperatur T_1 konſtant zu erhalten und die hierbei aufgenommene Wärme bei der Temperatur T_2 wieder abzugeben, ſo entſpricht

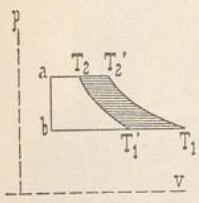


Fig. 30.

dem vollkommenen Arbeitsvorgange annäherungsweiſe die Fläche $c\,T_1\,d\,T_2$, und es iſt ohne weiteres erſichtlich, daß der Wirkungsgrad dieſer Kaltluftmaſchine kein günſtiger ſein kann, weil die geforderten Temperaturen nach unten und nach oben hin weit überſchritten werden. Für die oben gegebenen Zahlenwerte findet ſich die zur Entziehung der Wärme aufzuwendende Arbeit (Fläche $T_2\,T_2'\,T_1\,T_1'$) ungefähr viermal ſo groß als die theoretiſch notwendige Fläche ($c\,T_1\,d\,T_2$). Wollte man zur Verbeſſerung des Leiſtungsverhältniſſes eine Verminderung der Differenz $T_2 - T_1$ vornehmen, ſo würde dies zur Folge haben, daß die Luftmengen und damit die Zylinderdimenſionen wegen der geringen ſpezifiſchen Wärme der Luft (ungefähr 0,31 Kal. pro Kubikmeter) allzu groß ausfallen. Noch eine Reihe andrer ungünſtiger Umſtände vermindern indeſſen weiterhin den Wirkungsgrad der Kaltluftmaſchinen. Die Expanſion geht in Wirklichkeit nicht adiabatiſch vor ſich, ſondern infolge des Wärmeaustauſches mit den Zylinderwandungen und infolge der Feuchtigkeitsniederſchläge aus der Luft findet bei den tieferen Temperaturen eine Wärmezufuhr ſtatt, die an Stelle der oben berechneten Temperatur T_1[1] nur eine ſolche T' erreichen läßt (Fig. 31). Demgemäß wird nur das Wärmegewicht $f\,T_1$ (an Stelle von $c\,T_1$) in dem abzukühlenden Raume aufgenommen. Die theoretiſch hierzu erforderliche Arbeit iſt durch das Rechteck $f\,T_1\,d\,g$ dargeſtellt. Bei den ausgeführten Kaltluftmaſchinen iſt $f\,T_1 : c\,T_1$ ungefähr 0,6, und es ſinkt dadurch das Leiſtungsverhältnis in obigem Zahlenbeiſpiel auf etwa 0,15 des höchſten Leiſtungsverhältniſſes. Der Umſtand ſodann, daß der Kaltluftmaſchine von außen die Differenz zwiſchen der Kompreſſionsarbeit und der Expanſionsarbeit (Fig. 30) zuzuführen iſt, hat weiterhin weſentliche Arbeitsverluſte zur Folge. Die Dimenſionen des Kompreſſors müſſen mit Rückſicht auf den volumetriſchen Wirkungsgrad größer ſein, als ſie theoretiſch dem Luftquantum entſprechen, und aus demſelben Grunde ſind die Dimenſionen des Expanſionszylinders kleiner zu wählen. Während das Verhältnis der Zylindervolumina ſein ſollte $T_1 : T'$, beträgt es in Wirklichkeit etwa anderthalbmal ſo viel. So ſinkt in dem obigen Falle der Wirkungsgrad ſchon auf ungefähr 10 %. Berückſichtigt man endlich die äußeren Widerſtände, die in den beiden Zylindern und in ihren Triebwerken auftreten, ſo erklärt es ſich, warum der Geſamtwirkungsgrad dieſer Kaltluftmaſchinen nicht mehr als 3—5 % beträgt, wie dies die nachſtehenden Verſuchsergebniſſe beſtätigen.

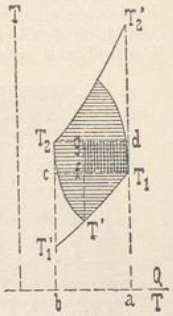


Fig. 31.

Tabelle VI.

Konſtruktionsſyſtem		Bell-Coleman	Lightfoot	Haslam
Durchmeſſer des Kompreſſionszylinders	mm	712	687	642
„ „ Expanſionszylinders	„	534	559	496
„ „ Dampfzylinders	„	534	—	508 794
Hub in allen Zylindern	„	610	457	914
Umdrehungen pro Minute		63,2	62	72
Luftdruck vor der Expanſion	kg/cm abſ.	4,29	4,57	4,50
Temperatur (C.) vor der Expanſion		18,6	16,7	—
„ „ nach „ „		— 47	— 63,3	— 65
Indizierte Arbeit (Pferdeſt.) Kompreſſionszylinder		125,7	43,5	349,9
Indizierte Arbeit (Pferdeſt.) Expanſionszylinder		59,1	28,3	178
Indizierte Arbeit (Pferdeſt.) Dampfzylinder		85,3	24,8	336
Effektiv an den Gefrierraum bei 7° C. pro Stunde und Pferd abgegebene Kältemenge	W.E.	166,1	386,5	237,3

Die **Konſtruktion** der wenigen heute noch ausgeführten Kaltluftmaſchinen iſt gekennzeichnet durch die beſonderen Anforderungen, die in ihrem wichtigſten Anwendungsgebiete, nämlich auf Schiffen, an ſie geſtellt werden. Meiſt ſind auf dem den Kühler enthaltenden Kaſten als dem Fundamente die Antriebsdampfmaſchine, der Kompreſſions- und der Expanſionszylinder in gedrängteſter Anordnung montiert. Für die Bedienung kleiner Kühl- und Gefrierkammern werden auch ſtehende Maſchinen mit Riemenantrieb gebaut, wie Fig. 32 eine ſolche (Lightfootſcher Konſtruktion) darſtellt. Die ſämtlichen Ventile (Drehſchieber) ſind geſteuert. Fig. 33 zeigt den Schnitt durch den Kompreſſionszylinder C und den Expanſionszylinder E, welche beide einfach wirkend angebracht ſind.

Kältemaſchinen für die niedrigſten Temperaturen.

Die Temperaturen, welche bisher in Technik und Induſtrie von den Kältemaſchinen herzuſtellen und zu erhalten waren, liegen mit wenigen Ausnahmen dem Gefrierpunkt des Waſſers ziemlich nahe. Nur in der chemiſchen Induſtrie ſind weitergehende Anforderungen aufgetreten, welche bis an und über die Grenzen desjenigen Gebietes reichen, das durch die bisher beſprochenen Kältemaſchinen beherrſcht werden kann. Als dieſe Grenztemperatur iſt etwa eine ſolche von — 50° C. zu betrachten, wobei der Sättigungsdruck von NH_3 ſchon weit unter dem atmoſphäriſchen liegt, während für CO_2 die Nähe des Erſtarrungspunktes (— 56° C.) dem Kreis-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lauf bei tieferen Temperaturen ein Ziel ſetzt. Sollen niedrigere Temperaturen erreicht werden, wie ſie insbeſondere zur Verflüſſigung ſchwer koerzibler Gaſe notwendig ſind, ſo muß entweder in Kaltdampfmaſchinen Gebrauch gemacht werden von ſehr flüchtigen Kälteträgern, wie Aethylen, Sumpfgas u. a., wobei in der Regel mehrſtufige Kreisläufe einzurichten ſind, oder von dem neuerdings ausgebildeten Verfahren des Verfaſſers, wobei ohne vorhergehende Hilfsprozeſſe zur Verflüſſigung eines Gaſes ausſchließlich die Abkühlung benutzt wird,

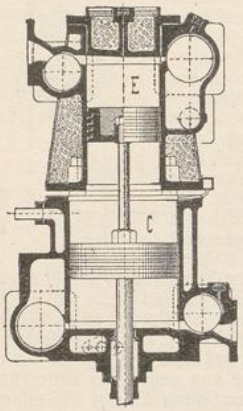


Fig. 33.

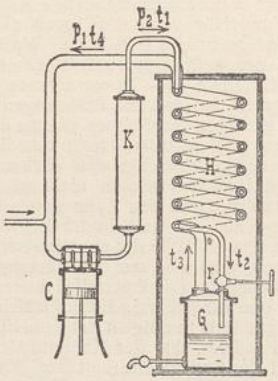


Fig. 34.

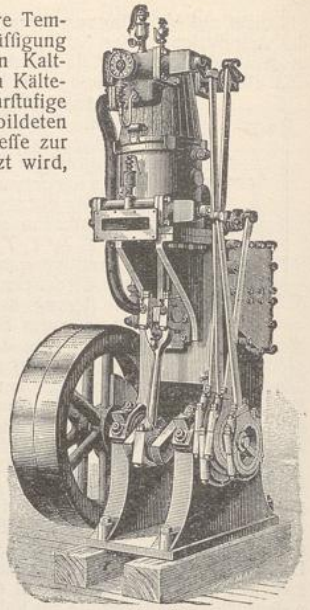


Fig. 32.

welche beim Ausſtrömen desſelben (dauernd infolge innerer Arbeitsleiſtung) ſtattfindet und welche z. B. für atmoſphäriſche Luft nach Thomſen und Joule 0,25° C. pro Atmoſphäre (bei 16° C.) beträgt. Da demnach bei einmaligem Ausſtrömen nur eine relativ geringe und ſelbſt bei Anwendung ſehr großer Druckdifferenzen nicht ausreichende Temperaturerniedrigung gewonnen werden kann, ſo werden die Wirkungen beliebig vieler Ausſtrömungen in der Weiſe vereinigt, daß jede vorhergehende zur Verkühlung des Gaſes vor der nachfolgenden dient.

Das durch einen Kompreſſor C (Fig. 34) von Druck p_1 auf den Druck p_2 und mittels eines „Kühlers“ K (z. B. durch Brunnenwaſſer) auf die Temperatur t_1 gebrachte Gas durchläuft das innere Rohr eines Gegenſtromapparates H und ſtrömt alsdann durch die Mündung eines Droſſelventils r aus, wobei es ſich um einen gewiſſen Betrag $(t_2 - t_3)$ abkühlt. Mit der Temperatur t_3 wird es nun in dem ringförmigen, durch die beiden Rohre des Gegenſtromapparates gebildeten Zwiſchenraume dem komprimierten Gaſe entgegengeführt und überträgt auf dasſelbe die erlangte Temperaturerniedrigung, ſo daß fortdauernd die beiden Temperaturen t_2 und t_3 ſinken, bis Beharrungszuſtand eintritt — ſei es durch eine kompenſierende Wärmezufuhr von außen, ſei es durch innen frei werdende Wärme (bei der Verflüſſigung). Das Gas kehrt, nachdem es den Rücklauf durch den Gegenſtromapparat vollendet hat, mit dem Drucke p_1 und einer Temperatur t_4 zum Kompreſſor zurück, welche der Temperatur t_1 um ſo näher liegt, je vollkommener der Gegenſtromapparat den Wärmeaustauſch vollzieht. Da die Verflüſſigung der atmoſphäriſchen Luft unter atmoſphäriſchem Drucke bei — 191° C. erfolgt (beim kritiſchen Drucke von 39 Atmoſphären iſt die [kritiſche] Temperatur — 140°), ſo bietet es keinerlei Schwierigkeit, techniſche Anwendung von dieſem Verfahren für die Kälteerzeugung bis herab zu nahezu — 200° C. zu machen.

Die verfügbare Kälteleiſtung pro Gewichtseinheit des zirkulierenden Gaſes iſt: $Q_1 = c_p\,(t_1 - t')$, worin für Luft annähernd $t_1 - t' = 0{,}276\,(p_2 - p_1)\left(\frac{273}{T_1}\right)^2$. Hiervon ſind abzuziehen: 1. der Verluſt infolge unvollkommenen Wärmeaustauſches im Gegenſtromapparat $V_1 = c_p\,(t_1 - t_4)$ und 2. die von außen durch Leitung und Strahlung aufgenommene Wärme $V_2 = c_p\,(t_4 - t_5)$, um zu erhalten die nutzbare Kälteleiſtung $Q_e = c_p\,(t_5 - t')$. Die bisherigen Ausführungen ſolcher Apparate ergaben: $t_1 - t_4 = 2°$ bis 3° C. und $t_4 - t_5 = 5°$ bis 6° C.

Für atmoſphäriſche Luft ergibt ſich zur bloßen Deckung der Verluſte hiernach eine Druckdifferenz von ungefähr 30 Atmoſphären. Zur Erzielung eines günſtigen Verhältniſſes $Q_e : Q_1$ muß alſo $p_2 - p_1$ viel größer gewählt werden. Für den Arbeitsverbrauch des Kompreſſors hat man $AL = c_p\,(\tau_2 - \tau_1)$, wenn τ_1 und τ_2 die Grenztemperaturen für die adiabatiſche Kompreſſion bedeuten. Hierbei iſt bekanntlich

$$\frac{\tau_2 + 273}{\tau_1 + 273} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0{,}2097}.$$

Die Arbeit iſt alſo nur vom Druckverhältnis abhängig, und es iſt durch geeignete Wahl der Drücke möglich, die Arbeit auch bei großer Druckdifferenz klein zu halten und demgemäß auch das Leiſtungsverhältnis $\frac{Q_1}{AL} = \frac{t_1 - t'}{\tau_2 - \tau_1}$ oder $\frac{Q_e}{AL} = \frac{t_5 - t'}{\tau_2 - \tau_1}$ ſo zu geſtalten, daß ein relativ günſtiger Wirkungsgrad ſich ergibt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

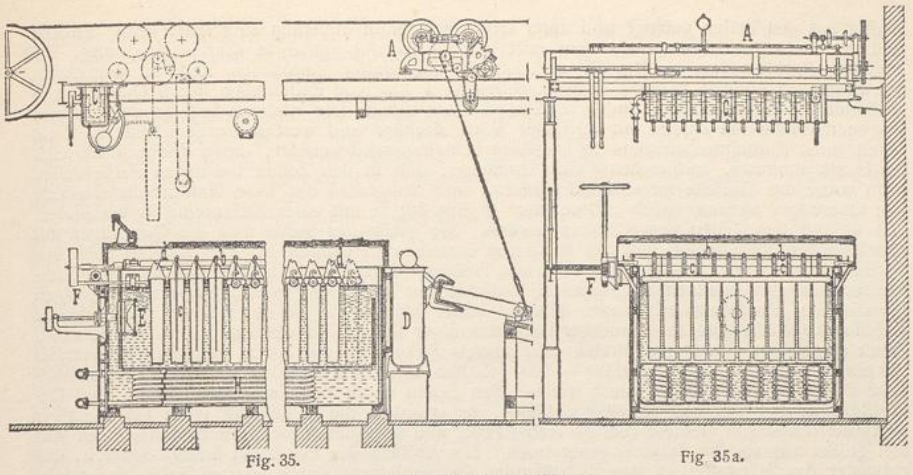


Fig. 35. Fig. 35a.

Herſtellung von Eis.

Zur Eisfabrikation wird in Europa faſt durchweg das Gefrierwaſſer in Blechzellen eingefüllt und werden die letzteren in eine Salzlöſung eingetaucht, welche in dem rechteckigen „Eisgenerator"-Kaſten durch Abgabe von Wärme an die miteingetauchten Verdampferröhren auf einer Temperatur von ungefähr -6^0 C. (bei Abſorptionsmaſchinen ca. -10^0 C.) gehalten wird. Dem Waſſer iſt bei dem Gefrierprozeß zu entziehen: 1. die ſpezifiſche Wärme zwiſchen der Einfülltemperatur t und 0^0 C.; 2. die latente (Gefrier-)Wärme (80 Kal. pro 1 kg) und 3. die ſpezifiſche Wärme (0,5 W.E. pro 1 kg) des von 0^0 C. auf $t_1{}^0$ abzukühlenden Eiſes, alſo insgeſamt für 1 kg Eis $(t + 80 - 0{,}5\ t_1)$ W.E. Für alle größeren Eisgeneratoren iſt die Konſtruktion Fig. 35 und 35a (von der Geſellſchaft für Lindes Eismaſchinen) typiſch geworden. Die Zellen ſind reihenweiſe in Rahmen gefaßt, die ſich mittels Rollen auf Schienen in der Längenrichtung des Generators verſchieben laſſen. Am vorderen Ende hebt ein Laufkran A je eine Zellenreihe mit ausgefrorenem Inhalt aus der Salzlöſung, taucht ſie in ein mit lauwarmem Waſſer gefülltes Gefäß D, um das Eis von den Zellenwandungen abzulöſen, und hebt ſie alsdann auf eine Kippvorrichtung, auf welcher die Entleerung der Zellen erfolgt. Die entleerte Zellenreihe wird durch den Laufkran an das hintere Ende des Generators transportiert, durch eine mechaniſche Füllvorrichtung C werden alle Zellen gleichzeitig auf richtige Höhe gefüllt und, nachdem die ſämtlichen Zellenreihen durch einen Vorſchubmechanismus F um eine Teilung vorgeſchoben wurden, in die Salzlöſung eingetaucht. Die Verdampferröhren H befinden ſich in der Regel (getrennt durch einen Zwiſchenboden) unter den Zellen, und die Salzlöſung wird durch Schraubenräder E unterhalb längs der Rohre und oberhalb zwiſchen den Zellen hindurch in ſo lebhafter Bewegung erhalten, daß die Temperaturunterſchiede an den verſchiedenen Stellen des Generators nicht mehr betragen als $0{,}5^0$ C. Die auf ſolche Weiſe hergeſtellten Eisblöcke haben meiſt eine Länge von 1 m, ein Gewicht von 25 kg oder 13 kg und bedürfen zum Ausfrieren (bei -6^0 C.) etwa 24 (bezw. 12) Stunden. Neben dem oben angegebenen Kältebedarf kommen für ſolche Eisgeneratoren noch in Rechnung: 1. der Verluſt σ beim Auftauen (6—8 %); 2. die Wärme, welche den Zellen und Zellenwagen zu entziehen iſt; 3. die durch Leitung und Strahlung von außen eindringende Wärme und 4. die Kondenſationswärme der aus der atmoſphäriſchen Luft an den kalten Flächen ſich niederſchlagenden Feuchtigkeit. Bezeichnet man die drei letzten Poſten mit V, ſo hat man den Kältebedarf pro Kilogramm Eis: $w = (1 + \sigma)\ (t + 80 - 0{,}5\ t_1) + V$. Derſelbe beträgt niemals weniger als 120 W.E. und kann weit über dieſe Zahl hinausgehen, Das auf vorſtehende Weiſe hergeſtellte Eis zeigt ſich als eine undurchſichtige weiße Maſſe, weil einerſeits die abſorbierte atmoſphäriſche Luft beim Gefrieren in kleinen Bläschen ausſcheidet und einfriert und weil anderſeits die (Kalk-)Salze das Ausſehen trüben. Bei ſtarkem Salzgehalt kann das Eis ſeine Härte verlieren und mürbe werden, worunter dann ſeine Haltbarkeit leidet. Es wird neuerdings immer mehr Wert darauf gelegt, das Eis kriſtallhell und keimfrei herzuſtellen. Die beiden Eigenſchaften können gleichzeitig nur erreicht werden durch Anwendung von deſtilliertem und entluftetem Waſſer. Zur Gewinnung des Deſtillates wird häufig der im (Oberflächen-)Kondenſator der Dampfmaſchine aufgefangene Arbeitsdampf benutzt, wobei die Abſcheidung der aus der Schmierung der Dampfmaſchine hervorgehenden Verunreinigung zum Teil ſchon in Dampffiltern vor der Kondenſation, zum Teil in Sammelgefäßen nach der Kondenſation erfolgt. Zur völligen Vermeidung dieſer Verunreinigungen ſind beſondere Deſtillationskeſſel, ſei es in die Admiſſionsdampfleitung, ſei es in die Abdampfleitung, eingeſchaltet worden, welche die Wärme des ſich verdichtenden Dampfes unter Verluſt eines gewiſſen Druck- und Temperaturgefälles an neugebildeten Dampf abgeben. Soll durchſichtiges Eis hergeſtellt werden, ohne daß auf eine weitergehende Keimfreiheit Anſpruch gemacht wird, als ſie das zur Verfügung ſtehende Trinkwaſſer beſitzt, ſo wird dies erreicht, wenn man das Waſſer während des Gefrierprozeſſes in ſolcher Bewegung hält, daß die ſich ausſcheidenden Luftbläschen von der Gefrierfläche weggeſchwemmt werden. Die Bewegung wird entweder durch ſchwingende Körper innerhalb der Zellen hervorgerufen oder dadurch, daß abwechſelnd

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Waſſer aus den Zellen geſaugt und unter Druck wieder in dieſelben eingeführt wird. Einfach und weitverbreitet iſt die nach dem erſteren Prinzip durchgeführte Klareiseinrichtung, bei welcher Blechlamellen *c* (Fig. 35 u. 35a) in das Waſſer eintauchen und in wagerechte Schwingungen verſetzt werden. Die Lamellen ſind für jede Zellenreihe durch Querträger *b* verbunden, welche an ihren Enden auf Längsträgern ruhen. Die letzteren ſind an der vorderen Eisgeneratorſeite um Zapfen mit vertikaler Achſe drehbar und werden an dem hinteren Ende durch einen Kurbelmechanismus in langſame Schwingungen verſetzt, deren Weite ſomit nach vorne hin abnimmt, entſprechend dem Umſtande, daß in den Zellen bei ihrem Fortſchreiten nach vorne die Eisdicke fortwährend zunimmt und demgemäß der freie Waſſerraum abnimmt. Die Querträger werden durch „Mitnehmer“ *d* (Fig. 35) je mit einer Zellenreihe ſo verbunden, daß ſie mit den Zellen vorgeſchoben werden. An geeigneter Stelle ſind die Querträger mit den Lamellen auszuheben, um das Einfrieren derſelben zu vermeiden. Der alsdann noch ſich bildende Eiskern (ca. 10—12%) beſteht aus Trübeis. Eine andre in England und den überſeeiſchen Ländern vielfach angewendete Methode zur Herſtellung vollkommen durchſichtigen Eiſes iſt die „Platteneisfabrikation“. Hierbei bildet ſich das Eis an der mehrere Quadratmeter umfaſſenden Außenſeite ebenwandiger taſchenförmiger Kaſten, in welchen Salzwaſſer entweder durch eingebaute Verdampferſpiralen oder mittels Zirkulation aus einem zentralen Verdampfer auf einer Temperatur von ungefähr — 10° gehalten wird. Da dieſe Platten ſtets eine anſehnliche Dicke erhalten (welche nicht wie bei den Zellen durch Zuſammenwachſen von zwei Gefrierflächen, ſondern nur einſeitig entſteht), ſo erfordert die Eisbildung ſelbſt bei niedriger Salzwaſſertemperatur mehrere (bis zu ſechs) Tage, und demgemäß fallen die Eisgeneratoren ſehr viel größer aus als die Zelleneisgeneratoren. Das Ablöſen der Eisplatten erfolgt dadurch, daß entweder das Salzwaſſer in dem betreffenden Gefrierelement durch warmes Salzwaſſer erſetzt wird, oder dadurch, daß die betreffende Rohrſpirale an die Druckleitung der Maſchine angeſchloſſen wird. Die Eisbildung erſcheint in mehrfachen Gebieten als Zweck von Kälteanlagen, ohne daß es ſich um Gewinnung von transportabelm Eiſe handelt. Dahin gehören die Eisbahnen, bei denen in einem am Boden liegenden Behälter eng aneinander die Verdampferrohre oder von kalter Sole durchſtrömten Kanäle oder Rohre liegen, um die darüber befindliche 5—6 cm hohe Waſſerſchicht gefroren zu erhalten. Die hierzu erforderliche Kältemenge beträgt etwa 150 W.E. pro Quadratmeter und Stunde. Einen andern wichtigen Fall ſtellen die Gefrieranlagen für Schachtabteufung in ſchwimmendem Gebirge dar nach der zuerſt von Poetſch 1886 angegebenen Methode, wonach in den am Schachtumfange vertikal eingetriebenen Doppelrohren Salzſole mit — 15° bis — 20° C. zirkuliert und die umgebende waſſerhaltige Schicht zum Gefrieren bringt. Vgl. a. Gefriergründung, Bd. 4, S. 340.

Kühlung von Räumen.

Die ausgedehnteſte Anwendung finden die Kältemaſchinen zur Luftkühlung in geſchloſſenen Räumen, wobei ihnen meiſt gleichzeitig mehr oder weniger die Aufgabe der Luftentfeuchtung und Luftreinigung zufällt. Die Temperatur der Räume wird entweder über (bezw. auf) dem Gefrierpunkte (Kühlräume) oder unter demſelben (Gefrierräume) gehalten. So werden die Gärkeller der untergärigen Bierbrauereien auf 4° C., die Lagerkeller auf nahe 0°, die zur Aufbewahrung des friſchgeſchlachteten Fleiſches dienenden, den Schlachthöfen heute unentbehrlichen Kühlhäuſer auf 2—4°, die Provianträume der Ozeandampfer auf 0—8° C. gehalten. Die verſchiedenen Lagerräume der Kaltlagerhäuſer, welche in großartigem Umfange in Nordamerika und England angelegt, neuerdings auch auf dem Kontinente errichtet ſind und zur Aufſtapelung und Konſervierung von organiſchen Subſtanzen aller Art (insbeſondere Lebensmitteln) dienen, werden je nach den Erforderniſſen des betreffenden Kühlgutes — Fleiſch, Wild, Geflügel, Fiſche, Kaviar, Milch, Eier, Butter, Käſe, Gemüſe, Obſt, Hopfen, Häute, Pelzwaren, Pflanzenkeime (zur Verzögerung der Vegetation) — auf Temperaturen von — 20° bis zu + 5° C. gehalten. In den viehzüchtenden Ländern Südamerikas, Auſtraliens und Neuſeelands werden in großen Schlächtereien an den Hafenplätzen gewaltige Mengen Fleiſches bei Lufttemperaturen von — 10° bis — 20° gefroren und durch eine Flotte von Fleiſchtransportſchiffen, die mit Gefrierräumen ausgerüſtet ſind, weiter — insbeſondere nach England — befördert.

Die Abgabe der Kälte an die Luft erfolgt durch deren Berührung entweder mit den Außenflächen von Röhren (Röhrenkühler) oder mit Salzwaſſer (Salzwaſſerkühler).

Die Röhrenkühler beſtehen entweder unmittelbar aus den Verdampferröhren (Syſtem der direkten Verdampfung) oder es zirkuliert in denſelben eine durch die Kältemaſchine abgekühlte Salzlöſung.

Die Luftkühlung erfordert ſtets ſehr große Kühlflächen, da die Wärmemenge, welche durch die mehr oder weniger mit Eis beſchlagenen Rohrwandungen aufgenommen wird, für 1 qm, 1 Stunde und 1° C. Temperaturdifferenz nur 10—12 W.E. für Kühlung durch Bördelrohre und 13—16 W.E. bei direkter Verdampfung beträgt, wobei die größeren Werte für ſtarke Luftbewegung (mechaniſche Ventilation) gelten. Obgleich nun bei direkter Verdampfung die Wärmemenge pro Flächeneinheit infolge der Ausnutzung des ganzen Temperaturgefälles zwiſchen Luft und Kälteträger ſich etwa doppelt ſo hoch ſtellt als bei Kühlung durch Salzwaſſerröhren, ſo ſteht dieſem Vorzuge doch meiſt der Nachteil ſehr hoher Anſchaffungskoſten gegenüber, der zu tunlichſter Verkleinerung der Verdampferflächen zwingt. Man trifft deshalb bei direkter Verdampfung trotz des nur einmaligen Wärmeüberganges in der Regel keine geringeren Temperaturunterſchiede zwiſchen der Luft und der verdampfenden Flüſſigkeit, als bei dem zweiſtufigen Wärmeübergang mittels Salzwaſſer. In Amerika findet ſich faſt durchweg direkte Verdampfung angewendet, während in Europa, insbeſondere bei weitverzweigten, verſchieden hoch gelegenen und ungleich langen Rohrſyſtemen der Betrieb unter Einſchaltung der Salzlöſung als gleichmäßiger, bequemer und überſichtlicher gilt und nur bei kleineren Anlagen und bei Rohrſyſtemen von gleicher Länge und Lage die direkte Verdampfung vorgezogen wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ein weiterhin unterſcheidender Geſichtspunkt ergibt ſich daraus, daß die Verteilung der Kälte auf die ganze, den abzukühlenden Raum erfüllende Luftmenge entweder dem natürlichen Luftumlaufe überlaſſen bleibt, welcher entſteht, wenn die Luft in den oberen Teilen des Raumes an den daſelbſt eingebauten Röhren unter die Mitteltemperatur des Raumes herabgekühlt wird, dementſprechend herabſinkt und durch die wärmere aufſteigende Luft erſetzt wird, oder wenn durch Ventilatoren die Luft in einen Bewegungszuſtand geſetzt wird, deſſen Geſchwindigkeit und Richtung (durch Anordnung von Ein- und Austrittskanälen) berechnet und geregelt wird.

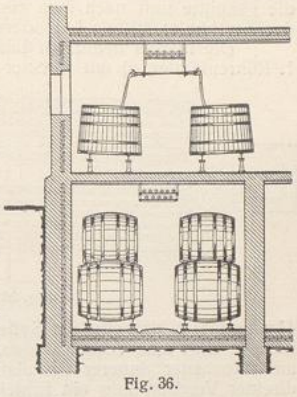


Fig. 36.

Kommt es für den gegebenen Raum lediglich darauf an, die Temperatur auf einer gewiſſen Höhe zu halten, ſo wird im allgemeinen die natürliche Ventilation ausreichen. Man findet ſie in den Lagerkellern der Bierbrauereien faſt ausnahmslos, in den Gärkellern meiſt angewendet, und zwar in der aus Fig. 36 erſichtlichen Weiſe, wonach die Röhren in Bündeln an der Decke aufgehängt und zuweilen mit Tropfſchalen zum Auffangen der von Zeit zu Zeit abzutauenden Niederſchläge verſehen ſind. In Europa beſtehen dieſe Röhrenſyſteme meiſt aus zweizölligen Bördel- oder für Gärkeller aus 80 mm weiten gußeiſernen Rippenrohren, durch welche eine Salzlöſung von und zu dem (häufig gleichzeitig als Eisgenerator dienenden) Refrigerator ſtrömt, wobei ihre Temperatur gewöhnlich von etwa -6° C. auf etwa -3° C. ſteigt. Auf 1 qm der äußeren Rohrfläche rechnet man bei Bördelrohren der Lagerkeller eine Wärmeübertragung von 60—70 W.E., bei Rippenröhren für Gärkeller von etwa 50 W.E. pro Stunde.

Wird jedoch auch Gewicht darauf gelegt, daß die zirkulierende Luft aus dem Kühlraume größere Mengen von Feuchtigkeit und von verunreinigenden Beſtandteilen zu entfernen ver-

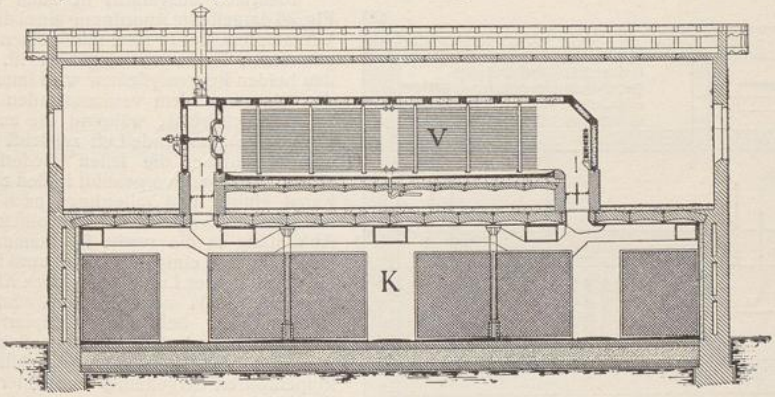


Fig. 37.

möge, wie dies insbeſondere bei den Fleiſchkühlhäuſern der Fall iſt, ſo muß zur künſtlichen Ventilation geſchritten werden. Die Luftkühlapparate werden alsdann in beſondere Kammern oder Kanäle eingebaut. Der Ventilator ſaugt aus dem Kühlraum die Luft an (und zwar ſtündlich den 8—12fachen Kubikinhalt dieſes Raumes), ebenſo zur Erneuerung aus der Atmoſphäre (ſtündlich ungefähr ein Fünftel des Rauminhaltes) und treibt ſie durch die Kammer und durch die verteilenden Kanäle hindurch in den Kühlraum zurück. Da es ſich hierbei um ſehr große Luftmengen handelt, ſo iſt ſorgfältig darauf zu achten, daß die Luft mit möglichſt

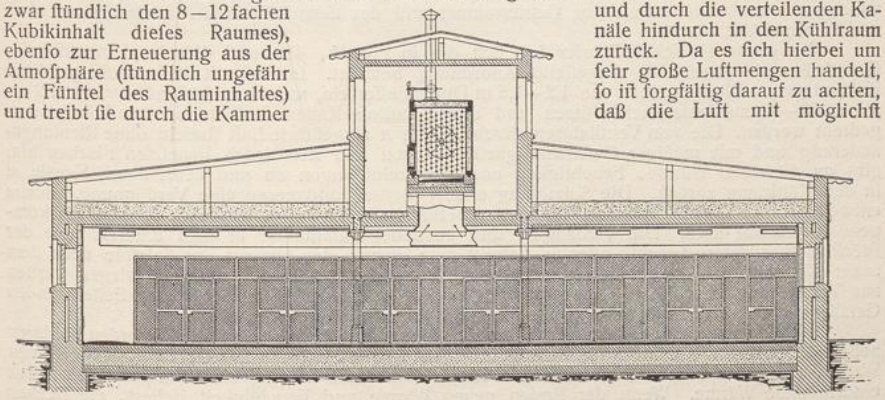


Fig. 37a.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geringem Widerſtande, alſo mit möglichſt geringen Richtungsänderungen und Geſchwindigkeiten bewegt werde, und dies um ſo mehr, als die ganze Ventilatorarbeit in Wärme umgeſetzt und der Luft zugeführt wird. Bei geringem Kältebedarf der Hallen in der kühlen Jahreszeit wird die gekühlte Luft nach dem zur Entfeuchtung und Reinigung erforderlichen Durchgang durch den Luftkühler mittels beſonderer Heizapparate wieder erwärmt.

Die hierbei benutzten Luftkühlapparate zeigen eine große Mannigfaltigkeit. Man findet: 1. Röhrenkühler, a) mit direkter Verdampfung, b) mit Salzwaſſerzirkulation; 2. Salzwaſſerkühler, a) mit Regenapparat, b) mit feſtſtehenden Rieſelflächen und c) mit rotierenden benetzten Flächen; endlich 3. als Kombination aus 1. und 2. Röhrenkühler mit direkter Verdampfung, welche mit Salzwaſſer berieſelt und ebenſo geſtaltet werden wie die Berieſelungskondenſatoren (Fig. 20). Am häufigſten ausgeführt ſind die ad 1 a) genannten und in Fig. 37—40 dargeſtellten und die ad 2 c) genannten und in Fig. 41, 41 a und 41 b dargeſtellten Syſteme. Zur periodiſchen Beſeitigung des Eisbelages an Röhrenkühlern trifft man Vorkehrungen, die entweder ein Umſpülen der Rohre mit erwärmter Luft bei unterbrochener innerer Zirkulation oder eine Erwärmung der zirkulierenden Sole oder bei direkter Verdampfung ein Einleiten des verflüſſigten Kältemittels, bezw. feiner komprimierten Dämpfe in die Rohre ermöglichen.

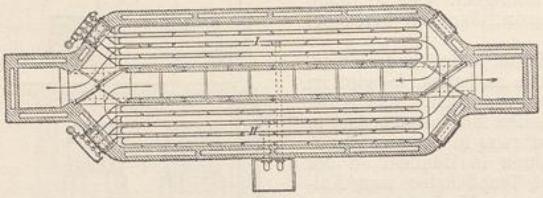


Fig. 38.

Fig. 37 und 37 a zeigen eine kleinere Fleiſchkühlanlage mit einem über dem einſtöckigen Kühlraum *K* angeordneten direkten Verdampfer *V*, wobei die Luft mittels Ventilators durch hölzerne, an der Kühlhausdecke liegende Kanäle angeſaugt und nach ihrer Kühlung durch ebenſolche Kanäle dem Kühlraume in gleichmäßiger Verteilung wieder zugeführt wird.

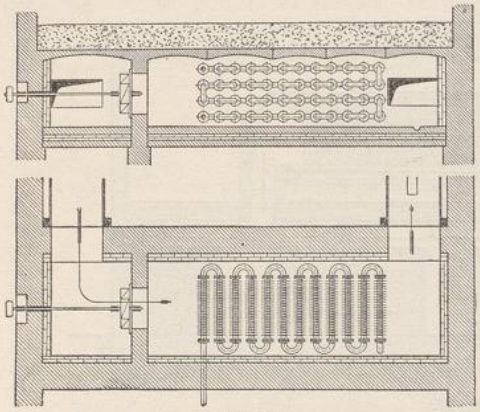


Fig. 39.

Mehrfach ausgeführt iſt auch die in Fig. 38 dargeſtellte Anordnung eines direkten Verdampfers, der in zwei durch einen Kanal getrennten Kammern eingebaut iſt. Von den beiden Röhrenſyſtemen wird immer nur das eine von dem verdampfenden Kälteträger durchſtrömt, während die aus dem Kühlraume kommende Luft zunächſt in der andern Kammer die feſten Niederſchläge abtaut, hierdurch vorgekühlt in den zweiten Kanal eintritt und (allerdings nach zweimaligem Richtungswechſel) zur vollſtändigen Abkühlung in die zweite Rohrkammer gelangt. Je nach einigen Stunden muß ſowohl die Richtung des Luftſtromes durch Klappen gewechſelt, als auch die Ein- und Ausſchaltung der beiden Verdampferſyſteme vorgenommen werden. Ein aus gußeiſernen, von der gekühlten Sole durchſtrömten Rippenrohren hergeſtellter Luftkühler iſt in Fig. 39 abgebildet.

Zur Kühlung der Provianträume auf Schiffen dient vielfach die aus Fig. 40 erſichtliche Anordnung. Dem ſtehenden, direkt mit ſeiner Dampfmaſchine gekuppelten Kompreſſor dient der Kondenſatormantel als Geſtell. Der Verdampfer *V* iſt in eine Kammer eingebaut, in welcher die umlaufende Luft des Gefrierraumes und des daranſtoßenden Kühlraumes auf etwa — 10 ° abgekühlt wird.

Für große Fleiſchkühlhäuſer hat ſich die in Fig. 41, 41 a und 41 b im Längenſchnitt, Grundriß und Querſchnitt dargeſtellte Anordnung bewährt. In die mit kalter Sole gefüllten Kaſten tauchen Blechſcheiben von 1,2—1,5 m Durchmeſſer ein, welche in Abſtänden von ca. 2 cm je zu 50—80 auf einer Achſe ſitzen und durch endloſe Ketten 5—8 mal in der Minute umgedreht werden. Die von Ventilatoren durch Kanäle *n* eingeführte Luft ſtreicht ohne Richtungsänderung und mit mäßiger Geſchwindigkeit zwiſchen den ſtets friſch benetzten Flächen hin, gibt an dieſelben Wärme, Feuchtigkeit und Verunreinigungen ab und kehrt durch Kanäle *m* in den Kühlraum zurück. Die Salzlöſung erfährt hierbei fortdauernd eine Verdünnung, welche entweder durch Zuſatz von Salz an Stelle überlaufender Löſung oder durch Abdampfen kompenſiert werden muß. Die Verdampfer ſind entweder unmittelbar in dem unteren Teile der Blechbehälter untergebracht, oder es beſorgt eine Pumpe den Umlauf der Salzſole nach dem außerhalb liegenden Verdampfer. Bei kleineren, nur des Tages betriebenen Kühlanlagen werden zur Vermeidung erheblicher Temperaturſchwankungen an der Decke oder den Seitenwänden Gefäße eingebaut, die mit Sole gefüllt ſind und als Kältemagazine dienen.

Bei Berechnung des Kältebedarfs für Kühlräume ſind insbeſondere die folgenden Faktoren neben derjenigen Wärmemenge in Betracht zu ziehen, welche den zur Konſervierung beſtimmten Waren, z. B. dem Fleiſche, zu entziehen iſt: 1. Die durch Leitung und Strahlung von außen eindringende Wärme. Wenn der Boden gegen Wärme und Feuchtigkeit iſoliert, die Decken

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gewölbt und durch Auffchüttungen geſchützt, endlich die Mauern mit Iſolierſchichten hergeſtellt ſind, ſo müſſen je nach den klimatiſchen Verhältniſſen 10—20 W.E. pro Quadratmeter der geſamten Fläche (Boden, Decken und Wände) gerechnet werden. 2. Die Lufterneuerung erfordert bei einer mittleren äußeren Tagestemperatur t_l und einer Kühlraumtemperatur t_k rund 0,31 $(t_l - t_k)$ W.E. pro Kubikmeter, wobei aber t_l durch die austretende Luft in einem Wärmeaustauſchapparate erniedrigt werden kann. Sodann iſt der Feuchtigkeitsüberſchuß der eintretenden Luft

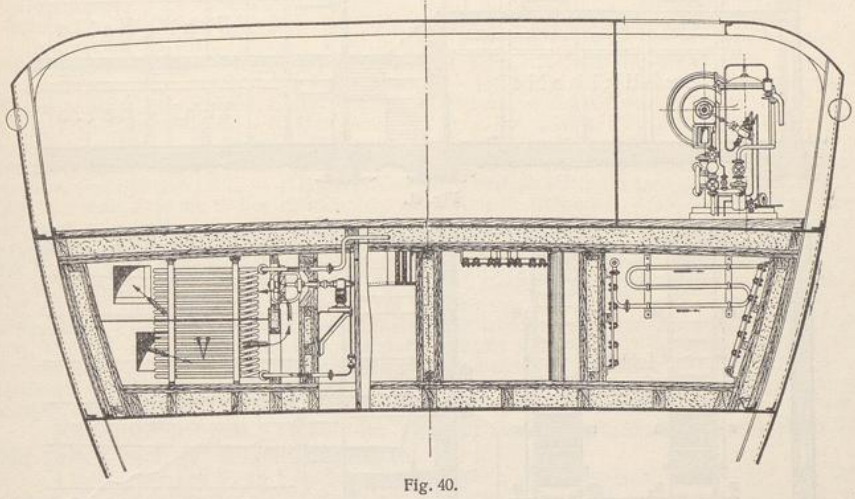


Fig. 40.

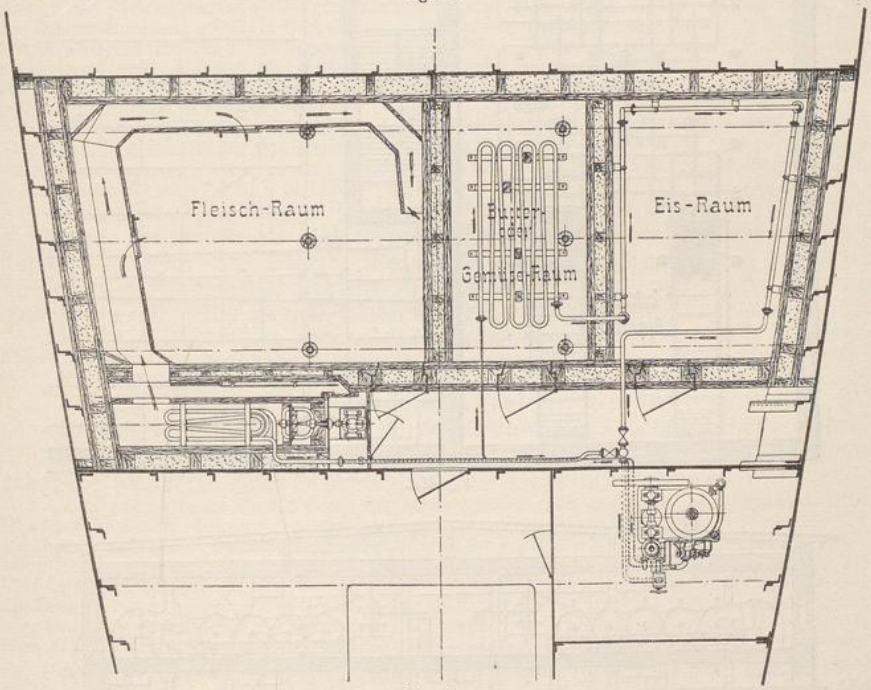


Fig. 40a.

über diejenige Menge, welche dem zuläſſigen Feuchtigkeitsgehalte (ca. 80 %) bei der Temperatur t_k entſpricht, und damit für jedes Gramm Waſſer eine Wärmemenge von ca. 0,61 W.E. zu beſeitigen. 3. Durch den Verkehr von Menſchen (Oeffnen der Türen, Aufenthalt in den Räumen) ſowie durch künſtliche Beleuchtung kann der Kältebedarf unter Umſtänden erheblich geſteigert werden. — Für die Kältemaſchinen haben ſich neben den oben dargeſtellten Anwendungem zahlreiche und gegenwärtig noch in lebhafter Entwicklung begriffene Gebiete erſchloſſen. So

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

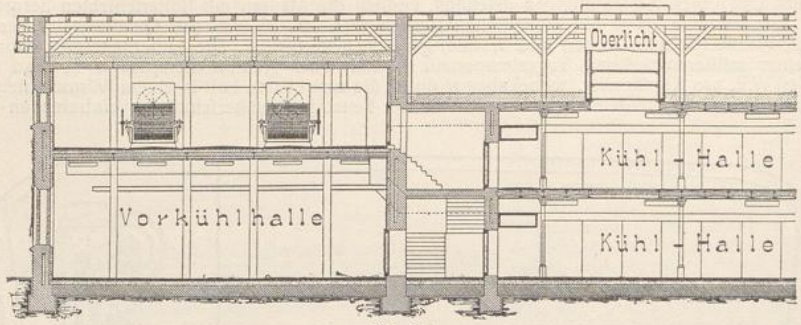


Fig. 41.

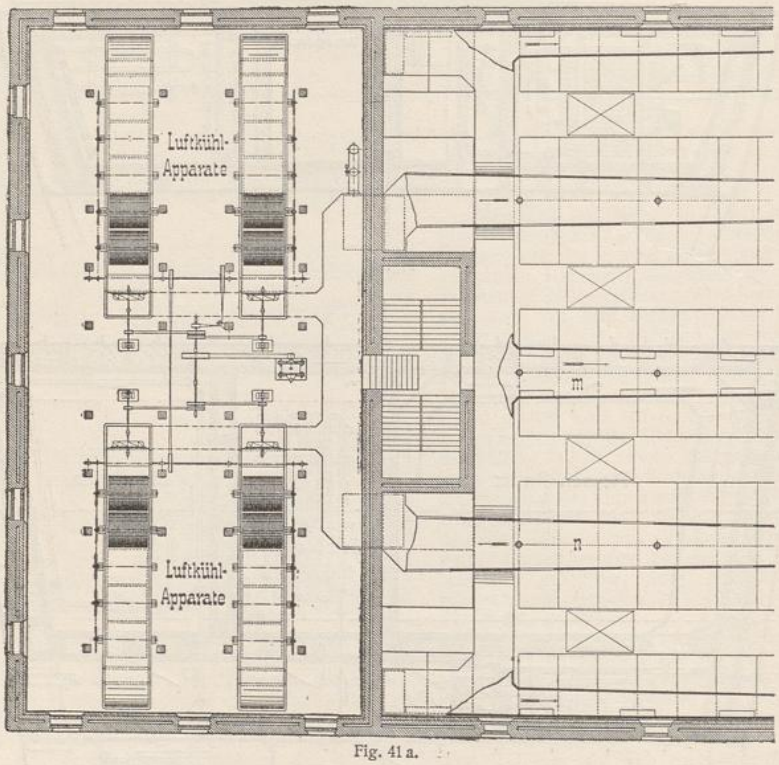


Fig. 41 a.

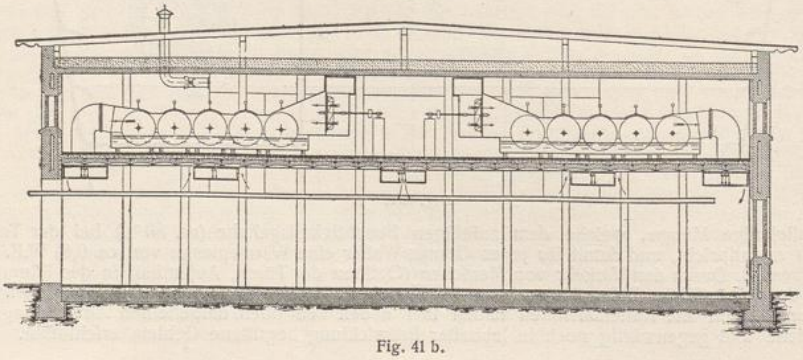


Fig. 41 b.

dienen ſie in chemiſchen Fabriken zur Gasverflüſſigung (z. B. Chlor), zur Durchführung von Kriſtalliſationsprozeſſen (z. B. Paraffin), in Gummifabriken zur Erſtarrung der Gummimaſſe, in Molkereien und Margarinefabriken zur Kühlung der Milch, der Buttermaſſe und der Vorratsräume, in Zuckerfabriken (Melaſſeentzuckerung), Schokoladefabriken u. ſ. w. Noch im Anfangsſtadium ſteht ihre Verwendung zur Kühlung von Wohn-, Verſammlungs-, Arbeits- und Vergnügungsräumen (Parlamentsgebäude, Theater), Hotels, Bureaugebäuden (Banken), von ganzen Eiſenbahnzügen zum Lebensmitteltransport u. ſ. w. In Amerika iſt mit der Kälteverteilung in Städten (wie bei Gas und Waſſer) von einer Zentrale aus ein Anfang gemacht worden.

Literatur: [1] Kirk, On mech. Prod. of Cold, Proc. Inst. Civ. Eng., Bd. 37, enthält S. 30 u. ff. vollſt. Lit.-Nachw. bis 1874. — [2] Compt. rend. 1860, S. 1022 (Absorpt. mach. Carré). — [3] Engineering, Nov. 1868 (Siebes Aethermaſch.). — [4] Ebend. 1871, S. 179 (Telliers Maſch.). — [5] Linde, Bayer. Ind.- u. Gew.-Bl. 1870, S. 205, Wärmeentziehung u. ſ. w. — [6] Derſ., ebend. 1871, S. 264, Verb.-Eismaſchinen. — [7] Derſ., Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gew. i. Pr. 1875, Theorie der Kälteerzeugungsmaſch. — [8] Ledoux, Théorie d. mach. à froid, Paris 1878. — [9] Zeuner, Techn. Thermodynamik, Leipzig 1887 und 1890. — [10] Schröter, Unterſ. an Kälteerzeugungsmaſchinen verſchiedener Syſteme 1887. — [11] Derſ., Vergleich. Verſ. an Kälteerzeugungsmaſchinen, 1890. — [12] Gutermuth, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, Amerik. Eiswerke. — [13] Denton, Proc. Amer. soc. mech. eng. 1894, Verſ. an amerikan. Kälteerzeugungsmaſchinen. — [14] Behrend, G., Eis- und Kälteerzeugungsmaſchinen, Halle 1894. — [15] Linde, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 124, Zur Theorie der Kohlenſäurekaltdampfmaſchinen. — [16] Mollier, Zeitſchr. f. Kälteinduſtrie, Ueber der kal. Eigenſch. der Kohlenſäure. — [17] Lorenz, Neuere Kühlmaſchinen, München 1896. — [18] Derſ., Kälteerzeugung, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing 1897, S. 47 u. 70. — [19] Linde, Die wiſſenſchaftl. Ergebniſſe der Münchner Kälteverſuchsſtation, ebend. 1903, S. 1071. — [20] Stetefeld, Die Eis- und Kälteerzeugungsmaſchinen, Stuttgart 1901. — [21] Döderlein, Prüfung und Berechnung angeführter Ammoniakkompreſſionskältemaſchinen, München 1903. — [22] Lehnert, Moderne Kältetechnik, Leipzig 1905. — [23] Heinel, Bau und Betrieb von Kältemaſchinenanlagen, München 1906. — [24] Marchis, Production et utilisation du froid, Paris 1906. *C. Linde.*

Kältemiſchungen. Ueber die Theorie der Kältemiſchungen vgl. [1] u. [3]. Wir geben nach [1] folgende Rezepte:

1 kg Schnee und $^1/_3$ kg Kochſalz gemiſcht geben eine Temperatur von -21^0, die Temperatur des Gefrierpunktes geſättigter Kochſalzlöſung. 3 kg Chlorcalcium, kriſtalliſiertes von der Zuſammenſetzung $CaCl_2 + 6\,H_2O$, mit 2 kg Schnee oder zerſtoßenem Eis ergeben -33^0. 2 Teile Chlorcalcium auf 1 Teil Schnee ergeben -42^0. Weitere Angaben über die Temperaturerniedrigung beim Auflöſen von Salzen in Waſſer oder Schnee ſ. bei [2]. Bei einer Miſchung von Kohlenſäureſchnee mit flüſſiger ſchwefliger Säure erhält man -82^0, unter der Luftpumpe ſogar -106^0. Vgl. a. Kryohydrate.

Literatur: [1] Wüllner, A., Lehrbuch der Experimentalphyſik, 5. Aufl., Leipzig 1896, II, S. 705. — [2] Landolt u. Boernſtein, Phyſikal-chem. Tabellen, 2. Aufl., Berlin 1894, S. 315. — [3] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, Breslau 1895, II, 2, S. 628. — [4] Frick-Lehmann, Phyſikal. Technik, 7. Aufl., Braunſchweig 1904, I, S. 1176. *Aug. Schmidt.*

Kältepole, die Punkte tiefſter mittlerer Jahrestemperatur auf der Erdoberfläche, um welche die Jahresiſothermen (ſ. Iſothermen) in geſchloſſenen Kurven verlaufen. Die kälteſte Region der Erdoberfläche liegt im arktiſchen Archipel von Nordamerika jenſeits 75^0 nördlicher Breite, umſchloſſen von der Iſotherme -20^0. Ein zweiter ſekundärer Kältepol liegt im nördlichen Sibirien.

Vgl. Hann, Die Erde als Ganzes, ihre Atmoſphäre und Hydroſphäre, 5. Aufl., Prag, Wien, Leipzig 1896, S. 140. *Aug. Schmidt.*

Kämelwolle, ſ. Angorawolle.

Kämmaſchine, ſ. Kammgarnſpinnerei und Seidenſpinnerei.

Kämmling, Abfall beim Kämmen der Kammwolle; ſ. Kammgarnſpinnerei.

Kämpfer, die oberſte, häufig durch ein Geſims (Kämpfergeſims) hervorgehobene Steinreihe eines Mauerbogen- oder Gewölbewiderlagers.

Kämpferebene iſt die durch die Kämpferlinien oder durch die Kämpferpunkte eines Gewölbes gedachte wagerechte oder geneigte (beim einhüftigen und beim anſteigenden Gewölbe, ſ. d.) Ebene. Beim Schneckengewölbe iſt die durch die Kämpferlinien beſtimmte Fläche keine Ebene, ſondern eine Schraubenfläche (ſ. Gewölbe). Kämpferlinien ſind die Verbindungslinien der auf ein und derſelben Seite eines Gewölbes liegenden Kämpferpunkte oder die Schnitt- bezw. Berührungslinien der Laibungsfläche eines Gewölbes mit den Geläufflächen oder Laibungsflächen der Widerlagsmauern. Kämpferpunkte ſind die Endpunkte der Wölb- oder Wölbungslinien (ſ. d.). Kämpferſteine, ſ. Anfänger. *L. v. Willmann.*

Kämpferdrucklinie, auch Schnittlinie der Kräfte, in der graphiſchen Statik die Linie, auf der ſich bei einem Bogenträger die Auflagerdrücke für Einzellaſten ſchneiden.

Mit ihrer Hilfe laſſen ſich die Auflagerdrücke für Einzellaſten raſch und bequem finden. Namentlich aber dient die Kämpferdrucklinie zur Beſtimmung der Grenzen der ungünſtigſten Belaſtung für die verſchiedenen Stäbe bezw. Querſchnitte des Bogens; vgl. Belaſtungsgrenze (Bd. 1, S. 664) und Bogen, graphiſche Berechnung (Bd. 2, S. 144), ferner Kämpferdrücke. Mit der Ausbildung der neueren, die Einflußlinien bevorzugenden Methoden der Bogenberechnung ſind die Kämpferdrucklinien entbehrlich geworden. *Mörſch.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kämpferdruckumhüllungslinien, ſ. Kämpferdrücke.

Kämpferdrücke, Kämpferreaktionen. Kämpferdrücke ſind die Drücke, welche Bogenträger (ſ. d.) auf ihre Stützen, die Kämpfer, ausüben. Häufig werden auch die Reaktionen (Gegendrücke) der Kämpfer ſo genannt, die den Drücken auf letztere numeriſch gleich, aber entgegengeſetzt gerichtet ſind.

Für beliebige äußere Kräfte in der Bogenebene ſind Größe und Richtung der Kämpferreaktionen R, R' durch deren Vertikalkomponenten V, V' und Horizontalkomponenten H, H' beſtimmt (Fig. 1, vgl. Horizontalſchub).

$$R=\sqrt{V^2+H^2},\quad R'=\sqrt{V'^2+H'^2},\quad \operatorname{tg}\varphi_0=\frac{V}{H},\quad \operatorname{tg}\varphi_l=-\frac{V'}{H'}. \qquad 1.$$

Bei Bogen mit Kämpfergelenken gehen R, R', abgeſehen von der Reibung, durch die Gelenkmittelpunkte, während man bei ſtabförmigen Bogen für die Ordinaten der Schnittpunkte von R, R' mit den Vertikalen in den Achspunkten bei 0 und l hat:

$$w=\frac{M}{H},\qquad w'=k+\frac{M'}{H'}, \qquad 2.$$

worin M, M' die Angriffsmomente M_x bei 0 und l bedeuten (ſ. Bogen), für Bogen mit Kämpfergelenken (in der Bogenachſe) ſind $M=M'=0$. Die Ausdrücke von V, V', H, H', M, M' hängen von der Anordnung der Bogen und den angreifenden Kräften ab. Sind alle Aktivkräfte vertikal (Laſten), dann gilt $H'=H$. Näheres [7], § 1. Im folgenden faſſen wir beſonders einfache ſtabförmige Bogen mit nur vertikalen Aktivkräften ins Auge, über durchlaufende Bogen und Bogenfachwerke ſ. [7], §§ 21—23.

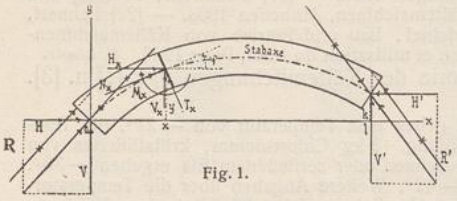


Fig. 1.

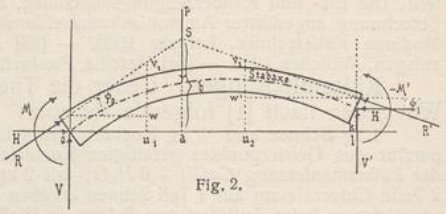


Fig. 2.

Schnittlinie der Kämpferdrücke (Kämpferdrucklinie). Auch durch eine Einzellaſt P werden gewiſſe Gegendrücke R, R' der Kämpfer hervorgerufen, welche ſich mit P ins Gleichgewicht ſetzen, ſo daß P, R, R' durch einen Punkt S gehen (Fig. 2). Mit der Abſziſſe a der Laſt P ändert ſich auch die Lage des Schnittpunktes S. Läßt man P nacheinander alle Lagen von $a=0$ bis $a=l$ einnehmen, ſo beſchreibt der Punkt S eine Linie S (Fig. 3), welche Schnittlinie der Kämpferdrücke oder Kämpferdrucklinie heißt. Ihre allgemeinſte Gleichung für ſtabförmige Bögen iſt für vertikale Aktivkräfte (a Abſziſſe, b Ordinate):

$$b=\frac{M+Va}{H}, \qquad 3.$$

worin M, V, H einer bei a angreifenden Einzellaſt P entſprechen; für Bogen mit Kämpfergelenken iſt $M=0$. Bei ſymmetriſch zur Vertikalen durch die Trägermitte angeordneten Bogen liegt auch S ſymmetriſch zur Trägermitte. Spezielle Ausdrücke von 3. wurden unter Bogen, einfache und durchlaufende, Bogenfachwerke, Bogen mit Zugſtange, Hängebrücken gegeben.

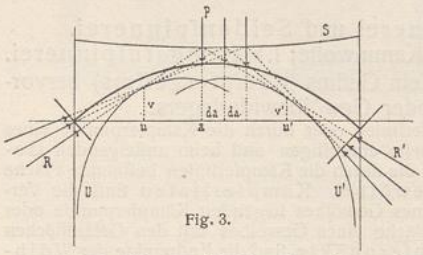


Fig. 3.

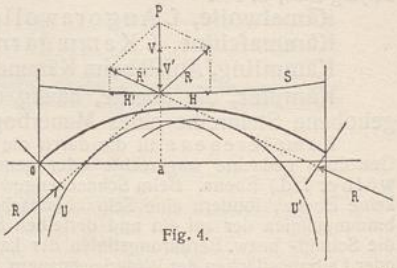


Fig. 4.

Umhüllungslinien der Kämpferdrücke. Mit der Aenderung des Angriffspunkts der Laſt P ändert nicht nur der Schnittpunkt S ſeinen Ort, ſondern es geraten auch die Richtungslinien der Kämpferreaktionen R, R' in andre Lagen. Läßt man von irgend einem Angriffspunkt a aus die Abſziſſe a um da wachſen, ſo ändern die erwähnten Richtungslinien ihre Lagen nur um unendlich wenig, wobei ſich aber doch die vorige R-Linie und die neue R-Linie in einem Punkte der Koordinaten u, v ſchneiden (Fig. 3), und ebenſo die vorige R'-Linie und die neue R'-Linie in einem Punkte der Koordinaten u', v'. Geht man wieder um da weiter, ſo wird die zweite R-Linie von der dritten R-Linie, die zweite R'-Linie von der dritten R'-Linie geſchnitten. Fährt man ſo fort, ſo erhält man in der Verbindung der Schnittpunkte u, v aller aufeinander folgenden R-Linien eine Umhüllungslinie U der Kämpferdrücke R. Ebenſo ergibt die Verbindung aller Schnittpunkte u', v' aufeinander folgender R'-Linien eine Um-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hüllungslinie U' der Kämpferdrücke R'. Für irgend eine Lage a von P ſind die Koordinaten des Berührungspunkts von U (Schnittpunkts auf U):

$$u = \frac{H\,dM - M\,dH}{V\,dH - H\,dV}, \qquad v = \frac{V\,dM - M\,dV}{V\,dH - H\,dV}, \tag{4.}$$

und die Koordinaten des Berührungspunktes von U' (Schnittpunktes auf U'):

$$u' = l - \frac{H\,dM' - M'\,dH}{V'\,dH - H\,dV'}, \quad v = k + \frac{V'\,dM' - M'\,dV'}{V'\,dH - H\,dV'}, \tag{5.}$$

worin V, V', H, M, M' einer bei a angreifenden Einzellaſt P entſprechen und die Differentiale ſich auf ein variables a beziehen. Wird mittels einer der beiden Gleichungen 4. a aus der andern eliminiert, ſo erhält man in der entſtehenden Beziehung zwiſchen u und v die Gleichung der Umhüllungslinie U in gewöhnlicher Form. Unter Bogen, einfache, iſt dieſelbe für den wichtigſten Fall gegeben (Bd 2, S. 160). Ebenſo läßt ſich aus 5. die Gleichung der Umhüllungslinie U' in gewöhnlicher Form ableiten. Dieſelbe liegt für ſymmetriſch zur Vertikalen durch die Trägermitte angeordnete Bogen ſymmetriſch zur Umhüllungslinie U (vgl. Bd. 2, S. 160). Selbſtverſtändlich kann man die Linien U, U' auch durch Auftragen einer Anzahl R-Linien bezw. R'-Linien ohne die Gleichungen von U, U' erhalten (Beiſpiel ſ. (7], S. 12). Für Bogen mit Kämpfergelenken (in der Achſe) hat man bei Vernachläſſigung der Reibung wegen $M = M' = 0$ nach 4., 5.:

$$u = 0, \quad v = 0, \qquad u' = l, \quad v' = k; \tag{6.}$$

die Umhüllungslinien der Kämpferdrücke ſind dann Punkte, ſie fallen mit den Gelenkmittelpunkten zuſammen. Die im folgenden erwähnten Tangenten an die Linien U, U' ſind in dieſem Falle einfach Linien durch die Kämpfergelenkpunkte 0 und l.

Verwendung der erwähnten Linien. Sind die Linien S, U, U' verzeichnet, ſo können die von einer beliebigen Laſt P an beliebiger Stelle a herrührenden R, R', V, V', H ſehr leicht graphiſch erhalten werden, wie dies in Fig. 4 angedeutet iſt, während die zugehörigen M, M' aus 2. folgen. Auch die in einem beliebigen Querſchnitte x durch P erzeugten Schnittkräfte ergeben ſich mittels jener Linien auf einfache Weiſe. Zu beachten iſt dabei folgendes: In jedem Querſchnitt x hängen zwei Flächen zuſammen. Suchen die Kräfte und Momente links von x die Fläche daſelbſt von derjenigen rechts von x zu trennen, ſo müſſen von dieſer her ſolche Kräfte und Momente wirken, welche den erſteren numeriſch gleich, aber von entgegengeſetzter Richtung ſind. Unter Bogen, Balken u. ſ. w. wurden die „Schnittkräfte“ ſtets auf die Fläche links von x bezogen und als poſitiv eingeführt: die Normalkraft N_x bei Sprengbogen, wenn ſie Druck bedeutet, alſo gegen den Querſchnitt gerichtet iſt (Fig. 1, 5, 6), bei Hängebogen, wenn ſie, als Zug, vom Querſchnitt weggerichtet iſt, die Transverſalkraft T_x, wenn ſie von unterhalb nach oberhalb der Achsſchicht wirkt, und das Moment M_x, wenn es, wie der Zeiger der Uhr, rechts um den Achspunkt des Querſchnitts dreht. Es möge nun X einen Schnitt bezeichnen, welcher den Querſchnitt x enthält und von dem oberſten und unterſten Elemente desſelben ſenkrecht nach oben und unten geht (Fig. 5, 6). Dann iſt die von P herrührende reſultierende Schnittkraft im Querſchnitt x, wenn P nach X angreift: $R_x = R$ (Fig. 5), wenn P vor X angreift: $R_x = R'$ (Fig. 6) Die entſprechenden N_x, T_x ergeben ſich durch Zer-

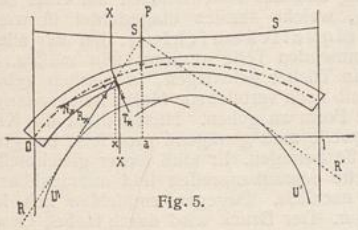


Fig. 5.

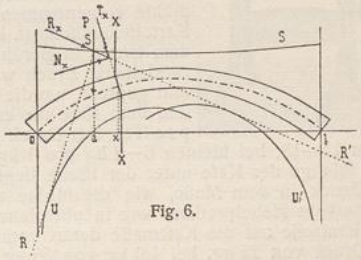


Fig. 6.

legen von R_x in Komponenten ſenkrecht und parallel der Ebene des Querſchnitts x (Fig. 5, 6). Angriffspunkt und Richtungen von R_x, N_x, T_x, alſo die Vorzeichen von N_x, T_x und $M_x = c\,N_x$, ſind damit ebenfalls beſtimmt. Mit Rückſicht hierauf und das unter Kernlinien Geſagte konnten z. B. die unter Bogen, einfache, Bogenfachwerke, Hängebrücken gegebenen Regeln für die ungünſtigſten Belaſtungen aufgeſtellt werden.

Literatur: [1] Fränkel, Berechnung eiſerner Bogenbrücken, Civilingenieur 1867, S. 57 (Einführung der Kämpferdrucklinie). — [2] Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität u. Feſtigkeit, Prag 1867, §§ 309, 312, 318, 322, 334, 336, 343 (Kämpferdruckumhüllungslinien). — [3] Müller-Breslau, Theorie und Berechnung der eiſernen Bogenbrücken, I. Die ſtabförmigen elaſtiſchen Bogen, Berlin 1880, §§ 10, 11, 14, 15, 18, 19. — [4] Krohn, Reſultate aus der Theorie des Brückenbaues, II. Bogenbrücken, Leipzig 1883, §§ 5, 6, 11, 12, 18, 19. — [5] Mantel, Der elaſtiſche Bogen unter dem Einfluſſe von Kräften beliebiger Richtung, Schweiz. Bauztg. 1888, II, S. 98, 111, 157, 162. — [6] Keck, Vorleſungen über Elaſtizitätslehre, Hannover 1893, S. 211, 232, 265. — [7] Weyrauch, Die elaſtiſchen Bogenträger, München 1897, §§ 2, 10, 11, 15, 16, 17, 20—23; A. 2; B. 1, 13, 14, 28; S 273. — [8] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II. Der Brückenbau, 5. Abt., Eiſerne Bogenbrückeu und Hängebrücken, Leipzig 1906, S. 69. *Weyrauch.*

Kämpfergelenke, ↑. Bogen, einfache und durchlaufende, Bogenfachwerke, Gelenke bei Ingenieurkonſtruktionen, Auflager, Kämpferdrücke.

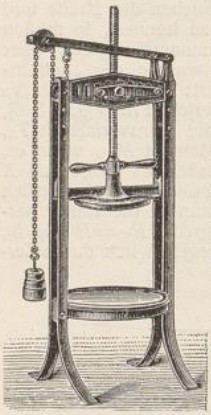
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kämpferwürfel (Kämpferstück), ein würfelähnliches Bauglied, das sich namentlich im byzantinischen Stile zwischen Kapitäl und Bogenanfang einschob; es erhielt nach unten eine Einziehung und war bei christlichen Bauten zumeist durch ein Kreuz verziert; s. Kapitäl. *Weinbrenner.*

Käse, in der Eisenerzeugung, 1. Bezeichnung für den auf dem Rost liegenden Untersatz zum Tiegel bei Tiegelöfen; 2. für die runden oder achteckigen niederen Blöcke, die zur Radreifen-(Bandagen-)herstellung bestimmt sind.

Käsebereitung. Zur Herstellung von Käse bedient man sich einer Reihe von Hilfsmitteln, die, abgesehen von kleinen Handgeräten, eingeteilt werden können in 1. Vorrichtungen zum Dicklegen der Milch, 2. Maschinen und Geräte zur Bearbeitung des Bruchs, und 3. Maschinen zum Formen und Pressen des Käses.

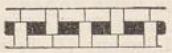
Zur Erwärmung der Milch auf die für das Dicklegen mittels Lab (Ausfällen des Käsestoffs und Fettes) geeignete Temperatur dient der Käsekessel. Dieser wird am besten aus Kupfer in vertiefter Halbkugelform hergestellt und in der Größe je nach dem täglich zu verarbeitenden Milchquantum gehalten (ca. 1—10 hl). Die Käsekessel sind entweder frei über offenem Feuer aufgehängt oder eingemauert und mit festem oder fahrbarem Rost versehen oder endlich werden sie in einen Holzzuber eingesetzt, und in diesem Falle findet eine Erwärmung nicht durch direkte Feuerung, sondern durch Dampf statt. Die erstere Einrichtung ist unzweckmäßig wegen der Verschwendung von Brennmaterial, der Belästigung des Käsers sowie der unvermeidlichen Unreinlichkeit. Wesentlich besser ist die Einrichtung der eingemauerten Käsekessel, besonders derjenigen mit transportabelm Feuerroste. Sie paßt besonders für solche Käsereien, in denen ein Dampfkessel fehlt. Da, wo sich ein Dampfkessel findet, ist die Heizung mit Dampf vorzuziehen; letztere wird in den freien Raum zwischen Kesselboden und Umkleidung zugelassen (s. Dampfkochapparate). Um das Entleeren sowie die Reinigung des Käsekessels zu erleichtern, hängt man ihn wohl auch in einem Gestell von zwei starken Bolzen auf; durch einen derselben geht das Dampfzuleitungsrohr nach dem Raum zwischen Kesselboden und Blechmantel. Zum Entleeren wird der Käsekessel mittels einfacher Vorrichtung gekippt.



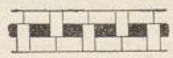
Der im Käsekessel ausgeschiedene Käsestoff, der im allgemeinen bei der Labkäsegewinnung mit Bruch bezeichnet wird, muß zur Herstellung des richtigen und gleichmäßigen Feuchtigkeits-, Elastizitäts- und Festigkeitsgrades mehrmals durchschnitten werden, damit die vom Käsestoff umschlossene Molke austreten kann. Hierzu dient ein einfaches Käsemesser. Findet die Bearbeitung des Bruchs in einer Wanne statt, so bedient man sich zur weiteren Zerkleinerung und zum Durchmischen eines aus mehreren parallelen Stäben bestehenden Käsebrechers und eines Käsequirls. Findet die Bearbeitung teilweise außerhalb der Wanne statt, so kann die weitere Zerkleinerung und das Durchmischen auf einer Bruchmühle vorgenommen werden, welche ähnlich eingerichtet ist wie die Kartoffelquetsche (s. Kartoffelquetschmaschine), bei der alle mit dem Bruch in Berührung kommenden Teile verzinnt sein müssen. Der zerkleinerte Bruch wird nun in Tücher geschlagen, in Formen gebracht und gepreßt, um die im Käselaib noch verbliebene Molke herauszubringen und dem Käse die endgültige Form zu geben. Hierzu dient die Käsepresse. Der Druck der Käsepresse muß genügend groß sein, bei großen Käsen 15—18, bei kleinen 6—8 kg pro 1 kg Käsemasse betragen. Er muß ferner gleichbleibend sein, solange der Käse unter der Presse liegt. Einfache Schraubenpressen sind unbrauchbar, da der Druck in dem Maße, wie die Molke abfließt, nachläßt. Dagegen empfehlen sich leicht regulierbare Hebelpressen, wie in obenstehender Figur. Der Druck wird durch Hebel, Gewicht und Laufrolle auf die Käsemasse derart vermittelt, daß einem angehängten Gewicht von 0,5 kg ein Druck von 25 kg, bei 1,0 kg von 50 kg entspricht. Diese Käsepressen werden vielfach auch als doppelt wirkende Pressen hergestellt. — Bezugsquelle für alle Käsebereitungseinrichtungen: Ed. Ahlborn in Hildesheim, auf dessen Kataloge verwiesen wird. *Wrobel.*

Käsekessel, -presse, s. Käsebereitung.

Kästelverband, ein bei Hohlmauern (s. d.) vorkommender Backsteinverband, bei dem, wie beistehende Figur zeigt, die Bindersteine eine regelmäßige Anordnung erhalten. *L. v. Willmann.*



Sch. I.



Sch. II.

Kaff, die bei der Strohzellstoffgewinnung, und zwar beim Sortieren des Strohhäckfels abfallenden leichtesten Teile der Epidermis, Kornhülsen u. s. w.; s. Strohzeug. *Kraft.*

Kaff, die schnabelartige Verlängerung der oberen Enden des Schiffskörpers, die vielfach an Flußschiffen vorkommt. Das Kaff dient dazu, um von dort aus das Schiff leichter mittels Stangen drehen zu können, oder auch zum leichteren Anbringen der Segel.

Kaffeefurrogate, pflanzliche Stoffe, die geröstet (karamelisiert) nach Ausziehen mit Wasser ein kaffeeähnliches Getränk liefern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur Herſtellung können alle kohlehydrat-, gerbſtoff- und -ölhaltigen pflanzlichen Stoffe dienen, ſofern ſie nicht verdorben oder geſundheitsſchädlich ſind. Zurzeit kommen in den Handel: Zubereitungen aus gebranntem Zucker, aus zuckerhaltigen Wurzeln (Zichorien, Zuckerrüben, Löwenzahn, Erdmandel), aus zuckerreichen Früchten (Feigen, Datteln, Johannisbrot), aus mehlhaltigen Früchten (Roggen, Gerſte, Malz, Leguminoſen, Eicheln), aus fettreichen Rohſtoffen (Erdnuß, Dattelkerne), endlich Miſchungen verſchiedener Erſatzſtoffe. Von den Rohmaterialien ſind es ſpeziell die Zuckerrübe, die Zichorienwurzel, die Feige und die Cerealien, deren Zucker- bezw. Stärkemehlgehalt in beſonderen Apparaten zunächſt einer Röſtung unterworfen zu werden pflegt. Hierzu geeignete Röſtapparate, beſtehend aus zwei Röſttrommeln, die von unten geheizt werden, baut z. B. die Firma Filler & Hinſch, Hamburg-Eimsbüttel. Zwiſchen den Trommeln liegt der Röhrenkeſſel, der, intenſiv vom Feuer beſtrichen, den erforderlichen Dampf erzeugt, mit dem die an der Hinterſeite des Apparates aufgeſtellte Dampfmaſchine in Bewegung geſetzt wird. Letztere bewegt die Trommeln. Durch das hintereinander folgende Füllen der beiden Röſttrommeln kann der Apparat in ſtändigem Betrieb gehalten werden. Die geröſteten Materialien werden nun entweder direkt als Kaffeeſurrogate mit Zuſätzen aller Art verwendet oder noch mit heißem Waſſer erſchöpft; vom ungelöſten wird dann abfiltriert und die Löſung bis zur Extraktkonſiſtenz teils über freiem Feuer, teils im Vakuum eingedampft.

Bezüglich der Konſtruktion von Röſtapparaten ſowie der Herſtellung von Kaffeeſurrogaten verweiſen wir auf die D.R.P. Nr. 18081, 39185, 48106, 48816, 108052, 110793, 112891, 144016; weiteres über die Fabrikation wolle in [1] nachgeſehen werden. S. a. Röſtapparate.

Die Summe der löslichen Beſtandteile der Kaffeeſurrogate ſchwankt zwiſchen 45 und 60 %. Ihre Unterſuchung erfolgt nach denſelben Grundſätzen wie die des Kaffees. Man ermittelt neben dem Waſſergehalt die praktiſche Ausbeute an Geſamtextrakt und eventuell deſſen wertvolle Beſtandteile (Eiweiß, Zucker und Kohlehydrate); ferner wird Fett, Aſche und Phosphorſäure ſowie eventuell Kaffein beſtimmt. Wichtig iſt auch der Aſchen- und Sandgehalt ſowie die Prüfung auf Schimmelpilze und tieriſche Organismen; näheres in [2], [3]. Kaffeeſurrogate ſollen nur unter einer der Zuſammenſetzung entſprechenden Bezeichnung verkauft werden.

Literatur: Ueber die Fabrikation handelt [1] Lehmann, K., Die Fabrikation des Surrogatkaffees und des Tafelſenfs, Wien 1877. — [2] Ueber die Zuſammenſetzung der Rohſtoffe im allgemeinen vgl. König, J., Die menſchlichen Nahrungs- und Genußmittel; über die Zuſammenſetzung der Zichorienwurzel vgl. Wolff, J., Zeitſchr. für Unterſuchung der Nahrungs- und Genußmittel 1890, 3, 593. — [3] Ueber die Zuſammenſetzung einer großen Reihe von Kaffeeſurrogaten vgl. Trillich, H., Die Kaffeeſurrogate, Hygieniſche Tagesfragen V, München 1889; Kornauth, C., Mitteilungen aus dem Pharmazeut. Inſtitut und Laboratorium für angew. Chemie der Univerſität Erlangen von A. Hilger 1890, III, 1; Wolffenſtein, R., Zeitſchr. f. angew. Chem. 1890, 84; Trillich, H., ebend. 1891, 540; Lange, G., ebend. 1892, 510; Trillich, H., ebend. 1894, 203; 1896, 440; Mansfeld, M., Pharm. Zentralh. 1894, 35, 196; Pfiſter, R., Schweiz. Wochenſchr. für Chemie und Pharmazie 1896, 34, 54.

Mezger.

Kaffein (Coffein, Caffein, Thein, Methyltheobromin, Guaranin, Trimethylxanthin), Molekulargew. 2,12, eine baſiſche, in Pflanzen vorkommende Verbindung von der Zuſammenſetzung $C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O$ oder $C_5H(CH_3)_3N_4O_2 + H_2O$, gehört gleich dem Theobromin, Xanthin, Guanin u.ſ.w. zur Gruppe der Harnſäure (ſ. d.) und iſt daher wie dieſe ein Abkömmling des Harnſtoffs.

Kaffein kriſtalliſiert mit $1\,H_2O$ in langen ſeidenglänzenden Nadeln, welche bei höherer Temperatur das Waſſer verlieren und dann ſublimieren, beſitzt einen ſchwach bitteren Geſchmack und bildet mit ſtarken Mineralſäuren Salze, welche durch Waſſer leicht zerſetzt werden. Es findet ſich in den Blättern und Bohnen des Kaffeebaumes (bis zu 2 %), im Tee (1,3—3,5 %), Perltee bis 4 %, in den Kolanüſſen, in den beträchtlichſten Mengen in der Quaranapaſte, einer aus zerquetſchtem Samen der Paullinia sorbilis geformten Maſſe bis 5 %; in geringer Menge auch im Kakao und verleiht den aus dieſen Materialien durch Aufbrühen bereiteten Getränken die dieſen eigentümliche reizende Wirkung auf das Nervenſyſtem. In der Medizin wird das Kaffein als Erſatz für Digitalin angewendet. In größeren Mengen iſt es giftig. *Bujard.*

Kahn, Flußfahrzeug mit plattem Boden und Seitenſchwert, deren Laderaum oben offen oder mit Brettern klinkerartig gedeckt iſt; ſie führen meiſt umlegbare Maſten mit Sprietſegel. Die Schiffsformen, namentlich Bug und Heck, ſind für die Kähne der Hauptſtröme (Rhein, Elbe, Oder) verſchieden. Tragfähigkeit bis 1600 t.

Literatur: Klebſch, Th., Der Flußſchiffbau, Weimar 1889.

T. Schwarz.

Kai (frz. Quai), Mauer aus Werkſteinen an See- und Flußufern zu deren Schutz gegen Beſchädigung durch die Wellen; ſ. Seehäfen.

Kainit, ein Mineral, Chlorkalium und Magneſiumſulfat $KCl + MgSO_4 + 3H_2O$ (15,7 % K, 14,3 % Cl, 16,1 % MgO, 32,2 % SO_3, 21,7 % H_2O), kriſtalliſiert monoklin; meiſt eine derbe, gelbe bis graue, durchſcheinende, körnige Maſſe. Spez. Gew. 2,13. Wird an der Luft nicht feucht. In Waſſer leicht löslich. Aus der Löſung ſcheidet ſich beim Eindampfen aber nicht wieder Kainit, ſondern Pikromerit, waſſerhaltiges Kalimagneſiaſulfat aus. Der Kainit bildet einen weſentlichen Beſtandteil der ſogenannten Abraum- oder Kaliſalze (ſ. d.) bei Staßfurt und Kalucz (Galizien) und wird wie dieſe vornehmlich als Düngemittel verwendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kaiserblau, s. Smalte.

Kaisergrün, s. v. w. Schweinfurtergrün (s. d.).

Kaiseröl, s. v. w. raffiniertes Erdöl, s. Petroleum.

Kaiserrotlacke, s. Lackfarben.

Kaistraßen, längs eines Wassers mit Schiffsverkehr hinziehende Straßen, auf ihre ganze Länge oder an einzelnen Punkten mit Vorkehrungen zur Verkehrsvermittlung zwischen Land und Wasser versehen, weshalb steile Uferbefestigung auf volle oder teilweise Höhe, s. Straßenbau. *Bräuler.*

Kajedeich, s. Deich, Durchdeichung.

Kajen, s. Bohlwände.

Kajüte, Wohnraum des Kommandanten oder des Führers eines Seeschiffes.

Kaki-shibu, Saft der unreifen Frucht des Kakibaums, Diospyros Kaki *L.*, dient in Japan als wasserdicht machendes und erhaltendes Mittel für Fischnetze, Angelschnüre, Packpapier, Fässer und Holzgefäße.

Der industrielle Wert des Kaki ist dem Gehalt an einem besonderen Gerbstoff zuzuschreiben, der in mancher Hinsicht sich von allen bekannten Gerbstoffen unterscheidet, da er in Alkohol und Wasser unlöslich, in verdünnten Säuren löslich ist. Der Gerbstoff wird unlöslich, wenn die flüchtige Säure des Kaki-shibu verdampft; das so gebildete Häutchen schützt faserige Gegenstände gegen Abnutzung. Eine teilweise Oxydation in Berührung mit Luft erhöht die Qualität des Häutchens und dieses vermindert auch die Wasseraufnahmefähigkeit faseriger Materialien, wie Papier und Bindfaden. *Andés.*

Kalait, s. v. w. Türkis (s. d.).

Kalamin, s. v. w. Kieselzinkerz (s. d.).

Kalander (auch Zylinder genannt), eine der wichtigsten Appreturmaschinen, welche zum Glätten und Glänzen von Geweben resp. Papier dient. Je nach Konstruktion und Verwendung für spezielle Zwecke unterscheidet man Roll-, Friktions-, Matt-, Water-, Beatle-, Gaufrier-, Seidenfinishkalander u. s. w. Auch die Mangelmaschine gehört hierher. Vgl. a. Papierfabrikation.

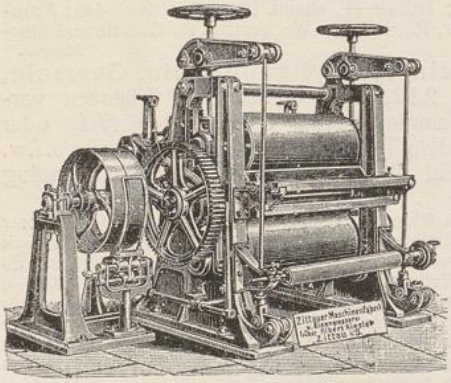


Fig. 1. Rollkalander mit drei Walzen.

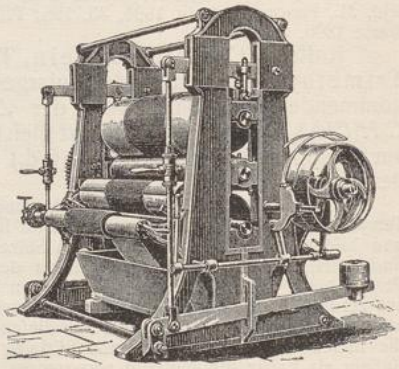


Fig. 3. Waterkalander.

Fig. 2. Friktionskalander mit drei Walzen.

Der **Rollkalander** (Fig. 1) besteht im Prinzip aus einem eisernen Gestelle, in welchem zwei bis fünf und auch noch mehr Walzen gelagert sind, die teils durch Hebeldruck, teils durch Spindelschrauben aufeinander gepreßt werden können. Diese Walzen, auch Zylinder genannt, sind entweder aus Gußstahl mit feinpolierter Oberfläche oder aus Papier oder Baumwollstoff gefertigt. Die Papier- oder Stoffwalzen werden auf die Weise erzeugt, daß man auf eine gußstählerne Achse kreisrunde Scheiben aus Papier oder Stoff aufsteckt, welche durch starken hydraulischen Druck aneinander gepreßt und schließlich durch auf beiden Seiten des Zylinders angebrachte starke Stahlkappen in ihrer Lage

festgehalten werden. Die Walzen werden dann mittels Messers und Diamants abgeschliffen, so daß sie eine glatte Oberfläche besitzen. Die Walzenbreite variiert zwischen 1—2½ m und darüber; dementsprechend ist auch die Stärke verschieden. Je nach dem speziellen Effekt, den man erzielen will, ist die Anordnung der Walzen so getroffen, daß entweder zwei Stahlwalzen oder abwechselnd Stahl- und Papiersp. Stoffwalzen oder zwei Papierwalzen (Mattkalander) aufeinander laufen. Stahlwalzen erzeugen auf der durchlaufenden Ware den schärfsten Glanz, Stoffwalzen den mildesten. Je größer der Druck ist, mit dem die Walzen während des Durchganges der Ware aufeinander laufen, desto glatter und glänzender wird das Gewebe. Zur Erhöhung des Glanzes ist eine, mitunter auch zwei Stahlwalzen zum Erhitzen eingerichtet. Zu diesem Zwecke ist die Walze mit einer Bohrung versehen, welche zur Aufnahme von glühenden eisernen Bolzen oder zum Einströmen von Dampf dient, oder die Erhitzung wird durch Gasflammen besorgt. Außerdem sind am Kalander noch eine Einlauf- und Aufwickelvorrichtung, ferner ein Warenbreithalter und Schutzvorrichtungen angebracht.

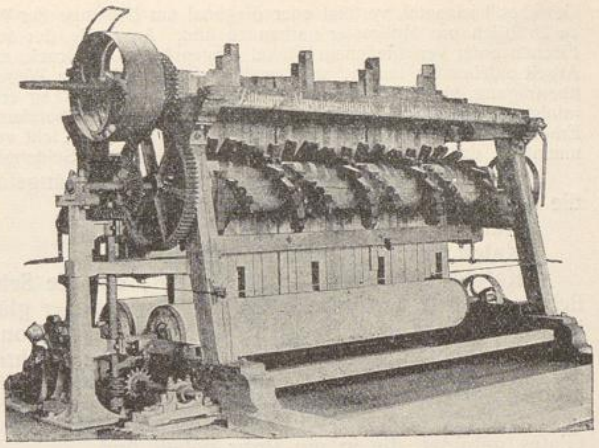


Fig. 4. Beatle-Kalander.

Beim **Friktionskalander** (Fig. 2) besitzt eine der Stahlwalzen, gewöhnlich die oberste, einen geringeren Durchmesser und erhält dieselbe durch Zahnräder eine größere Umdrehungsgeschwindigkeit, wodurch diese Walze auf der Ware reibt, friktioniert und so einen höheren Glanz erzeugt.

Der **Water-(Wasser-)kalander** (Fig. 3) besteht im wesentlichen gewöhnlich aus einer Bronzewalze und einem Stoffzylinder, ferner aus einem Wassertroge mit einer hölzernen Leitwalze; diese Maschine dient zum Auspressen von nasser Ware, wobei gleichzeitig infolge des starken Druckes ein gewisser, dauernder Glanz auf der Ware erzeugt wird.

Der **Gaufrierkalander** besitzt zwei Walzen aus Messing oder Gußstahl und dient zum Einpressen von Moiré oder andern Mustern in das Gewebe. Die beiden Walzen tragen das Dessin in der Weise, daß auf der einen Walze das Muster erhaben, auf der andern das gleiche Muster genau korrespondierend vertieft angeordnet ist. Dieser Kalander findet seine hauptsächlichste Verwendung zur Erzeugung des Buchbinderleinenartikels.

Der **Beatle-Beetle-Stampfkalander** (Fig. 4) wird zur Erzielung von seidenartigem Glanz und geschmeidigem Griffe bei Baumwoll- oder Leinengeweben verwendet. Er besteht im Prinzip aus zwei Aufbäumwalzen von 3½ m Länge, welche von Stirnrädern getrieben werden und die, abwechselnd mit Ware bewickelt, der Einwirkung von hölzernen Stößeln ausgesetzt sind. Diese Holzstößel sind an einer gemeinsamen Daumenwelle angebracht und fallen nacheinander auf die aufgebäumte Ware, stampfen dieselbe, wobei durch Reibung der Gewebefasern der schöne seidenähnliche Glanz erzeugt wird; hierauf erfassen die Daumen der Welle die Stößel, welche in einer gewissen Höhe mit einer Nut versehen sind, heben sie in die Höhe, um sie bei der Weiterbewegung der Welle wieder auf die Ware fallen zu lassen.

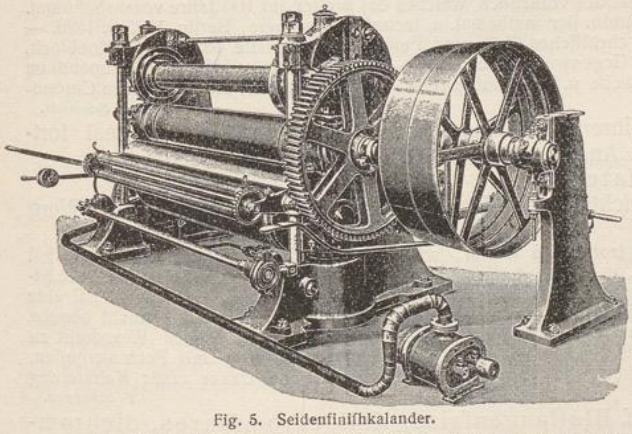


Fig. 5. Seidenfinishkalander.

Der **Seidenfinishkalander** (Fig. 5) verleiht Baumwoll- oder Leinengeweben seidenartigen Glanz und Griff. In einem besonders starken Gestelle ist zu unterst eine Papier- oder Baumwollstoffwalze gelagert, auf welcher eine sehr fein gravierte Stahlwalze unter großem Drucke läuft. Darüber ist meist noch eine sogenannte blinde Walze angebracht, welche zur Verstärkung des Druckes und als Widerlager dient. Die gravierte Stahlwalze besitzt eine innere Bohrung zur Aufnahme der Gasheizung. Die Gravüre verläuft je nach der Bindung des zu behandelnden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gewebes horizontal, vertikal oder diagonal am Umfange der Walze und ist so fein, daß oft bis zu 25 Rillen pro Millimeter vorhanden sind. An Stelle der feinen Linien sind mitunter feine Flächen unter verschiedenem Winkel eingeprägt. Der Druck, mit dem die Walzen während der Arbeit aufeinander laufen, wird meist auf hydraulischem Wege erzeugt, seltener durch Hebelübertragung, und kann die bedeutende Höhe von 35000 kg erreichen. Indem die Gravüre sich infolge des starken Druckes und der Hitze in die Gewebefasern einpreßt, entstehen auf diesen Erhöhungen und Vertiefungen, welche das auffallende Licht verschieden reflektieren, und man nimmt an, daß dies die Ursache des hervorgebrachten Seidenglanzes ist. *Singer.*

Kalb, Kälber, Holzfütterung auf den Längssalings zur Auflagerung für die Augen der Wanten; s. Bemastung.

Kalbfell, s. Leder.

Kalcit, s. v. w. Kalkspat (s. d.).

Kaleidophon, akustischer Apparat, der die Schwingungen tönender Stäbe sichtbar macht, indem z. B. ein mitschwingender glänzender Knopf eine Lichtkurve beschreibt. Bei Meldes Universalkaleidophon wird die Lichtkurve durch zwei sich kombinierende Schwingungssysteme beschrieben.

Literatur: [1] Reis, Lehrb. d. Physik, 8. Aufl., Leipzig 1893, S. 260. — [2] Frick-Lehmann, Physikal. Technik, 7. Aufl., Braunschweig 1904, I, S. 1359. *Aug. Schmidt.*

Kaleidoskop, ein Winkelspiegel, am einfachsten aus zwei Streifen schwarzen Glases gebildet, die in ein Rohr gefaßt sind.

Am einen Ende des Rohres befindet sich eine matte Glasplatte; zwischen dieser und einer durchsichtigen Platte sind verschieden gefärbte und gestaltete Glasstücke leicht beweglich eingeschlossen, die beim Drehen des Rohrs durcheinander fallen. Sieht man vom andern Rohrende aus den Spiegeln entlang, so erblickt man das zwischen den Spiegeln enthaltene Sehfeld vervielfacht, die Glaskörperchen erzeugen mannigfach wechselnde symmetrische Figuren. Bei einem Winkel der Spiegel von 36° z. B. entsteht ein zehnseitiger Stern. Abarten des Kaleidoskops sind das Debuskop, Typoskop u. a.

Literatur: Frick-Lehmann, Physikal. Technik, Braunschweig 1895, II, S. 772. *Aug. Schmidt.*

Kalender, das Verzeichnis der Jahrestage nach Monaten und Wochen, je nach Bedürfnis unter Angabe der Heiligen, denen die Tage geweiht sind, der kirchlichen Feste, der Mondwechsel, der Tageslängen, der Zeitgleichung, der Gezeiten u. s. w. oder auch unter Angabe von für besondere bürgerliche Berufe wichtigen Daten (Berufskalender). Vgl. a. Astronomische Jahrbücher.

Je nach den für die Kalenderordnung gültigen gesetzlichen Bestimmungen unterscheiden sich die verschiedenen Landeskalender. Insbesondere besteht im russischen Staate und in Griechenland noch der alte julianische Kalender zu Recht (vgl. den Art. Jahr), während die übrige christliche Welt sich des gregorianischen Kalenders bedient, der jenem seit dem Jahr 1900 um 13 Tage voraus ist. Der jüdische und der mohammedanische Kalender beruhen auf dem Mondjahr. Immerwährender Kalender heißt eine Tabelle, nach der die Wochentage und besonders die Zeit des Osterfestes späterer Jahre sich bestimmen lassen; hundertjähriger Kalender heißt ein altes, auf abergläubischen Vorstellungen über die Ursachen der Witterungserscheinungen beruhendes Volksbuch, welches das Wetter auf 100 Jahre vorausbestimmt.

Literatur: [1] Ideler, Handb. der mathemat. u. techn. Chronologie, Berlin 1825 u. 1826. — [2] Schmoeger, Grundriß der christlichen Zeit- und Festrechnung, Halle 1854. — [3] Knobloch, Die wichtigsten Kalender der Gegenwart, Wien 1885. — [4] Fleischhauer, Kalenderkompendium der christlichen Zeitrechnungsweise u. s. w., Gotha 1884. — [5] Wislicenus, Astronomische Chronologie, Leipzig 1895. *Aug. Schmidt.*

Kalenderuhren, Uhren mit einem vom Gehwerk täglich einmal fortbewegten Zeigerwerk zur Angabe des jeweiligen Datums; s. Uhren.

Kalfateisen, s. Kalfaterung.

Kalfaterung, die Dichtung der Plankennähte eines Holzschiffes mit Werg und Pech.

Die Arbeit beginnt bei trockenem Wetter, wenn eine größere Zahl Plankengänge fest verbolzt ist, und besteht darin, in Drähte gewickeltes Werg mit Hilfe des Kalfat- oder Dichteisens mit dem Dichthammer in die Nähte zu schlagen. Man schlägt drei bis vier Drähte übereinander. Zum tieferen Eintreiben des Wergs bezw. zum Oeffnen der Plankennaht benutzt man das Klameieisen, während das Rabatteisen dazu dient, den letzten Wergdraht zu glätten. Nach dem Dichten werden die Nähte mit Hilfe eines Pechlöffels mit Pech vergossen, um das Werg gegen Feuchtigkeit und Verrottung zu schützen. Die Dauer einer Kalfaterung übersteigt nicht 3—4 Jahre. *T. Schwarz.*

Kali, blausaures, s. Blutlaugensalze; Kali, chromsaures, dichromsaures, s. Chromsäuresalze; Kali, doppelkohlensaures, s. Pottasche; Kali, salpetersaures, s. v. w. Salpeter (s. d.); Kali, schwefelsaures, s. v. w. Kaliumsulfat (s. d.).

Kaliber. 1. Bezeichnung für Meßwerkzeuge (s. d.): a) Schublehre, b) Lehrbolzen; s. a. bei Meßwerkzeuge: Kaliberring, -maß, -stab. 2. Bezeichnung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für die Lichtweite von Röhren (Rohrkaliber); bei Geſchützen und Gewehren für die Seelenweite (Laufweite); im übertragenen Sinne überhaupt das Maß und die Beſchaffenheit einer Sache (ſchweres, leichtes, gleiches u. ſ. w. Kaliber). 3. Bezeichnung für das bei profilierten Walzen (ſ. d.) von zuſammengehörigen Profilteilen gebildete Geſamtprofil, das den Querſchnitt des gewalzten Blocks, Stabs u. ſ. w. beſtimmt.

Fig. 1 ſtellt einen Ausſchnitt aus einem Walzenpaar (Ober- und Unterwalze) für Doppel-T-Eiſen dar. Das Kaliber *K* (Furche, Furchung, Spur) wird durch den Profilteil *o* der Oberwalze *OW* und *u* der Unterwalze *UW* gebildet. In den Walzenzeichnungen werden nicht die ganzen Walzen, ſondern nur die Kaliber mit den zugehörigen Rändern und Vertiefungen ſowie dem Spielraum (Spiel) *s* (Fig 1) zwiſchen den Walzen dargeſtellt (Fig. 2), ſ. Kalibrieren. Man unterſcheidet: a) Nach der Art der Verteilung eines Kalibers auf Ober- und Unterwalze: offene Kaliber (Fig. 3)

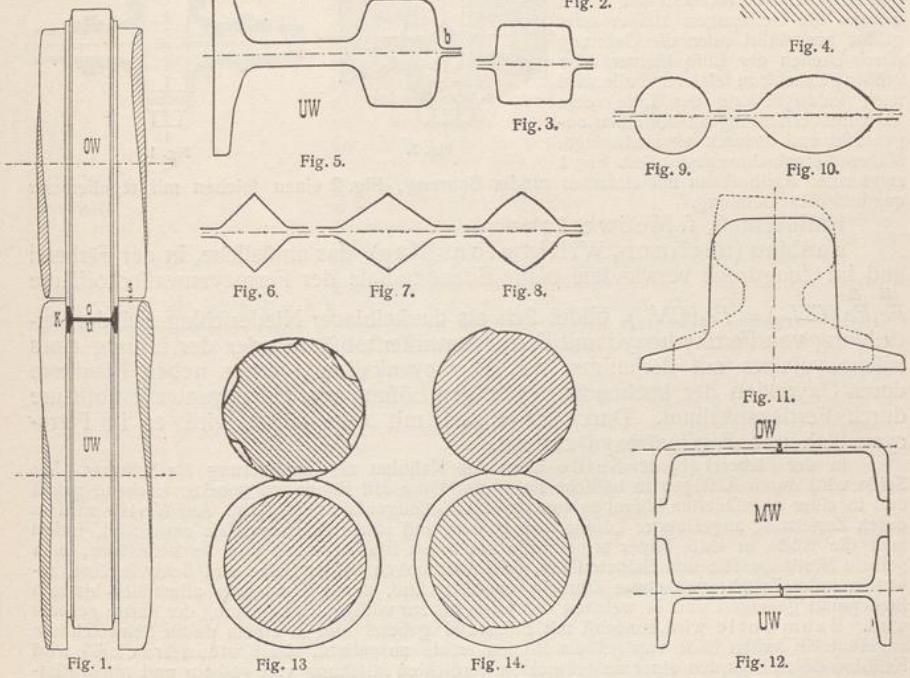


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13 Fig. 14.

und geſchloſſene Kaliber (Fig. 1, 2, 4). Bei den offenen Kalibern iſt der obere Profilteil vom unteren durch den Spielraum (in der Regel 2—5 mm) unterbrochen; bei den geſchloſſenen Kalibern greift die eine Walze mit einer Erhöhung in die andre ein. Bei den offenen Kalibern wird das Material leicht in den Spielraum zwiſchen Ober- und Unterwalze hineingepreßt und es entſteht ein Saum (Grat, Bart, Naht) auf dem Walzgut. Soll dies vermieden werden, ſo wählt man geſchloſſene Kaliber, deren Anwendung indeſſen nicht immer möglich iſt; bei Schienen z. B. iſt es nur am Fuß bei *a* (Fig. 5) möglich, das Kaliber geſchloſſen anzuordnen, während am Kopf bei *b* das Kaliber als offenes ausgebildet werden muß. Auch bei geſchloſſenen Kalibern wird zuweilen, wenn die Kanten am Schluß *a* (Fig. 5) abgenutzt ſind, Material herausgepreßt; man kann häufig bei Walzſtäben den dadurch hervorgerufenen Grat bemerken. b) Nach der Form des Kalibers: Rechteck-(Flach-)kaliber (Fig. 3 und 4), Quadratkaliber (Fig. 6), Rhombenkaliber (Fig. 7), Spitzbogenkaliber (Fig. 8), Rund-(Kreis-)kaliber (Fig. 9), Ovalkaliber (Fig. 10), Faſſon- oder Formkaliber (Fig. 1, 5). c) Nach dem beſonderen Zweck: Streckkaliber, die zum möglichſt raſchen Strecken des Walzguts dienen; Stauchkaliber, in denen ſtark gebreitete Stäbe nach Drehen um 90° in der Breite (Höhe) zuſammengedrückt (geſtaucht) werden (Fig. 11; die ausgezogenen Linien geben das Stauchkaliber, die geſtrichelten den aus dem vorhergehenden Kaliber hervorgegangenen um 90° verdreht gewalzten Blockquerſchnitt an). d) Nach der Reihenfolge der Kaliber: Fertigkaliber, das letzte Kaliber, das der Walzſtab paſſiert, ehe er die Walzen verläßt; Vorkaliber (Uebergangskaliber) ſind die dem Fertigkaliber vorhergehenden. Die Bezeichnung der Kaliber erfolgt in der Regel nach Nummern, wobei das Fertigkaliber als Nr. 1 bezeichnet wird.

e) Besondere Bezeichnungen: Uebereinanderliegende Kaliber (oberes, unteres Kaliber) bei Triowalzwerken (s. Walzen), der Profilteil der Mittelwalze gehört gleichzeitig beiden übereinanderliegenden Kalibern an; blinde Kaliber heißen bei Triowalzwerken die Aussparungen in der Ober- bezw. Unterwalze, in welchen die einen Teil des Kalibers bildenden Erhöhungen der Mittelwalzen Platz finden und in denen ein Walzen nicht stattfindet (Fig. 12); periodische Kaliber sind am Walzenumfang mit Vertiefungen oder Erhöhungen versehen, so daß die Walzstäbe dementsprechend Erhöhungen oder Vertiefungen besitzen, die sich periodisch wiederholen (Fig. 13); unterbrochene Kaliber, bei denen nur ein Teil des Walzenumfangs zum Walzen benutzt wird, während auf dem übrigbleibenden das Walzstück rasch wieder zurückgezogen wird (Fig. 14). Bisweilen wird das Kaliber nicht durch zwei Walzen allein gebildet, so z. B. bei den Universalwalzwerken, bei denen vier oder mehr horizontale und vertikale Walzen den Querschnitt des Stabes ausbilden (s. Walzen). Literatur s. bei Kalibrieren. *A. Widmaier.*

Kaliberhähne, Wasserleitungsdurchgangshähne, die bei konstantem Druck für den Durchfluß einer bestimmten Menge ständig laufenden Wassers in der Zeiteinheit eingestellt werden können.

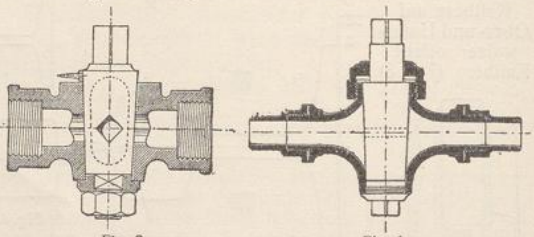


Fig. 2. Fig. 1.

Es sind dies Lilienhähne mit kleinen runden oder quadratischen Oeffnungen. Je nach dem an der betreffenden Abgabestelle vorhandenen Druck werden die Oeffnungen kleiner oder größer ausgeführt oder die Oeffnung durch Drehen der Lilie kleiner oder größer gemacht; in letzterem Falle wird nach Richtigstellung der Lilie eine Verschlußvorrichtung an derselben angebracht und dadurch eine unbefugte Mehrwasserentnahme verhindert. Fig. 1 zeigt einen Kaliberhahn mit einfacher runder Bohrung, Fig. 2 einen solchen mit regulierbarer quadratischer Oeffnung. *Blecken.*

Kalibermaß, s. Meßwerkzeuge.

Kaliblau (Berliner-, Williamsonsblau), das unlösliche, in der Färberei und im Zeugdruck verwendete blaue Eisenoxydsalz der Ferrocyanwasserstoffsäure $Fe_4^{III}Fe_3^{II}(CN_{18}) = Fe_7(CN_{18})$, bildet sich als dunkelblauer Niederschlag bei der Vereinigung von Ferrihydroxyd mit Ferrocyanwasserstoffsäure oder der Lösung eines Eisenoxydsalzes mit derjenigen von Ferrocyankalium, ferner neben Blausäure durch Oxydation der kochenden wässerigen Lösung von Ferrocyanwasserstoffsäure durch Ferricyankalium. Durch Erwärmen mit Alkalilauge wird es in Ferrocyanalkali und Ferrihydroxyd zersetzt.

In der Färberei [1] der Seide dient das Kaliblau als Grundierung für Schwarz. Die Seide wird durch Einlegen in basische Ferrisulfatlösung mit Eisenoxyd gebeizt, kochend geseift und in einer angesäuerten Lösungen von gelbem Blutlaugensalz ausgefärbt. Auf Wolle wird es durch Zersetzung angesäuerter Lösung von gelbem und rotem Blutlaugensalz entwickelt, indem man die Wolle in kalte Bäder bringt, die mit rotem Blutlaugensalz und Schwefelsäure, oder gelbem Blutlaugensalz und Salpetersäure, oder Mischungen beider Salze und Schwefelsäure, zuweilen unter Zugabe von etwas Zinnsalz, angesetzt sind, deren Temperatur allmählich bis zum Siedepunkt gesteigert und in welchen die Wolle bis zur völligen Entwicklung der Farbe gekocht wird. Baumwolle wird zunächst mit Eisenoxyd gebeizt und in einem durch Schwefelsäure angesäuerten kalten Bade von gelbem Blutlaugensalz ausgefärbt. Im Kattundruck [2] wird Kaliblau durch Dämpfen einer aufgedruckten verdickten Mischung von gelbem und rotem Blutlaugensalz, Ferrocyanzinn und Weinsäure entwickelt.

Literatur: [1] Knecht, Rawson und Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01. — [2] Lauber, Handbuch des Zeugdrucks, Leipzig 1901, Bd. 1, S. 187. *R. Möhlau.*

Kalibrieren (Kaliberieren), **Kalibrierung,** 1. s. v. w. „auf genaue Abmessungen bringen", so z. B. kalibrierte Ketten (s. Ketten), kalibrierte Röhren (s. Röhren); 2. Bezeichnung für das Entwerfen der beim Walzen mit profilierten Walzen notwendigen Kaliber (s. d.), um einen in der Regel im Querschnitt rechteckigen oder quadratischen Block (Ingot, Knüppel, Luppe, Paket) in einen Stab u. s. w. von bestimmter Querschnittsform überzuführen.

Dies kann nur allmählich erfolgen, weshalb der Block mehrere Male die Walzen passieren muß, wobei bei jedem folgenden Durchgang (Stich) eine weitere Annäherung an das Endprofil erzielt wird. Beispiele hierfür bieten die Fig. 1 und 2, erstere die Kalibrierung eines Winkeleisens, letztere die eines Doppel-T-Trägers darstellend (für senkrecht zur Walzenachse symmetrische Profile wird wie in der Fig. 2 immer nur die Hälfte dargestellt). Beim Entwerfen der Kalibrierung ist zunächst die Art des Walzwerkes zu berücksichtigen, ob Duo, Trio oder Doppelduo (s. Walzwerk), ob beim Trio Kaliber übereinander liegen sollen (s. Kaliber), ferner der Blockquerschnitt, von dem ausgegangen werden soll u. s. w. Ferner ist zu beachten, daß die Vorwalzen (s. Walzen) in der Regel für mehrere ähnliche Profile benutzt werden, so daß, um ein andres ähnliches Profil zu walzen, nur die Fertigwalzen gewechselt werden müssen. — Die Querschnittsabnahme

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von einem zum andern Kaliber wird als Druck, die Verhältniszahl beider Querfchnitte als Abnahmekoeffizient bezeichnet. In den erften Stichen wird ein ftärkerer Druck gewählt als in den letzten, in denen der Abnahmekoeffizient etwa zwifchen 0,8 bis 0,9 genommen zu werden pflegt, weil mit der Annäherung an das Endprofil die Walzftäbe kälter werden und das Material nicht mehr fo bearbeitungsfähig ift. Beim Aufzeichnen der Kalibrierung geht man vom Fertigkaliber (Endprofil) aus, das der Schwindung entfprechend um durchfchnittlich etwa 2% größer genommen werden muß. Die Abnahme in den einzelnen Querfchnittsteilen foll eine möglichft gleichmäßige fein. Jedes vorangehende Kaliber muß fchmäler fein, damit der Stab in das nachfolgende Kaliber eingefteckt werden kann (Fig. 2). Bei Blockwalzen (f. Walzen) vermindert man die Anzahl der Kaliber durch Verftellen der Oberwalze. Auch bei Fertigwalzen macht man davon Gebrauch, z. B. bei Winkeleifen, um diefelben mit verfchiedener Schenkelftärke herzuftellen. Kalibrierungsbeifpiele für die verfchiedenen Walzprofile find in [1] angegeben. Zum Kalibrieren gehört ferner das Verteilen der einzelnen Kaliber auf die Walzen (Herftellung der Walzenzeichnung). In der Regel find mehrere Walzenpaare notwendig, um alle Kaliber unterzubringen (bei größeren Profilen bis zu fechs). Jedes Kaliber ift von dem andern durch den Ring (Rand) getrennt. Bei der Verteilung eines Kalibers auf Ober- und Unterwalze legt man das Kaliber derart, daß der Durchmeffer im Kaliber bei der Oberwalze etwas (bis zu 5 mm) größer ift als bei der Unterwalze, damit das Walzgut auf der Oberfeite ftärker geftreckt und ein Aufftеigen des Walzguts in die Höhe nach dem Austritt aus dem Kaliber vermieden wird. Nach der Kalibrierungszeichnung (Fig. 1 und 2) werden Blechfchablonen hergeftellt und danach die Kaliber in die Walzen eingedreht (f. Walzendrehbank). Bei Profilen mit geradlinigen Seitenflächen (wie ⊢⊓) gibt man diefen in den Walzen 1—3% Neigung (Anlauf) nach außen, damit die Walzftäbe fich leichter aus den Kalibern löfen und beim Nachdrehen der Walzen (befonders auch durch Abnutzung an den Seitenflächen der Kaliber bedingt) die Kaliber wieder auf die richtigen innerhalb der zuläffigen Abweichungen liegenden Abmeffungen gebracht werden können.

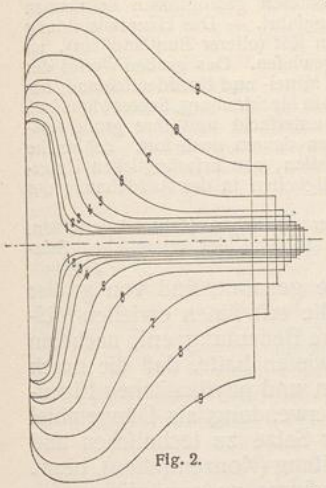


Fig. 2.

Fig. 1.

Literatur: [1] Brovot, A., Das Kalibrieren der Walzen, Leipzig 1902/03; Derf. in Beckert, Th., Leitfaden zur Eifenhüttenkunde, 3. Teil: Metallurg. Technologie, Berlin 1900; Kirchberg, E., Grundzüge der Walzenkalibrierung, Dortmund 1905; Geuze, L., Traité théoretique et pratique du laminage du fer et de l'acier, Paris 1900. — [2] Ledebur, A., Handbuch d. Eifenhüttenkunde, Bd. 3, Leipzig 1903 (mit Literaturnachweifen für Abhandlungen in Zeitfchriften); folche ferner im Jahrb. f. d. gef. Eifenhüttenwefen, Düffeldorf 1900/03. — [3] „Stahl und Eifen", Düffeldorf. *A. Widmaier.*

Kalihydrat, f. v. w. Kaliumoxydhydrat (f. d.).

Kaliko (Calicot, nach der oftindifchen Hafenftadt Calicut), die feinen Druckkattune oder fogenannten Druckperkale, find glatte, d. h. leinwandartig gewebte Baumwollftoffe dichterer Art; viel zu Büchereinbänden benutzt; vgl. a. Weberei. *E. Müller.*

Kalilauge, f. Kaliumoxydhydrat.

Kalifalze, allgemein alle Kalium oder Kaliumoxyd an irgend eine Säure gebunden enthaltenden Minerale, entweder als kiefelfaures Kali in Feldfpaten, Glimmer u. f. w., dann aber befonders und zumeift an Chlor, Schwefelfäure, Salpeterfäure u. f. w. gebunden in einer Reihe von Mineralen der fogenannten Abraumfalze. Diefe letzteren, in der Deckfchicht (Abraum) der mächtigen Steinfalzlager Mittel- und Norddeutfchlands vorkommend, werden technifch heute als Kalifalze bezeichnet und haben gegen früher durch ihren Wert in der chemifchen Induftrie und als Düngemittel große Bedeutung erlangt.

Die Gewinnung der Kalifalze nahm ihren Anfang in der Gegend von Halberftadt und Magdeburg. Hier im Salzlager von Staßfurt wurden erfchloffen von oben nach unten: 4. Carnallitregion, rund 45 m mächtig, beftehend aus buntfarbigen Lagen von Steinfalz (25%) und verfchiedenen Salzen des Kaliums und Magnefiums, unter denen Kainit, Kieferit, Carnallit (55%), Tachyhydrit, einfchließlich weißen knollenförmigen Boracites, die wichtigften find. 3. Kieeritregion, rund 60 m mächtig, vorwiegend aus abwechfelnden Lagen von Steinfalz (65%), Kieferit (17%) und nefterförmigem Sylvin (17%), letzteres mit Carnallit und leichtlöslichem Chlormagnefium, beftehend. 2. Polyhalitregion, rund 66 m mächtig und zu 91% aus derbem Steinfalz zufammengefetzt, das von parallelen Schnüren von Polyhalit (6,6%) durchzogen wird. 1. Anhydritregion, über 300 m mächtig, zufammengefetzt aus reinem Steinfalz, das durch dünne, parallele Schnüre von Anhydrit in Bänke von 0,08—0,16 m Mächtigkeit geteilt wird. Diefe vier Regionen find keineswegs fcharf voneinander getrennt, fondern gehen

ineinander über. Die Entſtehung der einzelnen Salze wird auf das Eintrocknen und Verdunſten von flachen, ſeichten Meeresarmen, -buchten oder von durch niedrige Barren vom offenen Meer nur zeitweilige getrennten Salzſeen zurückgeführt, in denen die ſchwer löslichen Salze zuerſt zur Abſcheidung gelangten und zu tiefſt lagerten, die leichter löslichen, die Abraum- und Kalifalze, dagegen zuletzt, als Decke, abgeſchieden wurden. Abweichungen von der Regel kommen vor und werden durch die Zufuhr von neuen, andersgearteten Salzlöſungen im Meerwaſſer, durch Auflöſungen bereits ausgeſchiedener Salze, durch Abtragung von ſolchen u. ſ. w. erklärt. Bei der leichten Löslichkeit der Salze überhaupt blieben ſie nur da ſeit ihrem Abſatz erhalten, wo ſie alsbald danach mit einer Schicht von wenig durchläſſigem Ton (Salzton, Letten) bedeckt wurden. Ein großer Teil der Salzlager wurde in ſpäteren geologiſchen Zeiträumen durch unterirdiſch eindringendes, ſüßes Waſſer gelöſt und fortgeführt. — Die Hauptſalzbildung geſchah in der oberen Zechſteinformation, weiter wurde ſie im Röt (oberer Buntſandſtein), im mittleren Muſchelkalk, im mittleren Keuper (Salzkeuper) nachgewieſen. Des großen Wertes der Kalifalze wegen hat man die Vorkommen dieſer Formationen in Mittel- und Norddeutſchland, beſonders in Hannover, Provinz Sachſen, Thüringen, Kurheſſen, auch in Mecklenburg, Schleswig u.ſ.w., durch Tiefbohrungen auf das Vorhandenſein von Kalifalzen unterſucht und ihre große Ausdehnung in dieſem Gebiet nachgewieſen. Dieſe Unterſuchungen dauern noch fort. Zahlreiche Störungen der Gebirgsſchichten, Auslaugungen, Einbrüche ſchaffen, von urſprünglichen Unterbrechungen der Ausdehnung abgeſehen, natürlich Unregelmäßigkeiten in der Ausdehnung der Kalifalze und damit mancherlei Mißerfolge beim Aufſuchen.

Literatur: Rinne, F., Die geologiſchen Verhältniſſe der deutſchen Kalifalzlagerſtätten, Hannover 1906; van't Hoff, J. H., Unterſuchungen über die Bildung der organiſchen Salzablagerungen, Berlin 1900—1906.

Leppla.

Kalifalze, im Handel auch Staßfurter Salze genannt, ſind von großer Bedeutung für die Pflanzenernährung. Zuerſt durch die mit ihnen erzielten Mißerfolge ſehr in Mißkredit gebracht, erkannte man ihre Bedeutung erſt, nachdem Adolf Frank nach eingehenden Verſuchen nachgewieſen hatte, daß die durch Gegenwart von Chlormagneſium bedingten chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Carnallitſalze ein Haupthindernis ihrer Verwendung als Düngemittel bildeten. Er wies nach, daß die Verwertung dieſer Salze zu techniſchen und landwirtſchaftlichen Zwecken nur durch weitere Bearbeitung (Konzentration), bezw. durch Entfernung des darin enthaltenen Chlormagneſiums zu ermöglichen ſei.

Im Jahre 1861 wurde die erſte Kalifabrik in Staßfurt in Betrieb geſetzt, und 1862 kam das erſte „rohe ſchwefelſaure Kali" in den Handel. Sehr bald lernte man der Frachtverhältniſſe wegen die Kalidünger für entferntere Gegenden konzentrieren, und ſchon 1863 brachte Frank den erſten konzentrierten Kalidünger in Form von Chlorkalium mit einem Gehalt von 50 und 80 % in den Handel. Der Konſum von Kalifalzen als Düngemittel ſtieg und ſteigt heute noch rapid; ſo verbrauchten Deutſchland 1882: 304385 dz, 1891: 2400008 dz, das Ausland 1882: 952633 dz, 1891: 1735076 dz. Im Jahre 1903 verbrauchten in Deutſchland: die Landwirtſchaft 11251009 dz Salze = 1542989 dz K_2O, die Induſtrie 770335 dz Salze = 386900 dz K_2O; im Ausland: die Landwirtſchaft 7082983 dz Salze = 1455442 dz K_2O, die Induſtrie 503159 dz Salze = 252792 dz K_2O. Die wichtigſten Kalifalze und deren Zuſammenſetzung ſind:

Name des Salzes. In 100 Teilen ſind enthalten:	Schwefelſaures Kali K_2SO_4	Chlorkalium KCl	Schwefelſaures Magneſia $MgSO_4$	Chlormagneſia $MgCl_2$	Chlornatrium $NaCl$	Schwefelſaures Calcium $CaSO_4$	In Waſſer unlösliche Subſtanzen	Waſſer	Berechnet auf reines Kali K_2O
A. Rohſalze:									
1. Kainit	21,3	2,0	14,5	12,4	34,6	1,7	0,8	12,7	12,8
2. Carnallit	—	15,5	12,1	21,5	22,4	1,9	0,5	26,1	9,8
3. Bergkieſerit	—	11,8	21,5	17,2	26,7	0,8	1,3	20,7	7,5
4. Sylvinit	5,2	28,3	3,6	1,8	51,3	1,8	4,2	3,8	20,7
B. Konzentrierte Salze:									
a) Schwefelſaure Salze faſt frei von Chloriden:									
1. Schwefelſaures Kali 96 %	97,2	0,3	0,7	0,4	0,2	0,3	0,2	0,7	52,7
1. Schwefelſaures Kali 90 %	90,6	1,6	2,7	1,0	1,2	0,4	0,3	2,2	49,9
2. Schwefelſaure Kali-Magneſia	50,4	—	34,0	—	2,5	0,9	0,6	11,6	27,2
b) Chloride enthaltende Salze:									
3. Chlorkalium 90/95 %	—	91,7	0,2	0,2	7,1	—	0,2	0,6	57,9
3. Chlorkalium 80/85 %	—	83,5	0,4	0,3	14,5	—	0,2	1,1	52,7
3. Chlorkalium 70/75 %	1,7	72,5	0,8	0,6	21,2	0,2	0,5	2,5	46,7
4. Kalzinierte Düngeſalze (wenigſtens 20 % Kali enthaltend)	—	44,5	22,5	4,6	12,4	2,9	5,3	7,8	28,1
5. Kalzinierte Düngeſalze (wenigſtens 15 % Kali enthaltend)	—	25,6	31,1	6,3	10,3	3,5	10,6	12,6	16,2
	Doppeltkohlenſaures Kali		Kohlenſaure Magneſia		Chloride und in Waſſer unlösliche Subſtanzen				
6. Kohlenſaure Kali-Magneſia	40,0		33,6		1,0			25,4	18,8

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: Bischof, F., Die Steinsalzwerke bei Staßfurt, Halle a. S. 1875; Ochsenius, C., Salzlager, Halle a. S. 1871; Weitz, Polytech. Zentralblatt 1894, Nr. 6; Märker, Die Kalidüngung, Berlin 1892; Frank, Landwirtsch. Versuchsstation, Bd. 8, Berlin; Bersch, W., Moderne Landwirtschaft, Wien 1903. *Weitz.*

Kalium *K*, chemisches Element aus der Gruppe der Alkalimetalle, einwertig, Atomgew. 39,03, spez. Gew. 0,875 (bei 13°), Schmelzpunkt bei 62,5°, verdampft bei 720° in Form grüner Dämpfe, ist bei gewöhnlicher Temperatur knetbar, in der Kälte spröde, phosphoresziert, ist auf frischer Schnittfläche weiß mit einem Stich ins Bläuliche, läuft aber an der Luft sehr schnell an, weshalb es unter Steinöl aufbewahrt wird. Es verbrennt, an der Luft erhitzt, mit violetter Flamme und zersetzt bei gewöhnlicher Temperatur Wasser, wobei es zu Kaliumoxydhydrat verbrennt und auch den entwickelten Wasserstoff entzündet.

Kalium findet sich in der Natur nicht gediegen, am häufigsten als Silikat in vielen Mineralien, besonders im Kainit, Carnallit und Kieserit; es ist nicht so verbreitet wie die Natriumverbindungen und wurde zuerst 1807 von Davy isoliert. — Kalium läßt sich leicht durch Elektrolyse von geschmolzenem Kaliumoxydhydrat gewinnen, bei welcher sich am negativen Pol Kalium abscheidet. In der Regel stellt man es jedoch dar, indem man kohlensaures Kalium mit verkohltem Weinstein in inniger Mischung in einer eisernen Retorte erhitzt. Dabei entweichen Kohlenoxyd und Kalium, welch letzteres in der Vorlage verdichtet wird. Bei Rotglut entstehen Kali und Kohle infolge der Zersetzung des Kohlenoxyds durch das Kalium, bei niederer Temperatur Kohlenoxydkalium $K_6C_6O_6$, während bei gewöhnlicher Temperatur keine Reaktion stattfindet. Auf diese Art entsteht ein schwarzes, sehr explosives Gemisch aus Kalium, Kali, Kohle und Kohlenoxydkalium, weshalb die Operationen mit Vorsicht auszuführen sind, d. h. die Bildung des explosiven Körpers durch Regulierung der Temperatur zu verhindern ist. Das in der Vorlage verdichtete rohe Kalium trägt man schnell in Steinöl ein, schmilzt und filtriert. Kalium läßt sich in vielen Fällen durch das viel billigere Natrium ersetzen. *Bujard.*

Kaliumantimonyltartrat, s. Brechweinstein.

Kaliumarseniat (arsensaures Kalium).

Zweifach arsensaures Kalium KH_2AsO_4 wird durch Zusammenschmelzen gleicher Teile Arsenigsäureanhydrid und Salpeter als luftbeständige weiße Kristalle erhalten, welche bei Rotglut unter Wasserabgabe schmelzen. Das zweifach arsensaure Kalium dient in der Färberei als Ersatz des Kuhkotes; es liefert auf Zusatz von Kali das nicht kristallisierende einfach arsensaure Kalium K_2HAsO_4 und neutrales Kaliumarseniat K_3AsO_4 in Form von kleinen zerfließlichen weißen Nadeln. *Bujard.*

Kaliumbichromat, s. Chromsäuresalze.

Kaliumbromid (Bromkalium) *KBr*, farblose, glänzende, licht- und luftbeständige Kristalle von widerwärtig laugenhaftem Geschmack; spez. Gew. 2,415, Schmelzpunkt bei 715°; in Wasser leicht, in Weingeist schwer löslich.

Bromkalium findet sich im Meerwasser, in Salzsolen und einigen Mineralquellen und wird wie Kaliumjodid (s. d.) dargestellt, nur daß an Stelle von Jod Brom tritt. Es findet in der Photographie und in der Medizin Verwendung. *Bujard.*

Kaliumchlorat (chlorsaures Kalium) $KClO_3$, farblose, glänzende, wasserfreie, luftbeständige, monokline Tafeln oder Blättchen von herbem, kühlendem Geschmack, löslich in 120 Teilen Alkohol bei 16°, schwer löslich in Wasser; spez. Gew. 2,35, Schmelzpunkt bei 359°, Siedepunkt der gesättigten wässerigen Lösung bei 104,8°. Es entsteht aus heißer, konzentrierter Lösung von Kaliumoxydhydrat und Chlor, wobei stets auch Unterchlorigsäuresalz erhalten wird, das sich durch Chlor beim Erhitzen der Lösung in Chlorat verwandelt.

Wird Kaliumchlorat nur wenig über 359° erhitzt, so zersetzt es sich: $KClO_3 = KCl + O_3$. Bei Zusatz von Mangansuperoxyd (Braunstein), Eisenoxyd, Kupferoxyd, Platinschwarz, Bleisuperoxyd erfolgt die Zersetzung schon bei 200—280°, und zwar sehr stürmisch. Mischungen von Schwefel, Kohle, Phosphor, gepulvertem Eisen, Zucker entzünden sich durch Einwirkung des Lichtes und namentlich durch Berührung mit konzentrierter Schwefelsäure, auch zuweilen von selbst; sie explodieren durch Stoß, Reibung, Erwärmung. Die Lösung des Salzes wirkt stark oxydierend in Verbindung mit Salz- oder Salpetersäure. Schmelzendes Kaliumchlorat ist für sich schon ein äußerst kräftiges Oxydationsmittel. Im großen gewinnt man Kaliumchlorat, indem man durch Einleiten von Chlor in einen Brei von gelöschtem Kalk oder Magnesia bei höherer Temperatur Calciumchlorat (bezw. Magnesiumchlorat) darstellt und dieses mit Kaliumchlorid versetzt. Es entsteht durch Wechselzersetzung Calciumchlorid (bezw. Magnesiumchlorid) und Kaliumchlorat, welche durch Kristallisation getrennt werden. — Chlorsaures Kalium findet in der chemischen Analyse, zur Darstellung von Anilinschwarz, Buntfeuer, zur Zündmasse der schwedischen Zündhölzer, zur Entwicklung von Sauerstoff, als Oxydationsmittel zur Darstellung von übermangansaurem Kalium, bei Verarbeitung der Platinerze, in der Fabrikation von Initialzündungen (s. d.) Verwendung. Patronen aus Kaliumchlorat unter Zusatz einer geringen Menge brennbarer Substanz hergestellt geben bei der Berührung mit einem glimmenden Span eine ruhige, langsame Zersetzung und dienen daher zur Sauerstofferzeugung für Intensivglühlicht. Als schwaches Antiseptikum wird es auch in der Medizin verwendet. In größeren Gaben wirkt es giftig. *Bujard.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kaliumchlorid (Chlorkalium, Digeſtivſalz) *KCl*, farbloſe, würfelförmige Kriſtalle vom Geſchmack des Kochſalzes, luftbeſtändig, bei ca. 770° ohne Zerſetzung ſchmelzbar, unlöslich in abſolutem Alkohol und konzentrierter Salzſäure, ſpez. Gew. 2,0 bei 0°. 100 Teile Waſſer löſen bei 0° 28,5%, bei 110° (Siedepunkt) 59% Chlorkalium.

Beim Löſen von 30 Teilen Kaliumchlorid in 100 Teilen Waſſer von 13,2° ſinkt die Temperatur auf 0,6°, weshalb das Salz zur Bereitung von Kältemiſchungen (ſ. d.) dient. Es findet ſich in der Natur rein als Sylvin, ferner mit Magneſiumchlorid und -bromid verbunden als Carnallit (ſ. d.), im Kainit (ſ. d.), im Meerwaſſer und in den meiſten Salzſolen, in der Pflanzenaſche, der Schlempekohle, der Rübenmelaſſe. Im großen wird es aus dem Carnallit $KMgCl_3 + 6\,H_2O$ gewonnen, indem man die wäſſerige Löſung desſelben in eiſernen Kriſtalliſiergefäßen kriſtalliſieren läßt. Kaliumchlorid kriſtalliſiert zuerſt aus, während Magneſiumchlorid in der Mutterlauge bleibt. Durch Umkriſtalliſieren wird das Salz gereinigt. Ausbeute 75—85% des im Carnallit enthaltenen Kaliumchlorids. — Chlorkalium findet zur Darſtellung von Pottaſche, Kaliſalpeter, Alaun, Kaliumchlorat, als Düngemittel Verwendung. *Bujard.*

Kaliumchromat, -dichromat, ſ. Chromſäureſalze.

Kaliumcyanid (Cyankalium, blauſaures Kali) *KCN* oder *KCy*, undurchſichtige, weiße, kriſtalliniſche Maſſe oder farbloſe Würfel, in Waſſer leicht, in Weingeiſt ſchwerer löslich, von ſcharf alkaliſchem Geſchmack und betäubendem Geruch, weil ſchon die Kohlenſäure der Luft aus ihr Blauſäure entwickelt. In ſtarker Verdünnung iſt der Geruch bittermandelartig. Spez. Gew. 1,52. In wäſſeriger Löſung zerſetzt es ſich langſam ſchon bei gewöhnlicher Temperatur.

Mit andern Cyanmetallen bildet es ſehr leicht Doppelcyanüre. Es entſteht überall, wo Kaliumverbindungen bei Rotglut mit Stickſtoff und Kohlenſtoff in Berührung treten. Als Ausgangsmaterial zu ſeiner Darſtellung im großen dient das gelbe Blutlaugenſalz (ſ. Blutlaugenſalze). Man ſchmilzt dasſelbe in eiſernen Tiegeln entweder allein oder unter Zuſatz von reinem, kohlenſaurem Kalium, wodurch das ſogenannte Liebigſche Cyankalium entſteht, das ſtets noch etwas cyanſaures Kali enthält. Nach vollendeter Zerſetzung gießt man letzteres vorſichtig von dem Kohleneiſen bezw. Eiſen ab. — Cyankalium iſt äußerſt giftig, ſchon 0,2—0,4 g wirken beim Menſchen tödlich, und zwar ſehr raſch, durch Lähmung des Atmungszentrums. — Man verwendet das Salz als ſehr kräftiges Reduktionsmittel im Laboratorium, in der Photographie, zur Darſtellung zahlreicher Cyanverbindungen, in der Medizin, bei der galvaniſchen Vergoldung und Verſilberung, zur Beſeitigung von Höllenſteinflecken. Es iſt ein vorzügliches Reduktionsmittel für pyrochemiſche Arbeiten und findet eine ausgedehnte Anwendung zur Extraktion des Goldes (ſ. Gold) aus goldarmen Erzen und Sanden. *Bujard.*

Kaliumdiſulfat, ſaures ſchwefelſaures Kalium, $KHSO_4$.

In der Natur kommt es als vulkaniſches Produkt (Neapel) als Miſenit vor. Schmilzt beim Erhitzen und gibt dann bei höherem Erhitzen Waſſer und Schwefeltrioxyd ab. Wegen dieſer Eigenſchaft findet es zur Aufſchließung von Mineralien und andern ſchwerlöslichen Stoffen, ferner im Laboratorium zum Reinigen von Platingerätſchaften Verwendung. Es entſteht bei gelindem Erwärmen von 13 Teilen Kaliumſulfat mit 8 Teilen konzentrierter Schwefelſäure oder beim Erwärmen von 1 Molekül Chlorkalium mit 1 Molekül Schwefelſäure, bis keine Salzſäure mehr entweicht. *Bujard.*

Kaliumeiſencyanid, -eiſencyanür, ſ. Blutlaugenſalze.

Kaliumhydrat, -hydroxyd, ſ. v. w. Kaliumoxydhydrat (ſ. d.).

Kaliumjodid (Jodkalium) *KJ*, farbloſe oder weiße Würfel oder Oktaeder, von ſcharf ſalzigem Geſchmack, an der Luft ſich langſam gelb färbend, in Waſſer und Weingeiſt leicht löslich, in der Rotglut ohne Zerſetzung ſchmelzend; ſpez. Gew. 3,05; Schmelzpunkt bei 625°.

Es findet ſich in Spuren im Meerwaſſer und in manchen Mineralquellen, ferner in der Aſche gewiſſer Meerespflanzen. Das Salz bildet ſich direkt aus Kalium und Jod, beim Erhitzen oft unter heftiger Exploſion, ferner beim Neutraliſieren von Kalilauge oder kohlenſaurem Kali mit Jodwaſſerſtoffſäure. Zu ſeiner Darſtellung trägt man Jod in Kalilauge ein, bis ſich dieſe ſchwach gelb färbt, ſetzt fein pulveriſierte Kohle zu, dampft bis zur Trockene ein und glüht den Rückſtand gelinde, wodurch unter Entwicklung von Kohlenoxyd das neben Kaliumjodid gebildete Jodat zu Jodid reduziert wird nach der Gleichung $KJO_3 + 3\,C = KJ + 3\,CO$. Das Jodkalium wird ſchließlich mit Waſſer ausgelaugt. In der Regel gewinnt man das Kaliumjodid aus dem aus den Mutterlaugen des rohen Natronſalpeters erhaltenen Kupferjodür, das zu dieſem Zwecke von Peru nach Europa verſchifft wird. — Chlor, Brom, ſalpetrige Säure, ſalpetrige Schwefelſäure, rauchende Salpeterſäure und Ozon ſcheiden aus dem Jodkalium das Jod ab. Man benutzt daher jodkaliumhaltigen, auf Papierſtreifen geſtrichenen Stärkekleiſter zum Nachweis von Ozon (aktivem Sauerſtoff); das Präparat färbt ſich um ſo dunkler blau, je reicher die Luft an Ozon iſt (Ozonometer). — Kaliumjodid findet ſonſt außer in der Photographie und zur Darſtellung von Anilinfarben hauptſächlich in der Medizin Verwendung. *Bujard.*

Kaliumkarbid K_2C_2, entſteht durch Einwirkung von metalliſchem Kalium auf Acetylen; ſ. a. Karbide.

Kaliumkarbonat, ſ. v. w. Pottaſche (ſ. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kaliummanganat, f. Manganſäuren.

Kaliumnitrat, f. Salpeter.

Kaliumoxydhydrat (Kaliumhydroxyd, Kalihydrat, Aetzkali, auch kurzweg Kali) *KHO*, weiße, durchſcheinende, kriſtalliniſche Maſſe, ſehr hygroſkopiſch, zerfließt an der Luft und zieht begierig Kohlenſäure an, löſt ſich ſehr leicht in Waſſer unter beträchtlicher Wärmeentwicklung, ferner in Alkohol, ſchmeckt ſtark ätzend; ſpez. Gew. 2,044.

Aetzkali iſt eine der ſtärkſten Baſen, welche die meiſten Metalle aus ihren Salzen als Hydroxyde abſcheidet. Die Löſung (Kalilauge, Aetzlauge) greift Glas und Porzellan an und zerſtört die meiſten tieriſchen und pflanzlichen Stoffe; geſchmolzenes Kalihydrat zerſtört ſogar Gefäße aus Platin. Es entſteht bei Einwirkung von Kalium auf Waſſer und bei Zerſetzung von Kaliumkarbonat durch Aetzkalk. Zu ſeiner Darſtellung im großen laugt man Rohpottaſche mit Waſſer aus, erhitzt die Lauge in eiſernen Keſſeln bis zum Sieden unter gleichzeitigem Zuſetzen von gelöſchtem Kalk in kleinen Portionen. Die ſo entſtandene Kalilauge wird von dem Niederſchlage aus kohlenſaurem Kalk klar abgezogen, in offenen Pfannen eingedampft, der Rückſtand geſchmolzen und meiſt in Stangen gegoſſen (Kalium causticum fusum), in welcher Form es in den Handel kommt. Zur weiteren Reinigung löſt man das Kaliumhydroxyd in Alkohol, wobei ſich die Verunreinigungen abſcheiden (Karbonat, Silikat, Calciumhydroxyd), und dampft zur Trockene ein (Kalium hydricum alcohole depuratum). Es wird übrigens im großen faſt nur noch auf elektrolytiſchem Wege aus Chlorkalium hergeſtellt: $2\,KCl = 2\,K + Cl_2$; $2\,K + 2\,H_2O = 2\,KOH + H_2$. Beide Vorgänge finden in getrennten Gefäßen ſtatt bei dem Queckſilberverfahren, in halbgetrennten Gefäßen bei den Diaphragmenverfahren und in denſelben Gefäßen bei dem Glockenverfahren. Bei letzterem ſcheidet ſich die entſprechende Kalilauge nur durch ihr ſpezifiſches Gewicht von der Chlorkaliumlöſung. Theoretiſch pro Ampèreſtunde 2,09 gr Aetzkali, und bei Spannung von 3,5 Volt 3,5 Wattſtunden oder rund, unter Berückſichtigung unvermeidlicher Verluſte, 2 Kilowattſtunden für 1 kg Aetzkali. Eine ſehr reine Kalilauge gewinnt man ferner durch vorſichtiges Fällen einer Löſung von Kaliumſulfat mit Barythydrat, wobei unlösliches ſchwefelſaures Baryum entſteht. — Kaliumhydroxyd dient zur Ueberführung des Natronſalpeters in Kaliſalpeter, zum Entfetten und Bleichen leinener und baumwollener Gewebe, zur Gewinnung von Oxalſäure aus Sägeſpänen, in der Seifenfabrikation, als Abſorptionsmittel für die Kohlenſäure bei Gas- und Elementaranalyſen, in der Chirurgie in Form von federkieldicken Stengelchen (Aetzſtein, Kali causticum siccum) zum Aetzen. In der Technik ſowohl wie in den Laboratorien iſt indes ſeine Verwendung durch das billigere Natriumoxydhydrat (ſ. d.) eingeſchränkt worden. *Bujard.*

Kaliumperchlorat (überchlorſaures Kalium) $KClO_4$, iſt häufig im rohen Chiliſalpeter enthalten, gelangt durch dieſen in den Konverſionsſalpeter (ſ. Salpeter) und ſpielt bei deſſen Prüfung und Reinheit zum Zwecke der Schießpulverfabrikation eine Rolle.

Es bildet waſſerhelle rhombiſche Säulen, ſchwer löslich in Waſſer. Seine Darſtellung erfolgt wegen ſeiner Verwendung in der Spreng- und Briſanztechnik ſowie in der Feuerwerkerei fabrikmäßig, und zwar durch Elektrolyſe gekühlter Kaliumchloratlöſungen. Vgl. Feuerwerkerei. *Bujard.*

Kaliumpermanganat, f. Manganſäuren.

Kaliumſalze, f. v. w. Kaliſalze (ſ. d.).

Kaliumſilikat, f. Waſſerglas.

Kaliumſulfat (ſchwefelſaures Kali, neutrales ſchwefelſaures Kali) K_2SO_4, harte, farbloſe, waſſerfreie, lichtbeſtändige, rhombiſche Kriſtalle von ſalzig-bitterlichem Geſchmack, unlöslich in Alkohol und Kalilauge, löslich in Waſſer, ſchmilzt bei Rotglut und bildet mit den meiſten ſtarken Säuren ſaures ſchwefelſaures Kali. Spez. Gew. 2,64, ſchmilzt bei 1080°.

Es findet ſich in der Natur als Glaſerit und Arcanit, mit ſchwefelſaurer Magneſia und Chlormagneſium als Kainit, mit ſchwefelſaurer Tonerde als Alaun, Alunit. Im großen wird ſchwefelſaures Kali gegenwärtig in der Regel aus Kaliumchlorid durch Schwefelſäure in ganz analoger Weiſe wie das Natriumſulfat beim Leblanc-Sodaprozeß (vgl. Soda) dargeſtellt. Man gewinnt es auch als Nebenprodukt bei der Salpeterſäuredarſtellung, aus den Mutterlaugen der Salzſolen und des Meerwaſſers, aus Kaliumchlorid und Schwefelkies. — Es findet als Kalidünger (vgl. Kaliſalze), zur Darſtellung von Alaun, Glas und Pottaſche nach dem Leblancſchen Prozeß, ferner in der Medizin Verwendung und bildet das Ausgangsmaterial zur Darſtellung vieler andrer Kaliſalze; ſ. a. Kaliumdiſulfat. *Bujard.*

Kalk (Kalkerde, Aetzkalk, Calciumoxyd), als kohlenſaurer Kalk, in der Natur in großen Mengen in Form von Kreide, Marmor u.ſ.w. vorkommend; hierüber ſ. Kalkſtein.

Der Kalk ſtellt eine chemiſche Verbindung des Metalls Calcium mit Sauerſtoff nach der Formel *CaO* dar und bildet eine abſolut feuerbeſtändige, rein weiße Maſſe. Mit Waſſer vereinigt er ſich zu Kalkhydrat (Calciumoxydhydrat, Calciumhydroxyd, Kalkpulver, Mehlkalk) unter beträchtlicher Wärmeentwicklung und etwa dreifacher Raumvergrößerung (Gedeihen, Wachſen) nach der Formel $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$, welchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorgang man als Löfchen des Kalkes (f. d.) bezeichnet. Kalkhydrat, das in Waffer nur wenig löslich ift (Kalkwaffer), verliert beim Erhitzen auf 300° fein Waffer wieder und wird in Kalk zurückverwandelt. — Der Kalk findet außer im Bauwefen (vgl. weiter unten) eine fehr ausgedehnte Anwendung in der chemifchen Induftrie: in der Sodafabrikation nach Leblanc, beim Ammoniakfodaprozeß, bei der Fabrikation von Chlorkalk, Effig-, Wein-, Oxalfäure, in der Rübenzuckerfabrikation, der Gerberei, zur Reinigung von Abwäffern und von Leuchtgas, in der Glasfabrikation, in hüttenmännifchen Prozeffen.

Der Kalk wird durch Brennen (f. Oefen zum Brennen von Kalk) natürlicher Kalkfteine in Feldöfen, Gruben oder Meilern oder in befonders zu diefem Zweck erbauten Kalköfen gewonnen und fpielt im Bauwefen bei der Mörtelbereitung eine große Rolle. Je nach der Reinheit des Kalkfteins erhält man nach dem Brennen, wobei die Kohlenfäure ausgetrieben wird, reinen Kalk (Kalkerde, Calciumoxyd) nach der Formel: $CaCO_3 = CaO + CO_2$, oder Kalkerde mit einem gewiffen Prozentfatz von Tonerde, Kiefelfäure, Alkalien u. f. w. Beim Brennen hat der Kalk 45 Gewichtsprozente Kohlenfäure und fein Waffer verloren, fo daß er nur etwa halb fo viel wiegt als der ungebrannte. Die Raumverminderung beträgt gegen 10—20% und macht fich dadurch bemerkbar, daß der gebrannte Kalk vollftändig porös geworden ift. Beim unreinen Kalk hängt es von der Temperatur beim Brennen ab, ob die fremden Beimengungen nicht zu fehr verfintert oder gefchmolzen find, um keinen genügend großen Einfluß auf die Kalkerde bezüglich der Ablöfchfähigkeit auszuüben, oder ob die Verfinterung und Verfchmelzung bereits in fo hohem Grade erfolgt ift, daß der gebrannte Kalk durch Waffer nicht mehr ablöfchbar ift; in letzterem Falle nennt man ihn totgebrannten Kalk. Bei einem gewiffen Gehalt von kiefelfaurer Tonerde und Alkalien bewirkt jedoch der Brennprozeß ein Aufichließen der Kiefelfäure und Tonerde gegenüber der Kalkerde, wodurch ein folcher gebrannter Kalk in fein verteiltem Zuftande als feines Pulver eine andre fchätzbare Eigenfchaft gewinnt, nämlich die, unter Waffer zu erhärten, alfo hydraulifch zu werden. Diefe Kalkforten nennt man Zemente (f. d.) oder unlöfchbare Kalke, und man kann fomit nach der auch von H. Hauenfchild [1] angenommenen, vom Zementkomitee des Oefterreichifchen Ingenieur- und Architektenvereins vorgefchlagenen Einteilung, den gebrannten Kalk in zwei Hauptgruppen fondern: 1. in löfchbaren Kalk und 2. in unlöfchbaren Kalk.

1. Zu dem erfteren gehören: a) der Fett- oder Weißkalk, der, aus reinftem kohlenfauren Kalk (Marmor, Feldfpatkriftalle u. f. w.) hergeftellt, feinen Rauminhalt beim Löfchen auf das Zwei- bis Vierfache vermehrt. Bei entfprechendem Sandzufatz entfteht ein Mörtel, der an trockener Luft von außen nach innen allmählich erhärtet, während an feuchten Orten die Erhärtung nicht ftattfindet und im Waffer der Mörtel fich auflöft (f. Mörtel); b) magerer Kalk vermehrt feinen Rauminhalt um das Einviertel- bis Zweifache. Er ergibt mit Sand einen ähnlichen Mörtel wie Fettkalk, der zwar rafcher und vollftändiger erhärtet, aber nicht fo ergiebig ift wie der letztere. Je nach der Menge fremder Beimengungen ift das Verhalten des Mörtels verfchieden. Er kann auch hydraulifche Eigenfchaften annehmen, in welchem Falle man folchen Kalk c) hydraulifchen Kalk nennt, der entweder in Stücken (Schwarzkalk) oder in Pulverform auf den Markt gebrachter magerer Kalk ift und die Eigenfchaft befitzt, einige Zeit nach feiner Verwendung im Waffer zu erhärten; er kann entweder wie der Fettkalk zu Brei gelöfcht oder als Pulver mit Sand gemifcht und unter nachherigem Waffer zufatz verarbeitet werden. Er erhärtet langfam an der Luft und widerfteht dem Waffer erft nach einigen Tagen.

2. Zu den unlöfchbaren Kalken gehören a) die Zemente (f. d.), b) hydraulifche Zufchläge, wie Puzzolane, Santorinerde, Traß u. f. w.; fie find meift vulkanifchen Urfprungs mit nur geringem Kalkgehalt, die in der Natur in Pulverform oder als Stein vorkommen. Für fich allein geben letztere keinen Mörtel, liefern dagegen in gemahlenem Zuftande, dem Fettkalk zugefetzt, ein hydraulifches Bindemittel, das zwar langfam erhärtet, aber in feiner Feftigkeit ftets zunimmt, fo daß es nach mehreren Monaten der Feftigkeit von Portlandzementmörtel nahe kommt.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, Darmftadt 1895, 2. Aufl., Bd. 1, 1. Teil, S. 127. — [2] Gottgetreu, Baumaterialien, Berlin 1875, 2. Aufl., Bd. 2, S. 185. — [3] Heufinger von Waldegg, Die Kalkbrennerei und Zementfabrikation, bearbeitet von Karl Naske, 5. Aufl., Leipzig 1903. — [4] Nöthling, E., Die Bauftofflehre, Leipzig 1904, S. 207. *L. v. Willmann.*

Kalk, phosphorfaurer, der Leimfabriken, auch Leimkalk oder präzipitierter phosphorfaurer Kalk genannt. Bei der Leimfabrikation refultiert infolge des Uebergießens der Knochen mit verdünnter Salzfäure eine faure Phosphatlöfung als Nebenprodukt, aus welcher mittels Aetzkalk das Kalkphosphat niedergefchlagen wird. Aus dem fo gewonnenen Phosphat läßt man bei längerem Lagern im Freien durch Regen das Chlorcalcium auswafchen, trocknet es im Ofen und verwandelt es fchließlich mittels Schwefelfäure in Superphosphat.

Auf diefe Weife erhält man ein für die Landwirtfchaft fehr wertvolles Phosphorfäuredüngemittel, das nach C. Reidemeifter wie folgt zufammengefetzt ift:

Baffifches Kalkphosphat	46,50%	Schwefelfaurer Kalk	1,24%
Halbfaures Kalkphosphat	15,27 „	Chlorcalcium	0,72 „
Halbfaures Magnefiaphosphat	5,46 „	Unlösliches	0,42 „
Phosphorfaures Eifenoxyd	0,70 „	Waffer und organifche Subftanzen	29,69 „

Literatur: Jahresbericht für Agrikulturchemie, Bd. 9, S. 249; Berfch, W., Moderne Landwirtfchaft, Wien 1903. *Weitz.*

Kalkalabafter, gelber, durchfcheinender Sinterkalk.

Kalkblau, f. Mineralblau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kalkeſtrich (Kalkgußboden) war ſchon bei den Griechen und Römern in Gebrauch, worüber Vitruv im 3. Buche, 1. Kapitel, das genaue Verfahren der Herſtellung beſchreibt; wird auch heute wieder viel verwendet. Man unterſcheidet zweierlei Herſtellungen.

1. Die erſte Art beſteht aus einer 15—20 cm ſtarken Lage von Kleingeſchläg, Sand und Zement oder Schwarzkalk, welche in zwei- bis dreimaligem Auftrage aufgebracht und feſtgeſtampft wird, bis ſich Waſſer an der Oberfläche zeigt. Hierauf erfolgt mehrere Tage hindurch Anfeuchten. Die oberſte Lage kann aus einem Teil friſchem Kalkpulver und zwei Teilen ſcharfem Sande beſtehen, welche nach dem Stampfen wie oben mit der Kelle und Waſſer glatt zu ſtreichen ſind; zuletzt erfolgt ein zweimaliges Tränken mit Leinöl.

2. Auf geebnetem Grunde werden Kies, kleingeſchlagene Steine, Schlacken, Ziegel- oder alte Mörtelbrocken aufgebracht und durch Stampfen gefeſtigt. Hierüber wird der Mörtel aus einem Teil feingeſiebtem Pulver friſchgelöſchten Kalkes und zwei Teilen feinem Kies, beide Teile vermengt und mit Rindsblut zu einer feſthaltenden Maſſe angefeuchtet, mittels Kelle ausgebreitet, hierauf feſtgeſtampft unter Anfeuchten und Beſtreuen mit trockenem Sand und Kalkpulver. Zuletzt erfolgt ein Anſtrich von Rindsblut und Oelfarbe (ruſſiſches Verfahren). *Weinbrenner.*

Kalkfarben, entweder Farbkörper, welche, mit gelöſchtem gebrannten Kalk zuſammengebracht, ihre Nuance nicht verändern, oder aber Miſchungen von Kalkmilch mit kalkbeſtändigen Farben zum Anſtrich von Wänden und Mauerwerk (Verputz) im Innern und Aeußern von Gebäuden.

Sie haben nur eine ſehr geringe Haltbarkeit (laſſen ſich mit der Hand abreiben, werden vom Regen abgewaſchen), die ſich durch Beimiſchen von Leinöl, Blut, Milch, Käſequark u. ſ. w. erhöhen läßt. Die Arbeit des Anſtreichens mit Kalkmilch nennt man „Weißeln"; wird eine Körperfarbe (Ocker, Engelrot, Ruß) oder eine kalkbeſtändige chemiſche Farbe hinzugemiſcht, „Färbeln". *Andés.*

Kalkfuge, ſ. v. w. ſichtbare Mörtelfuge eines Mauerwerks, auch Auftrag des Mörtels zwiſchen den einzelnen Steinſchichten (ſ. Fuge).

Kalkgelb, gelbe Körperfarbe durch Fällen von Naphtholgelb (Teerfarbſtoff)-Löſung mit Schwerſpat mittels ſchwefelſaurer Tonerde und Chlorbaryum.

Kalkgrube (Löſchgrube), Aufbewahrungsort des abgelöſchten Kalkes; vgl. Mörtel und Löſchen des Kalkes.

Kalkgrün (Wandgrün), grüne kalkbeſtändige Farbe zum Miſchen unter Kalkmilch oder in Verbindung mit Leimwaſſer als Anſtrich auf Kalkverputz, iſt entweder eine gereinigte grüne Erde, ein Gemenge von arſenigſaurem Kupferoxyd und ſchwefelſaurem Kalk oder mit Teerfarbſtoff aufgefärbter Ton, Kreide u. ſ. w.

Die giftige Kupfer-Arſenverbindung wird dargeſtellt, indem man gebrannten Kalk mit Waſſer ablöſcht, zu einem dünnen Brei anmacht und mit überſchüſſiger arſeniger Säure kocht, ſolange noch davon gelöſt wird. Dann verſetzt man die Löſung von arſenigſaurem Kalk mit einer Kupfervitriollöſung ſo lange, als noch ein Niederſchlag entſteht, den man auswäſcht und trocknet. Ultramaringrün wird ebenfalls als Kalkgrün verkauft. *Andés.*

Kalkguß bezw. Mörtelguß, welcher in dünnflüſſigem Zuſtand über eine Mauerſchichte, Gewölberücken u. ſ. w. ausgebreitet wird, um die Stoßfugen gehörig auszufüllen (ſ. a. Kappe). *Weinbrenner.*

Kalkgußbau, ſ. Füllmauer.

Kalkgußfußboden, ſ. Kalkeſtrich.

Kalkhütte (Mörtelhütte), 1. ein aus Brettern erbauter Aufbewahrungsraum für Kalk, um dieſen vor den ſchädlichen Einflüſſen der atmoſphäriſchen Luft, der Näſſe u. ſ. w. zu ſchützen (ſ. Mörtel). 2. Ein Schutzdach aus Brettern über dem Mörtelkaſten, in welchem der Kalk abgelöſcht und der Mörtel zubereitet wird. *Weinbrenner.*

Kalkhydrat, ſ. Kalk.

Kalkierpapier, aus dem franzöſiſchen papier à calquer germaniſierte Bezeichnung für Pauspapier; ſ. Papierſorten. *Kraft.*

Kalkkaſten, ein im Lichten 45 cm breiter, etwa 60 cm langer und 40 cm hoher Holzkaſten mit Griffen an den kurzen Seiten, der dazu dient, den auf das Gerüſt gebrachten Kalk während der Arbeit aufzunehmen. *L. v. Willmann.*

Kalkkrücke (Kalkhacke), ein brettförmiges, 26—28 cm langes, 8 cm breites Eiſen, das mittels einer Oeſe an einem 1,2—1,5 m langen Holzſtiele befeſtigt iſt und dazu dient, den Kalkbrei durcheinander zu mengen. *L. v. Willmann.*

Kalklicht, ſ. Drummondſches Licht.

Kalkmaß, in Oeſterreich = 153,761 l; in Deutſchland wird Kalk nach Hektoliter oder Tonnen = 2 hl gemeſſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kalkmilch, Miſchung von abgelöſchtem Kalk mit Waſſer bis zu dem Grade der Dünnflüſſigkeit der Milch; dient in dieſem Zuſtande im Bauweſen zur Tünchung der Wände (ſ. a. Waſſerreinigung und Kläranlagen). *Weinbrenner.*

Kalköfen, ſ. Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren, Kalk und Zement.

Kalkrot, rote Körperfarbe, durch Fällen von Doppelazarin mit Türkiſchrotöl auf Tonerde und Schwerſpat.

Kalkſalpeter. Birkeland und Sam. Eyde ſtellen ein neues Präparat „Kalkſalpeter" für Düngezwecke dar, indem ſie direkt den Stickſtoff der atmoſphäriſchen Luft unter Zuhilfenahme des elektriſchen Stromes mittels des in der Luft enthaltenen Sauerſtoffes oxydieren.

Sie haben den bisherigen Weg inſofern weſentlich geändert, als die Oxydation nicht mehr im gewöhnlichen Flammenbogen vor ſich geht, ſondern mittels eines Flammenbogens, der ſich im „magnetiſchen Felde" befindet. Der Vorteil dieſes Verfahrens gegen das frühere ſoll im weſentlichen darin beſtehen, daß man bei geringerer elektriſcher Spannung (5000 Volt gegen früher mindeſtens 15000 Volt) größere Mengen Luft paſſieren laſſen kann und hierdurch ſowohl eine billigere als auch eine weſentlich höhere Ausbeute an Salpeterſäure erzielen ſoll. Es bildet ſich hierbei zunächſt ſalpetrige Säure, die aber gleichzeitig durch den vorhandenen Ueberſchuß an Sauerſtoff zu Salpeterſäure oxydiert wird. Die heißen Gaſe werden durch Granittürme geführt, mit Waſſer gewaſchen, und man ſoll eine 50prozentige Salpeterſäure erhalten, die dann mit Kalk geſättigt wird. Das ſo erhaltene Calciumnitrat kommt als ſolches auf den Markt, während das gleichzeitig gewonnene baſiſche Calciumnitrat als Düngemittel unter dem Namen „Kalkſalpeter" verwendet werden ſoll.

Eine weſentliche Erhöhung der Ausbeute gegen die frühere Methode ſoll wie folgt erzielt werden. Wie bei dem früheren Verfahren wird ein Wechſelſtrom verwendet, und bei Erhöhung der Temperatur bis 3000° C. ſoll eine Ausbeute bis 5% Salpeterſäure erhalten werden. Dieſe Salpeterſäure ging aber bisher durch langſames Erkalten zu einem großen Teil wieder verloren. Nach Birkeland und Eyde ſoll dieſer Verluſt durch plötzliches Abkühlen faſt ganz vermieden werden. Die Fabrikation begann im Jahre 1903 auf Frognerkilens Fabrik in Schweden; in demſelben Jahre wurde die Fabrikation auf Ankerlökken und ſpäter nach der Verſuchsſtation Vassmoen bei Arendal verlegt. Nach einer Reihe weiterer Verſuche iſt eine Fabrik in Notodden bei Telemarken errichtet, die täglich 1500 kg reine Salpeterſäure darzuſtellen imſtande ſein ſoll.

Im Handel iſt das Düngemittel in größeren Mengen noch nicht. Ergebniſſe von Düngungsverſuchen mit Kalkſalpeter ſind dem Verfaſſer nicht bekannt, indes iſt von vornherein anzunehmen, daß dieſes Düngemittel genau ſo wirken muß wie der Chiliſalpeter — falls das Präparat rein, d. h. nicht mit ſalpetrigſauren Salzen vermengt iſt.

Literatur: In einige Journale verſtreut wie z. B.: Morgenbladet, Chriſtiania, 4. u. 6. Dezember 1905; Verdens Gang, Nr. 345, Chriſtiania, 6. Dezember 1905; Die chemiſche Induſtrie, Nr. 23, Berlin, 1. Dezember 1905; Illuſtr. landw. Zeitung, Nr. 101, Berlin, 20. Dezember 1905. *Weitz.*

Kalkſandbau, ſ. Stampfbau.

Kalkſandziegel, ſ. Kunſtſteine.

Kalkſinter, ſ. Kalkſtein.

Kalkſpat (Calcit, Doppelſpat), Mineral, kohlenſaures Calcium CO_3Ca (56% CaO, 44,0% CO_2).

Der waſſerklare ſogenannte isländiſche Doppelſpat iſt faſt chemiſch rein, während die meiſten Vorkommen durch gleich kriſtalliſierende Karbonate der Magneſia, des Eiſenoxyduls, des Mangans, Zinks u. ſ. w. verunreinigt ſind. Auch mechaniſche Beimengungen führt der Kalkſpat oft, z. B. Quarzſand im ſogenannten kriſtalliſierten Sandſtein oder kohlige und bituminöſe Subſtanzen, als ſogenanntes Anthrakonit (bis 1,5% C). — Kalkſpat kriſtalliſiert in hexagonalen Formen, zumeiſt als ſtumpfes Rhomboeder mit einem Kantenwinkel von 105° 5′, vielfach auch in ſpitzen Pyramiden; oft auch in derben, großkörnigen Maſſen. Er ſpaltet nach den Flächen des Rhomboeders ſehr vollkommen. Muſcheliger Bruch iſt ſelten zu ſehen. Spröd. In reinſter Form, als Doppelſpat, waſſerhell und vollkommen durchſichtig und farblos, unrein meiſt etwas trüb; auch gefärbt, gelb, braun, ſeltener rot, blau. Glasglänzend, oft auch perlmutterglänzend und auf Spaltflächen iriſierend. Die Doppelbrechung des Lichtes iſt beim Kalkſpat ſehr ſtark. Für Wellen ſenkrecht zur Hauptachſe ſchwingend beträgt der ordentliche Brechungskoeffizient $\omega = 1{,}65308$, für Wellen parallel der Hauptachſe ſchwingend beträgt der außerordentliche Brechungskoeffizient $\varepsilon = 1{,}48391$, beides für die Linie B des Spektrums nach Rudberg. Für die Linie H dagegen iſt $\omega = 1{,}68330$, $\varepsilon = 1{,}49780$. Die Ausdehnung durch Wärme iſt in verſchiedener Richtung des Kriſtalls verſchieden. Der Ausdehnungskoeffizient für 100° C. beträgt + 0,002626 in der Richtung der Hauptachſe und — 0,000310 in der Richtung der Nebenachſen. Durch Druck wird Kalkſpat ſtark elektriſch. Mit dem Meſſer ritzbar. Härte 3 nach Mohs, nach Pfaff jedoch auf der Baſisfläche 3, auf der Rhomboederfläche 8 und auf der Säulenfläche 27, diejenige des Speckſteins = 1 geſetzt [1]. Spez. Gew. rein 2,72, im unreinen Zuſtand 2,6—2,8. Schmilzt nicht vor dem Lötrohr, wird aber beim Glühen trüb, verliert Kohlenſäure (etwa zwiſchen 800—900° C.) und geht in Calciumoxyd über. Der vollſtändige Verluſt der Kohlenſäure wird bei Luftabſchluß verhindert, im Luftſtrom beſchleunigt. Mit Borax vor dem Lötrohr erhitzt, entſteht unter Aufbrauſen eine klare Glasperle. Löslich in kalter verdünnter Salzſäure und Eſſig-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſäure unter Entweichen von Kohlenſäure; im Gegenſatz hierzu iſt zu bemerken, daß der ähnliche Dolomit (ſ. d.) ſich in kalten Säuren faſt nicht löſt. Zur chemiſchen Unterſcheidung von Calcit und Dolomit vgl. Lemberg [3]. Aus der Löſung kann mit Ammoniak, Schwefelſäure oder Gipslöſung nichts, mit Oxalſäure dagegen das Calcium als oxalſaures Salz ausgefällt werden. In reinem Waſſer iſt Kalkſpat ſehr wenig löslich. Nur 0,016—0,036, nach andern 0,025 g werden in einem Liter reinen Waſſers gelöſt. Die Löſungskraft des Waſſers wird durch höheren Druck und höhere Wärme erhöht, vor allem aber, wenn es Kohlenſäure enthält. Nach Cavendiſh löſt 1 l mit Kohlenſäure geſättigten Waſſers bei 0° C. 0,70 g, bei 10° C. 0,88 g, bei hohem Druck ſogar bis 3 g. Aus der Löſung ſcheidet ſich das Kalkkarbonat beim Verluſt der Kohlenſäure wieder aus. Auf dieſem Weg iſt wohl der meiſte Kalkſpat in der Natur gebildet worden, insbeſondere derjenige, welcher als Kluftausfüllung in Kalkgebirgen, in Eruptivgeſteinen, in Erzgängen u. ſ. w. vorkommt. Das Mineral gehört zu den häufigſten auf der Erde und ſteht in ſeiner Verbreitung wohl nur hinter Quarz zurück. Es iſt zunächſt in kriſtalliner Form der weſentlichſte Gemengteil aller Kalkſteine, Marmore, Mergel, ferner zumeiſt ein erſt durch Umwandlung kalkhaltiger Minerale entſtandener Gemengteil vieler Eruptivgeſteine, insbeſondere der augit- und labradorhaltigen Geſteine, wie Melaphyre, Diabaſe, Porphyrite, Baſalte, Gabbro u. ſ. w.; endlich zeigt ſich Kalkſpat in vielen Gang-, Höhlen- und Kluftausfüllungen mehr oder minder kalkhaltiger Geſteine auch auf Erzgängen, in den letzteren Fällen gewöhnlich in äußerer Kriſtallbegrenzung.

Das Vorkommen des kriſtallinen Kalkſpates als Geſtein, als Kalkſtein vermindert den Wert der räumlich beſchränkten Vorkommen des kriſtalliſierten Kalkſpates. Nur in der Optik wird der reinſte, waſſerklare Kalkſpat feiner ſtarken Doppelbrechung wegen zur Herſtellung polariſierten Lichtes verwendet (Polariſationsinſtrumente, Nicolſches Prisma). Der im Dolerit am Nordufer des Eskifjords an der Oſtküſte von Island vorkommende derbe und großſpätige Kalkſpat iſt ſo rein und waſſerklar, daß er zu optiſchen Zwecken verarbeitet werden kann. Etwas weniger reine Doppelſpate kommen im Kalk von Auerbach an der Bergſtraße vor. Ein faſeriger Kalkſpat, welcher, quer zur Faſerrichtung geſchliffen, einen atlasartigen Schimmer (Atlasſpat) zeigt, wird zu kleinen Kunſtgegenſtänden in kugeligen oder halbkugeligen Formen verarbeitet. In den letzten Jahren wurde ein ſehr ſchön blaugrün, weiß und auch rötlich gefärbter, konzentriſch ſtreifiger und gebänderter Kalkſpat als Onyxmarmor aus Arizona, Neumexiko und Kalifornien in großen Maſſen geſchnitten und poliert zu allerhand Kunſtgegenſtänden, vornehmlich in Metallfaſſung und -montierung, in den Handel gebracht [2].

Literatur: Allgemein: Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie, 14. Aufl., Leipzig 1901; Tſchermack, Lehrbuch der Mineralogie, 5. Aufl., Wien 1905; Roth, Allgemeine und chemiſche Geologie, Berlin 1879, Bd. 1. — [1] Sitzungsberichte der Münchner Akademie, Mathematiſch-phyſikaliſche Klaſſe, 1884, S. 255. — [2] Merill, G., The Onyx Marbles, Smithsonian Instit. Report., Waſhington 1895. — [3] Lemberg, Zeitſchr. d. Deutſch. geolog. Geſellſch. 1887, Bd. 39, S. 489, u. 1888, Bd. 40, S. 357.

Leppla.

Kalkſtein, Kalk ſchlechthin, nennt man ein körniges, dichtes, oolithiſches oder erdiges Geſtein, das weſentlich aus kriſtallinem Kalkſpat von verſchiedener Korngröße beſteht.

In vollſtändig reinem Zuſtand iſt das Geſtein ſelten; in der Regel ſind Karbonate der Magneſia, des Eiſen- und Manganoxyduls, ferner Kieſelſäure als Quarz und Hornſtein, Ton, Eiſenoxyd, Eiſenoxydhydrat, Chlorit, Serpentin, Glaukonit, auch kohlige und bituminöſe Subſtanzen beigemengt. Bei der Löſung in Säuren bleiben unlösliche, mechaniſche Beimengungen, Quarz, Ton, kohlige Subſtanzen, zurück. Reichern ſich tonige Beimengungen im Kalkſtein an, ſo entſtehen Mergel. Man darf nur Geſteine von mehr als 70% Karbonatgehalt als Kalkſteine betrachten. Durch Anreicherung mit kohlenſaurer Magneſia gehen Kalkſteine in Dolomite (ſ. d.) über, eine ſcharfe Grenze zwiſchen beiden beſteht nicht. Durch hohen Gehalt an Sand können kalkige Sandſteine zuſtande kommen; in ihnen tritt der Kalkgehalt nur als Bindemittel zwiſchen den Sandkörnern auf. Je geringer der Gehalt an färbendem, fein verteiltem Eiſenerz und an kohligen Subſtanzen iſt, deſto heller ſind die Färbungen der Kalkſteine. Die genannten Beimengungen erzeugen gelbe, rote, braune, ſchwärzliche und blaugraue Farben. Grüne Färbungen ſind meiſt an das Vorhandenſein von feinen Chloritſchüppchen, Glaukonit oder Serpentin gebunden. Vielfach ſind die Farben nicht gleichmäßig verteilt, ſondern in Streifen, Adern, Flecken, Flammen, Wolken angeordnet [1]. Alle Kalkſteine ſind ihrer ſedimentären Entſtehung wegen mehr oder minder deutlich geſchichtet. Bei den dichten und oolithiſchen Kalken iſt die Schichtung meiſt gut erhalten. Am regelmäßigſten und feinſten iſt die Schichtung der als Lithographieſteine verwendeten Solnhofer Kalke. Körnige und nachträglich veränderte, dolomitiſierte und verkieſelte Kalke haben oft ihre Schichtung verloren. Auch bei den aus Schwammſkeletten und Korallen aufgebauten Kalkablagerungen, Riffkalken, läßt ſich Schichtung und Bankung meiſt nicht mehr erkennen. Der verhältnismäßig geringe Widerſtand der Kalkſteine gegen Löſung in kohlenſäurehaltigem Waſſer läßt Kalkſteinſchichten, deren Geſtein eigentlich nur wenig durchläſſig erſcheint, zu ſehr durchläſſigen Schichten umbilden, indem von Tag aus die vorhandenen Klüfte und Spaltriſſe durch Löſung zu größeren Hohlräumen erweitert und für die Waſſerfaſſung und -bewegung tauglicher gemacht werden (Karren-, Karſt- und Höhlenbildungen). Man trifft daher gerade in Kalkgebirgen die ergiebigſten Quellen. Die leichte Löslichkeit des Kalkſpates in kohlenſäurehaltigen atmoſphäriſchen Niederſchlägen und die verhältnismäßig geringe Neigung zum Zerfallen verhindern bei reinen Kalkſteinen die Bildung einer Ackerkrume. Solche Gebiete bilden felſige und nackte, öde und für den Pflanzenwuchs ſehr wenig geeignete Flächen. In der Regel ſind daher Gebirge aus reinen Kalkſteinen arm an Vegetation, felſig und ohne Humus. Enthalten die Kalkſteine dagegen reichliche Beimengungen von Ton und Sand,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo entſtehen ſehr fruchtbare, tonig lehmige Ackerböden, die eigentümlicherweiſe oft ganz kalkfrei ſein können, wenn ihre Durchläſſigkeit für Waſſer die Abfuhr des gelöſten Kalkes geſtattet (Ackerböden der Muſchelkalk-, Jura- und Kreideformation) [2].

Alle Kalkſteine, die kieſeligen ausgenommen, laſſen ſich leicht mit Meißel und Hammer bearbeiten, auch bohren und zerſägen, letzteres durch zahnloſe Sägeblätter von weichem Eiſen mit Waſſer und Quarzſand. Nach der Struktur unterſcheidet man [1]:

I. **Körnige Kalkſteine,** auch wohl echte Marmore (Marbel) genannt. Der Begriff „Marmor" wird in der Technik für jeden politurfähigen Kalkſtein angewendet, gleichviel ob derſelbe gefärbt oder ungefärbt, einfarbig oder bunt, körnig oder dicht iſt. — Die körnigen Kalkſteine beſtehen weſentlich aus einem grob- bis feinkörnigen Aggregat ziemlich gleichmäßig großer, waſſerheller, richtungslos und unregelmäßig gelagerter Individuen von meiſt verzwillingtem Kalkſpat, welche keine äußere Kriſtallbegrenzung zeigen und feſt miteinander verwachſen ſind. Größe der Körner 0,2—5 mm. An andern, aber unweſentlichen Gemengteilen ſind ſie beſonders reich, und zwar ſind es eine große Reihe von Silikatmineralien, beſonders Kalkſilikate, ſeltener Erze u. a., alle meiſt in ſchönen und wohlausgebildeten Kriſtallen. Löcherige oder poröſe Geſteine fehlen. Auf der Bruchfläche zeigen ſie einen ſchimmernden Glanz. Der pariſche Marmor läßt am meiſten Licht durch, ſelbſt noch bei einer Plattendicke von 35 mm, der beſte carrariſche noch bei 25 mm, der pentelikſche bei 15 mm. Die herrſchende Farbe iſt Weiß in den verſchiedenſten Tönen, ſeltener ſind dunkle Farben. Die grauen und ſchwärzlichen Färbungen werden durch winzige Schüppchen von Graphit oder feinverteilten Anthracit erzeugt. Durch Verringerung der Korngröße geht der körnige Kalk in dichten über; durch Aufnahme von Glimmer oder Hornblende werden Uebergänge zu Glimmer- oder Hornblendeſchiefer geſchaffen. Die meiſten körnigen Kalkſteine bilden Glieder der kriſtallinen oder archäiſchen Schiefer, insbeſondere der Glimmer- und Hornblendeſchiefer. Sie ſind hier ſchichtenweiſe eingelagert oder bilden Stöcke und linſenförmige Maſſen. Andre Lager körnigen Kalkes, ſo z. B. dasjenige von Carrara, gehören jüngeren meſozoiſchen Formationen, der Trias, dem Jura, die attiſchen Marmore der Kreideformation an. Auch in der Jetztzeit wird in Form von Stalaktiten in Höhlen ein körniger Kalkſtein abgeſchieden. Dieſes als Kalkſinter bezeichnete Geſtein iſt meiſt gelblichweiß, grobkriſtallin, oft faſerig und radialſtrahlig. Es kommt häufig unter Einwirkung niederer Pflanzen (Algen) aus doppeltkohlenſaurer Löſung zur Abſcheidung. Ein Teil des Kalkſinters iſt übrigens Aragonit (ſ. d.). Vornehmlich die körnigen Kalkſteine nehmen eine ſchöne Politur an und wurden ſchon von den Künſtlern des Altertums wegen ihrer reinen weißen Farben zu den edelſten Werken der Architektur verwendet. Dieſe letzteren Marmore, die antiken, im Gegenſatz zu den jetzt verwendeten, den modernen Marmoren (vorwiegend italieniſchen Urſprungs), ſind in den aus der griechiſchen Kultur erhalten gebliebenen Denkmälern bekannt, und nur einzelne von ihnen werden heute noch benutzt. Man rechnet zu den antiken Marmoren [3]: 1. Pentelikſcher Marmor, ſchneeweiß oder milchigweiß, mit einem Stich ins Gelbliche, feinkriſtallin wie gewöhnlicher Zucker, Größe der Körner 0,5—2 mm; dazwiſchen eine ſehr feinkörnige, matte Grundmaſſe. Enthält häufig Glimmer- und Eiſenerzkörner; letztere veranlaſſen durch ihre Umwandlung in Brauneiſenſtein die Bildung einer goldbraunen Patina (Erechtheion, Parthenon, Propyläen u. ſ. w.). 2. Hymettiſcher Marmor. Grau bis blaugrau (durch feine Kohlenſtoffteilchen), feinkörniger und dichter als der pentelikſche; wenig durchſcheinend; Grundmaſſe vorwiegend. Häufig dünngeſchichtet und plattig. Glimmer auf Schichtflächen und im Geſtein (Ornamente und Denkmäler). 3. Attiſcher Marmor von Agrileſa. Hellbläulichgrau und ebenſo geſtreift. Grundmaſſe zurücktretend. Beinahe eiſenfrei und daher ohne Patina (Athene-Tempel auf Sunion). 4. Karyſtiſcher Marmor von Karyſtos auf Euböa. Sehr glimmerreich und daher dem Cipollin (ſ. d.) ähnlich, weiß bis hellgrau, auch grünlich und gelblich, feinkörnig, wellig ſtreifig durch Glimmer (Säulen und Wandverkleidungen in Rom). 5. Pariſcher Marmor (Marmo greco duro, Lychnithes, Lithos) von Paros. Schneeweiß und ſehr rein, zuweilen mit einem Stich ins Bläulichgraue. Gleichmäßig körnig wie ſogenannter Kolonialzucker (alſo keine Grundmaſſe oder größeren Kriſtalle). Korngröße 1—1,5 mm im Mittel. Sehr durchſcheinend und ſehr feſt. Glimmerfrei; etwas bituminös. Als beſter Statuenmarmor nur etwa 2—4 m mächtig, ungeſchichtet. In den hervorragendſten Bildwerken des antiken Griechenlands verwendet. 6. Marmor von Naxos. Hellgrau, mit dunkleren Streifen und Flecken; undurchſcheinend; grobkörnig (2—3 mm), bituminös. — Daran ſchließt ſich als „moderner Marmor" der in der Renaiſſance und Jetztzeit beinahe ausſchließlich als beſter Statuenmarmor verwendete Marmor von Carrara und Seravezza. In den feinſten Arten iſt er dem pariſchen ähnlich. Rein weiß, ſehr durchſcheinend, gleichmäßig zuckerkörnig. Die erſte Qualität (Statuario di Falcovaja, Monte Altiſſimo) beſitzt einen Stich ins Gelbliche und im polierten Zuſtand einen fett- bis wachsartigen Glanz. An der Luft wird er gelblich und bräunlich, und zwar je ſchlechter die Politur, deſto raſcher. Preis pro Kubikmeter 1000—2000 ℳ dort. Die zweite Qualität (Statuario Carrara) iſt weiß, aber etwas gefleckt, etwas glimmerhaltig, gegen Atmoſphärilien empfindlich. Preis 400—800 ℳ pro Kubikmeter dort. Die dritte Qualität, die gewöhnlichſte (Statuario ravaccione), iſt weiß, grau gefleckt oder geädert, undurchſcheinend, ziemlich wetterbeſtändig und bleibt weiß; glimmer- und quarzhaltig. Vornehmlich in der Architektur verwendet. Preis 150—250 ℳ pro Kubikmeter. Andre Arten ſind: Bardiglio fiorito, blaugrau mit ſchwarzen Adern; Biancha chiaro, weiß mit bläulichen Adern; Pavonazzo, weiß mit violetten Adern. — Aehnliche Marmore wie Carrara liefern die Umgebungen von Laas und Sterzing in Tirol, Saint-Béat (Hautes Pyrénées) und Gabas (Baſſes-Pyrénées) in Frankreich, Ruskicza im Banat, Sarhegy in Siebenbürgen u. ſ. w. Eine große Anzahl farbiger und bunter körniger Marmore kommt in den archäiſchen und älteren Sedimentärſchichten Deutſchlands, Oeſterreichs, Skandinaviens u. ſ. w. vor [4].

II. **Dichter Kalkſtein** [2]. Die Kalkſpatkörnchen, die ihn zuſammenſetzen, ſind ſo

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

klein, daß ſie ſich nicht mehr mit unbewaffnetem Auge unterſcheiden laſſen. Die Bruchflächen ſind matt, nicht ſchimmernd, flachmuſchelig oder ſplitterig. Die Schichtung iſt in der Regel deutlicher ausgeprägt als bei dem körnigen Kalkſpat. — In bezug auf die Farbe herrſchen helle Töne vor, wenngleich Weiß ſelten iſt; meiſt hellgrau, -bläulich, -gelblich, -rötlich, aber auch dunkle Farben, rote, dunkelgraue bis ſchwarze Farben fehlen nicht. Als färbende Subſtanzen treten auch hier Eiſenoxyde und -hydrate (gelb, rot, braun), Kohlenteilchen (grau, ſchwarz), Ton (grau), Eiſenkies (grau und blau) auf. Die Färbung iſt teils gleichmäßig, teils aber auch in Flecken, Wolken, Adern u. ſ. w. angeordnet. Namentlich ſolche Kalkſteine, welche viele Verſteinerungen (Korallen, Muſcheln, Schnecken, Krinoideen u. ſ. w.) enthalten, ſind verſchiedenfarbig. Natürlich ſind dichte Kalkſteine undurchſcheinend und ſelbſt Blättchen von 0,1 mm Dicke bleiben oft noch undurchſichtig. Die einzelnen Kalkſpatkörnchen ſelbſt ſind ſelten durchſichtig. Ihre Größe bleibt in vielen Geſteinen durchaus gleichmäßig, beſonders der lithographiſche Kalkſtein von Solnhofen zeichnet ſich durch ein gleichmäßiges Korn aus. In andern wechſeln gröbere kriſtalline Teile mit dichten. Die geringſte beobachtete Korngröße iſt 0,0015 mm. Sind Hohlräume vorhanden, ſo werden dieſe von allerhand Mineralien ausgekleidet, unter denen wieder Kalkſpat ſelbſt das wichtigſte und häufigſte iſt. Nebenfächliche und fremde Gemengteile trifft man in den dichten Kalkſteinen nicht ſo viele wie in den körnigen. Trotzdem ſind erſtere ſelten ſo rein in ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung wie letztere. Als Sedimente ſind ſie mit andern ſehr oft vermengt, ſo mit Ton, Sand, Dolomit u. ſ. w. Es bleibt alſo bei der Löſung in Salzſäure in der Regel ein mehr oder weniger großer Rückſtand. Als Lumachellekalk werden ganz oder zum größten Teil aus Bruchſtücken oder Ueberreſten von Muſcheln und Schnecken beſtehende Kalkſteine bezeichnet. Die dichten Kalkſteine treten in allen Formationen auf; beſonders reich an ihnen ſind die marinen Schichten des Mittel- und Oberdevons, des Kohlenkalks, des Zechſteins, Muſchelkalks, der Juraformation, der Trias in den Alpen. Die Bezeichnungen Alpenkalk, Jura-, Muſchelkalk u. ſ. w. geben nur die Herkunft oder die Zugehörigkeit zur Formation an, bedeuten aber keine ſtoffliche oder ſtrukturelle Abart. Als ſtoffliche Abänderungen des dichten Kalkſteins gelten: 1. Dolomitiſcher Kalkſtein, mit größerem oder geringerem Gehalt an kohlenſaurer Magneſia, von höherem ſpezifiſchen Gewicht als Kalkſtein, zuweilen porös, gelblichgrau. 2. Kieſelkalk, durch einen hohen (bis 48%) Gehalt an Kieſelſäure ausgezeichnet, die teils gleichmäßig, teils in Neſtern und Adern als Hornſtein oder Calcedon im Kalkſtein auftritt. Mit bloßem Auge oft nicht erkennbar, verleiht die Kieſelſäure dem Geſtein einen bis 6 ſteigenden Härtegrad. Bei der Löſung in Säure bleibt die Kieſelſäure zurück. Solche Kalke ſind zu Bauzwecken und als Straßenmaterial ſehr gut zu verwenden. Eine gleichmäßige Politur nehmen ſie wegen der weit auseinander liegenden Härtegrade (3 und 6) nur dann an, wenn der Kieſelſäuregehalt gleichmäßig im Geſtein verteilt iſt (Neubeurer Marmor, Granitmarmor). Zum Brennen untauglich. Meiſt im Tertiär. 3. Toniger Kalkſtein, bis 25% kieſelſaure Tonerde enthaltend, meiſt gelb oder grau, ziemlich weich, oft erdig und in Mergel übergehend. Für die Bodenbildung, auch für Herſtellung von Zement oft ſehr geeignet, dagegen der größeren Weichheit wegen ſelten politurfähig; vornehmlich in den jüngeren Formationen. 4. Flaſerkalk (Kalknierenſchiefer, Nierenkalk), dichte Kalklinſen oder -nieren, mit Tonſchiefer wellig durchflochten und verwachſen. Bei der Löſung des Kalks bleibt der Tonſchiefer netzartig zurück (Kramenzelkalk). Sind Kalk und Schiefer verſchieden gefärbt und das Geſtein alſo bunt, gleichzeitig feſt, ſo werden ſolche Flaſerkalke als Marmore verſchliffen und poliert (Marbre griotte mit rotem Schiefer). Solche Flaſerkalke ſind in den alten Formationen, beſonders im Devon, vorhanden. 5. Stinkkalk, ein an Bitumen reicher und beim Anſchlagen, Ritzen, Erwärmen danach riechender Kalkſtein, meiſt grau oder geblich und braun. Bei der Löſung in Säuren bleibt ein dicker brauner Schaum zurück. Meiſt iſt Ton beigemengt, vielfach enthält der Stinkkalk auch Aſphalt. Manche bitumenreiche Stinkkalke werden zur Aſphaltgewinnung benutzt. — Diejenigen dichten Kalkſteine, die ſich polieren laſſen, gelten in der Technik auch als „Marmore“ und zeichnen ſich in der Regel durch bunte, dunklere Farben und Zeichnungen (Aderung, Bänderung, Streifung, Fleckung, Tigerung u. ſ. w.) aus. Ihre Verwendung, vornehmlich für Wandverkleidungen, Baluſters, Treppenſtufen, Säulen, Kapitäle, Bodenbelag, Geſimſe, Sockel für Denkmäler u. ſ. w., iſt eine (beſonders in Italien) ſehr ausgedehnte. Die Farben ſind oft nicht wetterbeſtändig und ändern ſich; daher vorwiegend Material für Innendekoration. Man unterſcheidet [4]: Lichten Marmor, weiß, gelblich, hellrot oder hellgrau. Hierher gehören: Marmo cipolazzo, weiß und violett; Marmo fior di Persico, weiß und grau mit roten Flecken; Marmo Rezziato, weiß mit gelben Streifen; Marmo Pecorella, weiß mit roten Flecken; Marmo di sette basi, weiß mit roten Adern; Marmo Serpentelo, weiß mit roten Streifen; Marmo Palombino, weiß; Untersberger Marmor vom Untersberg bei Salzburg, hellrötlich mit weißen Flecken; Adneter Marmor (Kalk) von Adnet bei Hallein, lichtgelb; Karſtmarmore von Nabreſina (Nabreſinaſtein), hellgrau mit ſchwarzen Punkten; Iſtrianer Marmore, hellgelblich; Kelheimer und Eichſtätter Marmor, hellgrau bis hellgelb; Großkunzendorfer Marmor (Schleſien), hellgelblich bis weiß. Gelber Marmor (Marmo giallo), antike aus Macedonien und Algier, dottergelb; Giallo di Torri (Provinz Verona); Giallo di Siena (Italien), viel verwendet; Sarrancolin aus Vallée d'or (Frankreich), gelb, grau und rot, von ſchöner Wirkung; u. a. Brauner Marmor: Marmo Occhio di Pernice, mit weißen Flecken; von Adnet bei Hallein und Mecklinghauſen (Weſtfalen), dieſer von dünnen dunkelgrauen Streifen von Tonſchiefer durchzogen. Roter Marmor: Berühmt der Marmo rosso antico (Aegypten), dunkelrot mit ſchwarzen Punkten, ſehr wertvoll; Griotte d'Italie (de Cannes bei Narbonne in Frankreich), feuerrot mit helleren Flecken und ſchwarzen Schneckendurchſchnitten; Marmo fiorito (Caſtelpoggio bei Carrara), rot und weiß gefleckt; Marmo africano, ebenſo gefärbt; Marmo rosso brocatello von Verona; Marmor von Roquebrune bei Beziers (Frankreich), rot und weiß; rote Marmore von Kaufungen in Schleſien, Blankenburg am Harz,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Diez in Naſſau, Enzenau in Bayern (ſehr feſt). Grüner Marmor, ziemlich ſelten: Marmo verde pagliocco, antikes Material, grüngelb; Marbre campan bei Tarbes (Frankreich), verſchiedenfarbig; Marbre de Maurin (Basses Alpes, Frankreich). Blauer Marmor, ſehr ſelten: Marbre bleu des Grisons et du Valais (Schweiz), de Saint-Rémy (Belgien) u. ſ. w. Grauer Marmor von Köflach in Steiermark, von Vilmar in Naſſau, Rübeland und Blankenburg am Harz (mit roten Flecken), Raeren bei Aachen (ſehr feſt), Neubeuren in Südbayern (ſehr feſt, hellgrau); Granit Belge (Petit Granite, Granitmarmor) von Ecauſſines bei Mons in Belgien, dunkelgrau, faſt ganz aus Gliedern von in hellgrauen Kalkſpat umgewandelten Krinoideen beſtehend; St. Annen-Marmor von Maubeuge, ſchwarzgrau, mit weißen Adern und Flecken, zu Tiſchplatten und Wandverkleidungen viel gebraucht. Schwarzer Marmor: Marmo nero d'Egitto von Lesbos, ein antiker Marmor, weiße Adern in blauſchwarzem Grund, zu Skulpturen verwendet, ebenſo Breccia pavonazza mit weißen Flecken; zahlreiche Fundorte in Frankreich (St. Maximin im Var-Dep., Seiſſin im Iſère-Dep., Aubert im Ariège-Dep., Sauveterre in den Pyrenäen), Belgien (Dinant, Namur, Spa), Italien (Cap Porto Venere bei Genua), Schweiz (Saint-Triphon, Ragaz), Vorarlberg (Au [Auerkalk]) u. a. a. O. Hieran ſchließen ſich die aus Muſchelreſten und Bruchſtücken von Verſteinerungen oder von Kalkſtein ſelbſt beſtehenden Muſchelmarmore (Lumachelle) und Breccien- oder Trümmermarmore mit größeren und Brocatello, Scherbenkalk mit kleinen Fragmenten. Unter den erſteren ſind die Muſchelmarmore (Helmintolith) von Bleiberg in Kärnten, von Solothurn (Schweiz), unter den Breccien diejenige von Seravezza bei Carrara, von St. Antonin in Frankreich zu nennen. Die Muſchelmarmore erhalten ein außergewöhnliches Farbenſpiel, wenn die Perlmutterſubſtanz der verkitteten Schalen noch erhalten blieb (Bleiberg), und die Breccienmarmore zeichnen ſich nicht ſelten durch abwechſlungsreiche und bunte Töne aus. Als Ruinen- und Florentiner Marmor wird ein dichter, gelblichgrauer oder graulichbrauner, dünngeſchichteter, etwas mergeliger Kalkſtein bezeichnet, welcher an Ruinen oder Felſen erinnernde, durch erdiges, feinverteiltes Brauneiſenerz erzeugte Zeichnungen auf den Schlifflächen führt.

III. **Oolithiſche Kalkſteine** [1]. Sie kommen dadurch zuſtande, daß runde, konzentriſch-ſchalige oder radialfaſerige, hirſe- bis erbſengroße Kalkkörner durch eine dichte Kalkſteinmaſſe verkittet werden; hierbei kann die Bindemaſſe bis zur Berührung der Körner zurücktreten. — Dieſe Geſteinsarten ſind meiſt hell gefärbt und deutlich geſchichtet, ſelten aber ſehr mächtig. Sie treten vorzugsweiſe in der Trias- und Juraformation auf. Werden die oolithiſchen Kalkkörner aufgelöſt, ſo tritt an ihre Stelle ein ebenſo geſtalteter Hohlraum, und der Kalkſtein erhält dann ein feinblaſig-poröſes, ſchaumiges Ausſehen, z. B. im Schaumkalk (Krötenſtein) der Muſchelkalkformation. Treten die Oolithkörner gegen die Zwiſchenmaſſe zurück, ſo werden Uebergänge zu dichtem Kalk erzeugt, wie in dem ſehr feſten Hornkalk. Auch der engliſche Foreſtmarmor (weißer Jura), ein gelber bis rötlicher, aus Schalenbruchſtücken beſtehender, mitunter oolithiſcher Kalkſtein gehört hierher. Rogenſtein werden diejenigen Oolithe genannt, deren Bindemittel ein mergeliges oder kalkigſandiges iſt. Die Oolithe (Rogen) ſind meiſt ſehr gleichmäßig (Größe bis 2 mm), radialfaſerig und oft anders gefärbt als die Zwiſchenmaſſe. Feſte Rogenſteine werden wie Marmore geſchliffen und poliert.

IV. **Poröſe Kalkſteine** [1]. Sie ſind vorzugsweiſe Abſätze aus ſüßem Waſſer und beſonders von Quellen. Man rechnet zu ihnen, von dem bereits erwähnten Schaumkalk abgeſehen, vornehmlich den Kalktuff. Er iſt ſelten weiß, meiſt hellgrau oder gelblichgrau, auch gelb, feinkörnig, mitunter erdig, vielfach großporig bis zellig und oft als Umhüllung von organiſchen Reſten (Pflanzenſtengel, Blätter, Moos, Holz, Muſcheln, Schneckengehäuſe u. ſ. w.) gebildet. Sein Raumgewicht bleibt bedeutend unter dem ſpezifiſchen Gewicht des dichten Kalkſteins. Gewöhnlich häuft er ſich am Austritt kalkreicher Quellen der Kalkgebirge in Terraſſenform auf und in manchen Fällen in ſo feſter Beſchaffenheit und mächtiger Ablagerung, daß er als Bauſtein für rauhes und behauenes Mauerwerk Verwendung findet, vornehmlich für Gewölbe, Kuppeln, Pfeiler u. ſ. w. Sein geringes Gewicht, die leichte Bearbeitungsfähigkeit, die Ermöglichung einer geſteigerten Ventilaton und die gute Bindung geben ihm vor anderm Baumaterial beſondere Vorzüge. An der Luft erhärtet das Geſtein ſehr raſch. Lockere, mehr ſandige Kalktuffe dienen zur Mörtelbereitung. Röhrige und wirrſtenglige Kalktuffe (gebildet als Umhüllung von Stengel, Zweigen u.ſ.w.) dienen vielfach zum Bau von Grotten, Baſſins, zur Wegeinfaſſung in Ziergärten u. ſ. w. Ein Kalktuff iſt auch der Travertin. Er iſt teils ſchalig und beſteht dann aus konzentriſch ſchaligen, zylindriſchen, faſerigen Kalkröhrchen von unregelmäßiger Gruppierung oder auch dicht und bildet in dieſem Fall einen hellgelblichgrauen, feſten, ſplittrig brechenden Kalkſtein, der von langgeſtreckten und parallel angeordneten Hohlräumen durchzogen wird. In großer, über 100 m reichender Mächtigkeit findet er ſich beſonders am Rand der Abruzzen und in der Campagna bei Rom. Hier hat er ſchon in antiker Zeit als ein vorzügliches Baumaterial gegolten. Auch für ihn gilt, daß er allmählich und an der Luft immer mehr erhärtet. Zugleich nimmt er oberflächlich eine dunklere, rötliche oder bräunliche Färbung an, die von der Bildung und Ausſcheidung von Brauneiſenerz herrührt. Als Zellenkalke oder Rauchwacken werden groß- und unregelmäßiglöcherige, meiſt hellgefärbte dolomitiſche Kalke oder auch Dolomite bezeichnet, deren eckige Zellen und Poren von ausgelaugtem Kalkſtein oder kohlenſaurem Kalk herrühren. Die eigentliche Geſteinsmaſſe zwiſchen den Zellen iſt meiſt grobkriſtallin; die Auskleidung der Zellen durch Dolomit- oder Kalkſpatkriſtällchen und die unregelmäßig eckige und zackige Form der Zellen gibt den Geſteinen ein rauhes Ausſehen. Sie finden ſich häufig in Begleitung von Gips und Steinſalz der Zechſtein- und Muſchelkalkformation und werden wie feſte Kalktuffe verwendet. Der Süßwaſſerkalk (Limnocalcit) ähnelt in ſeiner Geſteinsbeſchaffenheit den eigentlichen Kalktuffen. Er iſt zum Teil dicht, zum Teil porös, auch erdig und führt nicht ſelten alle drei Strukturformen nebeneinander. Röhrenförmige Hohlräume durchziehen das Geſtein und ſtehen ſenkrecht auf der Schichtfläche. Er

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehört meiſt der Diluvialformation an und führt zahlreiche Schalenreſte von Süßwaſſertieren und -pflanzen.

Die **techniſche Verwendung** des Kalkſteins iſt eine außerordentlich mannigfaltige ſowohl nach der chemiſchen wie nach der bautechniſchen Seite. Die Eigenſchaft des Aetzkalks, an der Luft und insbeſondere beim Vermiſchen mit Sand unter Aufnahme von Kohlenſäure zu erhärten, führt zur Verwendung als Mörtel [5]. Der Kalkſtein wird behufs Vertreibung der Kohlenſäure gebrannt und aus dem ſo erhaltenen Calciumoxyd durch Vermiſchen mit Waſſer und Sand ein an der Luft erhärtendes Bindemittel erzielt. Man verwendet dazu vornehmlich die dichten Kalke, insbeſondere der älteren und mittleren Sedimentärformationen (Devon, Karbon, Zechſtein, Muſchelkalk, Jura-, Kreideformation), auch des Tertiärs, und zwar teils die reinen, wenig verunreinigten ſogenannten fetten Kalke (als Luftmörtel) mit 0—5 % tonigen Beimengungen, teils auch mit Ton und Sand vermengte ſogenannte magere Kalkſteine. Beträgt der Tongehalt der letzteren 12—25 %, ſo liefern ſie hydrauliſchen Kalk, Romanzement.

Der aus reinem gebrannten Kalkſtein nach dem Vermiſchen mit viel Waſſer erzeugte weiße Kalkbrei (Kalkmilch) dient als ſogenannter Weißkalk zur Herſtellung weißer Anſtriche. Der aus Kalkſteinen erzeugte Aetzkalk dient zur Herſtellung einer Reihe von andern chemiſchen Produkten (Chlorkalk, Soda, Aetzalkalien u. ſ. w.), zum Läutern des Rübenzuckers (Abſtumpfen der Schwefelſäure), zum Enthaaren der Häute in der Gerberei, dann in der Bleicherei und Färberei, zur Glasbereitung, als Zuſatz für die Schlackenbildung ſchwerflüſſiger Erze in den Hochöfen, zur Herſtellung von Kitten (mit Milch gemiſcht für Porzellan und Glas) u. ſ. w. Ein ſehr großer Teil der Kalkſteine, vornehmlich der körnigen, reinen Arten (weiße Marmorabfälle u.ſ.w.) wird zur Darſtellung von Kohlenſäure gebraucht. — Die Bedeutung des Kalks als Düngemittel für kalkarme oder -freie Böden (Sand, Lehm, Ton u. ſ. w.), teils in Form von rohem gemahlenen Kalkſtein, teils als gebrannter, teils als Mergel, wächſt mit jedem Tag [6].

Die größte Verwendung finden die Kalkſteine im Bauweſen [4]. — Die Bedeutung der Marmore für Hochbau und Bildhauerei iſt bereits oben erwähnt. Aber auch nicht politurfähige Kalkſteine dienen zur Herſtellung von Mauerwerk, vornehmlich allerdings im Hochbau. Poröſe Kalkſteine ſind, wenn feſt, für rauhes und behauenes Mauerwerk ſehr geſucht. Sie neigen freilich, der Witterung ausgeſetzt, ſehr zum Anſatz von Flechten, welche die Zerſtörung des Steins unter Mitwirkung der Atmoſphärilien beſchleunigen. Auch die geringere Froſtbeſtändigkeit ſpricht gegen Verwendung ſtark poröſer Kalkſteine im Freien. In niederſchlagreichen Gegenden verliert polierter Kalkſtein im Freien nach einigen Jahren ſeine Politur, wird matt und ſtumpf, und etwa vorhandener Eiſengehalt macht ſich durch fleckenartig auftretendes Brauneiſenerz leicht bemerkbar [7]. Man beſchränkt ſeine Verwendung daher dort auf die Innendekoration. Es iſt einleuchtend, daß magneſiareiche Kalkſteine der atmoſphäriſchen Verwitterung ſtärker widerſtehen als reine Kalkſteine, ebenſo auch kieſelige Kalkſteine.

Die Druckfeſtigkeit der Kalkſteine ſchwankt etwa zwiſchen 100 und 800 kg pro 1 qcm bei gewöhnlichen Sorten; kieſelige Kalkſteine gehen bis 1700 kg. Die mittlere Druckfeſtigkeit der grobkörnigen reinen Kalkſteine mag etwa 600 kg pro 1 qcm betragen; die dichten Kalkſteine erreichen höhere Werte, die oolithiſchen etwa 200 kg pro 1 qcm. Das Gewicht von 1 cbm reicht bei dichten und kompakten Kalkſteinen bis zu 2750 kg, bei poröſen und oolithiſchen Kalken zuweilen nur bis zu 1600 kg. Zum Straßenbau eignen ſich Kalkſteine ihrer geringen Härte wegen weniger gut, nur kieſelige Arten ſind zur Pflaſterung und zum Steinſchlag zu empfehlen. Nicht durch ſchweren Wagenverkehr beanſpruchtes Pflaſter in Ställen, Fußwegen u. ſ. w. läßt ſich auch mit Kalkſtein herſtellen, beſonders mit körnigeren Arten. Kalkſtein als Steinſchlag wird leicht zermalmt und erzeugt einen ſehr läſtigen Staub ſowie bei raſchem Trocknen für den Fuß ſehr holprige Wege. Fußbodenbeläge werden vielfach aus plattigen Kalkſteinen hergeſtellt, ebenſo primitive Arten von Dachdeckungen (Solnhofen). Sehr dichte, gleichmäßige Kalkſteine (Solnhofen) geſtatten das Eingravieren von Zeichnungen und ſind das beſte Material für den Steindruck. Feinporöſe Kalkſteine dienen auch zur Filtration von Flüſſigkeiten, die ſie nicht angreifen, oder zur Neutraliſation ſäurehaltiger Ab- und Grubenwäſſer. Als Schleif- und Putzmittel dienen feingemahlene Kalkſteine, insbeſondere Kalktuffe zum Polieren von Metallen.

Literatur: [1] Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, Bd. 3, S. 445—482. — [2] Lüdecke, Unterſuchungen über Geſteine und Böden der Muſchelkalkformation, Leipzig 1892. — [3] Lepſius, Griechiſche Marmorſtudien, Abhandl. d. Berliner Akad. d. Wiſſenſch., Berlin 1890. — [4] Kosmann, B., Die Marmorarten des Deutſchen Reichs, Berlin 1888; Derſ., Die Marmorarten Schleſiens, Deutſches Baugewerbeblatt 1887, Bd. 6, S. 103; Hoffmann, Die Marmorlager von Auerbach a. d. B., Zeitſchr. f. prakt. Geologie 1896, S. 353; Baumer, W., Der Marmor und die Marmorbrüche des öſterr. Geſamtgebietes, Zeitſchr. d. Niederöſterr. Gew.-Vereins 1875, S. 410; Demaret, Les marbres de Belgique, Ann. d. trav. publ. d. Belg. 1887, Bd. 44, S. 497; Vogt, Norsk marmor, Chriſtiania 1897; Nivoit, E., Géologie appliquée, Paris 1887, Bd. 1, S. 497—532; Gottgetreu, R., Phyſikal. u. chem. Beſchaffenheit der Baumaterialien, 3. Aufl., Berlin 1880, Bd. 1, S. 48—73; Schmid, H., Die modernen Marmore und Alabaſter, Leipzig und Wien 1897. — [5] Feichtinger, G., Chem. Technologie der Mörtelmaterialien, Braunſchweig 1885; Tormin, R., Zement und Kalk, Weimar 1892; Zwick, H., Hydrauliſcher Kalk und Portlandzement, 2. Aufl., Wien 1892. — [6] Ullmann, M., Kalk und Mergel, Preisſchr. d. Deutſch. Landwirtſchaftsgeſellſch., Berlin 1893; Orth, Alb., Kalk- u. Mergeldüngung, Berlin 1896. — [7] Hauenſchild, Beobachtungen über Verwitterungserſcheinungen des Marmors, Baumaterialienkunde, Stuttgart 1896, Bd. 1, S. 45. — [8] Steinlein, G., Die praktiſche Verwendung der Marmore im Hochbau, deren Bearbeitung und Verkaufswert u. ſ. w., München 1900.

Leppla.

Kalkſtickſtoff (auch Calciumcyanamid oder Karbidſtickſtoff genannt), ein neues Stickſtoffdüngemittel. S. a. Stickſtoffkalk.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die im Jahre 1894 durch Moiſſan & Willſon mit Hilfe der elektriſchen Energie geſchaffene induſtrielle Herſtellung der Karbide ebnete Frank und Caro, beide in Berlin, den Weg zur Herſtellung des Kalkſtickſtoffs. Sie ſtellten die Bedingungen feſt, unter welchen die Karbide der Alkalien und Erdalkalien den Stickſtoff der Atmoſphäre binden. Später verband ſich Frank mit Siemens & Halske, welche unter Gründung der „Cyanid-Geſellſchaft" eine eigne Einrichtung zur Herſtellung des Kalkſtickſtoffs ſchufen. Eine Fabrik in Tiano d'Orta in Italien ſoll in nächſter Zeit die Fabrikation im großen betreiben.

Im elektriſchen Ofen wird Kohle und Kalk zu Calciumkarbid zuſammengeſchmolzen und während dieſes Prozeſſes ein Stickſtoffſtrom hinzugeführt, wobei ſich unter Ausſcheidung von 1 Atom Kohlenſtoff Calciumcyanamid bildet. $CaC_2 + 2N = CaCN_2 + C$. Weitere Verſuche ergaben, daß ſich der geſamte Stickſtoff des Calciumcyanamids ſowie des daraus rein dargeſtellten Cyanamids durch Erhitzen mit Waſſer unter hohem Druck glatt in Ammoniak umſetzen laſſen. $CaCN_2 + 3H_2O = CaCO_3 + 2NH_3$ und $CN_2H_2 + 3H_4O = (NH_3)_2CO_3$. Verſuche ergaben, daß das rohe Calciumcyanamid oder der „Kalkſtickſtoff", wie das Präparat jetzt genannt wird, ſich unter geeigneten Umſtänden direkt als Stickſtoffdüngemittel verwenden läßt. Dieſe Verſuche wurden von Wagner-Darmſtadt und Gerlach-Poſen ſeit 1901 bis in die neueſte Zeit unter den verſchiedenſten Verhältniſſen und mit verſchiedenen Kulturpflanzen ausgeführt, und es ſoll das Geſamtergebnis derſelben unten kurz wiedergegeben werden. Der Stickſtoffgehalt des Kalkſtickſtoffs, welcher ein ſchmutziggraues Pulver darſtellt, ſchwankt je nach dem dafür angewandten Herſtellungsverfahren zwiſchen 14 und 22%, und die zu den Düngungsverſuchen gelieferten Proben hatten gewöhnlich 20%. Außerdem wird noch ein reines Cyanamid CN_2H_2 und das ihm homologe Dicyandiamid, mit je 66% Stickſtoff, dargeſtellt. Dieſe Präparate bilden reine weiße Kriſtalle, kommen aber als Düngemittel nicht in Betracht, weil ſie überaus giftig auf alle Pflanzen wirken. Der Stickſtoff des Kalkſtickſtoffs geht im Boden zunächſt in Ammoniak über und wird dann wie dieſes nitrifiziert. Die vorher erwähnten Düngungsverſuche von Wagner und Gerlach ergaben in bezug auf den Düngewert dieſes Stickſtoffs bisher folgendes: Wurden die Düngungsverſuche in Vegetationsgefäßen vorgenommen, ſo wurde der Düngewert des Salpeters bezw. Ammoniakſtickſtoffs faſt erreicht, ging aber bei den Feldverſuchen ganz weſentlich zurück. Dieſe ergaben, wenn man die durch Salpeterſtickſtoff produzierte Erntemenge = 100 ſetzt, folgende Reſultate:

	Körner	Stroh
Hafer	61	66
Zuckerrüben	68	72 (Blätter)
Gerſte	94	82
Mittel	74	73

Ferner ergaben dieſe Verſuche, daß die Wirkung des Kalkſtickſtoffs um ſo beſſer iſt, je ſpäter dieſes Düngemittel ausgeſtreut wird. Sie betrug, wenn die Wirkung des Salpeterſtickſtoffs wiederum gleich 100 geſetzt wird, bei den ausgeführten Verſuchen:

	Bei früher Anwendung	Bei ſpäter Anwendung
Hafer	54	72
Zuckerrüben	56	74
Gerſte	75	95
Mittel	62	80

Schließlich ſei erwähnt, daß die Umſetzung des Kalkſtickſtoffs in freies Ammoniak ſchneller vor ſich geht als bei dem Ammoniakſalz, daher eignet er ſich noch weniger als dieſes zur Kopfdüngung. Verſuche nach dieſer Richtung hin machte Wagner mit Futterrüben, bei welchen die Hälfte des Düngemittels vor dem Pflanzen der Rüben untergebracht und nur die andre Hälfte als Kopfdüngung verwendet wurde. Die hierbei erzielten Mehrerträge gegen ungedüngt ergaben, diejenige des Salpeters wiederum = 100 geſetzt: bei ſchwefelſaurem Ammoniak 67, bei Kalkſtickſtoff nur 36. Neuere Verſuche Wagners ergaben in der wärmeren Jahreszeit (im Mai für Hafer und Gerſte, im Juni und Juli für Rüben) nur eine geringe Wirkung als Kopfdüngung, hingegen in vielen Fällen eine befriedigende im Februar, auf Winterfrüchte geſtreut.

Die Moorverſuchsſtation zu Bremen hat mit Kalkſtickſtoff ſehr ungünſtige Reſultate erhalten. Nach dem Bericht hierüber hat derſelbe trotz des verhältnismäßig geringen Quantums giftig gewirkt. Man glaubt dieſe Erſcheinung, die bei den andern Felddüngungsverſuchen nicht beobachtet wurde, mit der Zuſammenſetzung der ſauren Moorböden in Zuſammenhang bringen zu müſſen.

Ein beſonderes Intereſſe an dem Verfahren zur Herſtellung des Kalkſtickſtoffs mit Hilfe der Elektrizität haben diejenigen Länder, welche über reichliche Waſſerkräfte verfügen. Aus Schweden liegen auch bereits Berichte über Düngungsverſuche vor, welche Pehr Bolin, dem die Felddüngungsverſuche der Akademie unterſtellt ſind, im Jahre 1903 auf Edsby bei Stockholm mit Roggen durchführte. Die Verſuche waren ſo angeordnet, daß unter den ganz gleichen Verhältniſſen Kalkſtickſtoff neben Chilialpeter verwendet wurde, und ergaben folgende Reſultate pro Hektar:

	Körner	Stroh
150 kg Kalkſtickſtoff*) . . .	2340 kg	4527 kg
167 „ Chilialpeter	2753 „	5447 „
225 „ Karbidſtickſtoff . . .	2627 „	5040 „
250 „ Chilialpeter	2907 „	5893 „

Der Wert des Kalkſtickſtoffs ſteht natürlich im engen Zuſammenhang mit ſeiner Wirkung; im Handel iſt er allgemein noch nicht zu haben und daher ein zahlenmäßiger Preis noch nicht bekannt. Die Verſuche ſind zwar ſchon weit vorgeſchritten, können aber noch nicht als beendet

*) Der Kalkſtickſtoff enthielt 17,5% Stickſtoff.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

betrachtet werden, und mit Recht weiſt Frank darauf hin, daß es doch auch beim Chilisalpeter und beim ſchwefelſauren Ammoniak Jahrzehnte dauerte, bis feſte Erfahrungsſätze für die rationellſte Verwendungsart gefunden waren.

Literatur: [1] Zeitſchrift für angewandte Chemie 1903, Heft 23. — [2] Deutſche landwirtſchaftliche Preſſe 1903, Nr. 55. — [3] Illuſtrierte landwirtſchaftliche Zeitung, Berlin 1904, Nr. 5, 7 und 13. — [4] Göteborgs Handels- och Sjifarts Tidning 1903. *Weitz.*

Kalkſtreumaſchine, ſ. Düngerſtreumaſchine.

Kalktünche, dünnflüſſiger Auftrag aus Kalkmilch auf verputzte Wand- oder Deckenfläche (ſ. Kalkmilch).

Kalktuff, ſ. Kalkſtein.

Kalkwaſſer, ſtark verdünnte Löſung von Kalk: 1 Teil Kalk zu 700 Teilen Waſſer; dient zum Reinigen und Ausſcheiden von verſchiedenen Beſtandteilen, zum Beizen der Hölzer u. dergl. *Weinbrenner.*

Kallkolith, nach dem Fabrikanten Kall ſo genannt, iſt der längſt bekannte chineſiſche Blutkitt, Schio-liao, aus defibriniertem Blut und Kalk beſtehend.

Die zum Grundieren von Holz- und Mauerwerk empfohlene Kompoſition konnte ſich keinen rechten Eingang verſchaffen, weil ſie wenig haltbar iſt, ſehr unangenehm riecht und als Grundierung für Oelfarbenanſtrich ſich nicht bewährte. Die Herſtellung geſchieht folgendermaßen: Zu 10 Teilen geſchlagenem Blut, wie es die Schlachthäuſer liefern, ſiebt man mittels eines Staubſiebes einen Teil alten, zu Staub zerfallenen gebrannten Kalk, rührt dies untereinander und läßt die Miſchung 24 Stunden ruhig ſtehen. Alsdann nimmt man die an die Oberfläche getretenen unreinen Teile ab, ſticht die Maſſe von dem kalkigen Bodenſatz ab, rührt ſie in einem andern Gefäß mit Waſſer auf, läßt abſitzen, bringt die klare Flüſſigkeit zu dem genannten Bodenſatz und verrührt, worauf man ſie 10—12 Tage der Ruhe überläßt und ſchließlich etwas übermangansaures Kali zuſetzt, um Fäulnis zu verhindern. *Andés.*

Kalme, gleichbedeutend mit Windſtille, in der Meteorologie durch *c* bezeichnet.

Kalmenzone, das Gebiet der Windſtillen und leichten veränderlichen Winde (Mallungen), zwiſchen den Paſſatregionen in der Nachbarſchaft des Aequators, zumal auf dem Atlantiſchen und dem Stillen Ozean, doch auch über Afrika und Südamerika ausgedehnt — der doldrum der engliſchen, der pot au noir der franzöſiſchen Seeleute.

Dieſe auch durch reichliche Regenfälle gekennzeichnete Zone wandert im Laufe des Jahres mit der Sonne, im Sommer der Nordhemiſphäre ihre nördlichſte Lage einnehmend, auf dem Atlantiſchen Ozean etwa von 2° ſ. Br. bis 12° n. Br. in der Weiſe, daß kein Teil dieſes Gebietes während des ganzen Jahres ihrem alleinigen Bereich, ſondern zeitweiſe auch dem Bereich der Paſſate angehört, ſo daß überall die Regenzeit mit der Trockenzeit abwechſelt.

Literatur: Woeikof, Die Klimate der Erde, Jena 1887; Deutſche Seewarte, Segelhandbuch für den Atlantiſchen Ozean, 2. Aufl., Hamburg 1899, u. a. Segelanweiſungen. *Großmann.*

Kalmuck, langhaarig gerauhtes tuchartiges Wollenzeug, das gar nicht geſchoren wird; ſ. Weberei. *E. Müller.*

Kalomel, ſ. Chlorqueckſilber und Queckſilberchloride.

Kalon-Oil, ein Firniſerſatz (ſ. d.).

Kalorie heißt die gebräuchliche Wärmeeinheit, nämlich die Wärmemenge, welche nötig iſt, um 1 kg Waſſer von 0 auf 1° C. zu erwärmen (gewöhnliche Definition). Genau genommen iſt letztere Wärmemenge etwas vom Drucke abhängig, doch iſt dieſer Einfluß bei den techniſch vorkommenden Drücken verſchwindend klein. Wird einem Körper die Wärmemenge dQ zugeführt, und es ändert ſich dadurch ſeine Temperatur um dt^0 C., ſo iſt genau: 1 Kalorie $= \frac{dQ}{dt}$ bei $t = 0^0$ und konſtantem Drucke einer Normalatmoſphäre (ſ. Druck) für 1 kg Waſſer. Mit Rückſicht auf den Begriff der ſpezifiſchen Wärme (ſ. d.) läßt ſich auch ſagen: Eine Kalorie iſt die ſpezifiſche Wärme des Waſſers von 0° bei konſtantem Drucke einer Atmoſphäre.

Bei obigen Angaben haben wir in erſter Linie die Bedürfniſſe der techniſchen Thermodynamik im Auge. In der Phyſik wird häufig diejenige Wärmemenge als Kalorie bezeichnet, welche zur Erwärmung von 1 g Waſſer von 0 auf 1° erforderlich iſt. Eine ſolche Grammkalorie beträgt alſo nur $^1/_{1000}$ der entſprechenden Kilogrammkalorie. Die Wärmemengen zur Temperaturerhöhung des Waſſers von 0 auf 1° ſind nun durch das Experiment kaum ſcharf beſtimmbar. Man hat daher als Grammkalorie oder Kilogrammkalorie vielfach den 100. Teil der Wärmemenge angenommen, welche 1 g bezw. 1 kg Waſſer bei der Abkühlung von 100° auf 0° abgibt [2], [3]. Dieſe Bunſenſche Kalorie läßt ſich durch das von Bunſen 1870 eingeführte Eiskalorimeter [2] unmittelbar beſtimmen, ſie kann auch definiert werden als die mittlere ſpezifiſche Wärme des Waſſers bei konſtantem Drucke einer Atmoſphäre zwiſchen 0 und 100°. Neben den erwähnten Wärmeeinheiten ſind noch andre vorgeſchlagen worden [6], S. 11. Warburg kam in ſeinem Referat [6] auf der Naturforſcherverſammlung in München

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1900 zu dem Vorfchlag, als Grammkalorie oder Kilogrammkalorie diejenige Wärmemenge feftzufetzen, welche 1 g bezw. 1 kg Waffer zur Erwärmung von 14,5° auf 15,5° nach dem Waffer-ftoffthermometer erfordert. Auch diefe 15°-Kalorie wird gegenwärtig häufig verwendet.

Die Grammkalorie und Kilogrammkalorie werden mitunter als kleine Kalorie und große Kalorie bezeichnet, doch wurde ein dem letzteren ähnlicher Name fchon früher anders verwendet. Da bei der Bezeichnung fehr großer Wärmemengen (Verhältniffe der Weltkörper u. f. w.) die gewöhnlichen Wärmeeinheiten zu klein find, fo rechnete z. B. Robert Mayer [4] in folchen Fällen nach Wärmekubikmeilen oder Großkalorien, deren eine die Wärmemenge zur Erhöhung der Temperatur einer geographifchen Kubikmeile Waffer von 0 auf 1° C. bedeutete. Da eine geographifche Meile gleich 7420,438 m ift, fo wäre eine Mayerfche Großkalorie gleich $7420{,}438^3 \cdot 1000 = 408{,}59 \cdot 1000^4$ (408,59 Billionen) Kilogrammkalorien, gleichgültig, welche der obigen Definitionen für letztere gilt. Den Namen Großkalorie hatte Guftav Reufchle vorgefchlagen.

Literatur: [1] Regnault, Relation des expériences etc., I, Paris 1847, S. 635. — [2] Bunfen, Kalorimetrifche Unterfuchungen, Poggendorffs Annalen 1870, CXLI, S. 1. — [3] Schuller und Wartha, Kalorimetrifche Unterfuchungen, Wiedemanns Annalen 1877, II, S. 364. — [4] Robert Mayer, Die Mechanik der Wärme in Gefammelte Schriften, Stuttgart 1893, S. 157, 217 u. f. w. — [5] Mach, Die Prinzipien der Wärmelehre, Leipzig 1896, S. 182. — [6] Warburg, Referat über die Wärmeeinheit, Leipzig 1900. — [7] Chwolfon, Lehrbuch der Phyfik, II, Die Lehre von der Wärme, Braunfchweig 1905, S. 175. — [8] Winkelmann, Handbuch der Phyfik, III, 1, Wärme, Leipzig 1906, S. 175.

Weyrauch.

Kalorimeter, Inftrument zur Meffung von Wärmemengen und mit Hilfe diefer auch zur Ermittlung hoher Temperaturen und zur Beftimmung der Wärmekapazität oder der fpezififchen Wärme der Körper. Am meiften findet das Kalorimeter Anwendung zur Beftimmung des Heizwertes von feften und gasförmigen Brennftoffen.

Zur Meffung von Temperaturen und fpezififchen Wärmen verwendet man in phyfikalifchen Laboratorien das Mifchungskalorimeter von Regnault und die Eiskalorimeter von Lavoifier, Laplace und Bunfen [1]. Für feite Brennftoffe hat zuerft Dulong [1] ein Kalorimeter angewendet, in welchem der zu unterfuchende Brennftoff in Sauerftoff verbrannt wurde. Andre Kalorimeter für den gleichen Zweck rühren her von Favre und Silbermann [1], Scheurer-Keftner [1], F. Fifcher [2], Schwackhöfer [3] u. a. Zu erwähnen ift ferner der Heizkeffel der Heizverfuchsftation in München [4], welcher fo genaue Refultate bei Heizwertbeftimmungen ergeben hat, daß er ebenfalls als Kalorimeter zu bezeichnen ift.

Die Grundlage des heute am meiften angewendeten Kalorimeters von Hempel [5] bildet die **kalorimetrifche Bombe** von Berthelot und Mahler [6]. Diefelbe ift in neueiter Zeit von K. Kroeker mit einer etwas andern Einrichtung verfehen worden, und es foll an der Hand diefer neueften Konftruktion das Prinzip der Verbrennungsbombe überhaupt erklärt werden. — Während bei der älteren Arbeitsmethode mit der Hempelfchen und Berthelot-Mahlerfchen Bombe der Heizwert der Brennftoffe auf flüffiges Waffer als Verbrennungsprodukt bezogen, alfo zu hoch angegeben wurde, da das bei der Verbrennung des in der Kohle enthaltenen Waffer-ftoffs entftehende Waffer als Waffer-dampf entweicht und die Kondenfationswärme des letzteren nicht gewonnen, alfo auch dem Heizwert der Kohle nicht zugute gerechnet werden kann, wird beim Kroekerfchen Verfahren die im abziehenden Waffer-dampf enthaltene Wärme ermittelt und von dem Heizwert des Brennftoffs in Abzug gebracht. Bei der bisher üblichen kalorimetrifchen Verbrennungsmethode werden alle Verbrennungsprodukte auf 20° C. abgekühlt; der Waffer-dampf wird alfo kondenfiert und die Kondenfationswärme desfelben mitgemeffen. Nimmt man an, daß die Fuchsgafe eine Temperatur von 200° C. haben, fo gehen in je 1 kg Waffer-dampf $80 + 537 + 48 = 665$ WE. verloren. Bei Braunkohlen, welche 70—80% Waffer-dampf geben, find demnach bis zu 30% von der im Kalorimeter gefundenen Verbrennungswärme abzuziehen. Bei Steinkohlen, welche meiftens weniger Grubenfeuchtigkeit als Braunkohlen befitzen und auch waffer-ftoffärmer find, fällt diefe Korrektur nicht fo fehr ins Gewicht.

Das Kalorimeter umfaßt folgende Teile: 1. eine fchmiedeeiferne Preßform zur Herftellung der Kohlenbriketts von 1 g Gewicht, welche in der Bombe verbrannt werden; 2. das eigentliche Kalorimeter, ein vernickeltes Meffinggefäß, das, auf drei Holzfpitzen ruhend, in einem außen lackierten Holzfäßchen aufgeftellt wird. Das Holzfäßchen ift mit zwei zum Tragen des Rührwerks und des Thermometers beftimmten Haltern oder Armen aus 4 mm ftarkem Draht verfehen; 3. ein Thermometer; 4. die Verbrennungsbombe; 5. ein Kapillarrohr, verfehen mit einem T-Stück und zwei Anfatzfchrauben, paffend an eine Elkanfche Sauerftoffbombe einerfeits und den Deckel der Verbrennungsbombe anderfeits; 6. ein Manometer; 7. zwei enge, mit Anfatzfchrauben verfehene und an den Kopf der Verbrennungsbombe paffende Meffingröhrchen. Die aus einem Stück Martinftahl gebohrte Verbrennungsbombe unterfcheidet fich von der Berthelot-Hempelfchen Bombe nur durch den Deckel und hat einen äußeren Durchmeffer von 72 mm, einen lichten Durchmeffer von 52 mm, eine Höhe von 120 mm und einen Inhalt von 200 cbcm. An dem Boden befinden fich drei Füße von 4 mm Höhe, welche durch Anfeilen aus dem verftärkten Boden erhalten find und bewirken, daß die Bombe in dem Kalorimeter auf allen Seiten von Waffer umgeben ift. Die Oeffnung der Bombe ift mit einem 25 mm langen Gewinde verfehen, in welches der ebenfalls aus Stahl gearbeitete Kopf der Bombe eingefchraubt wird. Derfelbe ift nun, abweichend von den Bomben von Berthelot-Mahler und Hempel, mit zwei gasdicht verfchließbaren Kanälen K und K^1 (Fig. 1) verfehen, deren erfterer zur Einführung des zur Verbrennung der Kohlenprobe dienenden Sauerftoffs dient, während der zweite Kanal, an welchen fich im Innern der Bombe noch ein bis faft auf den Boden reichendes

Platinröhrchen anfetzt, es zuläßt, nach beendigter Verbrennung die Verbrennungsgafe und das kondenfierte Waffer aus der Bombe hinauszutreiben. Beide Kanäle find, wie aus der Zeichnung erfichtlich, von oben durch Ventile gasdicht verfchließbar. Außer diefen beiden Kanälen befteht noch eine dritte Durchbohrung, durch welche ein Platindraht ifoliert durchgeführt ift. Da die Bombe im Laufe der Verfuche auf 105° erwärmt werden muß, ift eine Ifolierung gewählt, welche durch die Erwärmung keine Schädigung erfährt, und zu diefem Zweck ein dickwandiger Gummifchlauch genommen, deffen oberes Ende etwas über den Deckel hinausragt und mit Queckfilber gefüllt ift, damit beim Verbrennen eine gut leitende Verbindung mit der Stromquelle hergeftellt werden kann. Der ifolierte Platindraht ragt bis etwa 6 cm über dem Boden der Bombe in letztere hinab, und ihm gegenüber befindet fich ein zweiter Platindraht, welcher mittels einer Eifenfaffung in den Kopf der Bombe eingefchraubt ift. Beide Drähte find an ihren Enden hakenförmig umgebogen, fo daß ein kleines Tonfchälchen F an ihnen aufgehängt werden kann. Die Innenwandung der Bombe ift emailliert. Die Kanäle K und K_1 können durch Anziehen oder Löfen der Schrauben A und B gefchloffen oder geöffnet werden, deren Spitzen vernickelt find, um fie gegen die Einwirkung des Sauerftoffs und der Verbrennungsgafe zu fchützen.

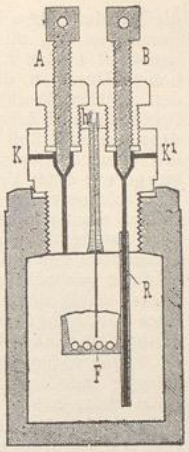


Fig. 1.

Das Kalorimetergefäß ift aus Meffingblech und innen und außen vernickelt. Dasfelbe ift fo bemeffen, daß zu jedem Verfuch 1000 g Waffer verwendet werden können. Als Ifolierung gegen den ftörenden Einfluß der Zimmertemperatur dient ein lackiertes Holzfäßchen, welches in feiner Wirkung dem Berthelotfchen Waffergefäß vollkommen ebenbürtig und außerdem wefentlich leichter und handlicher als erfteres ift. Das Thermometer des Kalorimeters ift in Fünfzigftelgrade geteilt, geftattet bei der Ablefung mit einer Lupe noch die Abfchätzung von Zweihundertfteln und umfaßt das Temperaturintervall von $+10$ bis $+25$° C. Zur Ausführung des Verfuches bedient man fich nicht pulverifierten Brennftoffes, fondern eines aus erfterem mittels einer kleinen Preffe in der dem Kalorimeter beigegebenen Preßform hergeftellten kleinen Briketts von 1 g Gewicht. Beim Einfüllen des Brennftoffpulvers in die Form wird im Bogen ein dünner, metallifch blanker Eifendraht (6 cm = 0,02 g Gewicht) in die Form gelegt, welche zwei Einfchnitte zur Aufnahme der Drahtenden befitzt. Vor Beginn des Verfuches wird zunächft die Bombe mit dem Kopf durch kurzen Aufenthalt in einem Trockenfchrank von jeder anhaftenden Feuchtigkeit befreit, hierauf das zu unterfuchende Brikett mittels der beiden herausragenden Drahtenden an den beiden Poldrähten befeftigt und zur Sicherung das Tonfchälchen darunter gehängt. Nun wird der Kopf auf die Bombe aufgefchraubt und ein Gasrohr mit Manometer angeflanfcht, welches am andern Ende mit einer Sauerftoffbombe verbunden wird, worauf man den Sauerftoff aus letzterer langfam in die Verbrennungskammer übertreten läßt, wobei die Bombe zweckmäßigerweife in ein Gefäß mit Waffer geftellt wird. Ift nämlich irgend eine Undichtigkeit in den Verfchlüffen vorhanden, fo wird dies fofort an im Waffer aufftei genden Blafen erkenntlich fein. Sind 15 Atmofphären Druck erreicht, fo wird die Sauerftoffbombe gefchloffen und das Ventil A zugedreht. Die Verbindungen werden nun gelöft, das Verbindungsrohr zur Sauerftoffbombe abgeflanfcht, die Bombe forgfältigft getrocknet, damit der Waffer inhalt des Kalorimeters nicht vermehrt wird, und in das letztere eingefetzt, deffen Inhalt genau 1000 g von einer Temperatur etwas unter der Zimmertemperatur beträgt, damit die nach Beendigung der Verbrennung im Kalorimeter herrfchende Temperatur ungefähr mit der Zimmertemperatur übereinftimmt. Da bei Anwendung von 1 g Kohle eine Temperaturerhöhung im Kalorimeter von etwa 5° C. eintritt, fo nimmt man bei einer Zimmertemperatur von 20° C. die Waffertemperatur im Kalorimeter zu 15—16° C. Nach dem Einfetzen der Bombe in das Kalorimeter wartet man einige Minuten, bis der Temperaturausgleich erfolgt ift. Hierauf wird das Rührwerk im Kalorimeter bewegt und dann an der Hand einer Sekundenuhr genau von Minute zu Minute die Temperatur durch eine Lupe (etwa vier- bis fünfmal) abgelefen, wodurch man fich überzeugt, daß eine wefentliche Temperaturzunahme nicht mehr ftattfindet. Hierauf wird der elektrifche Strom in die Bombe eingeleitet, worauf die faft momentane Verbrennung der Kohlenprobe erfolgt. Die Temperaturbeobachtungen werden hierauf fortgefetzt, bis wieder ein Beharrungszuftand eingetreten ift, womit die Meffung der Verbrennungswärme beendigt ift und nun die Meffung des aus der Verbrennung refultierenden Waffers erfolgen kann. Zu diefem Zwecke wird die Bombe wieder aus dem Kalorimeter entfernt, forgfältig abgetrocknet, wobei befonders aus den Kanälen K und K_1 mit Fließpapier jegliche Spur von Waffer entfernt werden muß, und an beiden Kanälen mit dünnen Meffingröhrchen verfehen. Hierauf wird die Bombe in ein Oelbad gefetzt, an die Kanalfeite K_1 ein Chlorcalciumrohr angefchloffen, K dagegen mit einer Trockenvorlage verbunden, durch welche mittels zweier kommunizierenden Flafchen Luft gedrückt wird. Man öffnet hierzu das Ventil B zunächft ganz wenig und läßt mit mäßiger Gefchwindigkeit die Verbrennungsgafe aus der Bombe durch das Chlorcalciumrohr ftrömen. Ift der Druck der Gafe in der Bombe verfchwunden, fo öffnet man jetzt erft das Ventil A und läßt mit derfelben Gefchwindigkeit trockene atmofphärifche Luft durchtreten. Währenddeffen hat man mit einer Spiritusflamme das Oelbad auf 105° C. zu erwärmen, fo daß das aus der Verbrennung entftandene und nach beendetem Verfuch in der Bombe kondenfierte Waffer wieder verdampft, aus der Bombe entweicht und in der Chlorcalciumvorlage aufgefangen wird, wobei ein großer Teil fich fchon vorher in der Glaskugel des Chlorcalciumrohres kondenfiert, während der Reft vom Chlorcalcium vollftändig abforbiert wird.

Die Zeitdauer des ganzen Verfuches beträgt etwa 2 Stunden, wovon ca. $^3/_4$ Stunden auf

die kalorimetrische Untersuchung, $^1/_2$ Stunde auf die Entleerung der Verbrennungsgase aus der Bombe und $^3/_4$ Stunden auf das Austreiben des Wassers aus der Bombe entfallen. Da der Sauerstoff in den Elkanschen Bomben nicht ganz frei von Wasserstoff ist und derselbe unter hohem Druck in die Verbrennungskammer gefüllt werden muß, so kann man denselben mit den üblichen Trocknungsvorrichtungen nicht entwässern, muß vielmehr den dadurch bewirkten Fehler dadurch beseitigen, daß man blinde Versuche ausführt. Die Verbrennungsbombe wird dann mit Sauerstoff bis zu derselben Spannung angefüllt wie bei den Versuchen, derselbe wird hierauf wieder langsam durch das Chlorcalciumrohr ausströmen gelassen und die gleiche Luftmenge wie beim Verbrennungsversuch durch die Bombe getrieben und der Wassergehalt des Chlorcalciumrohres ebenfalls durch Gewicht bestimmt. Eine letzte Berücksichtigung verdient endlich noch der kalorimetrische Wasserwert des Kalorimeters und der Bombe. Derselbe kann zwar aus den Gewichten, den spezifischen Wärmen und der Temperaturzunahme der einzelnen Bestandteile des Kalorimeters berechnet werden, wird jedoch genauer durch Verbrennen einer Substanz von bekannter Verbrennungswärme bestimmt, wozu man am besten chemisch reinen Zucker wählt, dessen Verbrennungswärme nach Berthelot 3962 Kalorien beträgt. — Der Preis eines vollständigen Kalorimeters mit der Kroekerschen Verbesserung beträgt (bei P. Altmann, Berlin NW., Luisenstraße 52) 300 *M*.

Für flüssige Brennstoffe ist das **Kalorimeter von St. Claire-Deville** [8] zur Anwendung gelangt; indessen scheint es keine große Genauigkeit ergeben und keine weitere Verbreitung gefunden zu haben.

Besser geeignet sind die kalorimetrische Bombe (s. oben) und für gasförmige Brennstoffe **Junkers' Kalorimeter** [9]. Das letztere beruht auf einem ähnlichen Prinzip wie die Kalorimeter für feste Brennstoffe, nämlich auf der Berechnung des Heizwertes aus der Temperaturerhöhung einer bestimmten Wassermenge und hat sowohl seiner ungemein leichten Handhabung als auch seiner großen Genauigkeit wegen alle andern Kalorimeter für brennbare Gase verdrängt. Es ist deswegen von der Kommission des Vereins deutscher Ingenieure zur Feststellung der Normen bei Leistungsversuchen an Kraftgasanlagen und Verbrennungskraftmaschinen als einziges Instrument zur unmittelbaren Bestimmung des Heizwertes zugelassen. Seine Konstruktion ist in den Fig. 2 und 3 dargestellt.

Das zu untersuchende Gas wird mit Hilfe eines Bunsenbrenners (23, 24, 27) im Innern eines auf drei Füßen (40, 41) stehenden mehrwandigen Röhrenkessels (28, 29, 30), durch welchen ein gleichmäßiger Wasserstrom fließt, verbrannt. Aus der Temperaturerhöhung, der Wassermenge und Gasmenge in einer bestimmten Zeit, wird sodann der Heizwert des Gases aus der Gleichung $H = \frac{W\,(T - t)}{G}$ berechnet, worin H den Heizwert des Gases in WE. für 1 l, G die in bestimmter Zeit verbrannte Gasmenge in Litern, W die während derselben Zeit durch das Kalorimeter geflossene Wassermenge in Kilogramm und T und t die Austritts- bezw. Eintrittstemperatur des Wassers, also $T - t$ die Temperaturerhöhung desselben in Celsiusgraden bezeichnet. Zur Erzielung eines gleichmäßigen Wasserstromes dienen am Wassereintritt und -auslauf angebrachte Ueberlaufvorrichtungen, welche den Wasserdruck im Kalorimeter konstant erhalten. Außen am Kalorimeter ist ein etwa 1 m langes Rohr (6) angebracht, welches oben ein kleines Gefäß mit dem Wassereintrittsrohr (1), einem Siebzylinder (2), einem Ueberlauf (4) und einem Abflußrohr (5) trägt. In das am unteren Ende U-förmig umgebogene Rohr ist ein Regulierhahn (9) mit Zeiger (10) und Gradbogen (11) eingesetzt, wodurch die sekundlich durchströmende Wassermenge genau reguliert werden kann, während direkt über dem Hahn ein mit Zehntelgradteilung versehenes Thermometer (42) (Fig. 2 u. 3) angebracht ist, an welchem die Eintrittstemperatur des Wassers abgelesen wird. — Der Innenraum des Zylinders enthält eine größere Anzahl dünnwandiger Rohre (30), welche aus dem Vertikal- und Querschnitt in Fig. 2 zu ersehen sind. Durch diese strömen die Verbrennungsprodukte dem aufsteigenden Wasser entgegen und nach unten in den gemeinsamen Sammelraum (31), an welchem noch ein Abflußrohr (35) für das Kondenswasser angebracht ist, und durch den mit einer verstellbaren Klappe (33) versehenen Abzug (32) in die freie Luft. Auf dem Zylinder sitzt eine mehrwandige konische Haube (29) und auf dieser das mit mehreren Diaphragmen (17) und einem Thermometer (43) zur Messung der Austrittstemperatur versehene Steigerohr mit einem horizontalen Ansatz (18) und daran schließendem Ueberlaufgefäß (19) mit Trichter (20) und Ablaufrohr (21). Der Bunsenbrenner ist am unteren Ende mit zwei Oeffnungen und einem

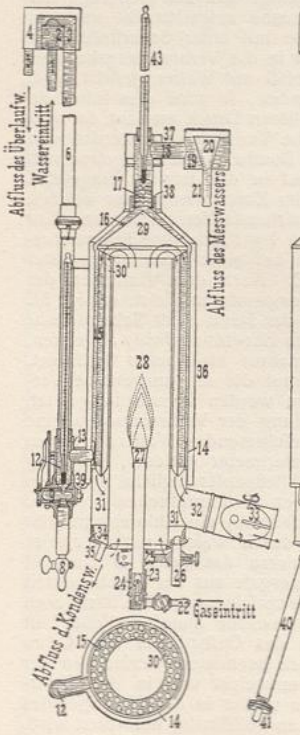


Fig. 2.

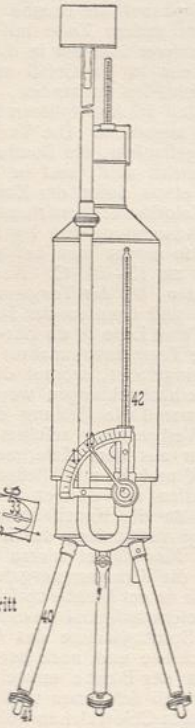


Fig. 3.

Ringſchieber (23) verſehen, wodurch beim Anzünden des Brenners die Luftzufuhr, alſo das Miſchungsverhältnis zwiſchen Luft und Gas reguliert werden kann. Nach dem außerhalb des Kalorimeters erfolgten Anzünden des Brenners wird derſelbe in das Kalorimeter eingebracht und an einem am Boden desſelben befindlichen Stift (26) durch eine Stellſchraube feſtgeklemmt. Die ſonſtigen zum Kalorimeter erforderlichen Apparate und deren Aufſtellung ſind in Fig. 4 dargeſtellt. Mittels des bei *a* aufgeſteckten Schlauches *w* wird das Waſſer aus der Waſſerleitung oder einem hoch gelegenen Waſſerbehälter entnommen. Der an das Ueberlaufrohr bei *b* angeſchloſſene Schlauch führt in ein Abflußrohr, wie aus der Figur erſichtlich. Durch den bei *c* angeſteckten Schlauch wird das Abflußwaſſer ebenfalls in den Trichter des vorerwähnten Abflußrohres geleitet, bis beide Thermometer in Ruhe ſind, alſo der Beharrungszuſtand eingetreten iſt, was meiſtens nach einigen Minuten Brennzeit erfolgt. Hierauf kann der Verſuch beginnen. Wenn der Zeiger der Experimentiergasuhr durch Null oder eine andre Zahl geht, führt man raſch das untere Schlauchende des Schlauches *c* in das direkt neben dem Abflußrohr ſtehende Meßgefäß ein und notiert von jetzt ab etwa alle Viertelminuten die Temperaturen des eintretenden und austretenden Waſſers. Sobald der Zeiger einen oder mehrere ganze Umläufe vollendet hat, unterbricht man das Auffangen des Waſſers und die Ableſung der Temperaturen. Nun werden der Gasverbrauch *G* während des Verſuches, die Menge des aufgefangenen Waſſers *W* und die Mittelwerte der Temperaturen *T* und *t* feſtgeſtellt, woraus ſich dann der Heizwert *H* ergibt. — Wenn während des Verſuches der Beharrungszuſtand nicht nahezu gewahrt blieb und die Thermometer ſtark ſchwankten, ſo kann dem Verſuch keine große Genauigkeit zugeſchrieben werden. Ueberhaupt iſt es empfehlenswert, für jede Heizwertbeſtimmung mehrere Verſuche vorzunehmen und aus allen Werten das Mittel zu nehmen. — Der ſo gefundene Heizwert iſt der obere, *Ho* (bezogen auf flüſſigen Zuſtand des bei der Verbrennung gebildeten Waſſers). In das unter das Abflußrohr geſtellte Meßgefäß *d* fließt das gebildete Kondenswaſſer ab; man beſtimmt ſeine Menge für einen größeren Gasverbrauch, z. B. 60 l, und zieht die Verdampfungswärme des auf 1 l Gas entfallenden Kondenswaſſers vom oberen Heizwert pro 1 l Gas ab, um den unteren oder praktiſchen Heizwert *Hu* (bezogen auf Waſſerdampf als Verbrennungsprodukt) zu erhalten. Um auch das Gas, ebenſo wie das Waſſer, mit konſtantem Druck in das Kalorimeter bezw. den Brenner einſtrömen zu laſſen, iſt zwiſchen der Gasuhr und dem Kalorimeter noch ein Gasdruckregler eingeſchaltet, an deſſen Waſſermanometer man den Druck beobachten kann.

Fig. 4.

Ueber die Genauigkeit und Zuverläſſigkeit des Junkersſchen Kalorimeters gibt eine Verſuchsreihe Aufſchluß, welche im Winter 1894/95 mit demſelben in der Phyſikaliſch-techniſchen Reichsanſtalt zu Berlin angeſtellt wurde. Zur Unterſuchung wurde Waſſerſtoff angewendet, der anfänglich direkt aus chemiſch reinem Zink und chemiſch reiner Schwefelſäure hergeſtellt und in einem Kubizierapparat von 200 l Inhalt aufgefangen wurde, während ſpäter von der Firma Elkan in Berlin in verdichtetem Zuſtand gelieferter Waſſerſtoff benutzt wurde. — In den Monaten November 1894 bis Januar 1895 fanden 30 Unterſuchungen ſtatt, welche folgende Werte des Heizwertes von 1 l Waſſerſtoff von 0° und 760 mm Spannung ergaben:

November 1894	. . .	2629 Kalorien,
Dezember „	. . .	2615 „
Januar 1895 „	. . .	2617 „
	im Mittel	2620 Kalorien.

Durch Korrektion dieſes Mittelwertes durch das von Than gegebene Verhältnis 1,01056 der wahren ſpezifiſchen Wärme des Waſſers bei 15° zur mittleren ſpezifiſchen Wärme zwiſchen 0° und 100° erhält man den Heizwert zu $\frac{2620}{1{,}01056} = 2592$ Kalorien, welcher Wert mit dem von Thomſen gefundenen von 2582 Kalorien bis auf 10 Kalorien $= 0{,}4\,\%$ übereinſtimmt. — Unſchätzbare Dienſte leiſtet das Junkersſche Kalorimeter namentlich zur fortgeſetzten Heizwertbeſtimmung in Gasanſtalten und bei den Unterſuchungen von Gasmotoren. Der Preis beträgt einſchließlich allen Zubehörs etwa 560 ℳ.

In neuerer Zeit iſt es Junkers gelungen, das Kalorimeter ſo zu vervollkommnen, daß es den jeweiligen Heizwert ſelbſttätig anzeigt oder regiſtriert. Die geſamte Einrichtung des neuen Inſtrumentes iſt in einem Schrank mit Glastüren aufgeſtellt (Fig. 5). Sie beſteht im weſentlichen aus einem Junkersſchen Kalorimeter; einem Gaswaſſermeſſer, welcher das Gas und das Waſſer dem Kalorimeter ſtets in gleichbleibendem Verhältnis zuführt, Einrichtungen zum Meſſen der Temperaturdifferenz und verſchiedenen Regulierapparaten, welche die Genauigkeit der Meſſung erhöhen. Bei dem in Nürnberg 1906 ausgeſtellten Inſtrument war zur Ableſung des Heizwertes ein regiſtrierendes Millivoltmeter mit Kalorienſkala benutzt. Sein beſonderer Vorzug gegenüber dem gewöhnlichen Kalorimeter und ſonſtigen Vorrichtungen zur Heizwert-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

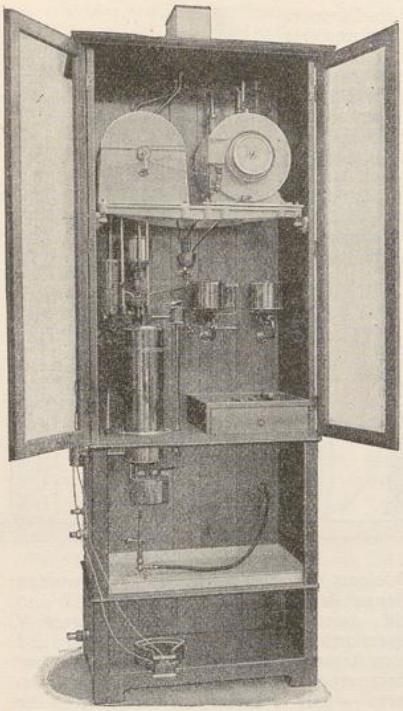


Fig 5.

bestimmung besteht darin, daß der Heizwert nicht durch Stichproben, sondern fortlaufend bestimmt wird, so daß alle Schwankungen und Veränderungen zur Kenntnis kommen. Daher ist das Instrument überall da unentbehrlich, wo die Kenntnis der Heizwertschwankungen erwünscht oder notwendig ist; beispielsweise in Gaslaboratorien zur Untersuchung von Gasmaschinen, Heizapparaten, Generatoren, in Gaserzeugungsbetrieben zur fortlaufenden Kontrolle bei der Leuchtgas-, Generatorgas- und Wassergaserzeugung, in Großgasmotorbetrieben zur Sicherung des regelmäßigen Ganges der Motoren durch Ermöglichung richtiger, dem Heizwert entsprechender Schieberstellung, in Kokereien, Hochofenanlagen oder sonstigen Betrieben, in denen brennbare Gase auftreten, zur Ueberwachung der betreffenden Prozesse.

Die von der Firma Junkers & Co. in Dessau angestellten Versuche, die etwas weitläufigen und im Gebrauch schwierigen älteren Einrichtungen zur Bestimmung des Heizwertes flüssiger Brennstoffe zu vereinheitlichen und gebrauchsfähiger zu gestalten, haben zu der jetzt vorliegenden und zuerst im Frühjahr 1904 herausgegebenen Lampe geführt, die in der Tat nunmehr allen Ansprüchen genügt Unter Hinweis auf die Fig. 6 und 7 möge die Handhabung derselben kurz beschrieben werden.

Nach Einführung von ca. 200 ccm Brennstoff wird der Behälter mittels der Flügelschraube *b* (Fig. 7) wieder fest verschlossen, dann mit dem Gehänge *g* an der Wage aufgehängt und durch Gewichte auf der andern Seite ins Gleichgewicht gebracht. Man stellt die Wage neben dem Kalorimeter so auf, daß der Brenner der an ihr hängenden Lampe sich genau in die Mitte der Verbrennungskammer, ohne rings anzustoßen, bringen läßt. Nach dem Wiederabhängen wird in der oben geschilderten Weise die Vergasung im Brennerkopf und die Bildung der blauen Flamme bewirkt. Durch richtige Regulierung des vom Manometer angezeigten Ueberdrucks, wozu man sich auch der Entlüftungsschraube *h* bedienen kann, läßt sich leicht eine gute gleichmäßig brennende Flamme erzielen, die etwa 1000 Kalorien/Stunden entwickeln wird, also etwa 100 g Petroleum, Benzin oder Schmieröl bezw. 130 g Spiritus pro Stunde erfordert. Nun wird der Brenner in den Schlot des Kalorimeters eingeführt und die Lampe an die Wage gehängt, aber erst, nachdem das Kalorimeter mit Wasser gefüllt und ein konstanter Durchfluß gesichert ist, was durch die Einstellung des Hahnes 9 (Fig. 2) unschwer zu erreichen ist. Sofort steigt das obere Thermometer 43, und der Wasserdurchfluß ist dann so nachzuregulieren, daß die Thermometer 43 und 42 eine zwischen 10 und 20° liegende Temperaturdifferenz aufweisen. Nachdem nach einigen (etwa 5) Minuten die Zu- und Abflußtemperaturen den Beharrungszustand erreicht haben, legt man ein kleines Gewicht auf die Schale *k*, Fig. 7, so daß der Wagearm mit der Lampe sinkt, und wartet, bis er sich durch den Konsum des Brennstoffs wieder hebt und der Zeiger der Wage durch Null geht. In diesem Augenblick, der den Beginn des Versuchs bedeutet, muß dreierlei geschehen: Der Schlauch *c*, Fig. 4, der bei 21 das ablaufende erwärmte Wasser fortführt, wird über das Meßgefäß geschwenkt, zugleich ein Gewichtsstück von 10 oder 20 g (soviel man dem Versuch unterwerfen will) auf die Schale *k* gelegt und endlich mit den Temperaturablesungen begonnen; das letztere darf aus dem unten angegebenen Grund erst einige Augenblicke später geschehen. Die Ablesungen werden nun möglichst regelmäßig so lange fortgesetzt, bis die Lampe sich wieder hebt und der Zeiger durch Null geht. Mit diesem Endpunkt des Versuchs unterbricht man das Auffangen des Wassers im Meßgefäß und hat nun nichts weiter zu tun, als die Wassermenge, am besten durch Wägen, und die beobachtete Temperaturdifferenz im Mittel festzustellen. Daraus ergibt sich dann in bekannter Weise die erzeugte Wärme und weiter

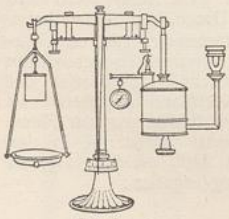


Fig. 6.

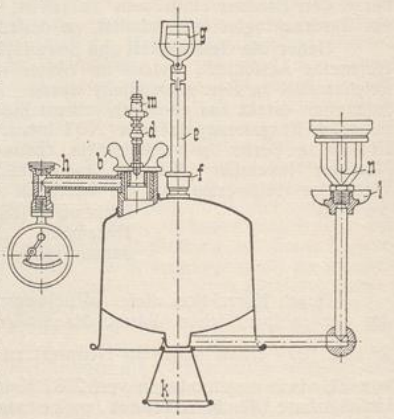


Fig. 7.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Verbrennungswärme pro Gramm oder Kilogramm des Brennstoffs. — Das Oeffnen der Schraube *h* bringt die Flamme zum sofortigen Verlöschen; indessen lassen sich fast unmittelbar weitere Kontrollbestimmungen anschließen. Um genaue Durchschnittswerte zu erhalten, ist es erforderlich, 6—8 einzelne Kalorimetrierungsversuche vorzunehmen.

Um ein Beispiel vorzuführen, wurden 10 g Petroleum in ca. 8 Minuten verbrannt und dabei in je zwölf Ablesungen folgende Temperaturen gefunden: das zufließende Wasser konstant 13,05°; das abfließende Wasser zwischen 29,05 und 28,60, Mittel 28,74°. Mittlere Erwärmung 15,69°. Die Menge des durchgelaufenen Wassers, durch Wägen bestimmt, 6520 g. Daraus ergibt sich die Verbrennungswärme = 10229,9 Kalorien.

Wenn Immenkötter nach obigem mit dem Apparat selbst Oele von 400° Kp. kalorimetrieren konnte, so war das nur unter ganz besonderen Vorsichtsmaßnahmen möglich, wie sie gewöhnlich nicht zu Gebote stehen. Es gilt deshalb für den Umfang der Benutzbarkeit des Kalorimeters für flüssige Brennstoffe die Vorschrift, daß pflanzliche und tierische Oele nur verbrannt werden dürfen, wenn sie bei höchstens 250° Kp. vollkommen flüchtig sind, ohne Kohle oder Rückstand zu hinterlassen. Nicht verwendbar ist es also z. B. für Baumöl, Rüböl, Knochenöl. Auch Mineralschmieröle können nur zur Verwendung kommen, soweit sie bei 250° vollständig verdampfen.

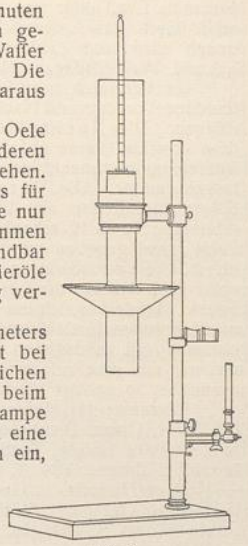


Fig. 8.

Wie man sieht, ist die Handhabung des Junkersschen Kalorimeters auch für die meisten flüssigen Brennstoffe sehr einfach und erfordert bei einiger Uebung nur geringe Zeit. Auf einen allerdings nicht erheblichen Uebelstand ist indessen aufmerksam zu machen. Sobald nämlich beim Beginn des Versuchs durch das Auflegen des Gewichtsstücks die Lampe sich plötzlich senkt, um dann ganz allmählich wieder zu steigen, tritt eine kleine Störung des vorher rite erreichten Beharrungszustandes insofern ein, als die Temperatur des bei 18 passierenden Meßwassers in den nächsten Augenblicken sinkt, nach Versuchen von Immenkötter um 0,25—0,35°, um dann bis zum Ende der Ablesungen nicht wieder ganz die anfängliche Höhe zu erreichen. Die Erklärung dieser natürlich auch dem Erfinder nicht unbekannt gebliebenen Erscheinung ist in der plötzlichen Ausfüllung des zunächst über der Flamme liegenden Schlotraumes mit der von unten zuströmenden kalten Verbrennungsluft zu sehen. Um diese Fehlerquelle möglichst auszuschalten, wird man die im Moment des Beginns abgelesene Temperatur bei der Berechnung der mittleren Temperatur außer Betracht zu lassen haben. Immerhin wäre es besser, die plötzliche Senkung der Lampe zu vermeiden oder wenigstens den Ausschlag möglichst klein zu halten.

Das **Kalorimeter von Raupp** [10] zur Heizwertbestimmung von Gasen beruht auf der Erwägung [11], daß die durch feste Körper geleitete Wärme einer gewissen Zeitdauer bedarf, um von der Erzeugungsstelle bis zu einer zweiten, in gewissem Abstand befindlichen Stelle fortzuschreiten und dort die Temperatur um ein bestimmtes Maß, beispielsweise um 10° C., zu erhöhen, und daß diese Zeitdauer um so kürzer ist, je höher der Temperaturunterschied zwischen den beiden Stellen ist. Beim Rauppschen Gaskalorimeter (Fig. 8) ist auf einer Grundplatte ein Rundstab befestigt, der einen Gasbrenner, ein optisches Flammenmaß und einen mit einer wärmeisolierenden Schicht umgebenen Kupferkörper trägt. Dieser Kupferkörper setzt sich aus dem oberen massiven und dem unteren erweiterten Hohlteil, dem Heizraum, zusammen und hat oben eine zentrale Bohrung, die zum Einsetzen eines in $^1/_{10}$° C. geteilten Thermometers dient. Die Heizkammer [10] enthält dicht unter der Decke einige radiale Bohrungen, durch welche die Verbrennungsgase abziehen. Damit diese nicht die Anzeige des Thermometers beeinflussen, ist ein aus zwei Metallscheiben mit dazwischenliegendem Isolierstoff gebildeter konischer Schirm angebracht, der diese Gase nach außen ableitet. Das Thermometer, das außerdem noch durch einen Glaszylinder gegen äußere Beeinflussung geschützt wird, erhält daher nur die durch den Kupferkörper hindurchgeleitete Wärme zugeführt. Der Gasbrenner mit Zuleitungsrohr ist in einen zylindrischen drehbaren Körper eingeschraubt, der durch eine Feder an einen verschiebbaren Stellring angedrückt und durch eine in Vertiefungen einschnappende Nase in zwei Stellungen, das eine Mal gegenüber dem Flammenmaß, das andre Mal zentral zum Heizraum, festgestellt wird.

Die Heizwertbestimmung mit dem Rauppschen Gaskalorimeter geht nun in folgender Weise vor sich: man bringt den Gasbrenner, dem durch eine geeignete Vorrichtung ein von Druck und spezifischem Gewicht unabhängiges konstantes Volumen Gas zugeführt wird, in die Lage dem Flammenmaß gegenüber, entzündet das Gas und läßt es so lange brennen, bis die Gasleitung gut ausgespült ist. Dann schraubt man den Stellring in solcher Höhe fest, daß die Flammenspitze nicht über die durch die beiden Fäden gebildete Visierlinie hinausschlägt. Nun liest man die Temperatur des Thermometers bis auf $^1/_{10}$° genau ab und schreibt den gefundenen Zahlenwert nieder. Dann schwenkt man den Gasbrenner in seine Lage unter dem Heizraum ein und löst im gleichen Augenblick eine in Fünftelsekunden geteilte Sekundenuhr aus. In den ersten 2—3 Minuten ist kaum eine Temperaturerhöhung zu bemerken, sie wächst aber nach und nach immer schneller an. In dem Augenblick nun, wo die Temperatur genau um 10° gestiegen ist, stellt man die Sekundenuhr ab und bestimmt die Zeitdauer, die dann das Maß für den Heizwert des Gases bildet.

Die Abmessungen des Apparats sind so gewählt, daß je nach dem Heizwert der Gase diese Zeitdauer etwa zwischen 6 und 12 Minuten beträgt, so daß einschließlich der Vor-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bereitungen der ganze Verſuch nicht mehr wie 10—15 Minuten in Anſpruch nimmt. Wie ſich aus dieſer Schilderung ergibt, wird der Heizwert beim Rauppſchen Gaskalorimeter nicht in abſoluter, ſondern in relativer Weiſe beſtimmt. Es werden daher für jeden Apparat durch Verbrennen entweder von einfachen Gaſen bekannten Heizwertes (Waſſerſtoff, Kohlenoxyd, Methan u. ſ. w.) oder von zuſammengeſetzten Gaſen, deren Heizwert auf andre Weiſe, beiſpielsweiſe durch das Junkersſche Gaskalorimeter, ermittelt wird, einige Fixpunkte beſtimmt, und danach wird eine Zahlentabelle ausgerechnet, aus der man den Heizwert von Sekunde zu Sekunde Verſuchsdauer ableſen und für Zwiſchenableſungen noch interpolieren kann.

Im Vergleich zum Junkersſchen Gaskalorimeter beſitzt das Rauppſche Gaskalorimeter verſchiedene Vorzüge und Nachteile, die ſeine künftige Stellung in der Praxis dem erſteren gegenüber feſtlegen. Die Nachteile des Rauppſchen Gaskalorimeters ſind: 1. Es gibt, wie vorher ſchon erwähnt, keine abſoluten Anzeigen; 2. es können nicht mehrere Beſtimmungen unmittelbar hintereinander gemacht werden; 3. der Genauigkeitsgrad iſt nicht ſo groß wie beim Junkersſchen Gaskalorimeter. Die Vorzüge des Rauppſchen Gaskalorimeters ſind: 1. Es iſt erheblich billiger herzuſtellen als das Junkersſche Gaskalorimeter; 2. es bedarf keiner Waſſerzu- und -ableitung; 3. es iſt erheblich einfacher zu bedienen und kann daher weniger geübten Leuten in die Hand gegeben werden; 4. zur Ermittlung des Ergebniſſes iſt keine Rechnung erforderlich; 5. die Verſuchsdauer iſt erheblich kürzer wie beim Junkersſchen Gaskalorimeter. Daraus ergibt ſich, daß für die beiden Syſteme kein Gegeneinander, ſondern ein Nebeneinander beſteht. Handelt es ſich um beſonders genaue, von geübter Hand auszuführende und insbeſondere ununterbrochen fortlaufende Verſuche, dann kann nur das Junkersſche Kalorimeter in Frage kommen; gilt es dagegen z. B. im Gaswerksbetrieb täglich eine oder einige Beſtimmungen zu machen, um eine zuſammenhängende Jahreskontrolle über den mittleren Heizwert des Gaſes auszuüben, ſo genügt hierfür das Rauppſche Gaskalorimeter vollkommen.

Literatur: [1] Muſpratts Chemie, 4. Aufl., Bd. 4, Braunſchweig 1893, S. 179—184. — [2] Fiſcher, Chem. Technologie der Brennſtoffe, Braunſchweig 1880; Journal für Gasbeleuchtung 1891, S. 108; Bolley, Technologie 56 (Bd. 1, 3, 3), Braunſchweig 1896, S. 542. — [3] Zeitſchr. für analyt. Chemie 1884, S. 453: Wochenſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1889, Nr. 42 u. 43. — [4] Bayer. Induſtr.- u. Gew.-Blatt 1878, S. 161; 1879, S. 117—321; 1880, S. 229; 1881, S. 1. — [5] Hempel, Gasanalyt. Methoden, Braunſchweig 1890, S. 347. — [6] Annal. Chim. Phys., Bd. 6, S. 546; Bd. 10, S. 480; Bd. 18, S. 289. — [7] Zeitſchr. für Rübenzuckerinduſtrie, Bd. 46, Heft 482. — [8] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 192, S. 209; Bd. 193, S. 124. — Außerdem über Verbrennungskalorimeter für feſte und flüſſige Brennſtoffe in der unter [1] angeführten Quelle, Bd. 4, S. 249 bis 275. — [9] D.R.P. Nr. 71731 und 72564; Journal für Gasbeleuchtung 1894, S. 351, 545; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 1395. — [10] Deutſche Patentſchrift 141831. — [11] Journal für Gasbeleuchtung und Waſſerverſ. 1906, S. 476. *v. Ihering.*

Kalorifche Maſchinen, ſ. Heißluftmaſchinen.

Kalorifcher Wirkungsgrad, ſ. Wärmemotoren.

Kalotte, in der Mathematik die Oberfläche eines Kugelabſchnittes; im Bauweſen eine flache Kuppel. S. a. Edelſteinſchleiferei.

Kalottenbleche, ſ. Hängebleche.

Kaltbruch, Kaltbruchprobe, ſ. Biegeprobe.

Kaltdampfmaſchinen, ſ. Kältemaſchine, S. 257.

Kaltguß, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 365.

Kalthämmern, Kaltwalzen, Bearbeiten von Metallen und Legierungen bei gewöhnlicher Temperatur durch Hämmern, Walzen.

Die meiſten Metalle u. ſ. w. ſetzen der Bearbeitung in gewöhnlicher Temperatur einen ſo hohen Widerſtand entgegen, daß ſie nur in wenigen Fällen und nur dann angewendet wird, wenn es ſich um verhältnismäßig unbedeutende Formänderungen handelt. Man macht davon Gebrauch, wenn das Erwärmen erſpart oder die damit verbundene vielfach unerwünſchte Oxydation der Oberfläche oder eine Veränderung der Eigenſchaften des Materials vermieden werden ſoll, ferner zur Verdichtung gegoſſener und verhältnismäßig weicher Materialien; ſo wird z. B. Weißmetall, das nach dem Gießen locker und porös iſt, durch Walzen oder Hämmern gedichtet [1]. Ein andrer Zweck der Kaltbearbeitung beſteht in der Herſtellung möglichſt glatter Oberflächen; aus dieſem Grunde werden bisweilen Stäbe, die zu Kolbenſtangen, Schrauben-, Ventilſpindeln u. ſ. w. Verwendung finden und genau rund und glatt ſein ſollen, durch Kaltwalzen warmvorgewalzter Stäbe fertiggeſtellt; ferner werden in amerikaniſchen Wagenbauwerkſtätten Zapfen von Eiſenbahnachſen nach dem Drehen mit gehärteten und geſchliffenen Rollen, die gegen ſie gepreßt werden, gedichtet und geglättet [1]. Endlich macht man von der mit der Kaltbearbeitung verbundenen Veränderung der Materialeigenſchaften, die in einer Erhöhung der Feſtigkeit, der Härte und der Elaſtizität beſteht, Gebrauch; ſo werden z. B. Triebwellen mitunter in kaltem Zuſtand gewalzt, Federſtahl und flache Drähte kalt geſtreckt, Klingen kalt gehämmert u. ſ. w. [2], [3]. Die Kaltwalzwerke müſſen eine beſonders genaue Einſtellung der Walzen, die aus Hartguß oder Stahl beſtehen, geſtatten.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 1781. — [2] Ledebur, Handbuch der Eiſenhüttenkunde, Bd. 3, Leipzig 1903, S. 750. — [3] Freſon, Ueber das Strecken von Eiſen und Stahl auf kaltem Wege in den Ver. Staaten, „Stahl und Eiſen“ 1886, S. 91 u. 177. *A. Widmaier.*

Kalthaus, ſ. Gewächshaus.

Kaltluftmaſchinen, ſ. Kältemaſchine, S. 268.

Kaltſchliff, bei der Herſtellung des Holzzeugs, im Gegenſatz zum Heiß-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchliff diejenige Methode, bei welcher geringere Preſſung und viel Waſſer verwendet wird; ſ. Holzzeug. *Kraft.*

Kaltſchüren, ſ. Glas, Bd. 4, S. 542.

Kaltwaſſerwaſchmaſchine, ſ. Seidenſpinnerei.

Kalymmation, ein Teil der griechiſchen Steinbalkendecke des Säulenumganges (Pterondecke).

Auf den Steinbalken, die vom Architrav zur Cellamauer führten, legten die Griechen große, mit quadratiſchen Oeffnungen in regelmäßigen Abſtänden verſehene Platten (Stroteren, ſ. Fig. 1 und 1a). Die Oeffnungen der letzteren waren mit kleinen Steinplatten zugedeckt, die zumeiſt einen Stern aufgemalt erhielten, und dieſe nannte man Kalymmatien oder Lakunarien. Eine ſo geſtaltete Decke bezeichnete man als Stroteren-Kalymmatien- oder Lakunariendecke. *Weinbrenner.*

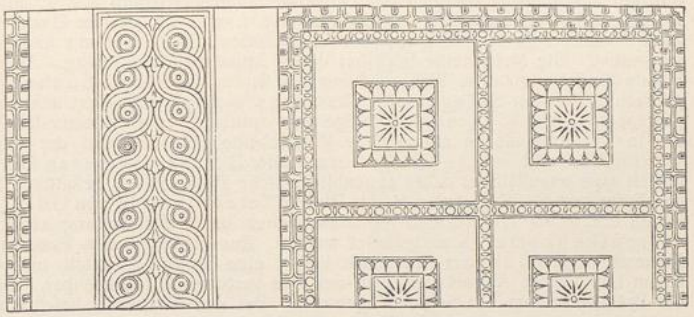


Fig. 1. Griechiſche Kalymmatiendecke.

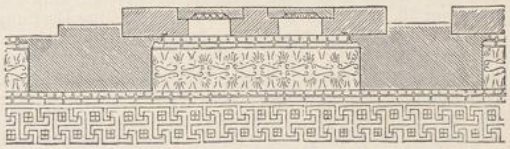


Fig. 1a (Vertikalſchnitt).

Kambrik (Kammertuch), feiner Hemdenkattun; ſ. Weberei.

Kamee, ſ. Edelſteinſchleiferei, Bd. 3, S. 219.

Kameel, ein aus mehreren luftdichten Kaſten oder Caiſſons zuſammengeſetzter Schwimmkörper, der nach Füllen mit Waſſer an einem Schiff befeſtigt wird und nach dem Auspumpen des Waſſers das Schiff entſprechend der Tragfähigkeit der Caiſſons ſo weit hebt, daß es eine Bank oder Barre paſſieren kann. *T. Schwarz.*

Kamelott (frz. camelot), urſprünglich leinwandartig gewebter Stoff aus Angorawolle (ſ. d.), dann auch aus gewöhnlichem Kammgarn gewebt, hat in der Kette gezwirnte, im Einſchlag einfache Fäden.

Kamera, photographiſche (Dunkelkaſten, Camera obscura), ein lichtdichtes Gehäuſe von mannigfaltiger Form, welches in der Photographie die Aufgabe erfüllt, die Beſtrahlung der lichtempfindlichen Platte (Films, Papier) auf die durch das Objektiv oder die durch eine feine Oeffnung (Lochkamera) zu beſchränken, andre Lichtwirkungen alſo unbedingt fernzuhalten.

In der Regel beſteht die Kamera aus zwei, aus feſtem Material (zumeiſt Mahagoni- oder Nußbaum-, auch Teakholz) verfertigten Teilen, welche durch einen mit Falten verſehenen (daher zuſammenlegbaren bezw. ausziehbaren) Leder- oder Stoffbalg verbunden ſind und, auf einem Laufbrette montiert, durch Triebvorrichtungen (Zahnſtangen und -rädchen) in verſchiedene Entfernung voneinander gebracht werden können. Dies iſt bei der Verwendung von verhältnismäßig langbrennweitigen Objektiven und bei der Aufnahme naher Objekte zur Einſtellung eines ſcharfen Bildes unerläßlich. Der Vorderteil der Kamera nimmt das Objektiv auf, der Rückteil die in einem Rahmen gefaßte Matt- oder Viſierſcheibe, an deren Stelle nach erfolgter Einſtellung die Kaſſette gebracht wird, welche im Innern die lichtempfindliche Platte ſo birgt, daß ſie genau in die Fokusebene der Mattſcheibe gelangt. Stativkameras bedürfen eines Geſtells, des Stativs, das bei den zuſammenlegbaren, daher leicht zu transportierenden ſogenannten engliſchen Reiſekameras aus gleichfalls zuſammenſchlagbaren, durch einen Stativkopf (im Laufbrett der Kamera in einem Drehring eingelaſſen oder als ſeparates Stück) und einen Stativfeſtſteller raſch zu einem ſicheren Träger zu vereinigenden Geſtänges beſteht (Reiſe-, Stockſtativ u. ſ. w.). Bei den im Atelier verwendeten Apparaten ſtellt das Stativ einen kräftigen Unterbau dar, der mit verſchiedenen zum Heben, Senken und Neigen der Kamera dienenden Stellvorrichtungen ausgeſtattet iſt. Der rückwärtige Kamerateil ſoll umſteckbar, der Balg dann drehbar ſein, um Hoch- oder Queraufnahmen machen zu können. Die zur Befeſtigung der Objektive notwendigen Ringe ſind auf den leicht auswechſelbaren, auf der nach oben und unten verſchiebbaren Vorderwand in Leiſten einzuſteckenden Objektivbrettchen aufgeſchraubt. Für Momentaufnahmen werden in Stativapparate häufig ſogenannte Schlitzverſchlüſſe (ſ. Momentverſchlüſſe) eingebaut. Die aus Holz verfertigten Beſtandteile ſollen zum Schutze gegen die Näſſe poliert und, zwecks Dauerhaftigkeit, mit Metallbeſchlägen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verſehen ſein. — Die Hand- oder Momentkameras unterſcheiden ſich von den Stativkameras zumeiſt dadurch, daß ſie die Geſtalt eines ſtarren Käſtchens beſitzen oder, wie dies bei den Klappkameras der Fall iſt, doch nur eine fixe Einſtellung (des ausziehbaren Lederbalges, des Vorder- und Rückteils). Dies ſetzt die Verwendung eines beſtimmten, kurzbrennweitigen Objektivs und kleine Aufnahmen voraus. Bei manchen Apparaten iſt jedoch eine Triebvorrichtung am Objektive zur Einſtellung bei ſehr geringen Diſtanzen vorgeſehen. Die Momentkameras (unter welchen namentlich die verſchiedenen Kodaks ſehr verbreitet ſind) ſind faſt ausnahmslos komplett mit Objektiv, Momentverſchluß u. ſ. w. adjuſtierte Apparate (aus Holz, mit Lederüberzügen, aus Aluminium u. ſ. w.). Es werden Doppelkaſſetten (für je zwei Platten), Plattenmagazine oder Kaſſetten mit Rollfilms und Abwickelvorrichtungen verwendet. Die Mattſcheibe fehlt bei derlei Apparaten ſehr häufig. An ihrer Stelle ſind dann behufs Einſtellung bezw. Wahrnehmung des Bildes ſogenannte Sucher (ſ. Ikonometer) angebracht. Bei den Spiegelreflexkameras dagegen reflektiert ein vor der Aufnahme aufgeklappter, unter 45° geneigter Spiegel das optiſche, vom Objektiv ſelbſt entworfene Bild auf die in der Kaſtendecke eingelaſſene Viſierſcheibe, die während der Expoſition durch einen Verſchluß bedeckt wird. — Die Geheim- oder Detektivkameras ſollen durch unſcheinbare Geſtalt eine unauffällige, dabei augenblicksraſche Handhabung geſtatten. Sie exiſtieren z. B. in der Form von Feldſtechern (z. B. das Photoſtereobinokle von Görz, die Photojumelle), Uhren u. ſ. w. — Die meiſten Kameras können unter Verwendung zweier Objektive auch als Stereoſkopkameras ausgeſtattet werden. Zur Aufnahme von Panoramen dienen beſondere Kameras. Der Panoramenkodak beſitzt eine längliche Geſtalt und das Objektiv iſt, mit einem lichtdichten Aermel verſehen, um eine vertikale Achſe drehbar. Der Film iſt im Radius der Brennweite um ein Segment gebogen. Bei der Aufnahme beſchreibt das Objektiv automatiſch eine entſprechende Drehung. Zur Herſtellung von Panoramen des ganzen Bildkreiſes von 360° dient z. B. eine Kamera, in welcher eine feſtſtehende Trommel rundum mit dem Film beſpannt iſt, während die Kamera eine völlige Drehung durchmacht, wobei ſämtliche Filmſtellen durch einen Schlitz hintereinander belichtet werden. — Einer äußerſt ſorgfältigen Ausführung bedürfen die mehr oder weniger komplizierten Reproduktionskameras. Sie ſind ſehr maſſiv gebaut und ruhen auf tiſchartigen, auf Eiſenſchienen (die im Boden eingelaſſen ſind) laufenden Geſtellen. Oder, wie dies bei den modernen Apparaten faſt ausnahmslos der Fall iſt, ein gemeinſamer Unterbau trägt das Objektbrett und die Kamera. Durch Federn werden die unvermeidlichen, von vorbeifahrenden Wagen und anderm verurſachten für die Bildſchärfe äußerſt gefährlichen Erſchütterungen unſchädlich gemacht (Schwingſtativ). Die notwendige ſehr bedeutende Auszugslänge des Balges bedingt einen in die Mitte einzuordnenden dritten Rahmen. Die Parallelität aller Wände (Objektträger, Objektivbrett, Mattſcheibe) muß unbedingt zu erreichen ſein. Zum Ausgleich von Verzerrungen macht man neueſtens den Objektträger durch ein Kugelgelenk nach allen Richtungen verſtellbar. Zu Aufnahmen mit Prismen oder Umkehrſpiegeln (zwecks Herſtellung „verkehrter", nämlich ſeitenrichtiger Negative für Dreifarbendruck und Lichtdruck) muß die Kamera bezw. auch der Objektträger zu winkeln ſein (90 bezw. je 45°). Für autotypiſche Zwecke ſind Drehvorrichtungen für den Raſter oder für die Kaſſette angebracht, ferner kann eine Spiegelſcheibe bei Nachexpoſitionen (Hochlichtaufnahmen) vorgeſchaltet werden. Der Kaſſettenfehler (d. h. eine mit der Stellung der Viſierſcheibe nicht vollkommen übereinſtimmende Poſition der lichtempfindlichen Platte) muß unbedingt vermieden ſein. — Bei der Verwendung eines ſogenannten Dunkelkammerateliers entfällt die Kamera ganz. Man benutzt zwei aneinander ſtoßende Räume, von welchen einer (nämlich der die Kamera vertretende) völlig verfinſtert werden kann. In dem andern iſt das aufzunehmende, mittels elektriſchen Lichtes (Bogenlampen, Queckſilberdampflampen) beſtrahlte Objekt aufgeſtellt. Das Objektiv iſt in einer Oeffnung der Scheidewand eingelaſſen und entwirft das optiſche Bild auf die im Dunkelraume frei aufgeſtellte Mattſcheibe bezw. empfindliche Platte.

Literatur: Eder, J. M., Ausführl. Handbuch der Photographie, 1. Teil, 2. Hälfte, 2. Aufl., Halle a. S. 1893; Derſ., Jahrbuch f. Photogr. u. Reprod., Halle a. S. 1888 ff.; Schmidt, F., Kompendium d. prakt. Photogr., 9. Aufl., Wiesbaden 1903; Pizzighelli, G., Anleitung zur Photogr., 12. Aufl., Halle a. S. 1904.

A. W. Unger.

Kameruns, gereinigte, ſ. Palmöl.

Kamin, eine Heizvorrichtung, bei der in einer ſeitlich und nach oben begrenzten Wandniſche ein offenes Feuer brennt, das ſeine ſtrahlende Wärme an die Zimmerluft abgibt, während die ſich bildenden Gaſe durch einen Schornſtein zum Abziehen gebracht werden; vgl. Heizung geſchloſſener Räume.

Die Kamine bilden eine ſehr alte Heizeinrichtung. In Deutſchland und England erhielten ſie bereits in der erſten Hälfte des 12. Jahrhunderts eine mehr oder weniger künſtleriſche Ausſtattung. Die älteſten Kamine beſitzen einen pyramidenförmigen Mantel, der auf Konſolen ſteht, und eine große, mannshohe Oeffnung (altdeutſche oder lombardiſche Kamine). Die engliſche Form iſt an der Seite geſchloſſen, mit einem Bogen überſpannt und meiſt durch vorgeſtellte Säulchen dekoriert, eine Abart, die ſich vielfach auch noch in Deutſchland vorfindet (ſ. die Figur). Die franzöſiſchen Kamine liegen ganz in der Mauer, ſind ebenfalls nach den Seiten hin geſchloſſen und die Oeffnung iſt bei denſelben viel breiter als höher gehalten. Aehnlich ſind die holländiſchen Anlagen, nur daß die Kamine ganz in der Mauer liegen. Auch heute werden noch vielfach dieſe Kamine in Ländern mit warmem oder gemäßigtem Klima verwendet, ſo insbeſondere in Italien, England und Frankreich. Ein großer Vorzug iſt die dekorative Wirkung, der behagliche und gemütliche Anblick des offenen Feuers und die kräftige Ventilation, die durch das Kaminfeuer erzeugt wird. Doch geht durch dieſe Heiz-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

methode sehr viel Wärme verloren, so daß häufig nur ca. 14 % der aus dem Brennmaterial erzeugten Wärme dem Raume zugeführt werden. In neuerer Zeit hat man die Konstruktion so weit verbessert, daß ca. 30 % der Wärme gewonnen werden können; dann aber nähert sich das Aeußere eines solchen Kamines bereits einem Zimmerofen. Außerdem kommen heute vielfach Kombinationen des Kamines mit dem Ofen vor, in welchem Falle zumeist zwei Feuerungen angebracht sind. Die Kaminfeuerung ist vorne angeordnet, so daß die Bewohner des Raumes den Anblick des offenen Feuers genießen können, dagegen die Ofenfeuerung seitlich. Der Oberteil des Ofens ist mit Zirkulation versehen. Auf diese Weise kann bei geringer Kälte bloß im Kamin, bei größerer Kälte auch im Ofen geheizt werden. *Weinbrenner.*

Kamin aus dem Leipziger Rathause (1556).

Kaminfeger (Kaminkehrer, Schornsteinfeger). Ihre Rechtsverhältnisse sind in Deutschland durch die Reichsgewerbeordnung und durch landesgesetzliche Vorschriften (Kaminfegerordnungen oder sonstige polizeiliche Bestimmungen) geregelt.

Der in der Reichsgewerbeordnung aufgestellte Grundsatz der Gewerbefreiheit gilt auch für das Kaminfegergewerbe, jedoch nach § 39 des genannten Gesetzes nur unter der Voraussetzung, daß nicht landesrechtlich die Einrichtung von Kehrbezirken für Schornsteinfeger vorgeschrieben und damit die freie Ausübung des Gewerbes ausgeschlossen ist. Derartige einschränkende Vorschriften bestehen z. B. in Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg und Baden. Im einzelnen sind diese Bestimmungen mehr oder minder verschieden, sie regeln die Anstellung und Entlassung der Schornsteinfeger, die Stellvertretung (vgl. § 47, Abs. 2, a. a. O.), die Abgrenzung der Bezirke, die Frage des Befähigungsnachweises, die Frage, ob den angestellten Personen allein die Reinigung der Kamine vorbehalten oder daneben noch andern der Geschäftsbetrieb zugelassen werden will, die Berufspflichten der Kaminfeger, die Frage des Fortbetriebs des Geschäfts durch die Witwen u. s. w. Wo Kehrbezirke bestehen oder eingerichtet werden, ist übrigens die höhere Verwaltungsbehörde befugt, soweit nicht etwa Privatrechte (z. B. Realrechte) entgegenstehen, die Kehrbezirke aufzuheben oder zu verändern, ohne daß deshalb den Bezirksschornsteinfegern ein Widerspruchsrecht oder ein Anspruch auf Entschädigung zusteht (§ 39 a. a. O.). Wer das Schornsteinfegergewerbe unbefugt ausübt oder den Kehrbezirk überschreitet, macht sich strafällig (vgl. § 147, Ziff. 1, a. a. O.). Für Schornsteinfeger, denen Bezirke ausschließlich zugewiesen sind, können von der Ortspolizeibehörde im Einverständnis mit der Gemeindebehörde bezw. von der unteren Verwaltungsbehörde Taxen für die — übrigens eine rein privatrechtliche Forderung darstellenden — Kehrlöhne aufgestellt werden, die von den Schornsteinfegern zwar ermäßigt, bei Strafvermeidung aber nicht überschritten werden dürfen, auch nicht im Wege der Vereinbarung höherer Preise (§§ 77, 79, 148, Ziff. 8, a. a. O.).

Literatur: Die Kommentare zur Gewerbeordnung (s. d.); Zeitschrift „Die Feuerpolizei", Herausgeber und Verlag Ph. Jung in München; die einzelstaatlichen Kaminfegerordnungen u. s. w. sind vielfach auch in den Handausgaben der betreffenden Bauordnungen abgedruckt. *Köhler.*

Kaminsteine, zum Bau der Schornsteine verwendete Formziegel.

Für runde Fabrikschornsteine werden Steine benutzt, welche den Brunnenziegeln ähnlich sind (s. Formziegel, Bd. 4, S. 144). Für Stubenfeuerungen werden die in den Mauern angeordneten Schornsteinrohre, soweit dieselben nicht besteigbar sind, bisweilen aus besonderen Steinen errichtet, wozu die Kamin- oder Essenziegel verwendet werden. Es geschieht dies dann, wenn die innere Form des Schornsteins rund ist. Eine Anordnung solcher Steine im Verband ist aus Fig. 1 (1., 3., 5. u. s. w. Schicht) und Fig. 2 (2., 4., 6. u. s. w. Schicht) ersichtlich. Da bei dieser Konstruktion viele Fugen entstehen, durch welche die Rauchgase leicht nach außen (in die Zimmer) entweichen können, so ist von verschiedenen Seiten vorgeschlagen worden [1]—[3], diese Kaminrohre nicht aus einzelnen Steinen in Größe der gewöhnlichen Mauerziegel, sondern aus größeren Stücken zu erbauen. Es sind hierfür innen glasierte Tonrohre und ebensolche viereckige Tonkästen u. dergl. vorgeschlagen worden.

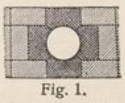


Fig. 1.

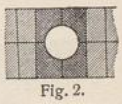
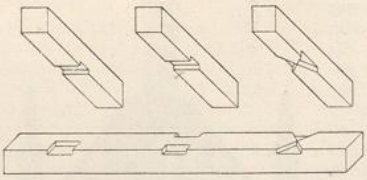


Fig. 2.

Literatur: [1] Zentralbl. der Bauverwalt. 1892, Nr. 19A. — [2] Deutsche Töpfer- und Zieglerztg. 1889, Nr. 46. — [3] Lejeune, Emile, Guide du Briquetier, 3. Aufl., Paris (ohne Jahreszahl). *Dümmler.*

Kamm, 1. s. v. w. Krone, Oberfläche eines Straßen- oder Bahndammes, Wehr u. dergl. 2. Oberster schützender Abschluß einer Mauer (s. Kappe), gebildet aus Deckplatten aus Sandstein oder Zementgußsteinen, aus gerolltem Backsteinmauerwerk in Zement- oder Falzziegeleindeckung. Bei allen Abdeckungen ist eine Wasserschräge erforderlich, welche ein- oder zweiseitig abwässert; ebenso eine sorgfältige Dichtung der Stoßfugen, um das Eindringen von Feuchtigkeit in die Mauer zu verhindern. 3. s. v. w. Bart beim Schlüssel.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



4. Holzverband zweier horizontaler ſich kreuzender, in zwei verſchiedenen Ebenen liegender Hölzer, z. B. eines Bundbalkens oder eines Zwiſchenbalkens mit der Mauerlatte, ſ. die Figur, welche den einfachen, den Mittel- oder Doppel- und den Kreuzkamm darſtellt (vgl. a. Aufkämmen, Bd. 1, S. 353). 5. Werkzeug aus Hartgummi, Horn, Elfenbein u. ſ. w. zur Ordnung der Haare, Reinigung von Spinnfaſern u. dergl. Zum Zwecke der ſehr einfachen Herſtellung werden an dem zugerichteten (zugeſchickten) Stück Hartgummi, Horn u. ſ. w. die Zähne mit einer Säge ausgeſchnitten (gezwickelt), hierauf mit der Größerfeile bearbeitet und endlich abgerundet und geſchliffen. An Stelle der Handarbeit iſt gegenwärtig die Maſchinenarbeit getreten (vgl. Friedrich, Die Kammfabrikation, ihre Geſchichte und gegenwärtige Bedeutung, Nürnberg 1883). — Vgl. a. Baumwoll-, Kammgarn-, Seidenſpinnerei, Grat, Holzzähne. *Weinbrenner.*

Kammarmorpapier, ein in der Buntpapierfabrikation durch Abziehen erzeugtes, marmorähnliches Buntpapier, deſſen Farbentropfen durch ein kammartiges Werkzeug in die Länge gezogen wurden; ſ. Buntpapierſorten. *Kraft.*

Kammaſchine, ſ. Weberei.

Kammer, 1. Nebenraum in einer Wohnung, meiſt nicht heizbar, ſowohl zum Schlafen als auch zum Aufbewahren von Vorräten, Kleidern, Speiſen; ſodann auch von Kunſtſchätzen, daher Kunſtkammer, Schatzkammer, ſ. Kabinett; 2. Schlafraum an Bord für Offiziere und Paſſagiere, welcher durch hölzerne oder eiſerne (Kriegsſchiffe) Kammerſchotte von dem Deckraum abgetrennt iſt.

Kammerbau, eine beſondere Art des bergmänniſchen Abbaues, und zwar des Pfeilerbaues (ſ. d.), wie er auf mächtigen Braunkohlenflötzen, z. B. im nordweſtlichen Böhmen, angewendet wird. *Treptow.*

Kammeröfen, ſ. Oefen zum Brennen von Ziegeln u. ſ. w.

Kammerpreſſe, eine Abart der Filterpreſſen (ſ. d.).

Kammerſäure, ſ. Schwefelſäure.

Kammerſchleuſe, ein Bauwerk zwiſchen zwei verſchieden hoch gelegenen Niveaus eines ſchiffbaren Gewäſſers (Kanal, Flußlaufs) bezw. zwiſchen einem ſolchen und dem Meere oder einem See. Es bildet ein Waſſerbecken (Schleuſen-

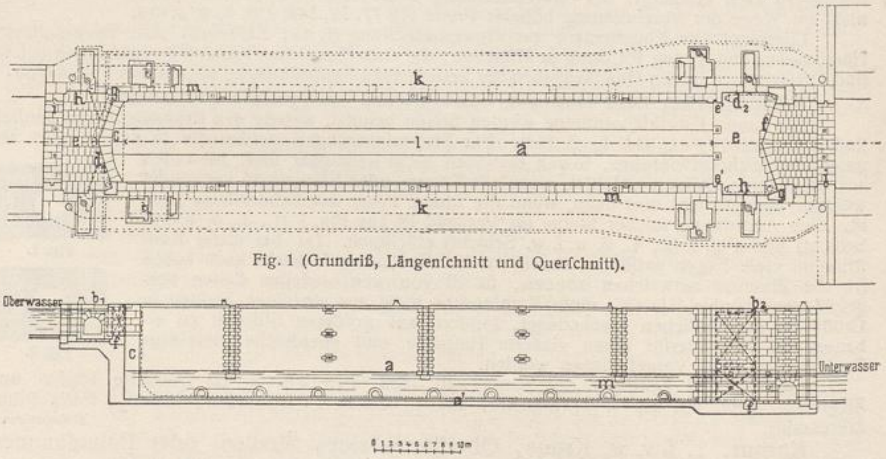
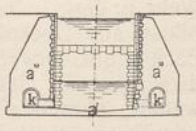


Fig. 1 (Grundriß, Längenſchnitt und Querſchnitt).

kammer, Kammer), deſſen Durchfahrtsöffnungen durch Tore verſchließbar ſind und je nach Bedarf mit der tieferen oder höheren Waſſerfläche, dem Unter- oder Oberwaſſer, derart in Verbindung geſetzt werden können, daß den Fahrzeugen die Ein- und Ausfahrt ermöglicht wird.



Die Kammer, welche zur Aufnahme von Schiffen, meiſt nur eines einzigen, dient, wird bei geſchloſſenen Toren durch beſondere, verſchließbare Kanäle (Umläufe) oder durch in den Toren angebrachte, verſchließbare Oeffnungen (Torſchützen) gefüllt oder entleert, ſo daß das eingefahrene Schiff durch den darin ſteigenden oder fallenden Waſſerſtand vertikal gehoben bezw. geſenkt wird und dann bei ausgeglichenem Waſſerſpiegel — nach Oeffnung des entſprechenden Tores — in das Ober- bezw. Unterwaſſer ausfahren kann. Der Höhenunterſchied zwiſchen Ober- und Unterwaſſer heißt das Schleuſengefälle.

Die erſte Erwähnung einer Schiffahrtsſchleuſe — es iſt jedoch unſicher, ob es eine bloße ſchiffbare Stauſchleuſe (ſ. d.) oder eine Kammerſchleuſe war — geſchieht in einer Urkunde Wilhelms II. von Holland vom Jahre 1253. Die erſte Kammerſchleuſe in Italien iſt 1439 von Philippe Visconti in der Nähe von Mailand konſtruiert worden. Die Beſchreibung einer Kammerſchleuſe von Leone Battiſte Alberti aus dem Jahre 1450, ſo auch der Bau einer ſolchen von Leonardo da Vinci im Kanale von San Chriſtoforo bei Mailand im Jahre 1509 gehören alſo ſchon einer ſpäteren Zeit an.

Die wichtigſten Teile bezw. Bezeichnungen an einer gewöhnlichen Kammerſchleuſe (Fig. 1) ſind: *a* die Schleuſenkammer mit dem Schleuſenboden *a′* als Sohle und den Schleuſenwänden *a″* zur ſeitlichen Begrenzung; b_1 und b_2 ſind die Schleuſenhäupter; b_1 das Ober-, b_2 das Unterhaupt, *c* die Abfallmauer oder der Abfallboden. Die Verſchlußvorrichtung in jedem Schleuſenhaupte heißt im allgemeinen Schleuſentor, und zwar d_1 Obertor, d_2 Untertor, *e* die Torkammer, der zur Bewegung des Tores nötige Raum, deren Sohle der Torkammerboden. Die nutzbare Länge der Kammerſchleuſe *l* reicht vom Abfallboden bis zu der Linie *e′ e′*, welche den freien Bewegungsraum für das Untertor begrenzt. *f* iſt der Drempel, d. i. die Schwelle, an welche ſich die Unterkante, und *g* die Wendeniſche, an welche ſich die Wendeſäule des geſchloſſenen zweiflügeligen, vertikalen Drehtores anlehnt. *h* die Torkammerniſche oder Torniſche zur Aufnahme der aufgeſchlagenen Torflügel. *i* Dammfalze zum allfälligen Einlegen von Dammbalken behufs Abſperrung des Waſſers bei Reparaturen. *k* der Umlaufkanal oder Umlauf, *m* Stichkanäle, dieſelben ſind die Verbindungskanäle zwiſchen Umlauf und Kammer und haben den Zweck, ein ruhiges Heben oder Senken der Fahrzeuge zu ermöglichen.

Treffen verſchiedenartige Waſſerwege, wie Kanal, Fluß oder die See, an der Kammerſchleuſe zuſammen, ſo werden deren Häupter auch als Binnen- bezw. Außenhaupt bezeichnet [5], [6].

Statt der in Fig. 1 gekennzeichneten zweiflügeligen Tore (Stemmtore) können auch andre Tore angewendet werden; ſ. Schleuſentor. Wenn der Waſſerſtand bald auf der einen, bald auf der andern Seite höher iſt, kommen in einem oder in beiden Häuptern einer Kammerſchleuſe Doppeltore vor, d. h. zwei Torpaare, welche nach entgegengeſetzten Seiten aufgehen oder kehren (Fig. 2); dies wird z. B. an der Abzweigungsſtelle eines Kanales von einem Fluſſe nötig, wo nur das Hochwaſſer desſelben höher als der Kanalſpiegel iſt, ſo daß hier das hinzukommende Hochwaſſer vom Eintritt in den Kanal abzuhalten iſt, alſo die Aufgabe einer Schutzſchleuſe (ſ. d.) zu erfüllen hat.

Das Füllen oder Entleeren der Kammer erfolgt bei Schleuſen älterer Konſtruktion oder bei neueren Schleuſen mit kleinem Gefälle nur mit Hilfe der Torſchützen, eventuell werden zu dieſem Zwecke in den

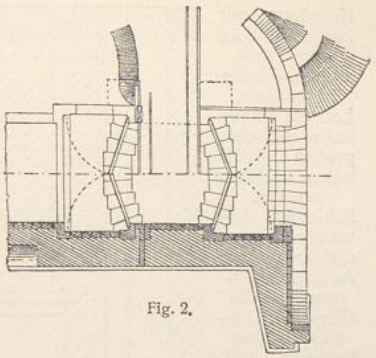


Fig. 2.

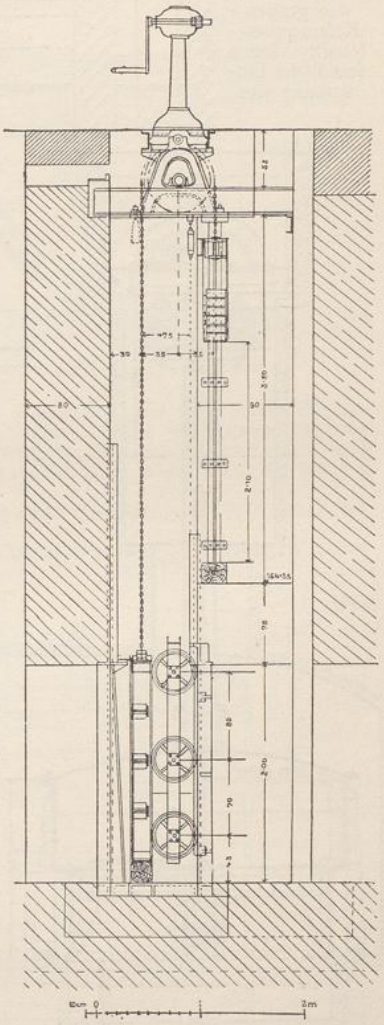


Fig. 3. Schleuſe bei Mirowitz an der Moldau. Vertikales Rollſchütz.

Häuptern nur kurze, die Tore umgehende Umlaufskanäle angeordnet. Letztere finden bei nicht allzu großen Gefällshöhen auch für moderne Schleuſen Anwendung, wenn dieſelben zur Aufnahme mehrerer Schiffe (Zug- oder Convoiſchleuſen) beſtimmt ſind, da hier mit Rückſicht auf den großen Kammerquerſchnitt keine ſchädliche Einwirkung des

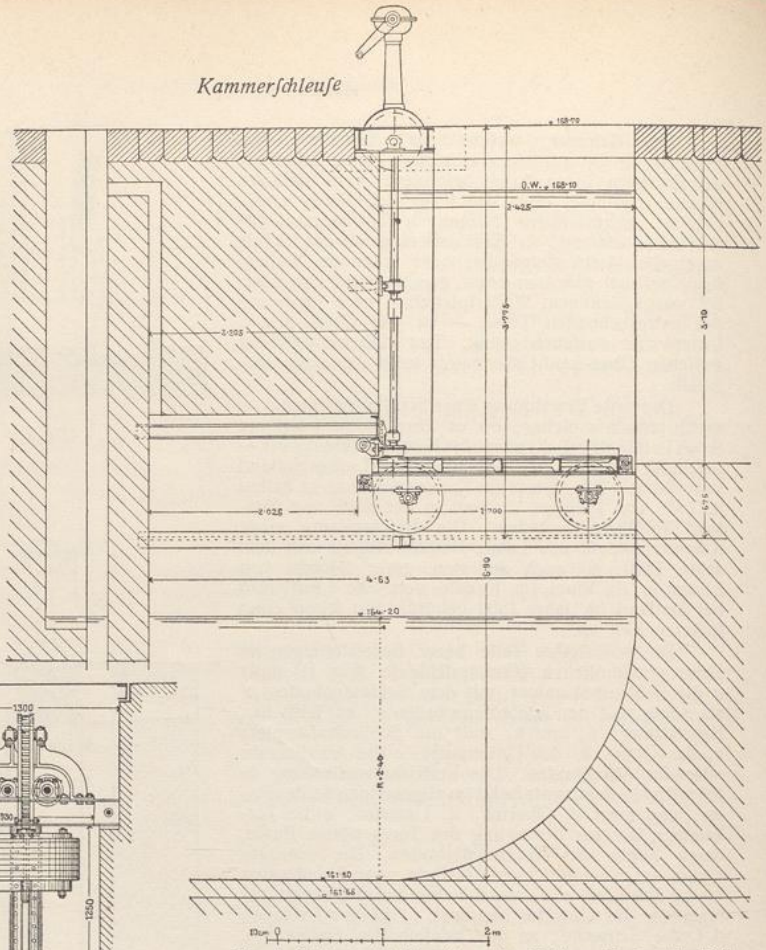


Fig. 4. Schleuſe bei Mirowitz an der Moldau. Horizontales Rollſchütz (Syſtem Mayer).

konzentriert einſtrömenden Waſſers auf die Fahrzeuge zu befürchten iſt.

Als Verſchlußvorrichtung für die Umlaufkanäle dienen Schützen, und man unterſcheidet je nach der Anordnung und Konſtruktionsart derſelben vertikale (Fig. 3) und horizontale (Fig. 4) Schützen, Zylinderſchützen (Fig. 5), dann Dreh-, (Fig. 6), Klapp- und Segmentſchützen (Fig. 6a), wozu in neuerer Zeit eine Abſperrvorrichtung mittels Hebern (Syſtem Hotopp) getreten iſt.

Schleuſen, die zur Aufnahme mehrerer größerer Schiffe dienen ſollen (Zug- oder Convoiſchleuſen), ſtattet man entweder mit größerer Breite aus (Fig. 7), in welchem Falle man die Häupter in der Fahrtrichtung gegeneinander verſetzt, um die Fahrtfolge der Schiffe aufrechtzuerhalten, oder man gibt denſelben eine mehrfache Schiffslänge. In letzterem Falle kann man auch durch Einbau eines Mittelhauptes die Kammer unterteilen, um einzelne Schiffe raſcher und mit geringem Waſſerverbrauch durchſchleuſen zu können (Fig. 8).

Bei der Kanaliſierung der Moldau iſt man von der Einſchaltung eines Mittelhauptes in die Zugſchleuſe wieder abgekommen und ordnete neben der letzteren eine einfache Kammerſchleuſe (Parallelſchleuſe, ſ. d.) an (Fig. 9). Zwei durch eine Mittelmauer getrennte, gleichgroße Schleuſen werden auch Zwillingsſchleuſen genannt. Schleuſen von größerem Gefälle, bei welchen das Unterhaupt überwölbt wird, nennt man Schachtſchleuſen (ſ. d.) Sind größere Höhenunterſchiede zwiſchen Ober- und Unterwaſſer an einer Stelle zu

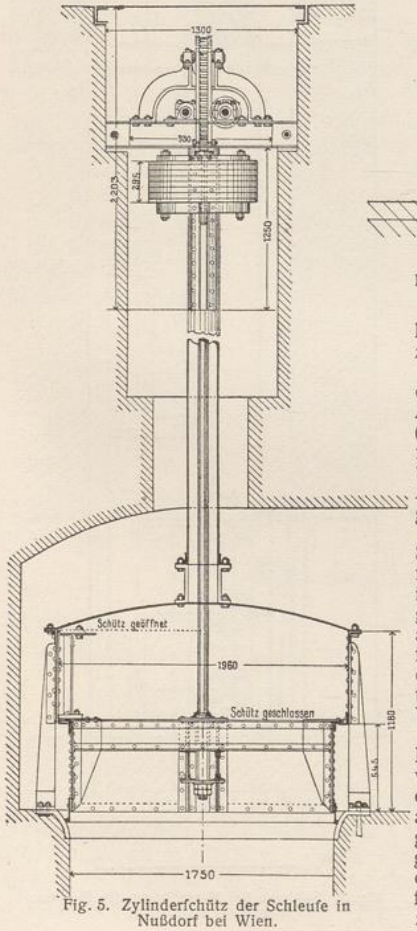


Fig. 5. Zylinderſchütz der Schleuſe in Nußdorf bei Wien.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

überwinden, ſo werden ſtatt einer einzigen Schachtſchleuſe vielfach mehrere Kammerſchleuſen unmittelbar hintereinander derart angeordnet, daß das Unterhaupt einer oberen Schleuſe zugleich das Oberhaupt der unteren iſt (Kuppelſchleuſe, Schleuſentreppe, ſ. d.).

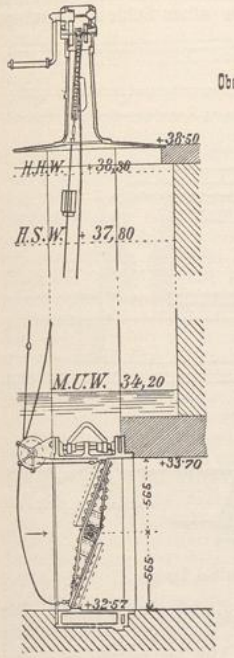


Fig. 6. Drehſchütz der neuen Stadtſchleuſe, Bromberg.

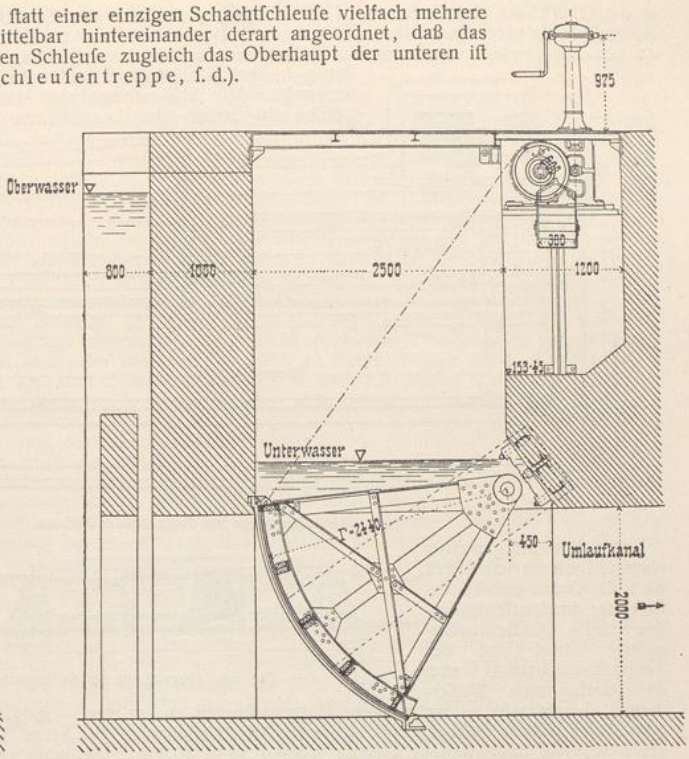


Fig. 6a. Segmentſchütz bei der Moldau-Elbe-Kanaliſierung.

Die Waſſerverſorgung einer Schleuſe erfolgt im allgemeinen aus der oberen Haltung. Behufs Waſſererſparnis ordnet man entweder ein oder mehrere neben der Kammer liegende Sparbecken (ſ. d.) an oder verwendet bei Zwillingsſchleuſen die zweite Kammer zu dem bezeichneten Zwecke, endlich kann auch das Verbrauchswaſſer einer Schleuſe aus der unteren Haltung in die obere Haltung aufgepumpt werden.

Die Zeit für das Füllen oder Entleeren (Füllungs- oder Entleerungszeit T in Sekunden) einer Schleuſenkammer durch Torſchütze wird nach der Formel $T = \frac{2 A \sqrt{h}}{\mu A_1 \sqrt{2 g}}$ berechnet, wobei

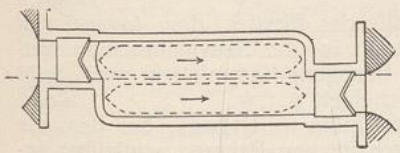


Fig. 7. Doppelſchleuſe.

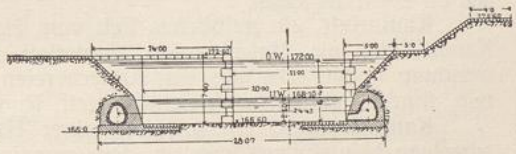


Fig. 8a. Querſchnitt der Zugſchleuſe bei Libſchitz.

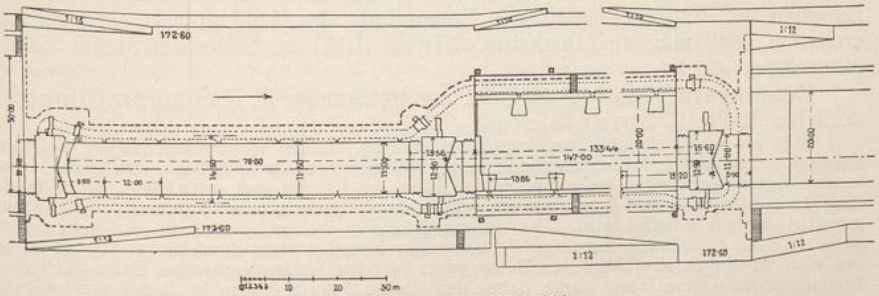


Fig. 8. Schleuſenanlage bei Libſchitz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

A die Oberfläche der Kammer, A_1 den Gesamtquerschnitt der Schützenöffnungen und μ den Ausflußkoeffizienten (ungefähr 0,62) bedeuten. Bei Verwendung von Umläufen ist dieselbe Formel zu benutzen, wobei wegen der in diesem Falle auftretenden Reibungs- und Krümmungswiderstände in den Umläufen für μ der Wert zwischen 0,60 bis 0,55 schwankt. Mit Schleusungsdauer bezeichnet man die Zeit, welche ein Schiff zum Durchfahren einer Schleuse benötigt.

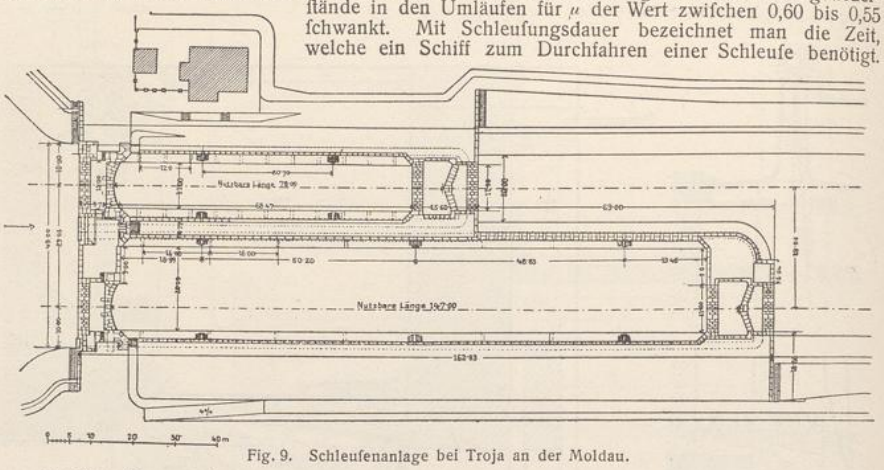


Fig. 9. Schleusenanlage bei Troja an der Moldau.

Die Abmessungen einer Kammerschleuse richten sich nach der Größe und Tauchtiefe der durchzuschleusenden Schiffe. Das Schleusengefälle hängt von der Terrainkonfiguration und der verfügbaren Wassermenge ab und wird — um größere Haltungslängen zu erzielen — möglichst groß gewählt. Die meist übliche Höhe der Kammerschleuse wechselt zwischen 2,5 bis 5,0 m. Das größte bisher mittels einer Schleuse überwundene Gefälle beträgt rund 10,0 m. (Schleuse von La Vilette im Kanal St. Denis 9,92 m und Schleuse bei Horin an der kanalisierten Moldau 8,9—10,9 m.)

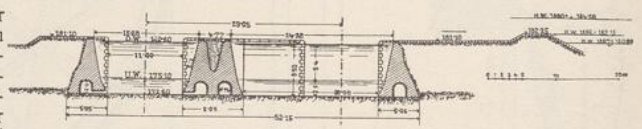


Fig. 9a. Querschnitt der Schleuse bei Troja.

Literatur: [1] Franzius, Der Wasserbau, 2. Abt., 2. Hälfte, Schleusen, Schiffahrtskanäle, Leipzig 1895 u. 1904. — [2] Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1891, S. 1; ebend. 1897, Ueber die Arbeiten zur Umwandlung des Wiener Donaukanals in einen Handels- und Winterhafen; ebend. 1906, Der Bau des Lateralkanales von Wranan nach Horin an der Moldau. — Konstruktionszeichnungen von Kammerschleusen: [3] Zeichensammlung der Ecole des ponts et chaussées, Serie V, Sektion D, Paris. — [4] Zeitschr. f. Bauwesen 1880, Tafel 38; ebend. 1888, Taf. 35. — [5] Ebend. 1886, Tafel 29 und 63, und Jahrg. 1901 u. 1902 (Der Bau des Dortmund-Ems-Kanals). — [6] Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1866, Tafel 348; ebend. 1888, Tafel 24. — S. a. Kanalisierung der Flüsse [1]—[7] u. Schiffahrtskanäle; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899 u. 1900 (Die Hotoppschen Betriebseinrichtungen der Schleusen des Elbe-Trave-Kanales und der Elbe-Trave-Kanal).

Pachnik.

Kammfett, ein gelbliches Fett vom Halse des Pferdes, dem sogenannten Kamm, das als Maschinenfett, Lederfett und in der Seifenfabrikation Verwendung findet. Das aus den Abdeckereien bezogene Kammfett ist meist nicht rein, sondern enthält auch Schweinefett, Knochenfett u. s. w. *Deite.*

Kammformer, ein mehrkörperiger Häufelpflug (s. Pflug), bei dem die einzelnen Häufelpflugkörper an dem gemeinschaftlichen Rahmen verstellbar angeordnet sind. Die Kammformer häufen die Erde zu gleichweit entfernten Dämmen auf. Es läßt sich dies in Ermanglung von Häufelpflügen auch dadurch erreichen, daß man an Hackmaschinen (s. d.) an Stelle der Messer Häufelpflugkörper ansetzt. *Wrobel.*

Kammgarn, schlichtes Gespinst aus gekämmter (s. Kammgarnspinnerei) tierischer Wolle (s. Spinnfasern).

Um ein möglichst schlichtes Gespinst zu erzielen, werden vornehmlich längere Wollen zu Kammgarn verarbeitet, so daß möglichst wenig Haarenden an der Oberfläche erscheinen; ferner werden Wollen verwendet, die entweder von Haus aus schlicht sind, oder solche, deren Kräuselung durch Streckung und Trocknung im gespannten Zustande auf der Plättmaschine (s. Kammgarnspinnerei) beseitigt wird. Die Unterscheidung in weiche, mittelharte und harte Kammgarne ist ohne Einführung technologisch bestimmter Kriterien nicht durchführbar [1], da infolge der Wollzüchtungen alle möglichen Uebergänge bei den Wollen vorhanden sind; alle Kulturstaaten mit Ausnahme Deutschlands haben deshalb die Unterscheidung in „harte“ und „weiche“

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kammgarne in den Zolltarifen fallen laſſen; das neue deutſche Zollgeſetz (vom 1. März 1906 ab) hat leider den Begriff der „harten" Kammgarne beibehalten (vgl. Nr. 420 und 421 des Zolltarifs: „hartes Kammgarn aus Glanzwolle über 20 cm Länge, auch gemiſcht mit andern Tierhaaren, wenn das Garn nicht dadurch die Eigenſchaften des harten Kammgarns verloren hat u. ſ. w."). Zur Beſtimmung muß deshalb auf die „Anleitung für die Zollabfertigung" verwieſen werden, die für die Unterſuchung folgendes vorſchreibt: 1. Wird bei der Abfertigung von Garn aus Wolle oder andern Tierhaaren die Verzollung nach Nr. 420 oder 421 des Zolltarifs in Anſpruch genommen, ſo iſt zunächſt durch ſorgfältige Prüfung, erforderlichenfalls unter Anwendung des Mikroſkops, feſtzuſtellen, ob in dem Garn andre Spinnſtoffe als Tierhaare enthalten ſind. Enthält das unterſuchte Garn andre Spinnſtoffe als Tierhaare, ſo iſt es von der Verzollung als hartes Kammgarn zu den Sätzen der Nr. 420 und 421 ohne weiteres auszuſchließen. — 2. Enthält das unterſuchte Garn keine andern Spinnſtoffe als Tierhaare, ſo iſt von fünf aus verſchiedenen Stellen der abzufertigenden Warenſendung herauszugreifenden Strähnen, Kops oder Kreuzſpulen je ein Fadenſtück von 60 cm Länge herauszuſchneiden. Die Fadenſtücke ſind demnächſt ſorgfältig aufzudrehen und die darin enthaltenen Haare nach ihrer Länge zu meſſen. Hierbei werden die Haare entweder mit einem Ende an einem Täfelchen von Glas oder Holz mittels Wachskügelchen befeſtigt und mit dem Finger ohne erheblichen Druck ſo weit ausgeſtrichen, daß ihre Wellen geſtreckt ſind, oder die Haare werden mit beiden Enden auf zwei verſchiedene Täfelchen befeſtigt, die bis zum Geſtrecktliegen des Haares auf glatter Unterlage allmählich voneinander zu entfernen ſind. — 3. Werden in den fünf Fadenſtücken zuſammen mindeſtens 15 Haare von je mehr als 20 cm Länge ermittelt, ſo hat die Verzollung des Garns nach Nr. 420 oder 421 zu erfolgen. Beträgt die Zahl der ermittelten Haare von mehr als 20 cm Länge weniger als 15, ſo iſt die Verzollung des Garns zu den Sätzen der Nr. 420 oder 421 abzulehnen. Indeſſen iſt in ſolchen Fällen der Zollpflichtige berechtigt, eine Nachprüfung durch das Königlich preußiſche Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde oder durch andre von den oberſten Landesfinanzbehörden beſtimmte Stellen zu beantragen; er hat aber die Koſten der Nachprüfung zu tragen, falls das Ergebnis zu ſeinen Ungunſten ausfällt. Werden in den fünf Fadenſtücken Haare von mehr als 20 cm Länge überhaupt nicht gefunden, ſo gilt ohne weiteres als erwieſen, daß die Ware kein hartes Kammgarn iſt; in derartigen Fällen iſt das Garn unter allen Umſtänden von der Verzollung nach Nr. 420 oder 421 ausgeſchloſſen.

Dieſe Beſtimmung nimmt alſo nur Rückſicht auf die Länge der längſten Haare, gibt dann aber kein einwandfreies Kriterium für die „Härte" der Kammgarne, da ein geſetzmäßiger Zuſammenhang zwiſchen Länge und Dicke der Haare nicht beſteht. Es gibt kurze und lange grobe Wollen und kurze und lange feine Wollen; die Dicke und Länge der Wollhaare iſt ſogar verſchieden an den verſchiedenen Hautſtellen eines Tieres, und ſelbſt im einzelnen Haare kommen die verſchiedenſten Dicken vor, da das Wachstum außerordentlich abhängig iſt von Raſſe, Klima, Witterung, Ernährung u. ſ. w. Im webtechniſchen Sinne kommt für die „Härte" der Kammgarne jedoch hauptſächlich ihr Widerſtand gegen Biegung, ihre Steifigkeit, in Betracht und deshalb wird, da auf ſie die Drahtgebung und die Länge der Haare einen geringeren Einfluß ausüben, beſonders der mittlere Durchmeſſer der Einzelhaare, die das Kammgarn bilden, als Maß für die Härte der Wollen in Rückſicht gezogen werden müſſen. Das aber in der Weiſe zu tun, wie es die früheren zollamtlichen Beſtimmungen vom Jahre 1888 vorausſetzten, daß der mittlere Durchmeſſer nur durch die mikroſkopiſche Meſſung von neun Haaren beſtimmt wurde, erſcheint unzuläſſig, da dadurch (das Wollhaar hat keinen kreisrunden Querſchnitt, iſt nicht genau zylindriſch, die einzelnen Wollhaare ſind ſehr verſchieden dick) ein einwandfreier Mittelwert nicht geſchafft werden kann. Will man den Durchmeſſer des Wollhaares als Maß für die „Härte" der Kammgarne benutzen, dann muß der mittlere Durchmeſſer aller Haare, die in den verſchiedenen Querſchnitten vorhanden ſind, in Rechnung gezogen werden. Das geſchieht am zweckmäßigſten ſo, daß man die mittlere Feinheitsnummer der Wollhaare angibt, die das Geſpinſt bilden. Zahlenmäßig wird ſie bekanntlich durch folgendes Verfahren beſtimmt: Man ſchneidet, nachdem die Feinheitsnummer (Anzahl der Kilometer, die 1 kg ausmachen), ermittelt iſt, ein kurzes Stück (etwa 1—2 mm) aus dem Geſpinſt mit Scherenſchnitten heraus und zählt die Anzahl der Haarenden; das wird an verſchiedenen Stellen des Geſpinſtes durchgeführt, und hieraus wird der Mittelwert genommen. Die mittlere Feinheitsnummer des das Garn bildenden Wollhaares iſt dann die mittlere Anzahl der Haare in einem Geſpinſtquerſchnitt, multipliziert mit der Feinheitsnummer des Geſpinſtes. Legt man als Dickenſcheidepunkt für die „harten" und die „andern" Kammgarne den früher normiert geweſenen Wert von 34 μ zugrunde, ſo ergibt ſich bei einem ſpez. Gew. des Wollhaares von 1,32 die Grenzfeinheitsnummer des Wollhaares zu 835, d. h. Wollen, die gröber ſind (deren Feinheitsnummer alſo kleiner iſt) als 835, ſind als „harte" zu bezeichnen, ſolche, die feiner ſind (deren Feinheitsnummer größer iſt) als 835, ſind als „andre" Wollen zu bezeichnen. Der neue Zolltarif nimmt aber — nach wie vor — weiter Rückſicht auf die Länge der Wollhaare („hartes Kammgarn aus Glanzwolle über 20 cm Länge"), was zufolge der geſchichtlichen Entwicklung des Zolltarifs auch voll gerechtfertigt erſcheint. Hierbei jedoch nur die Länge der längſten Haare in Rückſicht zu ziehen, wie es die jetzt geltenden Beſtimmungen tun, muß als bedenklich bezeichnet werden. Denn, wenn man auch den Ausdruck „hartes Kammgarn aus Glanzwolle über 20 cm Länge" ſo auffaſſen muß, daß das Garn aus Wolle hergeſtellt iſt, die im Wollhandel als ſolche „über 20 cm Länge" bezeichnet wird, und man daher z. B. nicht verlangen darf, daß ſämtliche Haare über 20 cm lang ſein müßten, ſo darf man doch anderſeits durch das bloße Auftreten von mindeſtens durchſchnittlich einem Haar in jedem Querſchnitt (was der eingangs erwähnten dritten Beſtimmung entſpricht, daß in fünf Stücken von 60 cm Länge mindeſtens 15 ſogenannte „Zollhaare" über 20 cm Länge ſein ſollen), nicht auch ſchon ſchließen wollen, daß bei Herſtellung des „harten" Kammgarns der langen Wolle keine kürzeren Wollen zur Umgehung der Zollbeſtimmungen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beigemiſcht ſeien. Durch neuere Unterſuchungen iſt zahlenmäßig nachgewieſen worden, daß das Spinnverfahren in der Kammgarnſpinnerei eine Verkürzung der mittleren Haarlänge zwiſchen Kammzug und fertigem Geſpinſt nicht hervorruft, ſondern, daß vielmehr eine ſtetige Verlängerung eintritt und daß auch viele der längſten Haare von Anfang bis zu Ende durch die Maſchinen der Kammgarnſpinnereien unverletzt hindurchgehen [2]. — Bei der zurzeit angeſtrebten Abänderung der „Ausführungsbeſtimmungen des Zolltarifs“ ſollte bezüglich des vorliegenden Punktes deshalb auch gefordert werden, daß zum mindeſten eine beſtimmte mittlere Haarlänge [3] in den einzelnen Geſpinſtquerſchnitten vorhanden ſein ſoll, ſofern dieſe Kammgarne gemäß Nr. 420/421 Zollermäßigung genießen ſollen. Als ſolche zu fordernde mindeſte mittlere Haarlänge dürfte nach umfangreichen Unterſuchungen des Unterzeichneten eine ſolche von 11 cm in Betracht zu ziehen ſein.

Literatur: [1] Fiſcher, Hugo, Ueber die Härte der Kammgarne, Civilingenieur 1883, Bd. 29, S. 583; Wolf, Ueber die Unterſcheidung der ſogenannten harten Kammgarne (wefts) in der Zollverwaltung, ebend. 1893, Bd. 39, S. 407; Hartig, G., Ueber die Unmöglichkeit der Trennung harter und weicher Kammgarne, Zeitſchr. für die geſamte Textilinduſtrie 1902/03, S. 91. — [2] Gies, Der Einfluß des Spinnverfahrens auf die mittlere Haarlänge in der Kammgarnſpinnerei, Zeitſchr. für Textilinduſtrie 1907. — [3] Müller, Ernſt, Verfahren zur Beſtimmung der mittleren Faſerlänge in Geſpinſten, Leipz. Monatſchr. für Textilinduſtrie 1894, S. 51, und Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 997.

Ernſt Müller.

Kammgarnſpinnerei, die Verarbeitung von gekämmter Wolle (ſ. Spinnfaſern) zu Kammgarn (ſ. d.) und [1].

Vorarbeiten.

Zum Zwecke des Verſpinnens muß die Kammwolle gleich der Streichwolle zunächſt ſortiert, dann zum Teil durch Klopfen oder im Wolf aufgelockert und gereinigt, jedenfalls aber immer der Wäſche mit Seife oder dergl. unterworfen werden, um den Schweiß zu entfernen. Das Wolfen kann bei guten reinen Wollen, namentlich bei den beſſeren Loſen deutſcher Rückenwäſche, unterbleiben. Gefärbt pflegt Kammwolle nicht zu werden, ausgenommen in dem Falle, daß man meliertes Garn erzeugen will, wozu die Vermengung verſchiedenfarbiger Wollen vor und bei dem Kämmen ſtattfinden muß. Hierbei kann man entweder die loſe Wolle oder den Kammzug in Bobinenform färben. Im übrigen färbt man wieder entweder die Garne oder die aus denſelben verfertigten Waren. Das Einfetten vor dem Kämmen iſt namentlich für die groben langen Kammwollen allgemein gebräuchlich. Die ungefettete Wolle ſpinnt ſich nicht ganz ſo leicht als gefettete. Es iſt gut, wenn die Wolle in einem etwas feuchten Raume aufbewahrt wird, wodurch ſie ſich beſſer auf den Maſchinen bearbeiten läßt; die Feuchtigkeit macht ſie geſchmeidiger und erſetzt ſo einigermaßen das Fett.

Waſchen der Kammwolle. Bei dem vollkommenen Reinigen durch Waſchen (Fabrikwäſche) folgen der Reihe nach Einweichen, Waſchen, Spülen in der Weiſe, daß man die hierzu dienenden Gefäße (Kufen, Bäder) in unmittelbarer Aufeinanderfolge anordnet. Die Wolle wird durch mechaniſch bewegte Rechen in den Flüſſigkeitsbehältern vorwärts geſchoben und wandert von einem in den andern, während die Flüſſigkeit den entgegengeſetzten Lauf nimmt. Die Behälter waren zu dieſem Zwecke früher verſchieden hoch aufgeſtellt, während man jetzt Schöpfräder oder Dampfſtrahlpumpen zur Uebertragung der Waſchflüſſigkeit verwendet. Die Verſchmelzung der einzelnen Maſchinen zu einer einzigen führt den Namen Leviathan, und ein ſolcher (eine Batterie) beſteht aus einem Einweichbottich (der Länge nach geteilt, damit die Wolle länger in den Abteilungen, die abwechſelnd entleert werden, bleiben kann) und aus drei, beſſer vier Bädern (Paſſagen, désuinteurs et rinceurs); hieran ſchließt ſich zweckmäßig die Trocken- und Einölvorrichtung. Die Behälter ſind noch mit Zuleitungsrohren für Dampf, Waſſer und Seifenlöſung bezw. mit Ueberleitungsrohren für die Waſchflüſſigkeit ausgerüſtet. Die Wärmegrade, die beim Waſchen verwendet werden, betragen 45—55° C., und zwar ſteigert man die Wärme in den Bädern ſtufenweiſe. Das erſte (Einweich-)Bad erhält meiſt reines Waſſer mit Zuſatz aus dem zweiten Bade, das zweite Bad das ſchmutzige Seifenwaſſer aus dem dritten Bade, das dritte reines Seifenwaſſer, das vierte reines Waſſer zum Spülen. Nach Verlauf von einigen Stunden wird das erſte und zweite Bad entleert, und die andern Flüſſigkeiten werden entſprechend weiter getrieben bezw. erſetzt. Die Seifenmenge, die gebraucht wird, richtet ſich natürlich nach der Verunreinigung der Wolle, ob letztere ſchon durch Rückenwäſche vorgereinigt iſt oder ſich noch vollſtändig im Schweiße befindet. Die Seifenmenge ſchwankt zwiſchen 5—10 kg auf 100 kg Rohwolle. In Deutſchland wird das Wollſchweißwaſſer jetzt wohl von allen Fabriken eingedampft und auf Pottaſche verarbeitet. Auf die Gewinnung von Wollfett bezw. Lanolin ſei ebenfalls verwieſen. Beim Fällen der vorwiegend Wollfett, Seife und kohlenſaures Alkali enthaltenden Waſchwäſſer durch Chlorcalcium wird Zuſatz von Salzſäure empfohlen, zu dem Zwecke, die Bildung von kohlenſaurem Kalk in dem Niederſchlage zu verhindern. Aus dem Seifenwaſſer werden ferner durch Zuſatz von Säure oder beſſer von Kalk die Fettſäuren abgeſchieden und wieder auf Seife oder zu Leuchtgas verarbeitet [2]. Entfetten naſſer Wolle vgl. [3], trockene Wollentfettung [4].

Das **Trocknen der Kammwolle** geſchieht entweder auf Trockenmaſchinen oder auf der ſich meiſt an den Leviathan anſchließenden Mehlſchen Trockentrommel [5]. An die Trockentrommel ſchließt ſich paſſend die Einölvorrichtung (Schöpfwerk oder kleine Dampfſtrahlölpumpe) an. Zum Einölen verwendet man vorwiegend Olivenöl. Von der Trockentrommel nach dem Krempelſaal wird neuerdings auch die pneumatiſche Beförderung benutzt [6].

Bei der weiteren Verarbeitung der Wolle in den Spinnereien muß mittels der dem Spinnen vorausgehenden Vorbereitung eine ſo viel als möglich gerade, gleichlaufende Anordnung und gleichmäßige Verteilung der Wollhaare herbeigeführt werden, wodurch nachher der Garnfaden ſeine Glätte erlangt. Dieſe Zwecke werden durch das **Kämmen der Wolle** oder durch das **Kratzen**

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erreicht. Erſteres iſt der Fall bei den eigentlichen Kammgarnen, die vorzüglich für die Weberei beſtimmt ſind und wozu man Wolle von faſt jeder Länge — zu den feinen Garnen 80—100 mm lange Merinowolle, zu den gröberen die lange Wolle der Marſchſchafe — anwendet (peigné, combed); letzteres hauptſächlich bei dem größten Teile der Strick-, Tapiſſerie- und Strumpfwirkergarne, aber auch einem kleineren Teile der Webergarne, wozu man auch kürzere, grobe Wolle gebraucht (Halbkammgarn, cardé-peigné, peigné-cardé, carded). Die beiden Verfahren bieten den ſehr weſentlichen Unterſchied dar, daß beim Kämmen eine Abſonderung der vorhandenen kürzeren Wollhaare ſtattfindet, beim Kratzen aber nicht, hier alſo die geſamte Wollmaſſe, dort nur der langhaarige Teil derſelben zum Verſpinnen gelangt. Außer den von Schafwolle geſponnenen Kammgarnen ſind jene von Ziegenhaar, Kamelhaar, von Pakoshaar, dann aus Miſchungen von Wolle mit Baumwolle oder Seide (Phantaſiegarne, fancy-yarn, mixed yarn) zu erwähnen.

Die getrocknete und geölte Wolle gelangt bei der Fabrikation der eigentlichen Kammgarne zuerſt auf die **Krempel,** die ein zur Speiſung der Kämmaſchine geeignetes Band daraus herſtellt, und zwar werden dazu immer Walzenkrempeln (ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 602) verwendet. Es werden ſowohl einfache als Doppelkrempeln benutzt, letztere namentlich für ſchwierig aufzulöſende Wollen. Die Kammgarnkrempeln beſitzen meiſt an der Einführungsſeite Einrichtungen zur Entfernung der Kletten aus der Wolle nach Art der Klettenwölfe. Mittels dieſer Abſchläger kann wohl eine Entfernung der Nußkletten, Strohteilchen u. dergl. erreicht werden; jedoch iſt damit eine gründliche Entfernung der Spiral- oder Ringelkletten, die mit ihren an einem ſpiraligen Steg ausragenden Häkchen feſt in der Wolle ſitzen, nicht möglich. Selbſt die Ausbildung dieſer Entklettungsart durch mehrfache Abſchläger an Walzen, welche die Wollſchicht mehr zerziehen und daher die Kletten freier machen wollen, hat nur teilweiſe Erfolge aufzuweiſen. Beſondere Beachtung verdienen deshalb die Beſtrebungen, in der durch die vorhergehende Arbeit der Krempel geordneten Wollfaſerſchicht die Ringelkletten zu zerſtückeln, ſo daß auf der Kämmaſchine dann die Klettenteile von den Abzugswerkzeugen nicht mehr erfaßt werden können und folglich nur in den Kämmling gelangen (mechaniſche Klettenzerſtörer). — Die Krempelbänder enthalten die Wolle wohl ziemlich gleichmäßig verteilt und vollkommen aufgelöſt, aber die Haare liegen noch durcheinander und ſind häufig geknickt. (Vgl. [2] unter Art. Kammgarn.)

Um beim Kämmen möglichſt wenig Abfall und ſämtliche langen Haare zu erhalten, müſſen alle Haare in der Längsrichtung des Bandes laufen; es folgt deshalb vor dem Kämmen noch ein Doppeln (Doublieren) und Strecken auf den ſogenannten Rohſtrecken. Dieſe Maſchinen unterſcheiden ſich nicht weſentlich von den Strecken der nach dem Kämmen folgenden Vorbereitung; man wendet drei bis vier ſolcher Strecken oder Paſſagen hintereinander vor dem Kämmen an, und zwar ſind beſonders Nadelſtabſtrecken (gill-boxes) in Anwendung [7]. Den gebräuchlichen Rohſtrecken zur Vergleichmäßigung der Krempelbänder wird mitunter der Vorwurf gemacht, daß ſie eine zu geringe Miſchung des Spinngutes ergeben und daß ſich bei der Speiſung der Kämmaſchinen mit einzelnen Bändern kein gleichmäßig dichtes Vlies für die Auskämmung, alſo die höchſte Leiſtung der Kämmaſchine nicht erreichen läßt. Nach dieſen beiden Richtungen hin hat man nach Art der in der Baumwollſpinnerei früher benutzten Kanalmaſchinen unter Benutzung von Banddoublierplatten beſondere Vliesmaſchinen (napeuses) ausgeführt [8], die als Zwiſchenmaſchine zwiſchen der Krempel und der Kämmaſchine dienen und ſich durch ein wiederholtes Verſtrecken bei einer vervielfachten Doppelung der Bänder kennzeichnen.

Das Wollkämmen war früher Handarbeit (wobei der Kämmer gleichzeitig zwei Handkämme anwendete); jetzt wird es faſt ausſchließlich mittels **Wollkämmaſchinen** [9] betrieben. Beim Kämmen ſollen die langen Haare als Kammzug oder Zug von den kürzeren, den Kämmlingen, getrennt werden. Der Kämmling wird als Streichwolle zu Tuchen und tuchartigen Wollſtoffen benutzt. Damit der Faſerbart beim Kämmen rein ausgekämmt wird, iſt es nötig, die Mitte desſelben doppelt, d. h. nach beiden Richtungen hin, auszukämmen. Durch die verſchiedenſten Bauarten der Kämmaſchinen hat man nun die Aufgabe zu löſen geſucht, mit dem geringſten Aufwande an Zeit und Arbeit aus einer gegebenen Kammwolle die größtmögliche Menge reingekämmten Spinngutes (Zug), und zwar in beſter Beſchaffenheit, d. h. ſo zu gewinnen, daß wenigſtens faſt alle Haare unter 20 mm Länge abgeſondert, keine Flöckchen und Knötchen mehr vorhanden und Feſtigkeit wie Glanz des Haares nicht vermindert ſind. Bei den Kämmaſchinen erfolgt der Reihe nach Speiſen oder Einſchlagen, Kämmen, Abzug des Kammzugs und Abzug des Kämmlings. Bei der außerordentlich großen Durchbildung, welche die Kämmaſchinen erlangt haben, können an dieſer Stelle nur die vorzugsweiſe in Anwendung gekommenen Bauarten in bezug auf die Anordnung ihrer Hauptteile und Wirkungsweiſe erläutert werden.

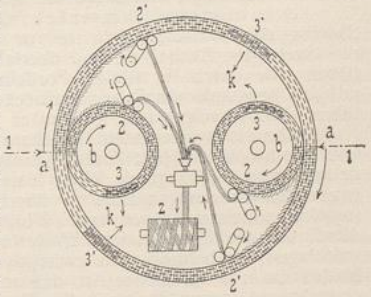


Fig. 1.

a) Nobleſche Kämmaſchine [10]. Die Handkämme ſind durch umlaufende Nadelkränze erſetzt, wie der Grundriß Fig. 1 erkennen läßt. In dem Innern eines größeren Nadelkranzes *a* ſind zwei oder mehrere kleinere Ringe *b* gelagert, die dieſen berühren. An den Berührungsſtellen bei 1 erfolgt von oben her das Einſchlagen der Wollbärte in die Nadeln, ſo daß, wenn ſich die Ringe in den Pfeilrichtungen drehen, die Bärte auseinander gezogen und dadurch ausgekämmt werden; da, wo die Haare die größere Reibung haben, bleiben ſie ſitzen, es werden deshalb die hervorragenden Enden immer kürzer ſein als die Enden, die in dem

Kamme ſitzen, mithin werden die hervorragenden Schwänze die Enden von den längeren Haaren fein. Die Enden werden nun durch raſch umlaufende Streichrädchen den Abzugsvorrichtungen 2 bezw. 2′ zu geſtrichen, die ſie erfaſſen, ſo daß ſie vereinigt zu Kammzugbändern *z* auf eine Spule aufgewickelt werden können. Die in den Kränzen ſitzen gebliebenen kürzeren Haare, der Kämmling, werden an den Stellen 3 bezw. 3′ durch abgeſchrägte, am Geſtell

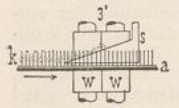


Fig. 2.

befeſtigte Bleche *s*, welche zwiſchen die Zahnringe hineingreifen (Fig. 2) und die wohl auch langſam auf und ab bewegt werden, aus den Zähnen herausgehoben, ſo daß ſie von den Walzen *w* als Kämmling abgezogen werden. Die Mitte des Bartes wird alſo in der gezeichneten Anordnung nicht ausgekämmt, d. h. die Maſchine kämmt nicht rein; ſie eignet ſich nur für lange Wollen.

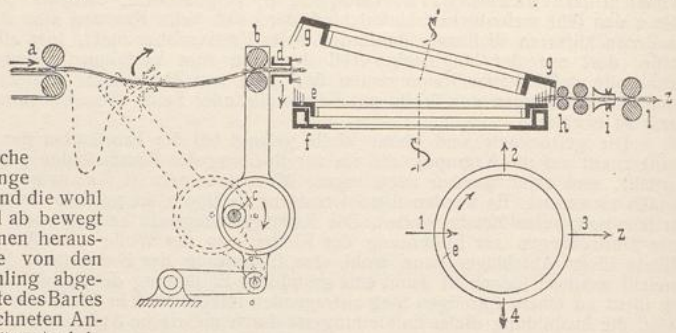


Fig. 3. Fig. 4.

b) Holdenſche Kämmaſchine (Fig 3 und 4). Holden benutzt gleichfalls einen umlaufenden Nadelkranz *e*, wie durch die Grundrißfigur 4 angedeutet iſt. Bei 1 findet das Einſchlagen der Wollbüſchel (der Bärte) ſtatt, bei 2 wird der vorſtehende Teil durch Nadelſtäbe (gills) ausgekämmt, die von unten einſtechen, ſich nach außen bewegen, dann nach unten fallen, um vorn wieder einzuſtechen (square-motion, Vierſeitbewegung); bei 3 erfolgt das Abziehen des Kammzuges *z*, bei 4 wird der Nadelkranz *e* von dem in ihm ſitzen gebliebenen Kämmling befreit (wie bei der Nobleſchen Maſchine, S. 319), ſo daß bei 1 das Speiſen wieder eintreten kann; Fig. 3 gibt den Schnitt nach 1 3 wieder. Die Krempelbänder werden durch *a* herangeholt und geſchieht die weitere Uebertragung durch die ſich abſatzweiſe drehenden Walzen *b*, welche die gewünſchte eingeſtellte Länge aus dem Kanal *d* herausſchieben, ſo daß beim Abwärtsgang der Speiſevorrichtung der Bart unter Zuhilfenahme der an *d* befindlichen Bürſten in die Zähne des Nadelkranzes *e* eingeſchlagen wird, dort ſitzen bleibt und von dem andern Bande alſo abgeriſſen wird. Die Bewegung des Rahmens, der die Speiſewalzen *b* trägt, wird durch das aus Fig. 3 erſichtliche Doppelkurbelgetriebe erreicht, und die Einleitung der Bewegung geſchieht durch die fortlaufende Drehung der Exzenterſcheibe um *c*. Das Geſtell *f* unter dem Ring *e* iſt hohl und kann mit Dampf geheizt werden, ſo daß das Kämmen der Haare im erwärmten Zuſtande vollführt werden kann. — Rechts läßt Fig. 3 das Ausziehen des Kammzuges *z* erkennen. Die Abzugswalzen *h* erfaſſen den vorſtehenden, ſchon ausgekämmten Bart und ziehen ihn aus dem Nadelkranze *e* heraus. Damit aber hierbei auch die Mitte des Bartes in richtiger Weiſe ausgekämmt wird, ſticht von oben her in den Bart ein ringförmiger ſogenannter Vorſtech- oder Vorſteckkamm *g* (nacteur) ein; es werden daher durch dieſen die kurzen Faſern der Mitte zurückgehalten; die Maſchine kämmt ſomit rein. Das erhaltene Kammzugband wird durch den Trichter *i* verdichtet und durch die Walzen *l* weiterbefördert.

c) Liſterſche Kämmaſchine. Eine größere Anzahl Spulen werden gleichzeitig zur Speiſung der Kämmaſchine in ein vor dieſer befindliches Geſtell gelegt. Hier ziehen die Walzen die vereinigten Bänder ein und überlaſſen ſie einer Reihe von erwärmten feinnadeligen Nadelſtäben, die durch ihr ſtetiges Fortſchreiten die Wolle weiterführen. Dieſe Einrichtung ſtimmt mit den gewöhnlichen Schraubenſtrecken überein, nur folgen am Ende der Kammreihe keine Streck- und Abzugwalzen, ſondern es befindet ſich hier eine Zange, die geöffnet die aus den Nadelſtäben hervortretenden Wollhaare aufnimmt, dann ſich ſchließt und etwa 230 mm weit entfernt, wobei ſie (mit Zurücklaſſung eines Teiles der kurzen Haare, Kämmlinge) die eingeklemmt an ihr hängende Wolle losreißt und mitnimmt, um dieſelbe als Bart einem ihr begegnenden Uebertragskamme zu überlaſſen: die wieder geöffnete und entleerte Zange kehrt ſogleich zurück, um einen neuen Wollbart zu holen u. ſ. w. Der eben erwähnte Uebertragskamm dient, um die übernommene Wolle in den ſogleich näher zu beſchreibenden Nadelkranz einzuſchlagen; er befindet ſich zwiſchen dieſem und der Zange und geht immerfort zwiſchen beiden hin und her in der Art, daß er leer vom Nadelkranze ſich entfernt und der Zange entgegenkommt, wenn dieſe auf dem Wege iſt, ein Büſchelchen Wolle herbeizubringen, ſodann aber beladen dem Nadelkranze ſich nähert und an denſelben ſeinen Inhalt abgibt, der zwiſchen deſſen Zähne durch eine ſelbſttätige Bürſte hineingedrückt wird. Kamm und Zange bewegen ſich alſo ſtets in entgegengeſetzten Richtungen, ſei es, um ſich gegenſeitig zu nähern, ſei es, um ſich voneinander zu entfernen. Auf dieſe Weiſe werden 60—80 Wollbüſchel in einer Minute eingeſchlagen. Der Nadelkranz von etwa 1 m Durchmeſſer dreht ſich langſam um ſeine lotrechte Achſe, er trägt rundum fünf oder ſechs Ringe ſenkrechter Nadeln von ungleicher Höhe. Durch die auf beſchriebene Weiſe herbeigebrachten Bärte füllen die Zahnkreiſe ſich mit einer zuſammenhängenden lockeren Wollmaſſe, die an einem der Einſchlagſtelle gegenüberliegenden Punkte von ein paar Walzen wieder herausgezogen und als ununterbrochenes Band in eine Kanne gelagert wird, wobei die Kämmlinge zwiſchen den Zähnen ſitzen bleiben. Um auch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dieſe zu entfernen, gelangen die Zähne bei weiterer Kreisbewegung vor eine Abzugsvorrichtung, die aus einer ſchrägen, die Wollhaare zwiſchen den Zähnen nach oben ſchiebenden Platte und einem Paar Abzugwalzen beſteht.

d) Die Heilmannſche Kämmaſchine (Fig. 5) iſt diejenige, welche die größte Verbreitung gefunden hat, weil auf ihr auch die edelſten Wollen befriedigend gekämmt werden können; ſie gehört zu der Gattung der „Flachkämmer". Fig. 5 gibt einen Querſchnitt der neueren Ausführung wieder [11]. Eine größere Anzahl (16) Bänder gehen über Leitwalzen in die ſogenannte Speiſezange und werden von dieſer ruckweiſe durch das geöffnete Maul der eigentlichen Zange ZZ_1 vorgeſchoben. Die Speiſezange beſteht aus einem inwendig polierten, durchbrochenen Kanal oder Roſt R, in deſſen Schlitze von oben her die Nadeln der Speiſeplatte S eingreifen. Wenn ZZ_1 geſchloſſen iſt, geht der Roſt R bei gehobener Platte S nach oben in der Pfeilrichtung über die zurückbleibenden Bänder hinweg; dann ſchlagen von oben die Nadeln in die Bänder ein, die Zange Z öffnet ſich, die Speiſevorrichtung RS bewegt ſich nach unten und ſchiebt eine entſprechende Länge als Bart durch das Maul der Zange Z, die durch Schließen den Bart ſo lange feſthält, bis er durch die umlaufende Kammwalze K (Kämmwalze, Zylinderkamm, Tambour) ausgekämmt iſt. Die Backen der Zange Z ſind geriffelt; doch hat der obere noch einen Ueberzug von Leder mit Kautſchukeinlage, wodurch ein gutes Feſthalten der Bärte während des Kämmens gewährleiſtet iſt. Die Kammwalze hat 200—250 mm Durchmeſſer und trägt einander gegenüberſtehend zwei Kämme, deren jeder aus acht bis zehn Reihen ſchräg ſtehender langer Zähne oder Nadeln gebildet wird. Indem einer dieſer Kämme die aus der Zange heraushängende bartförmige Wollmaſſe raſch durchſtreicht, bleiben zwiſchen den Zähnen desſelben die kurzen, von der Zange nicht gefaßten Haare (Kämmlinge) ſitzen, die nachher durch eine umlaufende Bürſtwalze B davon abgelöſt werden. Die Bürſtwalze ſetzt die Haare wieder an eine mit Kratzenbeſchlag verſehene Walze ab, und ein Hacker löſt den Kämmling in Bandform ab. Wenn der von der Zange gehaltene Bart durch die eine Nadelabteilung der Kammwalze ausgekämmt iſt, ſticht von oben her der Vorſtechkamm (Fixkamm) v in das gekämmte Ende ein, das nun von einer belederten Abteilung (Lederſektor, Segment) L und den dagegen angepreßten Abziehwalzen np gefaßt wird. Zugleich öffnet ſich die Zange Z und gibt damit den erfaßten Teil frei, der, abgeriſſen von np, durch den Vorſtechkamm v hindurchgezogen und dadurch auch am Schwanze ausgekämmt wird. Der Kämmling des hinteren Teiles bleibt an dem Wollbande haften und wird bei der nächſten Kämmung mitausgekämmt; auch für den Vorſtechkamm ſind Reinigungsvorrichtungen vorgeſehen. Die Maſchinen ſind vielfach ſo ausgeführt, daß, während ſich der erſte Teil des Kämmens wiederholt, das aus den Walzen np heraushängende Ende nach unten fällt, um noch einmal durch die Kämmwalze auch im hinteren Teile ausgekämmt zu werden, während dagegen bei kurzen Wollen beſondere Abweisleiſten v_1 angeordnet werden, damit das hintere Ende nicht wieder von der Kammwalze erfaßt werden kann. Die aus den einzelnen Bartſchuppen beſtehende Kammzugſchicht fällt von dem abſatzweiſe bewegten Trag- oder Laufleder l_1 in einen Trichter q, wird hier zu einem runden Bande geformt und durch die Walzen u in einen Sammeltopf übergeführt. Um ein gründliches Ueberführen der Klettenteile der Krempelbänder in den Kämmling zu ſichern, ordnet Offermann [12] einen ſogenannten Schlagkamm s an. Bei der gewöhnlichen Heilmannſchen Anordnung werden wohl die nahe dem Ende des Wollbarts vorhandenen Kletten und Klettenteile von den Nadelleiſten der Kammwalze mitgenommen, nicht aber die im hinteren Teile des Wollbartes nahe der Zange und der Einſtichſtelle des Vorſtechkammes befindlichen Klettenteile, da dieſe von den Nadelſtäben nicht mehr gut erfaßt werden können. Zur Vermeidung dieſes Uebelſtandes iſt vor dem Vorſtechkamm eine Schiene s eingefügt, die am Ende der Kämmung vor den letzten zwei Nadelſtäben (denen mit größter Dichtſtellung, ſ. weiter unten) zwiſchen die Nadelſtäbe bis auf etwa halbe Nadeltiefe einfällt, ſo daß der Faſerbart bis nahe auf den Grund der Nadelleiſten eingeſchlagen wird und die letzten dichten Nadelſtäbe alſo den an der Zange befindlichen Teil des Faſerbartes rein kämmen. Für feinere Wollen erhält die Kammwalze nur je eine mit Nadelkämmen beſetzte und eine belederte Abteilung. Das Mengenverhältnis des Zuges und der Kämmlinge hängt bei derſelben Wolle innerhalb gewiſſer Grenzen von der Willkür ab, indem

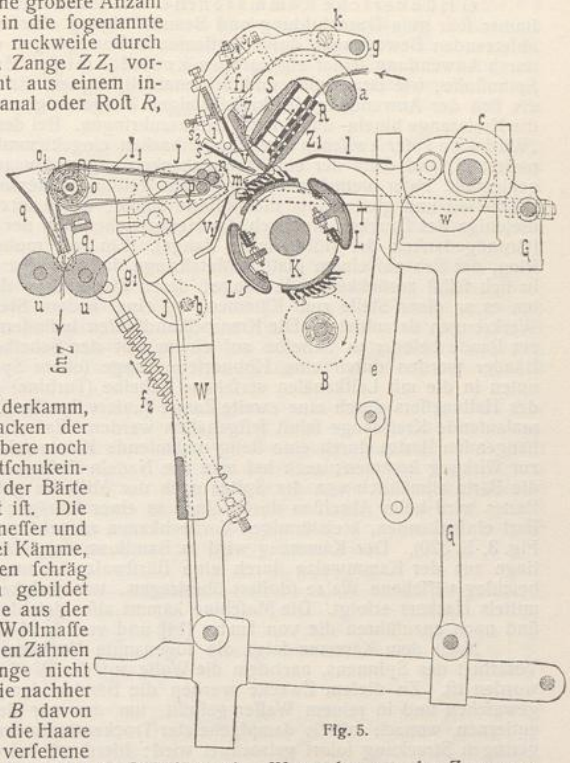


Fig. 5.

man durch Einſtellen der Maſchine erreichen kann, daß alle unter 25, 30, 35 mm langen Haare in die Kämmlinge gehen, wonach im erſten Falle die geringſte Menge und mit jeder Steigerung der Länge eine größere Menge Kämmlinge entſteht. Die Heilmannſche Kämmaſchine iſt in neueſter Zeit weſentlich durch die Elſäſſiſche Maſchinenbaugeſellſchaft in Mülhauſen i. Elſ. dadurch vervollkommnet und leiſtungsfähiger gemacht worden, daß ſie mit ſchwingender Zange ausgebildet worden iſt [13].

e) Hübnerſche Kämmaſchine. Die ruckweiſen Bewegungen der Maſchinen erfordern immer ſehr gute Durchbildung und Beaufſichtigung aller einzelnen Teile. Man hat deshalb die abſetzenden Bewegungen durch fortlaufende Bewegungen erſetzt, und namentlich Hübner hat durch Anwendung ſeiner eigenartigen kreisförmigen Zange, die ſich auch für die kürzeren Spinnſtoffe, wie Baumwolle und Seidenabfall, eignet, Erfolge erzielt. Die Hauptſchwierigkeit, die ſich der Anwendung der kreisförmigen Zange entgegenſtellte, beſtand darin, die Faſern in die Kreiszange hinein- und wieder herauszubringen. Bei den Verſuchen fand Hübner folgendes: „Wird eine Faſer zwiſchen zwei Zangenbacken eingeklemmt, von denen der eine rauh, der andre poliert iſt, und dann der eine Zangenbacken gegen den andern verſchoben, ſo nimmt die eingeklemmte Faſer vermöge des größeren Reibungswiderſtandes an der Bewegung der rauhen Fläche teil und gleitet über die polierte Kante, welch letztere keine andre Wirkung ausübt als diejenige des Druckes, wodurch das Herausziehen aus der geſchloſſenen Zange verhindert wird“ (Grundgedanken der Hübnerſchen Zange). Ein mit rauhem Leder bekleideter, kreisförmiger Ring, der ſich auf einem glatten Metallringe dreht, bildet daher mit dieſem eine kreisförmige, in ſich ſelbſt zurückkehrende Zange, deren Ringbacken das angelegte Kammgut herumführen, um es an einer Stelle zum Kämmen, an einer andern Stelle zum Ausziehen den betreffenden Werkzeugen darzubieten. Die Krempelbandſpulen befinden ſich oberhalb der ſtetig umlaufenden, am Rande belederten Scheibe auf einem mit der Scheibe ſich drehenden Spulengeſtell. Die Bänder werden durch eine Hübnerſche Zange (obere Speiſung) allmählich abgezogen, nach unten in die mit Leitkanälen verſehene Scheibe (Turbine) geführt, aus welcher ſie in Richtung des Halbmeſſers durch eine zweite Zange (untere Speiſung) herausgezogen und dann durch die umlaufende Kreiszange ſelbſt feſtgehalten werden. Es erfolgt nun das Auskämmen des herabhängenden Bartes durch eine ſtetig umlaufende Kammwalze derart, daß immer feinere Nadeln zur Wirkung kommen; auch hat man die Nadeln ſtufenweiſe verſchieden lang gemacht, ſo daß die Bärte allmählich von der Spitze nach der Mitte zu gekämmt werden. Der hintere Teil des Bartes wird beim Abreißen durch einen in einer ſchrägen Ebene mitumlaufenden, ſich in den Bart einſenkenden, kreisförmigen Vorſtechkamm ausgekämmt (wie bei der Holdenſchen Maſchine, Fig. 3, S. 320). Der Kammzug wird in Bandform durch Abreißwalzen abgezogen, die Kämmlinge aus der Kammwalze durch eine Bürſtwalze herausgebürſtet und auf eine mit Krempelbeſchlag verſehene Walze (doffer) übertragen, von welcher das Ablöſen wie bei der Krempel mittels Hackers erfolgt. Die Maſchine kämmt alſo gleichfalls rein. Von neueren Kämmaſchinen ſind noch anzuführen die von Imbs [14] und von A. Montforts [15].

Nach dem Kämmen folgt die ſogenannte **Vorbereitung** oder **Präparation** als weitere Vorarbeit des Spinnens, nachdem die Wolle auf der Waſch- und Plättmaſchine behandelt worden iſt. Zu dieſem Zwecke werden die Bänder der gekräuſelten Wollen mit Seifenwaſſer gewaſchen und in reinem Waſſer geſpült, um das vor dem Kämmen hineingebrachte Oel zu entfernen, wonach mittels dampfgeheizter Trockentrommeln das Wollband unter Ausübung einer geringen Streckung ſofort getrocknet wird; hierdurch wird dem Wollhaar die Kräuſelung genommen, weshalb die Maſchine auch Liſſeuſe (Glätterin) genannt wird. Um dem Kammzug den gelblichen Stich zu nehmen, wird er wohl in der Maſchine nach dem Waſchen leicht gebläut. Wenn der Kammzug die Kämmaſchine verläßt, bildet er ein mehr oder weniger lockeres Band, das die zum Entkräuſeln nötige Zugkraft nicht aushalten würde; man doppelt und ſtreckt deshalb die Bänder auf Strecken, ſogenannten Topfſtrecken (weil die Bänder in Töpfen vorgeſetzt werden), und legt dieſe Bänder der Plättmaſchine vor.

Es werden zur Vorbereitung der Kammwolle für die Spinnerei verſchiedene **Vorſpinnverfahren** angewendet, die zum Teil in weſentlichen Punkten voneinander abweichen und ſich — nach den Ländern, wo ſie ſich vorherrſchend entwickelt haben — als engliſches, deutſches und franzöſiſches Spinnverfahren bezeichnen laſſen. Das engliſche Spinnverfahren wendet bei dem Verfeinern des Vorgeſpinſtes Maſchinen mit Flügelſpindeln ohne ſelbſtändige Spulendrehung an (Water-Prinzip). Das deutſche Spinnverfahren benutzt beim ſchrittweiſen Verfeinern Spindelbänke (Fleyer, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 610 ff.). Das franzöſiſche Spinnverfahren [16], welches in Deutſchland heute vornehmlich benutzt wird, eignet ſich namentlich zum Verſpinnen kurzer Kammwollen zu feinen Garnen. Es kennzeichnet ſich durch die Anwendung verſchiedener Arten von Streckmaſchinen in gewiſſer Aufeinanderfolge, die aber ſämtlich darin miteinander übereinſtimmen, daß ſie aus Streckwalzen und Kammwalzen beſtehen.

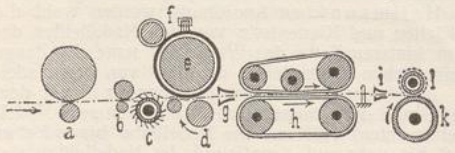


Fig. 6.

Die Verarbeitung der Bänder iſt auf allen Maſchinen die gleiche. Die von den im Spulengeſtell aufgeſteckten Spulen kommenden Bänder gelangen (vgl. Fig. 6) über ſich drehende Leitwalzen nach der geriffelten Eintritts- oder Speiſewalze *a* (Hinterzylinder), deren belaſtete eiſerne Oberwalze glatt iſt. Sie werden verzogen durch die Vorderſtreckwalzen (Haupt- oder Ausgangszylinder) *d*, welche ſich entſprechend raſcher drehen. Die Unterwalzen ſind geriffelt, und auf ſie drückt die mit Filztuch und Pergamentpapier überzogene Oberwalze, deren Druck geregelt werden kann. Die Reinigung der Oberwalze erfolgt durch die Bürſte *f*. Damit ein regelrechtes Verziehen eintritt, iſt das

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Band zwiſchen den beiden Streckwalzenpaaren durch die Nadel- oder Kammwalzen (Igel, hérisson, peigne circulaire, porcupine) *c* gehalten, weshalb die Strecke auch Igelſtrecke genannt wird. Um ein ſicheres Eindrücken des Bandes in die Nadeln der Nadelwalze zu bewirken, ſind die beiden glatten ſogenannten Blind- oder Führungswalzen *b* angeordnet. Das aus den Vorderwalzen austretende Band geht durch den Führungstrichter *g*, wird zwiſchen dem Würgelwerk (Frottierledern) *h* gewürgelt und dadurch verdichtet (Würgel- oder Frottierſtrecke), durchläuft den zweiten Trichter *i* und gelangt auf den Wickelwagen *k*, wo es auf die Holzſpule *l* (Bobine, daher auch Bobinoir als Bezeichnung für dieſe Maſchine) aufgewickelt wird. Die Längenſchiebung der Wickelwalzen *k*, welche zur gleichmäßigen Anfüllung der Wickel nötig iſt, geſchieht hierbei mit ſolcher Geſchwindigkeit, daß die Windungen nicht nahe nebeneinander, ſondern nach langgezogenen, im Hin- und Hergange ſich kreuzenden Schraubenlinien entſtehen; hierdurch wird das Zuſammenhängen der aufeinander gehäuften Windungen verhütet und das Wiederabwickeln ungemein erleichtert.

Unter Kopf verſteht man in den Kammgarnſpinnereien hier die Anzahl der Zwiſchenräume zwiſchen je zwei Lagerungen vorn an dem Würgelwerke, nicht die Anzahl der Spulen des Spulenwagens. Bei den erſten Igelſtrecken entſpricht ein Kopf auch meiſtens einer Spule, bei den Zwiſchenwürgelſtrecken kommen immer zwei Spulen auf einen Kopf, bei den Feinwürgelſtrecken (Finiſſeurs) bilden vier Spulen einen Kopf, ſo daß es z. B. bei den letzteren heißt: 25 Köpfe 100 Spulen, bei den erſteren: 9 Köpfe 9 Spulen.

Die Dopplung der Bänder findet entweder in der Weiſe ſtatt, daß die Bänder unmittelbar nebeneinander in die Nadelwalze einlaufen und auf dem Würgelwerke zu einem Bande vereinigt werden, oder aber es werden nur eine geringere Anzahl Bänder zu einem vereinigt, gewürgelt, und erſt, nachdem ſie das Würgelwerk *h* (Fig. 6) verlaſſen haben, werden je zwei ſolcher Bänder durch den Trichter *i* vereinigt und nun zuſammen (als eins) aufgewickelt (réunion, bobinoir réunisseur, double mêche). Die Stützung vor dem Würgelwerke erfolgt dann durch die in Fig. 6 angedeuteten Führungsſtifte.

Die Anzahl der nacheinander angewendeten Streckungen oder Paſſagen beträgt fünf (für grobe Wolle zu Strickgarnen) bis elf (für feine Wollen zu Webgarnen und hohen Nummern). Als Beiſpiele ſeien im folgenden zwei kennzeichnende Maſchinenſätze herausgehoben [17]: a) Maſchinenſatz (Sortiment) mit neun Streckungen (Paſſagen), neun Maſchinen für Strickgarn aus Mittelwollen (hauptſächlicher farbiger Miſchung), welcher Vorgarn für Watermaſchinen liefert und deshalb als letzte Vorſpinnmaſchine eine Spindelbank (banc à broches) beſitzt (vgl. Tabelle I.); b) Maſchinenſatz von zehn Streckungen für feine Wollen und höhere Nummern, für Speiſung von 7000 Feinſpindeln ausreichend (vgl. Tabelle II.).

Tabelle I.

Streckungen (Paſſagen)	Zahl der Maſchinen	Namen der Maſchinen	Zahl der Köpfe	Zahl der Spulen	Dopplung
1	1	Topfſtrecke	2	2	2
2	1	Frotteurſtrecke	4	4	3
3	1	„	4	4	5
4	1	„	4	4	5
5	1	Grobfrotteur	6	6	4
6	1	Zwiſchenfrotteur	8	8	4
7	1	„	10	20	2
8	1	Feinfrotteur	11	22	2
9	1	Spindelbank	24	96	1

Tabelle II.

Streckungen (Paſſagen)	Zahl der Maſchinen	Namen der Maſchinen	Zahl der Köpfe	Zahl der Spulen	Dopplung
1	1	Frotteurſtrecke (Zählwerk)	9	9	4
2	1	„ „	9	9	3
3	1	„ „	10	10	4
4	1	Réunion (double mêche)	15	15	3
5	1	Grobfrotteur	16	32	2
6	1	Zwiſchenfrotteur	24	48	3
7	1	„	25	50	4
8	1	„	25	50	4
9	2	Feinfrotteur	36	72	3
10	3	„ Finiſſeur	75	300	2–3

Statt der vorſtehend angeführten Bezeichnungen finden ſich auch folgende mehr eingebürgert: Würgelſtrecke, Streckbank, Frottierſtrecke als étirage frotteur, Spulmaſchine, Frotteur als bobinoir, bobinier, Grobfrotteur als frotteur en gros, Zwiſchenfrotteur als frotteur intervalle, Vorfeinfrotteur als avant-finisseur, Feinfrotteur als finisseur. Je mehr der Faden ſich auf den Strecken verfeinert, deſto größer wird die Zahl der Fäden, welche die Maſchine macht, deſto dünner ſind die Streckwalzen (Hinterwalze 40—35, Blind- oder Führungswalze 22, Eindrückwalze [enfaneur] 40—30, Vorderſtreckwalzen 60—25 mm) und die Kammwalzen (60—55 mm Durchmeſſer), deſto feiner und kürzer (8—3 mm) werden die Nadeln. Der Verzug in den Streckwerken beträgt zwiſchen 2 und $5^1/_2$.

Als Beiſpiel mag ein Spinnplan dienen für Garn Nr. 60—100 aus $^1/_2$ Buenos Aires, $^1/_4$ Neufeeland, $^1/_4$ Sydney-A-Wolle; Zugbandnummer 0,0655, d. h. 15,3 g auf 1 m:

Paſſage	Dopplung	Verzug	Band-Nr.	Paſſage	Dopplung	Verzug	Band-Nr.	Paſſage	Dopplung	Verzug	Band-Nr.
1	4	4,9	0,08	5	2	4,4	0,74	9	3	4,2	3,25
2	3	4,5	0,12	6	3	4,4	1,12	10	3	4,2	4,55
3	4	5,0	0,15	7	3	4,4	1,64	11	2	4,4	10,0
4	2	4,25	0,34	8	3	4,25	2,32				

Durch Anwendung eines Verzuges von 6—10 auf der Spinnmaſchine ergibt ſich Garn Nr. 60—100. Die Maſchinen eines Satzes müſſen natürlich ſo zuſammengeſtellt ſein und auch zuſammenarbeiten, daß alle nahezu die gleiche Leiſtung aufweiſen, andernfalls unnütze Stillſtände eintreten. Die Leiſtung der einzelnen Maſchine in Metern Bandlänge läßt ſich berechnen aus der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

minutlichen Umdrehungszahl der Vorderſtreckwalzen (115—230) und deren Umfang (110—78,5 mm); aus der Feinheitsnummer und der Länge ergibt ſich ohne weiteres die Leiſtung dem Gewichte nach.

Für die Herſtellung der aus verſchiedenen Farben gemiſchten (melierten) Garne (Melangen) wird der Kammzug gefärbt, und das Miſchen erfordert namentlich auf der erſten Strecke große Sorgfalt und Aufmerkſamkeit. Eine beſondere Art von Farbenmuſterungen ſind die gedruckten Melangen (Vigoureux). Sie werden nicht durch Miſchen von mehrerlei Zug erzielt, ſondern das weiße Zugband wird in gewiſſen Abſtänden mit Farben bedruckt [18].

Die in der Vorbereitung entſtehenden Abfälle ſind entweder ſolche, welche ſich wieder in den Kammgarnſpinnereien ſelbſt verwenden laſſen, indem man ſie auf einer Krempel zu Bändern macht und ſie als Zuſatz zu einem entſprechenden Loſe beimiſcht (Zugabriſſe, kämmbare Abgänge), oder aber es ſind ſolche Abfälle, welche an Streichgarnſpinnereien verkauft und dort zu geringeren Waren, Decken u. ſ. w. verarbeitet werden können (Abgänge, die ſich von Bürſten, Putzwalzen, Nadelwalzen u. ſ. w. ergeben).

Das Spinnen.

Das eigentliche Spinnen oder **Feinſpinnen**, d. h. die Verwandlung des nach dem einen oder andern Verfahren dargeſtellten Vorgeſpinſtes in Garn geſchieht mittels der Feinſpinnmaſchinen, welche teils Flügel-, teils Ring-, teils Mulemaſchinen ſind und von den gleichnamigen Baumwollſpinnmaſchinen (ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 612 ff.) nur in einigen Einzelheiten abweichen.

Auf Mulemaſchinen wird Schußgarn und Kettengarn ſowie Strick- und Stickgarn geſponnen, auf Watermaſchinen nur Kettengarn und allenfalls Schußgarn von härterer (feſt gedrehter) Sorte. Der Regel nach iſt die Watermaſchine für Kette, die Mulemaſchine für Schuß beſtimmt, ſofern es ſich um Verarbeitung kurzer Wolle (Merinowolle) handelt. Die ſehr langen ſchlichten Wollen können in jedem Falle nur auf Watermaſchinen geſponnen werden. Bei beiden Arten der Spinnmaſchinen beſteht das Streckwerk (wodurch das Vorgeſpinſt zur 8- bis 20fachen Länge verzogen wird) aus einem Paar Einziehwalzen, einem Paar Streck- oder Abführwalzen und den zwiſchen beiden befindlichen Führungswalzen (je nach Länge der Wolle ein, zwei und drei Paar), welche glatt und nur 18—25 mm dick ſind, keinen andern Druck als den durch das eigne Gewicht der Oberwalze ausüben, an Umfangsgeſchwindigkeit die Einziehwalzen wenig übertreffen und daher unbedeutend ſtrecken, hauptſächlich zum Zuſammenhalten der Wollhaare beſtimmt ſind. Die Entfernung zwiſchen Einzieh- und Abführwalzen (von Achſe zu Achſe gemeſſen = Streckweite) iſt nach Länge der Wolle zu beſtimmen und beträgt 80—250 mm (oder noch etwas mehr). Die Spindeln der Watermaſchine läßt man 1500—3750, jene der Mulemaſchine 3000—7000 Umläufe in einer Minute machen — im allgemeinen weniger als für Baumwollgarn, weil die Kammwollgeſpinſte eine ſchwächere Drehung bekommen.

In neuerer Zeit findet die Ringſpinnmaſchine durch ihre in der Baumwollſpinnerei erreichte Ausbildung auch beim Spinnen von Kammgarn eine größere Beachtung. Die Anwendung erfolgt aber nur für ſtarke und mittlere Nummern, und beſonders für grobe Wollen, die gern auseinander fahren, ſind die Flügel- und Ringſpinnmaſchinen den Selbſtſpinnern vorzuziehen.

Die meiſte Anwendung, namentlich für hohe Nummern, findet noch immer der Selbſtſpinner oder Selfaktor. Die um lotrechte Spindeln drehbaren Vorgarnſpulen, von denen das Vorgarn abgezogen wird, befinden ſich in einem Aufſteckrahmen in drei oder vier Reihen geordnet hinter dem meiſt aus vier Walzenpaaren beſtehenden Streckwerk. Der Verzug des Streckwerkes läßt ſich meiſt zwiſchen 6 und 16 regeln. Der Wagenauszug (Wagenweg) wird gewählt zu 1400—1680, vielfach 1625 mm; Spindelteilung für mittlere Verhältniſſe zu 42—46 mm.

Die Spindeln läßt man je nach der Feinheitsnummer des Garnes 3000—7000 Umdrehungen minutlich vollführen, entſprechend 2—8 Umdrehungen auf 1 cm Wagenweg. Was das fertige Garn an Draht mehr verlangt, muß beim Stillſtehen des Wagens durch Nachdraht (Nachdrehung) gegeben werden. Statt bei ſtärkerem Nachdraht (zur Unſchädlichmachung der Verkürzung) den Wagen etwas einlaufen zu laſſen, läßt man wohl das Streckwerk nachliefern. Um ein ſehr gleichmäßiges Garn zu erhalten, wendet man ferner den Kunſtgriff des Wagenverzuges an, jedoch nicht wie bei Streichgarn unter Benutzung des Zylinderausſchluſſes, ſondern ſo, daß die Streckwalzen etwas (7,5—20 %) weniger Garn ausgeben, als der Wagenzug beträgt. — Je nach ihrer Beſtimmung (zu weichen und geſchmeidigen oder zu harten und derben Geweben, zum Stricken, zu gewirkten Waren, zu Schnüren u. ſ. w.) werden die Kammgarne bald mehr, bald weniger drall geſponnen; eine allgemeine Regel über das Maß ihrer Drehung iſt deshalb nicht aufzuſtellen. Indeſſen kann man für die meiſten Fälle dem Richtigen nahekommen, wenn man, um die Anzahl der Drehungen auf 1 m Fadenlänge zu finden, die Quadratwurzel der metriſchen Feinheitsnummer mit folgenden Zahlen vervielfältigt: 85 für feſtgedrehtes Kettengarn aus Merinowolle (vielfach Linksdraht); 75 für Halbkettengarn, welches nach Umſtänden als weiche Kette oder als Schuß dient; 60 für gewöhnliches (weicheres) Schußgarn; 45 für Strumpfgarne aus langer Wolle. — Für die Stützung des Anſatzes (noyau) verwendet man für Kette, Halbkette und für die auf den Rundſtühlen zu verarbeitenden Trikotagegarne kleine, kurze (50—60 mm lange) Hülſen aus Papier, welche genau auf die Spindel paſſen; hierdurch wird das Abziehen der vollen Kötzer oder Bobinen von den Spindeln ohne Beſchädigung beim Abziehen und Wiederaufſtecken in der Zwirnerei u. ſ. w. gewährleiſtet. Die langen Hülſen, welche durch den ganzen Kötzer hindurchgehen, ſind weniger beliebt.

Schußgarn wird in kleinerer Form (den ſogenannten Kanetten oder Cannetten) geſponnen, und die Hülſen ſind wegen des leichteren Abziehens des Fadens beim Weben dann ſtärker kegelförmig gemacht, ſo daß ſie ohne weiteres in die Webſchützen eingelegt werden können. Dieſe ſo ſtark kegelförmigen Hülſen bedürfen aber noch beſonderer Stützung auf der nackten Spindel; ſie erfolgt durch Holz- (oder Papier-) Kegel.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim Verſpinnen der Kammwolle muß noch eine Eigentümlichkeit der Tierhaare Berückſichtigung finden: durch das gegenſeitige Verziehen der Wollhaare unter Druck entwickelt ſich ziemlich viel Elektrizität. Die Folge davon iſt, daß die mit gleicher Elektrizität behafteten freien Haarenden aus dem Geſpinſt vorſpringen. Um daher das gewünſchte glatte Garn zu erzielen, muß durch genügend feuchtwarme Luft (22—30° C. bei einem Sättigungsgrad von 90—70%) für die Ableitung der Elektrizität Sorge getragen werden; in den Spinnereien ſind deshalb beſondere Luftanfeuchter vorgeſehen [19].

Behandlung der fertigen Garne. Das für die Webereien beſtimmte Garn wird nach der Ablieferung von den Spinnmaſchinen eine Zeitlang der Einwirkung von Waſſerdämpfen ausgeſetzt, um dem Garn die Neigung zur Schleifenbildung im ungeſpannten Zuſtande zu nehmen. Man benutzt zum Dämpfen große eiſerne oder hölzerne Käſten, in neuerer Zeit auch größere gemauerte oder aus Beton hergeſtellte Räume (Wärme bis zu 60° C., Dämpfdauer für harte Garne bis zu einer Stunde, je loſer gedreht, um ſo weniger lange). Nach dem Dämpfen läßt man das Garn gern in feuchtem Raume ſtehen, bis es ſorgfältig in mit Papier ausgelegte Kiſten verpackt und verſandt wird. Strickgarne werden nach dem Spinnen ſeltener gedämpft, meiſtens werden ſie aber auf Zwirnmaſchinen gezwirnt (2- bis 12fach); das Garn wird dabei nicht genetzt. Die gezwirnten Strickgarne (miſchfarbige ſowohl wie einfarbige) werden geweift, in mäßig warmem Waſſer durchnetzt (manchmal in ſchwachem Seifenwaſſer), dann entweder zwiſchen Walzen ausgepreßt oder auf der Schleudermaſchine ausgeſchleudert, getrocknet, für den Verkauf in entſprechende Stränge geweift und verpackt (meiſt 2,5 kg Pakete). Zephirgarne ſind meiſt mehrfach (3- oder 4fach) gezwirnt und zeichnen ſich durch große Weichheit aus. Kaſtorgarne gleichen in der Zuſammenſetzung den Zephirgarnen, nur ſind die dazu verwendeten Wollen länger und gröber. Garne zu ſehr glatten, hartgedrehten Zwirnen werden zur Entfernung der kleinen Oberflächenhärchen geſengt.

Das Haſpeln und die Sortierung der Kammgarne.

Nach langen Verhandlungen der Kammgarnſpinner Deutſchlands, Frankreichs, Italiens, Oeſterreichs, der Schweiz u. ſ. w. iſt für Kammgarn die metriſche oder internationale Numerierung zur Annahme gekommen. Die Nummer *N* gibt alſo jetzt an, wieviel Kilometer des Garnes 1 kg ausmachen. In den deutſchen und öſterreichiſchen, auch in einigen franzöſiſchen Spinnereien haſpelte man früher die Kammgarne übereinſtimmend mit den Baumwollgarnen, alſo in Stücken oder Schnellern von 840 Yards oder 768 m Länge. In Frankreich, Belgien, Italien und der Schweiz wurden Schneller (échées, échevettes) von 720 m gehaſpelt, indem der Haſpelumfang 1,44 m betrug und der Schneller 500 Faden enthielt; die Feinheitsnummer drückte dann aus, wie viel Schneller auf 0,5 kg oder 1 deutſches Pfund gingen. Die Packung geſchieht meiſt in Bündeln von 2,5 oder 5 kg. Man muß dieſe alte franzöſiſche Nummer mit 0,85 vervielfältigen, um ſie in alte deutſche, mit 1,28, um ſie in engliſche, und mit 1,44, um ſie in die metriſche Nummer zu verwandeln. — Der Umſtand, daß die Wolle große Mengen von Feuchtigkeit aufſaugt, wodurch ihr Gewicht bedeutend vermehrt wird, führt mitunter zu großen Verluſten beim Einkauf bezw. zu großen Verdrießlichkeiten zwiſchen Käufer und Verkäufer. Um dieſen Unannehmlichkeiten vorzubeugen, hat man einen beſtimmten Prozentſatz der Feuchtigkeit feſtgeſtellt, welchen ſowohl rohe Wolle als auch Zug und Kämmlinge beſitzen dürfen; dieſer beträgt für rohe Wolle und für Kämmlinge 17%, für Kammzug und Garn 18¼%. Die Ermittlung des Feuchtigkeitsgehalts der Proben geſchieht in den Konditionieranſtalten (ſ. d.).

Die Sortierung der Kammwollgeſpinſte [20] betrifft a) die Feinheit oder Nummer, welche oben erläutert iſt. — Die Beſtimmung bei der Anwendung in der Weberei, wonach Kettengarn (warp) und Schußgarn (weft) unterſchieden wird. Letzteres iſt ſchwächer gedreht als erſteres. Schußgarn wird faſt durchgehends bis zu höheren Feinheitsgraden geſponnen als Kettengarn. Nach der beſonderen Beſtimmung zu gewiſſen Arten von Zeugen — wonach die Wahl der Wollgattung und die Stärke des Dralls ſich richten — entſtehen die Benennungen: tammy warp; lasting warp, lasting weft; camlot warp, camlot weft; damast warp, damast weft, u. dergl. mehr. — b) Die Härte oder Weichheit des Fadens, welche teils aus ſtärkerer oder geringerer Drehung, teils aus der Länge und übrigen Beſchaffenheit der Wolle hervorgeht. Man unterſcheidet in dieſer Beziehung hartes (hard worsted) und weiches (soft worsted) Kammgarn, erſteres aus längerer Wolle ſtärker gedreht zur Herſtellung von Damaſt, Laſting, Etamine, Orleans u. ſ. w., oder auch als Strick- und Poſamentiergarn angewendet; letzteres aus kurzer Wolle lockerer geſponnen zu Tibet, Merinos, Wollmuſſelin u. dergl. Zwiſchen dieſen beiden wird oft noch eine Sorte (middle worsted) eingeſchaltet. — c) Die Art der Wolle, worauf der weſentliche Unterſchied zwiſchen Merinogarn, merino yarn (aus feiner kurzer Wolle), und Lüſtergarn, lustre yarn (aus der groben, langen und ſchlichten, aber ſtark glänzenden engliſchen Kammwolle), beruht. — d) Die Feinheit und Schönheit der Wolle, wonach in England die Benennungen fine, super, better super, best super, super super, best super super u. ſ. w. gebräuchlich ſind. Die deutſchen Spinnereien bezeichnen ihre Güteklaſſen (Qualitäten) mit Buchſtaben: 4A, 3A, 2A, A, B, B/C, C, C/D, D. Bei Auſtralwollen fallen meiſt die Unterſorten C und D, bei Buenos Aires immer die Oberſorten 4A bis 2A weg. Außer dieſen Güteklaſſen, welche in den Kämmereien ohne weiteres zur Verarbeitung gelangen, werden in der Sortierung noch die Ausſortierungen getrennt, als: Brandſpitzen, Leiſten, Filz- und Futterſtücke, Pechſtücke, Locken und Braune. Die Ausſortierungen werden in der Kämmerei nicht weiter verarbeitet. Die Wollen 4A bis D werden in der Sortierung jede Güteklaſſe für ſich in Loſe (Kammpartien) geteilt und gehen als ſolche in die Kämmerei. Die deutſchen Spinnereien ſpinnen aus den Wollen etwa folgende Feinheitsnummern: AAA oder 3A (Elektawolle), Kette Nr. 60—100, Schuß 60—150; AA oder 2A (feine Merinowolle), Kette 18—60, Schuß 18—75; A (Merinowolle dritte Sorte), Kette 18—55, Schuß 18—60; B (veredelte Landwolle), Kette 18—55, Schuß

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

18—60; C (feine Landwolle), Kette und Schuß 18—45; D (mittlere Landwolle) und E (ordinäre Landwolle), nur grobe Nummern und wenig verfertigt. e) Den Zuſtand hinſichtlich der Reinigung, wonach das Garn entweder ungewaſchen (in oil, da die engliſchen Spinnereien ſtets Oel gebrauchen) oder mit Seifenwaſſer gewaſchen (scoured) vorkommt. Letzteres Garn wird wohl auch vor dem Waſchen geſengt gleich manchen Baumwollgeſpinſten. — f) Die Zwirnung, indem man nebſt dem einfachen Garne (single) auch 2-, 3-, 4fädig gezwirntes (dupliertes, doubled) in den Handel bringt, welches in England durch die Benennungen two fold, two threads, two cords, three fold, four fold u. ſ. w. unterſchieden wird.

Bezüglich der Mengenverhältniſſe, in denen gegenwärtig in der deutſchen Kammgarninduſtrie die Wollen Verwendung finden, gilt folgende Reihenfolge (in abſteigender Linie): Buenos Aires- und Montevideo-Schweißwollen, auſtraliſche Schweißwollen, auſtraliſche Scoureds, Kap-Schweißwollen, Buenos Aires-Hautwollen, ruſſiſche, ungariſche, deutſche Schweißwollen, deutſche Rückenwäſche. Die überſeeiſchen Länder ſtehen mit Deutſchland hauptſächlich in der Erzeugung von Kammwollen im Wettbewerb; eine ernſtere Gefahr iſt hierin für die deutſche Schafzucht aber nicht zu erblicken, ſondern die deutſche Tuchwollſchafzüchtung gewinnt für gewiſſe Gegenden und wirtſchaftliche Verhältniſſe an Berechtigung. Die deutſchen Kammwollen haben vor den überſeeiſchen wegen Klettenreinheit und geringerer oder gar keiner Verunreinigung durch Futterreſte und Erde einen großen Vorzug; ſie ſtehen indes hinter jenen zurück wegen eines zu hohen Fettſchweißgehalts. Ueber die allgemeinen Betriebsverhältniſſe kann folgendes angeführt werden: In Kammgarnſpinnereien mit Maſchinenkämmerei darf man 1 Kopf des Arbeiterperſonals auf 55—80 (im großen Durchſchnitt 65) Feinſpindeln rechnen. Von der Geſamtheit der Arbeiter ſind etwa ein Drittel männliche und die übrigen erwachſene weibliche Perſonen. Das jährliche Erzeugnis von 1 Feinſpindel beträgt im großen Durchſchnitt 12—22 kg Garn, je nach der Feinheit des Geſpinſtes, für 50er Kette rund 19 kg. An Betriebskraft iſt durchſchnittlich 1 PS. der Dampfmaſchine auf je 65 Feinſpindeln nebſt dem entſprechenden Teile der Vorbereitungsmaſchinen zu rechnen, wenn Garn zu 20—90 km auf 1 kg geſponnen werden.

Literatur: [1] Hentſchel, F. M., Praktiſches Lehrbuch der Kammgarnſpinnerei, 2. Aufl., Stuttgart 1900; Müller, Ernſt, Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1892. — [2] Fiſcher, Ferd., Verwertung der ſtädtiſchen und Induſtrieabfallſtoffe, Leipzig 1875; Fiſchers Jahrbuch der Chemie 1881, S. 968; 1885, S. 1191; 1886, S. 1045; 1888, S. 1175. — [3] Zeitſchr. f. d. geſ. Textilinduſtrie 1904/05, S. 189; D.R.P. Nr. 155744. — [4] Zeitſchr. f. d. geſ. Textilinduſtrie 1903/04, S. 299; 1906/07, S. 1; D.R.P. Nr. 143567, 149825, 151238. — [5] Civilingenieur 1877, S. 13. — [6] Uhlands Techn. Rundſchau, Ausgabe V, 1900, S. 35. — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 739. — [8] Ebend., S. 740. — [9] Lohren, A., Die Kammaſchinen für Wolle u. ſ. w., Stuttgart 1875; Derſ., Die Hechel- und Dreſſingmaſchinen, Stuttgart 1896; Dinglers Polyt. Journ. 1893, Bd. 288, S. 97, 121; Bd. 289, S. 7, 32, 76, 101. — [10] D.R.P. 5226; Mc Laren, Spinning worsted, London 1884, S. 99; Dinglers Polyt. Journ. 1893, Bd. 289, S. 76. — [11] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1886, S. 107; 1890, S. 513, 899, 926; 1892, S. 728; Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie 1892, S. 146; 1896, S. 66. — [12] D.R.P. Nr. 28122. — [13] Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie 1897, S. 387; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 1815; Johannſen, Handbuch der Baumwollſpinnerei, Leipzig 1902, Bd. 1, S. 620. — [14] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 513; Annales ind. 1891, S. 471. — [15] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 149; Leipziger Monatsſchr. f. Textilinduſtrie 1895, S. 122. — [16] Müller, Ernſt, Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1892, S. 415; Hentſchel, F. M., Praktiſches Lehrbuch der Kammgarnſpinnerei, Stuttgart 1900, S. 109; Oeſterr. Woll- und Leineninduſtrie 1905, S. 1093. — [17] Ebend., S. 110 ff. — [18] Dinglers Polyt. Journ. 1896, Bd. 299, S. 104. — [19] Uhlands Techn. Rundſchau 1897, S. 17; Dinglers Polyt. Journ. 1895, Bd. 297, S. 178; Zeitſchr. f. d. geſ. Textilinduſtrie 1902/03, S. 409. — [20] Müller, Ernſt, Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1892, S. 424.

Ernſt Müller.

Kammgarnſtoff, ein aus Kammgarn hergeſtelltes Gewebe, welches im Gegenſatze zu den tuchartigen Geweben, die Fadenbindung klar zum Ausdrucke bringt und meiſt aus wertvollerem Faſermaterial erzeugt iſt. *Kraft.*

Kammkette (Kettenkamm). ſ. Kammgarnſpinnerei.

Kammkies, ſ. v. w. Markaſit (ſ. d.).

Kammlager übernehmen den axialen Druck von Kammzapfen (ſ. d.). Sie unterſcheiden ſich von den gewöhnlichen Stehlagern durch die Ringe im Innern und durch beſondere Verklinkung oder Verdübelung zwiſchen Schalen, Deckel, Rumpf und Sohlplatte.

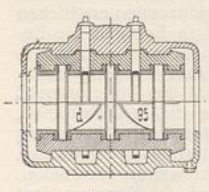


Fig. 1.

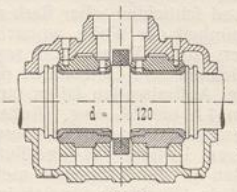


Fig. 2.

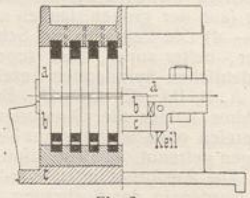


Fig. 3.

Für Triebwerkswellen, welche von Kegelrädern oder Reibkupplungen aus einen Längenſchub erfahren, eignen ſich die Lager Fig. 1 und 2 mit Weißmetallſchalen und Ringſchmierung. Die Schalenlänge beträgt rund $2d+5$ cm, die äußere Lagerlänge $3d+5$ cm, die Höhe der Mitte über der Sohle $1{,}4d$. Das Lager Fig. 1 [1] mit vier Laufringflächen koſtet etwa $2d^2$ *M.* bei d cm Bohrung, das Lager Fig. 2 [2] mit zwei Laufflächen kommt einſchließlich der Wellenbunde auf etwa $1{,}5d^2$ *M.* Fig. 3 [3] zeigt

ein Drucklager (f. Bd. 3, S. 124) mit acht geteilten Rotgußringen, die feft eingetrieben und für den Abfluß unten durchbohrt find; der Deckel *a* übergreift feitliche Vorfprünge der Unterfchale *b*, die zwifchen Stellkeilen in dem Gehäufe *c* liegen.

Literatur: [1] Berlin-Anhalt. Mafchinenbauaktiengefellfchaft in Deffau. — [2] Eifenwerk Wülfel vor Hannover. — [3] Busley, Die Schiffsmafchine, Kiel 1886. *Lindner.*

Kammräder, die mit Holzzähnen (f. d.) ausgerüfteten Zahnräder. — Kammwalzen heißen die in Stahl gegoffenen Zahnräder der Walzwerke. *Lindner.*

Kammring (Ringkamm), f. Kammgarnfpinnerei; vgl. a. Schiffsgefchütze.

Kammwalzen, Bezeichnung für Zahnräder zum Walzenantrieb, f. Walzen, Walzwerk.

Kammzapfen übertragen axialen Schub von einer Welle mittels mehrerer angefchmiedeter Ringe und nebenbei auch radialen Druck auf ein Kammlager (f. d.). Ringzapfen haben nur einen breiten Ring, der jedenfalls gleichmäßiger anliegt als eine größere Zahl von Ringflächen. Spurzapfen (f. d.) ftützen die Welle an ihrem Ende und verurfachen geringere Reibungsarbeit.

Der Kammzapfen Fig. 1 [1] hält die Spindel eines Scherenkranes zwifchen geteilten Rotgußfchalen in einer fchwenkbaren Traverfe. Die Kraft P geht hier als Zugkraft durch den Querfchnitt der Lagerfchalen an dem einen oder andern Ende. In Fig. 2 [2] fteckt der Zapfen als gußeiferne Buchfe, in der Längsrichtung einftellbar, auf dem hinteren Ende der zu einer Grubenhobelmafchine gehörigen Leitfpindel, die am vorderen Ende mit einem auf der Spindel eingefchnittenen Zapfen in einem gleichen Kammlager ruht.

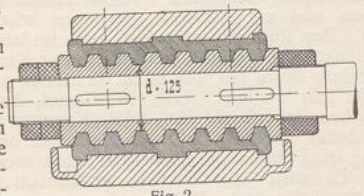


Fig. 2.

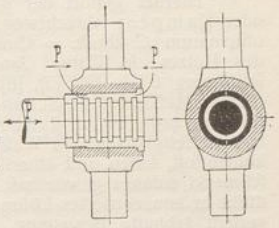


Fig. 1.

Das Profil der Ringe oder Kämme, die auf dem Zapfenkern von d cm Stärke ftzen, wird verfchieden gewählt: quadratifch, rechteckig, trapezförmig und auch einfeitig abgefchrägt mit ebener Lauffläche. Die radiale Tiefe beträgt $t = 0{,}1\,d + 1$ cm, bei den Drucklagern (Bd. 3, S. 124) ift $t = 0{,}3\,d + 1$ cm; die axiale Länge beträgt $l = 0{,}1\,d + 1$ cm bis $0{,}15\,d + 1$ cm; die Lückenweite ift gleich l, bei Drucklagern $2\,l$ bis $3\,l$. Die Trapezform bietet größere Feftigkeit und ermöglicht nicht nur das Nachftellen, fondern auch das Lüften des Lagers, wenn fich infolge verfchiedener Wärmeausdehnung von Zapfen und Lager die Ringe gegenfeitig zwängen. Der Anlagedruck und die Reibung erhöhen fich bei einer Neigung 1 : 3 erft um 5%, nämlich $1/\cos 71^0$.

Der Zapfen überträgt mit z Ringen von der Tiefe t unter p kg/qcm Flächendruck den Wellenfchub $P = p\pi(d + t)tz$. Setzt man $t = 0{,}2\,d$ und die Zug- oder Druckfpannung im Zapfenkern $s = P/(\pi d^2/4)$, fo wird $z = s/p$. Den Wert für p kann man bei zeitweifem oder langfamem Gang zu 20—10 kg/qcm fetzen, bei fchnellem Gang zu 10—3, entfprechend $p = 10000/dn$ oder $6/u$ für $u = \pi(d + t)\,n/60 \cdot 100$ m/s Umfangsgefchwindigkeit der Lauffläche. Dabei kommt die auf 1 qcm in Reibung umgefetzte Arbeit $a = \mu pu$ auf 0,3 mkg/s. Die fonft empfohlene Befchränkung von a auf $1/6$, gegen $1/4$ bis $1/2$ bei gewöhnlichen Lagern, führt zu ungünftig langen Zapfen; gebotenenfalls fetze man, wie bei den Drucklagern, für die radiale Ringtiefe t einen größeren Wert ein. Für das Kammlager einer Schiffsturbine mit 50 kg Druck und 900 Umdr./Min. wurden feitens der Allgemeinen Elektrizitätsgefellfchaft in Berlin Vorverfuche angeftellt [3]. Dabei lief ein Ring von 298 mm äußerem und 185 mm innerem Durchmeffer unter 15 t oder 39 kg/qcm Druck mit 900 Umdr./Min. noch gut; er beftand aus Stahl, gehärtet und gefchliffen, mit außen auf 1 qmm auslaufenden Schmiernuten für Valvoline; der Lagerring hatte Weißmetallfutter und innen Waffer kühlung.

Literatur: [1] Ernft, Hebezeuge, 3. Aufl., Berlin 1899, S. 648. — [2] Werkzeugmafchinenfabrik von Ernft Schieß in Düffeldorf. — [3] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 1355. *Lindner.*

Kammzug (Zug), die langen Fafern oder Haare, die in der Vorbereitung der Spinnereien durch das Kämmen (f. Kammgarnfpinnerei) von den kurzen Fafern oder Haaren (dem fogenannten Kämmling) getrennt werden. *E. Müller.*

Kammzugfärberei. Als Kammzug pflegt die für Kammgarn beftimmte Wolle gefärbt zu werden.

Er wird wie Garn auf einem Hafpel jedoch fo aufgewickelt, daß die einzelnen Lagen fich nebeneinander anordnen. Ift die ganze Länge des Hafpels bewickelt, fo wird je nach der Dicke des Bandes aus 12—15 Lagen je eine Docke gemacht, die Enden werden verknüpft und der Strang wird mit einer Schnur lofe unterbunden. Es ift ratfam, den gefetteten Kammzug vor dem Färben zu entfetten. Dies gefchieht bei der leichten Verfeifbarkeit des Fettes durch kurzes Einlegen in 50° warme, verdünnte Ammoniaklöfung. Das Färben wird auf Stöcken wie bei der Garnfärberei ausgeführt; doch darf das Umziehen in nur eben zum Sieden erhitzter Flotte und muß mit der Hand in kurzen Zwifchenräumen gefchehen, da der lofe Kammzug leicht verfilzt und zerreißt. Aus diefem Grunde ift man beftrebt gewefen, Apparate zu kon-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtruieren, die geſtatten, den Kammzug in der Form der Bobinen, alſo in aufgewickeltem Zuſtande, zu färben. Dabei hat man das Prinzip verfolgt, das zu färbende Material feſtzulegen und die Flotte durch dasſelbe zu preſſen oder zu ſaugen. Derartige Färbeapparate ſind von Obermaier & Cie. in Lambrecht (Revolverapparat), Schulz & Cie. in Schmölln (D.R.P. Nr. 36981), Rümmelin in Erſtein (Elſaß) (D.R.P. Nr. 27149), Lee, Rhodes & Lee in Gomerſal bei Leeds, der Société Hamel frères in Val-des-Bois bei Reims (D.R.P. Nr. 40047 und 46293), Jules Luffiez & Cie. in Roubaix (D.R.P. Nr. 59412) gebaut worden.

Literatur: [1] Herzfeld, Die Praxis der Färberei, Leipzig 1893, S. 351. — [2] Ganswindt, Theorie und Praxis der modernen Färberei, 1. Teil, Leipzig 1903. *R. Möhlau.*

Kampagne, Aufbau des Oberdecks im Hinterſchiff, welcher die Kommandanten- und Offizierräume enthält.

Kampechehanf (Pitahanf), ſ. Spinnfaſern.

Kampecheholz, -karmin, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636.

Kampfer (Kampher), im allgemeinen Sinne die Kollektivbezeichnung für eine Gruppe feſter, flüchtiger, eigentümlich riechender Körper, zumeiſt keton- oder alkoholartige Abkömmlinge der Terpenreihe, die man empiriſch in mehrere Gruppen einteilt: Kampferarten von der Formel $C_{10}H_{20}O$ (Menthol), von der Formel $C_{10}H_{18}O$ (Borneokampfer), $C_{10}H_{20}O_2$ (Terpin), ferner $C_{15}H_{26}O$ (Zedern-, Patſchulikampfer) und $C_{10}H_{16}O$ (Japankampfer, Fenchon, Pulegon).

Hierher gehört der gewöhnliche chineſiſche Laurineen-, Japankampfer oder Kampfer ſchlechtweg, der durch Deſtillation aller Teile des Kampferbaumes (Camphora officinarum *C. Bauh.* = Cinnamomum Camphora *Nees* = Laurus Camphora *L.*), insbeſondere des Holzes, in China, Japan und auf Formoſa gewonnen wird. Ueber Gewinnung und Reinigung ſ. [1]—[3], [5], [6]. Der Rohkampfer bildet eine kriſtalliniſch-körnige, graue oder rötliche Maſſe, die durch Sublimation raffiniert wird. Raffinierter Kampfer ſtellt 1—2 kg ſchwere, ſcheibenrunde, mitten durchbohrte Brote vor, die leicht in Stücke zerbröckeln. Die Stücke ſind farblos, fettglänzend, in Waſſer ſehr wenig (1 : 3000), in Alkohol, Aether, Chloroform, Schwefelkohlenſtoff, fetten und ätheriſchen Oelen leicht löslich [6]. Kampfer riecht höchſt charakteriſtiſch, ſchmeckt anfangs gewürzhaft bitter, nachher kühlend, verdampft bei gewöhnlicher Temperatur, dreht in konzentrierter Löſung die Polariſationsebene ſtark nach rechts und zeigt in Waſſer fein verteilt lebhafte Bewegung. Es wird hauptſächlich mediziniſch, ſelten techniſch (bei der Celluloidfabrikation) und im Haushalte gegen Motten u. ſ. w. verwendet. Verſchieden von ihm iſt der Borneo-, Baros- oder Sumatrakampfer, der von Dryobalanops aromatica *Gärtn.* ſtammt und aus den Höhlen der Baumſtämme ausgeſcharrt wird [4], [5]. Das Holz wird gegenwärtig zu Kiſten für Pelze (als inſektenwidriges Mittel) verarbeitet. Der ganz reine Borneokampfer wird als Borneol $C_{10}H_{18}O$ bezeichnet und tritt in blätterig-kriſtalliniſchen Maſſen oder loſen perlmutterglänzenden Kriſtallblättchen auf, die nicht nach Kampfer, ſondern mehr nach Patſchuli riechen. — Eine dritte, von den Chineſen in der Heilkunde und bei der Herſtellung der Tuſche verwendete Art iſt der Ngai- oder Blumenkampfer, der aus einer ſüdaſiatiſchen Kompoſite, Blumea balsamifera *DC*, gewonnen wird [5]. Künſtlicher Kampfer wird aus Terpentinöl dargeſtellt.

Literatur: [1] Die pharmakognoſtiſchen Werke von Flückinger, Vogl, Moeller. — [2] Realencyklopädie der geſamten Pharmacie, 2. Aufl., Wien 1904, Bd. 3, S. 318. — [3] Oiſhi H., im Jahresbericht von Beckurts, Braunſchweig 1883/84. — [4] Maisonneuve, Étude sur la structure et les produits des camphriers de Borneo, Paris 1875. — [5] Vogl, in Wiesner, Rohſtoffe u. ſ. w., 2. Aufl., 1900, Bd. 1, S. 544 ff. — [6] Gildemeiſter und Hoffmann, Die ätheriſchen Oele, Berlin 1899, S. 481. *T. F. Hanauſek.*

Kamptulikon, kautſchukartiger Stoff zum Belegen von Fußböden, zu Treppenläufern u. ſ. w.; beſteht im weſentlichen aus einem Gemiſch von Korkabfällen, Schellack, Kautſchuk und Leinöl, welches auf ein ſtarkes, teppichähnliches Gewebe aufgewalzt wird. Das zuerſt in England hergeſtellte Fabrikat iſt faſt unempfindlich gegen Waſſer und viele Chemikalien, nutzt ſich ſehr wenig ab, auch wirkt es ſehr ſchalldämpfend. *Weinbrenner.*

Kan, holländiſches Hohlmaß = 1 l.

Kanada-Apatit gehört zu den mineraliſchen Phosphaten, die in größerer Menge in den Handel kommen. Er ſtammt aus den kanadiſchen Provinzen Ontario und Ottawa, wo er in Lagern von ſehr wechſelnder Mächtigkeit derb und kriſtalliniſch und in wechſelnder Farbe von braunrot bis ſaftgrün vorkommt.

Je nach der Struktur und dem Fundorte wechſelt der Gehalt feiner Beſtandteile; ſo fand Hutton in der

	derben:	in der kriſtalliniſchen Varietät:
Phosphorſauren Kalk . .	86,61 %	90,82 %
Fluorcalcium	7,22 „	5,70 „
Chlorcalcium	0,06 „	0,14 „
Kohlenſauren Kalk . . .	4,47 „	0,28 „
Eiſenoxyd	— „	0,40 „
Sand	0,10 „	0,10 „
Waſſer	0,08 „	0,32 „
	98,54 %	97,76 %

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das ſpez. Gew. der derben Varietät beträgt 3,142, das der kriſtalliniſchen Varietät 3,166. Kanada-Apatit wird durch Behandeln mit Schwefelſäure zu Superphosphaten weiterverarbeitet (ſ. Phosphorſäuredünger). *Weitz.*

Kanadabalſam, Balsamum Canadense, Terebinthina Canadensis, der hauptſächlich aus der nordamerikaniſchen Balſamtanne (Abies balsamea *Mill.* = Pinus balsamea *L.*), zum Teil auch aus der naheverwandten Abies Fraseri *Pursh.* gewonnene Balſam (vgl. Harze, Bd. 4, S. 781). Die Angabe, daß auch Abies Canadensis (*L*) *Miller*, Tsuga canadensis *Carr.* Kanadabalſam liefere, ſcheint auf einem Irrtum zu beruhen. Dieſer Baum, die Hemlocktanne, deſſen Rinde ein bekanntes Gerbematerial iſt, liefert das „Kanadiſche Pech".

Er wird durch Eröffnen von Rindenharzbeulen im Sommer zum Ausfluß gebracht, iſt wie Honig zähflüſſig, völlig und bleibend klar, hellgelb, dunkelt beim Aufbewahren bis bernſteingelb nach, bleibt aber durchſichtig; an der Luft trocknet er ſchließlich ein. Spez. Gew. 0,998, in abſolutem Alkohol und Aceton teilweiſe, in Aether, Chloroform gänzlich löslich. Geruch angenehm, Geſchmack bitter, terpentinartig. Von allen Terpentinen unterſcheidet er ſich durch ſein Lichtbrechungsvermögen: Während Kartoffelſtärkekörner in allen Terpentinen undeutlich werden oder völlig verſchwinden, treten ſie in Kanadabalſam mit großer Schärfe hervor (Wiesner). Enthält nach Flückinger 24% ätheriſches Oel, 59,8% alkohollösliches, 16,2% ätherlösliches Harz. Nach Tſchirch und Brüning (Arch. d. Pharm. 1900, Bd. 238, 7. Heft) beſteht er aus vier Harzſäuren (Canadinſäure $C_{19}H_{34}O_2$ [13%], Canadolſäure $C_{19}H_{28}O_2$ [0,3%] kriſtalliſierend, und die amorphen α- und β-Canadinolſäuren $C_{19}H_{30}O_2$ [48—50%]), aus einem Reſen $C_{21}H_{40}O$ (11—12%), ätheriſchem Oel (23—24%) und aus Spuren von Bernſteinſäure und Bitterſtoff. Siedepunkt des ätheriſchen Oeles 160—167°. Wird in Amerika als feiner Terpentin wie bei uns der venezianiſche Terpentin verwendet; ſeine Hauptverwendung aber findet in der mikroſkopiſchen Technik ſtatt; auch als Kitt optiſcher Gläſer wird er gebraucht. Die in Kanadabalſam einzuſchließenden Objekte müſſen völlig waſſerfrei ſein und ſtarke Aufhellung ertragen können. Kanadabalſam kommt von Kanada über Montreal und Quebec in den Handel. *T. F. Hanauſek.*

Kanadiſche Bohrmethode, ſ. Tiefbohren.

Kanälierung (Riefelung, frz. Cannelure), die Gliederung des Säulenſtammes in ſenkrechter Richtung durch Rinnen oder Riefen. Sie hat den Zweck, die Fläche des Stammes zu beleben und eine Verſtärkung des konſtruktiven Gedankens auszuſprechen. Für faſt alle ſpäteren Stilarten war die Art der Kanälierung der griechiſchen Säulenordnungen (ſ. d.) in ihrer verſchiedenartigen Formgebung maßgebend.

Bei der doriſchen Ordnung umgeben zwanzig Riefen den Schaft. Sie ſind flach und ſtoßen in einer ſcharfen Kante zuſammen (Fig. 1). Oben am Kapitäl laufen ſie in einem Bogen, am untern Ende des Schaftes aber frei aus. — Bei der joniſchen und korinthiſchen Ordnung beſteht ſie in tiefen halbkreisförmigen Kehlungen (Fig. 2) mit dazwiſchen liegenden ſchmalen Stegen, und es verläuft deren oberer und unterer Abſchluß ebenfalls im Halbkreis. In ſpäterer Zeit erſcheinen an den Kanälierungen ſtabförmige Verſtärkungen auf ein Drittel der Säulenhöhe, ſogenannte Pfeifen, um die ſcharfen Kanten der Stege zu ſchützen (Fig. 3). Eine ſehr reiche Ausbildung der Stege zeigt Fig. 4 mit aufgelegten Rundſtäbchen. *Weinbrenner.*

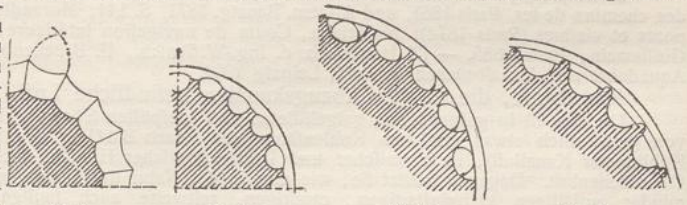


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Kanal (Graben, Gerinne) iſt ein künſtlich hergeſtellter Waſſerlauf, in dem die Waſſerbewegung durch das natürliche Gefälle bei freiem Waſſerſpiegel erfolgt.

Je nach dem Zwecke, welchem die Kanäle dienen, gibt es: 1. Werkkanäle, Fabrikkanäle, Mühlkanäle bezw. Mühlgräben oder Aufſchlaggräben, welche behufs Ausnutzung der Waſſerkraft zum Betriebe eines Waſſermotors hergeſtellt ſind. 2. Ent- und Bewäſſerungskanäle zur Ab- oder Aufleitung des Waſſers vom bezw. auf den Kulturboden. 3. Städtiſche Kanäle, Straßenkanäle, Unratskanäle, Kloaken; ſ. Kanaliſation der Städte und Ortſchaften. 4. Waſſerleitungskanäle, zur Waſſerverſorgung. 5. Schiffahrtskanäle zur Schaffung eines Waſſerweges. Manche Kanäle entſprechen gleichzeitig mehreren der angeführten Zwecke.

Die Kanäle ſind entweder offen, dann ſtets auf oder über dem Boden befindlich, oder geſchloſſen, dann gewöhnlich unter dem Boden liegend. Der über dem Boden erbaute Kanal, Aquädukt (ſ. d.), erſcheint bald offen, bald bedeckt. Die Berechnung der Kanäle hinſichtlich ihrer Waſſerführung ſ. Hydraulik und Querprofil der Flüſſe und Kanäle. *v. Schneller.*

Kanalabgaben, ſ. Kanalſchiffahrt.

Kanalbrücken, Brücken zur Ueberführung eines Schiffahrts- oder Floßkanales, hinſichtlich ihres Ueberbaues und ihrer Pfeiler im weſentlichen wie die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſonſtigen Pfeiler geſtaltet, nur daß an Stelle der Fahrbahnen der Straßen- und Eiſenbahnbrücken das Kanalbett vorhanden iſt.

Es ſind dies ähnliche Bauwerke wie die Aquäduktbrücken (ſ. d.), welche zur Ueberführung von Waſſerleitungen oder offener Waſſergerinne (Wildbachüberführungen über Eiſenbahneinſchnitte) dienen. Als Baumaterial können Holz, Stein und Eiſen in Verwendung kommen, jedoch wird aus naheliegenden Gründen am häufigſten zu einer Eiſenkonſtruktion gegriffen werden. Brücken für Schiffahrtskanäle werden im Profil für das Paſſieren eines Schiffes bemeſſen, wobei aber bei langen Kanalbrücken der Spielraum zwiſchen dem Schiffe und den Seitenwandungen etwas größer anzunehmen iſt als bei kurzen Brücken. Das Waſſerprofil wird entweder trapezförmig oder beſſer rechteckig gewählt; Abrundungen der Ecken ſind wegen der beſſeren Waſſerdichthaltung und Stabilität der Seitenwandungen zu empfehlen. Zu beiden Seiten des Kanalbettes iſt ein Leinpfad anzuordnen, der gewöhnlich auf Konſolen ausgekragt oder bei hohen Tragwänden zwiſchen dieſelben gelegt wird. Die Kanalbrücken ſind für eine unveränderliche, gleichförmig verteilte Belaſtung zu berechnen, weil die geringfügige veränderliche Belaſtung der Leinpfade gegen die Waſſerbelaſtung bedeutungslos iſt. Die Belaſtung iſt aber ſehr groß; daher werden Kanalbrücken, obwohl wegen der Gleichförmigkeit der Belaſtung eine hohe Inanſpruchnahme (für Flußeiſenkonſtruktionen 1200—1400 kg qcm) gewählt werden kann, ſehr ſchwere und koſtſpielige Bauwerke. Bei ſteinernen Kanalbrücken [1], [2] ſoll das Kanalbett möglichſt unabhängig von den Gewölben und mit einer guten, zähen Dichtung verſehen ſein. Man hat hierfür Tonſchlag, Beton mit Aſphaltabdeckung oder Auskleidung mit Eiſen (Gußeiſen) angewendet. Wichtig iſt auch ein ſorgfältiger Anſchluß der Brücke an die benachbarten Dämme oder das im Erdreich ausgehobene Kanalbett. Bei den eiſernen Kanalbrücken [2] kann der das Waſſer einſchließende Trog entweder ganz unabhängig von der eigentlichen Tragkonſtruktion ſein und ſich auf dieſe nur mittels geeigneter Bodenträger (Quer- und allenfalls auch Zwiſchenlängsträger) ſtützen, oder es bilden die Hauptträger ſelbſt die Seitenwände des Waſſertroges. Letztere Anordnung wird dort Anwendung finden können, wo die Hauptträger als Blechbalken ausgeführt ſind. Es iſt aber nicht zu überſehen, daß durch den horizontalen Waſſerdruck auf die Hauptträger nicht unbeträchtliche Sekundärſpannungen kommen. Bei größeren Spannweiten wird die erſtere Anordnung die zweckmäßigere ſein, und es können dann für Hauptträger nicht bloß Balken-, ſondern auch Bogen- oder Hängeträger zur Anwendung kommen. Der Anſchluß der Eiſenkonſtruktion an das Mauerwerk der Endpfeiler muß derart ſein, daß Längenänderungen durch Temperaturwirkung möglich werden, ohne daß dabei der waſſerdichte Abſchluß Schaden leidet. Man hat hierfür verſchiedene Anordnungen vorgeſchlagen und verſucht: wellenförmig profiliertes Kupferblech, ſtopfbüchſenartige Dichtungen mit geteerten Werg-, Gummirolleneinlagen u. ſ. w. — Das Eiſengewicht eiſerner Kanalbrücken (Hauptträger als Blech- oder Fachwerksbalken, Waſſertiefe 2,0 m, Abſtand der Hauptträger 8,5 m, auf einer Seite 3 m breiter Leinpfad, Inanſpruchnahme 1200 kg/qcm, kann bei der Spannweite l (in Metern) mit $\frac{2400 + 33\,l}{1000 - 2{,}03\,l}$ Tonnen pro Meter veranſchlagt werden.

Literatur: [1] Kanalbrücken des Rhein-Marne-Kanals: Graeff, Construction des canaux et des chemins de fer, Paris 1861, und Allgem. Bauztg. 1871, S. 144; Morandière, Construction des ponts et viaducs (Paris 1874); Malézieux, Cours de navigation intérieure, Paris 1876; Desgl., Guillemain, Paris 1885. — [2] Handbuch d. Ing.-Wiſſenſch., II. Brückenbau, 1. Abt., 5. Kap., Aquädukte und Kanalbrücken, 4. Aufl., Leipzig 1904. *Melan.*

Kanalgaſe, die in den Abzugskanälen befindliche Luft.

Dieſelbe iſt in gutgebauten, gutgelüfteten und -geſpülten Straßenkanälen, abgeſehen von gewöhnlich etwas größerem Kohlenſäuregehalt (nach Büſing [ſ. Literatur] 2,2—5,0 l im Kubikmeter Kanalluft), in chemiſcher und bakteriologiſcher Hinſicht nicht ſchlechter als die Oberflächenluft. Dagegen beſitzt ſie, wie dies in der Natur der Dinge liegt, einen mehr oder minder auffälligen kellerluftartigen, modrigen, zeitweiſe auch fauligen Geruch; letzteren namentlich nächſt den Mündungen von Hausentwäſſerungskanälen, welche ſtark fäkalienhaltige Flüſſigkeiten, z. B. den Inhalt von Trogkloſetts, den Straßenkanälen zuführen.

In den Hauskanälen ſelbſt können auch bei der beſten Anlage durch die an den Innenwänden der Röhren haftende Schmutzhaut, welche nicht wie bei den Straßenkanälen durch einen beſonderen Reinigungsbetrieb regelmäßig entfernt wird, faulige und ekelhafte Gerüche entſtehen. — Die Kanalgaſe ſind unter allen Umſtänden durch gute Waſſerverſchlüſſe und Lüftungseinrichtungen von unſern Hausräumen fern zu halten, mögen ſie nun, wie dies teilweiſe in England noch angenommen wird, imſtande ſein, unmittelbar Infektionskrankheiten hervorzurufen (Kanalgastheorie), oder aber ſeien ſie durch Verſchlechterung der Atmungsluft nur mittelbar im ſtande, die menſchliche Geſundheit zu ſchädigen. Die letzte Anſicht wird hauptſächlich von deutſchen Hygienikern und Aerzten vertreten und iſt die vorherrſchende geworden.

Den Kanalbetriebsarbeitern ſind die Kanalgaſe der Straßenkanäle bei geordnetem Betriebe erfahrungsgemäß nicht ſchädlich. Jedoch iſt in ſchlechtgebauten und ſchlechtgereinigten Kanälen ſowie in ſolchen, die noch mit Abortgruben in unmittelbarer Verbindung ſtehen, die Anweſenheit von Schwefelwaſſerſtoffgas und ſomit hierdurch die Möglichkeit von Unglücksfällen nicht ausgeſchloſſen. Auch kann, wie ſchon öfters geſchehen, der Fall eintreten, daß aus undicht gewordenen Gasröhren Leuchtgas in die Kanäle eindringt und durch Vergiftung oder durch Exploſionen Schädigungen und Unglücksfälle bewirkt. Ebenſo ſind durch unerlaubtes Einleiten von leicht entzündlichen und dabei ſtark verdunſtenden Flüſſigkeiten, wie Benzin, ſchon Exploſionen in den Kanälen entſtanden (Frankfurt a. M. und Charlottenburg). — Durch gute Lüftung der Kanäle (ſ. Kanaliſation) werden die beſprochenen Beimengungen

der Kanalluft infolge des hierdurch bewirkten starken Luftwechsels in der Regel rasch unschädlich gemacht. Alte Kanäle, tot endigende, geschlossene Kanalstrecken und Schächte sind stets mit Vorsicht und nur mit Sicherheitslampe versehen zu betreten.

Literatur: Soyka, J., Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände, München 1880, S. 3 ff.; Naegeli, v., Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten, München 1878; Derf., Uebergang von Spaltpilzen in die Luft, Zentralblatt f. d. medizin. Wissenschaften 1882; Renk, Die Kanalgase, München 1882; Soyka, Untersuchungen zur Kanalisation, München 1885; Miquel, Septième mémoire sur les organismes microscopiques de l'air et de l'eau, Annales de Montsouris, Paris 1885; Deutsche Vierteljahrsschr. für öffentliche Gesundheitspflege 1896, Bd. 28, Heft 1, Die Schädlichkeit der Kanalgase und Sicherung unsrer Wohnräume gegen dieselbe, S. 152 ff.; Röchling, Technische Einrichtung für Wasserversorgung und Kanalisation in Wohnhäusern, Braunschweig 1895; Deutsche Vierteljahrsschr. für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. 27 u. 28, 1895/96; Büsing, Die Kanalisation, Handbuch für Hygiene von Weyl, S. 229 ff., Jena 1894; Behring, Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Leipzig 1894, S. 309 ff.; Hygienische Rundschau 1896, 6. Jahrg. Sehr Ausführliches geben: Büsing, F. W., Die Städtereinigung, Stuttgart 1897, 1. Heft, S. 112—146; Frühling, A., Die Entwässerung der Städte, Handbuch der Ingenieurwissensch., Leipzig 1903, 3. Teil, Bd. 4, S. 209—228. Wegen Benzinexplosionen s. Zeitschr. Gesundheit, Leipzig 1906, Nr. 23, S. 734. *Y. Brix.*

Kanalhaltung, s. Haltung.

Kanalisation der Privatgrundstücke bezweckt, alle auf den Grundstücken erzeugten Abwässer, bei der Schwemmkanalisation auch die Fäkalien, unterirdisch abzuleiten und innerhalb kanalisierter Orte den Straßenkanälen zuzuführen. Die hierzu dienenden Anlagen, Hauskanalisationen oder Hausentwässerungen genannt, bilden einen hochwichtigen Teil jeder Ortskanalisation, weil Fehler, die hierbei gemacht werden, den unheilvollsten Einfluß auf das Wohlbefinden der Hausbewohner ausüben und auch unmittelbare fachliche Schädigungen der Gebäude verursachen können.

Grundsätze bei Anordnung von Hauskanalisationen. In erster Linie müssen sämtliche Hauskanäle absolut dicht hergestellt werden. Um das Gefälle möglichst auszunutzen, sind tunlichst die kürzesten Wege für die Hauskanäle zu wählen. Zu große Kanalprofile sind wegen der leichter entstehenden Ablagerungen, zu kleine wegen der ungenügenden Leistungen zu vermeiden, daher die Dimensionen den abzuführenden Wassermengen entsprechend zu bestimmen. Weil es sich fast immer um recht kleine Entwässerungsgebiete handelt und die Dachflächen sowie die gepflasterten Höfe kein Wasser versickern lassen, so empfiehlt Verfasser, die Hauptleitung der Hausentwässerungskanäle für Abflußmengen nicht unter 15 Sekundenliter für je 1000 qm Entwässerungsfläche zu berechnen. Die lichte Weite der Hauptleitungen beträgt hiernach für städtische Grundstücke gewöhnlicher, nicht über 1000 qm hinausgehender Größe und bei nicht unter 1 : 50 betragenden Gefällen 15 cm. Bei größeren Flächen wird die Anordnung zweier und mehrerer 15 cm weiter Röhren an Stelle weiterer Rohrkanäle vielfach vorgezogen. Die lichte Weite der Seitenkanäle soll zu 12,5 und 10 cm bemessen werden. Für Regenfallröhren sind in der Regel 10 cm Lichtweite geeignet; bei ganz kleinen Flächen, z. B. Vordächern und Balkonflächen, genügen geringere Durchmesser. Unter 4 cm Weite sollte kein Fallrohr, auch nicht von einzelnen kleinen Ausgußbecken, hergestellt werden. Gewöhnliche Küchenfallröhren erhalten zweckmäßig 8 cm Weite. Die Fallröhren der Spülaborte sollten nicht unter 10, nicht über 14 cm Weite erhalten. Beim Anschluß mehrerer Klosetts sind 12 cm Lichtweite empfehlenswert. Das geeignetste Gefälle für die Hauptstränge der Hauskanalisationen ist 1 : 20 bis 1 : 50; geringere Gefälle, etwa bis 1 : 125, sind anwendbar, wenn ausreichende Spülung, namentlich durch Selbstspüler, gesichert ist. Gefälle unter 1 : 150 und bis etwa 1 : 250 sollten nur bei ganz großen Grundstücken, die genügend großen und dauernden Wasserzufluß erwarten lassen, angewendet werden. Möglichst unmittelbar unterhalb jedes Wassereinlaufes ist ein Wasserverschluß anzubringen. Kein Rohrstrang soll an der höchsten Stelle geschlossen, sondern jeder behufs Lüftung über das Dach des Hauses verlängert werden. Vor ihrem Austritt aus dem Grundstücke ist es zweckmäßig, die Hauptleitungen durch Anlage einer Revisionsstelle (Revisionsschacht, Inspektionsgrube) zugänglich zu machen. Bei freistehenden Häusern sind die Grundleitungen tunlichst außerhalb und nicht zu nahe den Häusern zu verlegen. Beim Durchgange der Kanäle durch Hausmauern sind jene nicht einzumauern, sondern in Ton oder Füllsand einzubetten, so daß sich Gebäudemauern oder Kanäle ohne Schaden für die Leitung setzen können. Jede Einmündung eines Rohrstranges in einen andern hat unter spitzem Winkel zu geschehen. Auf Sicherung gegen Frost ist besondere Rücksicht zu nehmen; in unserm deutschen Klima sind daher die Fallröhren, abgesehen von den Regenfallröhren, im Innern der Häuser anzubringen. Die außerhalb der Häuser liegenden unterirdischen Leitungen sollten eine Deckung von wenigstens 1 m erhalten; nur in geschützt gelegenen Höfen genügen 70 cm. Im Gebäudeinnern sind die Fallrohrleitungen und Wasserverschlüsse, wenn irgend möglich, nicht an den kalten Außenwänden anzuordnen. Alle Wassereinläufe müssen Siebe oder Gitter erhalten, welche gröbere Stoffe, die Anlaß zu Kanalverstopfungen geben können, zurückhalten. Abwässer, welche Sinkstoffe mit sich führen, sollen bei ihrem Abfluß durch Sinkkasten fließen. Die Rohrleitungen, welche Klosettabfallstoffe aufnehmen, sind als Hauptleitungen auszubilden, an die sich die übrigen Leitungen durch seitliche Abzweigstücke anschließen. Nie sollte in der Abflußrichtung ein Profil in ein solches von geringerer Weite übergehen. Wo dies entgegen der Abflußvorrichtung eintritt, ist der Uebergang durch besondere Uebergangsröhren zu bewirken. Jedes zu entwässernde Grundstück ist mit ausreichendem Spülwasser in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

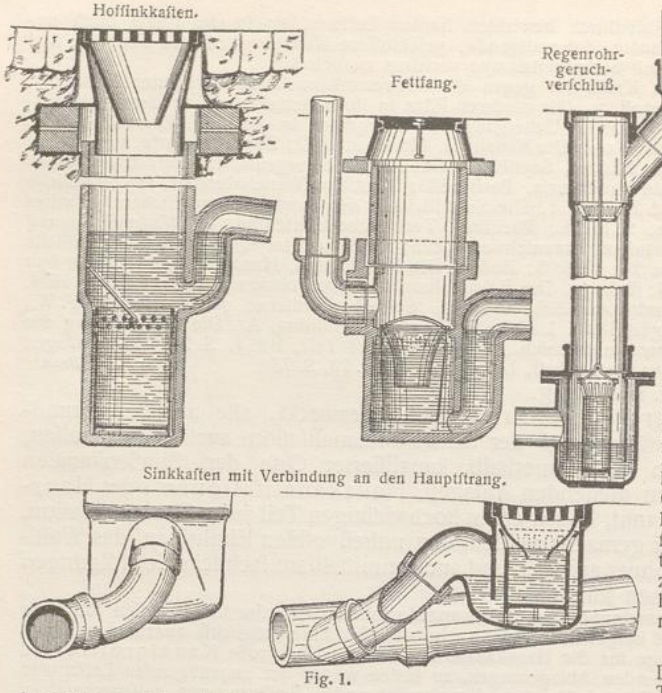


Fig. 1.

der Art zu versehen, daß jeder Einlauf aus einem Wasserleitungszapfhahn Wasserzufluß erhalten kann. Ausreichende Wasserversorgung der Grundstücke ist deshalb Vorbedingung für fachgemäße Ausführung und geordneten Betrieb einer Hauskanalisation. Größere Mengen heißen Wassers von über 40° C. sind nicht unmittelbar in die Hauskanäle einzuleiten, weil hierdurch einesteils die Zersetzung der Abwässer gefördert, anderenteils Beschädigungen der Kanäle verursacht werden können. Vorherige Abkühlung in geeigneten Behältern ist erforderlich. Gelegentlich der Neukanalisierung eines Grundstücks sind alle alten, außer Betrieb kommenden Kanäle zu beseitigen und die vorhandenen Hohlräume mit reinem Grund auszufüllen.

Einzelkonstruktionen.

Die einzelnen, besonderen Teile einer Grundstückskanalisation bilden die Aufnahmevorrichtungen für Abwässer und Fäkalien, die Wasserverschlüsse, die Revisions- und Spüleinrichtungen. Von den Aufnahmevorrichtungen sind die wichtigsten die Wasserklosetts und die Pissoirs (s. Abort, Bedürfnisanstalten, Klosett). Zur Ableitung des Regenwassers von den nicht überbauten Grundstücksflächen dienen die Hoffinkkasten (Fig. 1 u. 2), Behälter aus Eisen oder Steingut mit gewöhnlich kreisförmigem Querschnitt von 25—40 cm lichter Weite, die mit einem Einlaufgitter abgedeckt und mit einem aushebbaren Eimer zur Ablagerung der von den Schmutzwässern mitgeführten schwereren Sinkstoffe versehen sind. Der Ablauf geht in einen Rohransatz über und ist derart nach aufwärts gekrümmt, daß ein ausreichender Wasserverschluß entsteht. — Zur Abführung der Abwässer aus überdachten Räumen benutzt man zumeist viereckige eiserne Sinkkasten (Hofeinläufe, Gullies, Fig. 1). Die Einlaufgitter derselben besitzen gewöhnlich ein trichterförmiges, in den Wasserspiegel hineinreichendes Ansatzstück, wodurch die nach dem Raum ausdünstende Wasserfläche wesentlich verringert wird. Da die Gefahr des Einfrierens in geschlossenen Räumen wegfällt, so können die hierfür bestimmten Sinkkasten mit sehr geringer Höhe, gewöhnlich nur 30—50 cm, auskommen. Die Küchenwässer werden durch Vermittlung von Ausgüssen (Küchenausgüsse, Wasser-, Schüttstein, Spülbecken, Fig. 4) den Fallröhren zugeführt. Dieselben bestehen aus an der Wand befestigten Becken von Stein, emailliertem Eisen, Steingut oder Fayence. Der Boden derselben soll an seinem tiefsten Punkt ein festes Sieb besitzen, durch welches die Abwässer in einen Siphonwasserverschluß und von diesem durch eine kurze Seitenleitung in das Küchenfallrohr fließen; das Abzweigrohr des letzteren soll aber dem Durchmesser der Anschlußleitung entsprechen.

Die Sand- und Fettfänge halten von Küchen- und sonstigen Abwässern, die viel Fett- und Sandbestandteile mit sich führen, durch welche die Hauskanäle leicht verstopft würden, diese Stoffe zurück. Ihre Abflußöffnung ist

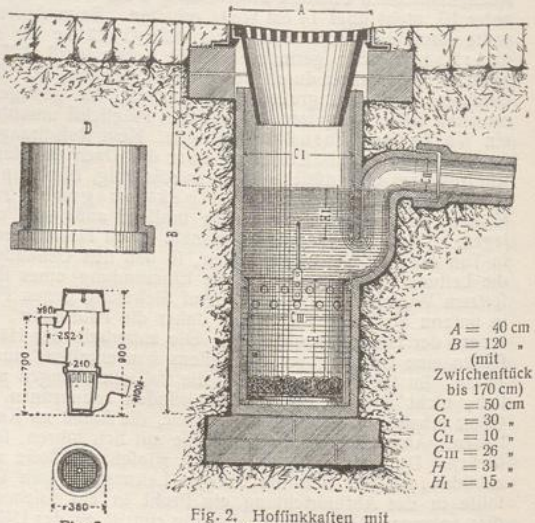


Fig. 2. Hoffinkkasten mit Hängeeimer und Verlängerungszwischenstück *D*.

Fig. 3. Regenrohrsandfang.

möglichst weit unterhalb des Wasserspiegels angeordnet [4], so daß das obenauf schwimmende Fett nicht abfließen kann (Fig. 1). Der bei den Fettfängen meistens verwendete Hängeeimer muß außerdem ausreichenden Raum für die sich in demselben niedersetzenden Sandteile bieten. Die Fett- und Sandfänge werden entweder nächst den Wasserabläufen, also in den Küchen u. s. w. selbst, oder am Fuße der betreffenden Fallrohre angebracht. Bei den Abläufen größerer Küchen, z. B. von Restaurationen und Hotels, auch von Metzgereien, sollten jedenfalls Fett- und Sandfänge angeordnet werden. Die Fallröhren für Badewasser sind von den Abläufen der Bäder durch Wasserverschlüsse (Siphons) zu trennen. Die Regenfallröhren werden gewöhnlich an die Kanäle unmittelbar angeschlossen.

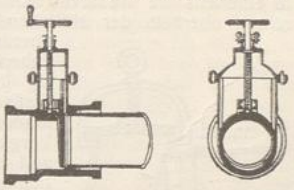


Fig. 4a. Verschluß gegen Rückstau.

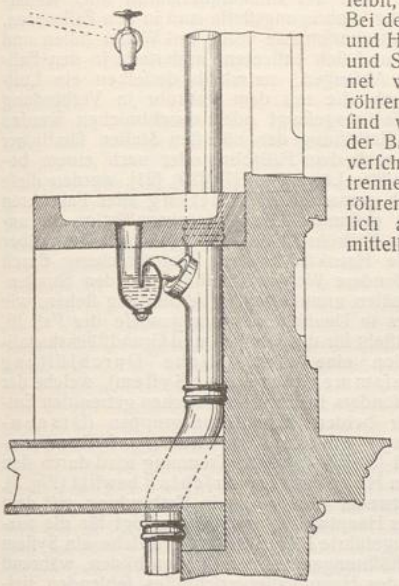


Fig. 4. Wassersteinentwässerung.

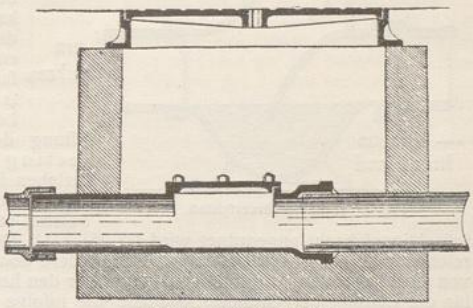


Fig. 4b. Revisionsschacht.

Wo die Dachmündung dieser Röhren in der Nähe von Fenstern bewohnter Räume liegt, sind zur Vermeidung des Einströmens von Kanalluft dorthin Wasserverschlüsse anzuordnen. Da von den Dächern der Häuser Ruß, Steine, Laub u. s. w. sowie bei bewohnten Dachgeschossen oft auch Brauchwasser in die Regenfallröhren gelangen, so können als Wasserverschlüsse nicht einfache Siphonkrümmer verwendet werden, sondern es sind solche mit nach oben abzweigendem Putzrohr (Putzsiphon) zu wählen, um sie von Zeit zu Zeit reinigen zu können. Besser ist es, Regenrohrsandfänge (Fig. 1 u. 3) zu verwenden, die leichter zu reinigen sind. Wo Wert darauf gelegt wird, daß von dem Regenfallrohrwasser möglichst wenig Luft nach den Straßenkanälen geführt werde (namentlich bei Kanalnetzen mit nicht ausreichender Zahl von Scheitelventilationsabgängen und engbemessenen Profilen gerechtfertigt), empfiehlt sich die Anlage der Habermannschen Luftabscheider am Fuße der Regenfallröhren [12]. Der untere Teil der Regenfallröhren, die gewöhnlich aus Zinkblech bestehen, wird zur Vermeidung von Beschädigungen in Höhe von 1,5 bis 2 m aus Gußeisenröhren (Regenstandröhren) hergestellt [11]. Die Hochwasserverschlüsse, Rückstauverschlüsse, Rückstauschieber sind zur Sicherung von Kellern oder sonstiger unter der Hochwasserhöhe der Straßenkanäle liegender, mit Entwässerungsanschluß versehener Räume gegen Ueberschwemmung durch Kanalwasser erforderlich. Solchen Verschluß hat gewöhnlich die bekannte Schieberkonstruktion (Fig. 4a). Der Schieber soll nur geöffnet werden, wenn aus dem zu entwässernden Raume Wasser abfließen soll, so daß jederzeit bei starkem Regen das sich stauende Kanalwasser den Weg nach dem tief gelegenen Einlauf gesperrt findet. An Stelle der Schieber können auch Durchgangshähne verwendet werden. Diese Rückstauverschlüsse sind am zweckmäßigsten dicht hinter dem zu beschützenden Einlauf, keinesfalls in der Hauptleitung anzubringen, weil im letzteren Fall das gesamte Hauswasser einschließlich des Regenwassers am Abfluß gehindert würde. Die selbsttätigen Hochwasserverschlüsse (Klappen, Schwimmkugeln und Ventile) sind mangels jederzeitiger völlig sicherer Wirkung auf solche Fälle zu beschränken, in denen es sich um tiefliegende dauernde Abflüsse oder um Reinwasserabflüsse handelt [2], [5], [7] sowie zu vorläufiger Sicherung vor den vorher beschriebenen Hochwasserverschlüssen für den Fall zu verwenden, daß diese versehentlich nicht geschlossen sein sollten. Neuerdings haben u. a. Behn-Hamburg, Unna-Köln [11], Geiger [17] sowie Künzell-Düsseldorf (D.R.P. Nr. 69 399) bemerkenswerte Rückstauvorrichtungen konstruiert. Zur Erleichterung der zeitweisen Prüfung der Grundstückskanalisation, der Beseitigung von Verstopfungen und der schnellen Entscheidung der Frage, ob eine Verstopfung im Anschlußkanal auf Straßengebiet oder im Privatgrundstück vorhanden ist, dienen die Revisionsschächte mit Spundstücken, auch Inspektionsgruben genannt (Fig. 4b). Dem gleichen Zwecke dienen Rohrabzweigungen mit Blindflanschdeckel [15]. Die Reinigung der Hauskanäle erfolgt durch starke Wasserdurchspülung und, wo diese nicht ausreicht, durch Einführung zusammengebundener spanischer Rohre oder biegsamer Spiraldrahtseile, an deren Ende Bürsten und sonstige Reinigungswerkzeuge befestigt werden können. Besondere Spüleinrichtungen sind nur bei sehr langen und wenig Wasser abführenden Leitungen sowie beim Vorhandensein ungünstiger Gefälle und solcher Ab-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wässer notwendig, die sehr viel Schwimm- und Sinkstoffe mitführen. Es genügen aber in solchen Fällen fast immer die bekannten Kippgefäße und Heberspüler (s. Spüleinrichtung für Kanäle). Die Höhe der Wasserverschlüsse sollte bei Hofsinkkasten, Sand- und Fettfängen nicht unter 10, bei den übrigen Abflußvorrichtungen nicht unter mindestens 4 und wenn möglich nicht unter 6 cm betragen. Es ist darauf zu sehen, daß der Einlaufquerschnitt aller Wasserverschlüsse stets kleiner sei als die Querschnitte an der Umbiegungsstelle und in den Fallröhren, weil sich andernfalls bei starkem Wasserzufluß die Rohrquerschnitte völlig mit Wasser füllen und so einerseits die Wasserverschlüsse als Heber wirken und sich entleeren, anderseits in den Fallröhren oberhalb der abfließenden Wassersäule ein Absaugen, unterhalb derselben ein Luftüberdruck auftritt, wodurch die mit dem Fallrohr in Verbindung stehenden Wasserverschlüsse ausgesaugt oder durchbrochen werden [1]—[5], [7]. Durch eine Entlüftung der höchsten Stellen sämtlicher Wasserverschlußbiegungen nach dem Fallrohr, oder nach einem besonderen Luftrohr — sekundäre Lüftung — [7], [20], [21], werden diese Vorgänge völlig unmöglich gemacht. Die Lüftung aller Fallröhren und damit diejenige der gesamten Grundstückskanalisation ist unbedingt notwendig. Jedes Fallrohr ist daher in gleicher Weite über Dach zu führen. Wo die Hauskanäle ohne Unterbrechung durch besondere Wasserverschlüsse mit den Straßenkanälen unmittelbar in Verbindung stehen, wie dies in Deutschland vorzugsweise der Fall ist, entsteht für die Straßen- und Grundstückskanalisation eine einheitliche Durchlüftung (zusammenhängendes System), welche der besonders in England üblichen getrennten Entlüftung der beiden Kanalisationsgruppen (Disconnecting system oder Abtrennungssystem) vorzuziehen ist [3], [5]—[8]. Die Trennung wird durch den sogenannten Hauptwasserverschluß bewirkt (Fig. 5), welcher entweder allein oder in Verbindung mit dem Inspektionsschacht angeordnet wird [1], [5], [11]. Der Hauptwasserverschluß bedingt für die ausreichende Lüftung der Straßenkanäle besondere hochgeführte Lüftungsröhren, welche ein System von hochliegenden Luftöffnungen gegenüber den Luftöffnungen auf den Straßen bilden, während für die Lüftung der Grundstückskanäle die infolge des Hauptwasserverschlusses fehlenden tiefgelegenen Luftöffnungen besonders angeordnet werden müssen.

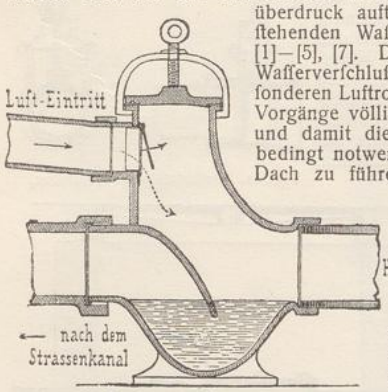


Fig. 5. Hauptwasserverschluß.

Material. Für die Grundstückskanalisation kommen hauptsächlich Steinzeug (gebrannter Ton), Eisen, Blei und Zink und außerdem Messing, Kupfer, Porzellan, Marmor zur Verwendung. Für liegende, genügend bedeckte Hauskanäle sollten lediglich Steinzeugröhren zur Verwendung kommen, sofern nicht gußeiserne, ausreichend starke Röhren vorgezogen werden. Mit „Steinzeugröhren" bezeichnet man im Gegensatz zu gewöhnlichen Tonröhren jetzt allgemein scharf gebrannte Röhren aus Ton mit Schamottezusatz, welche einen dichten gesinterten Scherben aufweisen. Die üblichen Lichtweiten sind 100, 125, 150, 175 und 200 mm. Die Steinzeugröhren erhalten entweder Tondichtung oder Zementdichtung, oder aber Zementdichtung mit äußerem Tonwulst sowie Tondichtung mit äußerer Zementmörtelhülle und endlich Asphalt- oder Bitumendichtung. Bei allen Verdichtungen wird zunächst das Schwanzende des Rohres gegen die Muffe mit Teerstricken abgeschlossen. Die Tondichtung ist die am wenigsten widerstandsfähige, hat aber den Vorteil, daß die Leitung bei etwaigen Setzungen ausreichend beweglich ist. Zementdichtung ist sehr sicher, gibt aber dem Rohrstrang einerseits eine völlig starre Verbindung und birgt anderseits die Gefahr in sich, daß durch etwaiges Treiben des Zements die Muffen gesprengt werden. Nach jeder Richtung vollkommen ist sie aber auch nicht, weshalb neuerdings die Gußasphaltdichtung immer mehr in Aufnahme gekommen ist, bei welcher die Muffen mit einer flüssigen heißen Mischung von Asphaltmastix (s. d.) und Goudron ausgegossen werden. Umfangreiche gute ältere und neuere Erfahrungen über diese Verdichtungsart lassen dieselbe als besonders empfehlenswert erscheinen, weil sie neben großer Dauerhaftigkeit und Erzielung guter Abdichtung den Rohrsträngen eine gewisse Beweglichkeit gegenüber etwaigen Setzungen innerhalb ausreichender Grenzen sichert. Nachdem zunächst das Schwanzende des Rohres gegen die Muffen mit Teerstricken abgeschlossen worden ist, wird die Asphaltdichtung in der Weise vorgenommen, daß die Muffen mit einer flüssigen heißen Mischung von Asphaltmastix und Goudron ausgegossen werden. Das Ausgießen der Muffen von oben wird mit Hilfe eines vorgelegten Tonwulstes oder besonders angefertigter Dichtungsringe ermöglicht. Als sicherste und solideste Hauskanäle sind, besonders im Gebäudeinnern, normale Gußeisenröhren mit Bleidichtung zu empfehlen. Die ganz leichten, sogenannten schottischen Röhren sind zu vermeiden. Bei Leitungen über dem Boden ist möglichst immer Eisen zu verwenden, jedoch kommt auch Blei vielfach zur Anwendung. Bei den Bleiröhren ist auf gute Lötung und ausreichendes Gewicht (z. B. bei 100 mm weiten Röhren mindestens 11 kg pro laufenden Meter) besonderer Wert zu legen. Für Regenfallröhren außerhalb der Gebäude kann auch Zink, jedoch nicht in geringerer Stärke als Nr. 12, zur Anwendung kommen. Die im Innern der Häuser unterirdisch liegenden Kanäle, die so viel Ueberdeckung haben — wenigstens ½ m —, daß sie vor äußerem Druck und Stößen genügend gesichert sind, können aus Steinzeugröhren hergestellt werden. Messing- und Kupferröhren sowie Porzellan, Fayence, emailliertes Eisen, Marmorplatten u. s. w. werden hauptsächlich für Klosetts, Pissoirs, Bade- und Kücheneinrichtungen verwendet.

Normalien für die Lichtweiten und Wandstärken der verschiedenen Röhrenarten sind vom Verband deutscher Architekten und Ingenieure in der Abgeordnetenversammlung am 31. August 1903

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

festgesetzt worden (vgl. Beilage zur Deutschen Bauzeitung 1904). Diese Normalien sind aber noch nicht allgemein eingeführt. Der preußische Minister der öffentlichen Arbeiten hat unterm 20. November 1905 durch Runderlaß folgendes bestimmt: Der Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine hat Normalien für Abflußröhren aufgestellt, die, soweit sie Bleiröhren und Steinzeugröhren betreffen, fortan bei den von der Staatsbauverwaltung auszuführenden Bauten zu beachten sind. Hiernach sind die nachstehenden Bezeichnungen einheitlich zu wählen: 1. Ableitungen für liegende Leitungen, sogenannte Gefällsleitungen, Sohlleitungen u. s. w.; sie werden in Hauptableitungen und Nebenableitungen geteilt; 2. Fallröhren für senkrecht herabkommende Leitungen; sie werden in Hauptfallröhren und Nebenfallröhren geteilt; 3. Schrägleitungen für alle Leitungen, die an der Wand geschleift werden; 4. Knieröhren für Röhren in Bogenform mit Halbmessern von zwei Rohrdurchmessern; 5. Bogenröhren für Röhren in Bogenform mit größeren Halbmessern als unter 4. angegeben; 6. Hilfsluftleitung statt sekundäre Ventilation; 7. Fußbogen statt Fußkrümmer; 8. Verbindungen statt Abzweigungen; 9. Bogenverbindungen statt Pfeifenköpfe; 10. Sprungröhren statt Etagenbogen, S-Stücke u. s. w.; 11. Uebergangsröhren statt Reduktionen, Sprung u. s. w.; 12. Uebermuffen statt Ueberschieber.

Bleiabflußröhren erhalten folgende Durchmesser, Wandstärken und Gewichte:

Durchmesser . .	25	30	40	50 mm
Wandstärke . .	3,0	3,5	4,0	4,0 mm
Gewicht pro 1 m	3,0	4,2	6,3	7,7 kg

Steinzeugröhren erhalten folgende Abmessungen:

Durchmesser	10	12,5	15	20 cm
Kleinste zulässige Wandstärke	1,5	1,6	1,7	1,9 cm
Baulänge der geraden Röhren	—	—	60 u. 100 cm	
Muffentiefe	—	—	6 bis 7 cm	

Die Innenfläche der Muffe und das Schwanzende der Röhre werden auf 5 cm Länge mit wenigstens fünf Riefen versehen. Die Dichtungsstärke an der vorderen Muffenwand soll 1,5 cm betragen und darf bis zum Muffenboden sich bis auf 1,2 cm vermindern. Für die Bogenröhren gelten folgende Abmessungen: bei 15° Zentriwinkel 200 cm Halbmesser und 52 cm Baulänge; bei 30° Zentriwinkel 100 cm Halbmesser und 52 cm Baulänge; bei 45° Zentriwinkel 60 cm Halbmesser und 47 cm Baulänge. Für besondere Fälle (senkrechte Anschlüsse) sind Knieröhren mit 90° Zentriwinkel und mit einem Halbmesser gleich ungefähr dem Zweifachen des Rohrdurchmessers zu verwenden; diese Knieröhren dürfen jedoch in liegenden Leitungen nicht verwendet werden. Die Uebergangsröhren sind auf 60 cm Baulänge bemessen und vermitteln, mit Ausnahme des Ueberganges von 10 auf 15 cm, nur den Uebergang von einem Rohrdurchmesser auf den nächstfolgenden Durchmesser. Die Verbindungsröhren sind auf 60 cm Baulänge bemessen. Der Anschlußstutzen bildet mit dem Hauptrohr einen Winkel von 60°. Anschlüsse unter andern Winkeln sowie Doppelverbindungen sind ausgeschlossen.

Für gußeiserne Abflußröhren hat der Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine ebenfalls Normalien aufgestellt, die aber nicht in allen Teilen annehmbar sind. Gußeisernen Abflußröhren mit folgenden Abmessungen (in Millimetern) ist der Vorzug zu geben.

Rohrweiten	50	70	100	125	150	200
Rohrlängen	2000	2000	2000 u. 3000	2000 u. 3000	2000 u. 3000	2000 u. 3000
Wandstärken mindestens . . .	5	5	6	6	6	6
Muffentiefe einschl. Zentrierring .	65	70	75	75	80	90
Muffenstärke	6	7	7	8	8	8
Stärke der Dichtungsfuge . . .	6	6	6	7	7	7

Die Rohrlängen von 3000 mm sind hauptsächlich bei Erdleitungen zu verwenden. Für die Dichtungsfuge genügt zylindrische Form. — Vgl. a. [18].

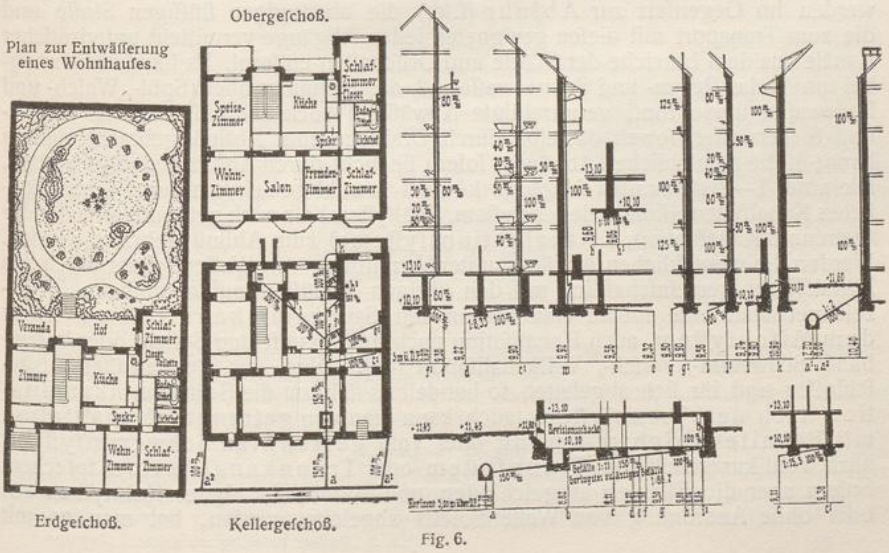


Fig. 6.

Vorschriften für die Ausführung der Grundstückskanalisation. Eine technisch und hygienisch richtige Ausführungs- und Betriebsweise von Grundstückskanalisationen ist nur an der Hand ortspolizeilicher Bestimmungen zu erreichen (Polizeiverordnung, Ortsstatut), Beispiele in [8]—[10], [13]—[15]. Aus diesen Bestimmungen soll die Verpflichtung zur Herstellung und Instandhaltung der Grundstücksentwässerungen hervorgehen sowie die technischen Anforderungen ersehen werden können. Es ist vorzuschreiben, daß für jede Entwässerungsanlage eine baupolizeiliche Genehmigung unter Vorlage eines genauen Planes zu erwirken ist; Planbeispiele s. Fig. 6 sowie in [7], [9]—[11], [19], [21]. Keine Grundstückskanalisation, auch nicht eine Veränderung derselben, sollte ohne vorherige Anzeige bei der Baupolizeibehörde in Angriff genommen werden dürfen, so daß eine technische Ueberwachung der Arbeiten erfolgen kann. Ehe eine Anlage in Benutzung genommen wird, sollte durch eine vorgeschriebene Schlußrevision festgestellt werden, ob sie vorschriftsmäßig ausgeführt und betriebsfähig ist. Ferner sollte, wenigstens in größeren Orten, von Zeit zu Zeit durch Sachverständige eine Revision stattfinden, durch welche man sich versichert, daß die Leitungen und die einzelnen Entwässerungsobjekte noch den bestehenden Vorschriften entsprechen.

Die **Kosten der Grundstückskanalisationen** betragen unter Voraussetzung einfacher Ausführung pro Quadratmeter zwischen 1 und 2 *M.* für jede Stockwerksfläche eines Hauses, wobei auch die Keller und die bewohnten Dachgeschosse als Stockwerke zu zählen sind. Eine andre Annahme ist, daß ein laufendes Meter Hauskanal und Fallrohr einschließlich aller Nebenanlagen, also Klosetts, Siphon, Hofsinkkasten u. s. w., für ein gewöhnliches Wohnhaus durchschnittlich 12—15 *M.* erfordert. Man kann auch für ganz überschlägliche Schätzung rund 2—2½% der gesamten Bausumme annehmen [5], [7], [9], [11].

Literatur: [1] Röchling, Techn. Einrichtungen für Wasserversorgung und Kanalisation in Wohnhäusern, Deutsche Vierteljahrsschr. für öffentl. Gesundheitspfl., Jahrg. 1895. — [2], [5], [6], [7] wie unter dem Art. Kanalisation der Städte. — [3] Kirchner und Lindley, Referat über die Schädlichkeit der Kanalgase, Deutsche Vierteljahrsschr. für öffentl. Gesundheitspfl., Jahrg. 1896. — [4] Gerhard, Paul, New York, Anlage von Hausentwässerungen, 1880. — [8] Brix, J., Die Kanalisation von Wiesbaden, Wiesbaden 1887. — [9] Dobel, Kanalisation, Stuttgart 1903. — [10] Cohen, Max, Bestimmungen der örtl. Straßenbaupolizei über Kanalisationsanlagen, Berlin 1896. — [11] Böcking & Co., Rud., Halbergerhütte, Brebach-Saar, Hausentwässerungs- und Kanalisationsgegenstände, 1895. — [12] Gesundheits-Ing., Jahrg. 1896, S. 380, und 1893, S. 578. — [13] Desgl., betr. Hausentw.-Statut 1894, S. 43. — [14] Stolp, Ortsgesetze, Berlin (letzte Jahrgänge). — [15] Archit. und Ing.-Ver. f. Niederrhein und Westfalen, Die Hausentwässerung, Köln 1887. Außerdem: Teale, T. P., Lebensgefahr im eignen Hause, aus dem Englischen übersetzt von I. K. H. Prinzessin Christian von Schleswig-Holstein, für deutsche Verhältnisse bearb. von H. Wansleben, Kiel 1886; Gerhard, Paul, Entfernung und Reinigung der flüssigen und festen Stoffe ländlicher Wohngebäude, Gesundheits-Ing. 1882; Ders., ebend. 1895, Nr. 16. — Ferner [16] Handb. der Baukunde, 3. Teil, Bd. 5, Entwässerung und Reinigung der Gebäude, Stuttgart. — [17] Katalog von E. Geigers Fabrik, Karlsruhe 1902, und die Kataloge der größeren deutschen Steinzeugfabriken. — [18] Normalien für Abflußrohre, empfohlen vom Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein, Wien 1903. — [19] Technische Vorschriften für Herstellung und Betrieb von Grundstücksentwässerungen (aufgestellt vom Verband deutscher Arch.- u. Ing.-Ver.), Deutsche Bauzeitung 1905, S. 289. — Außerdem s. [20] Aßmann, G., Die Bewässerung und Entwässerung von Grundstücken, München und Leipzig 1893. — [21] Büsing, F. W., Die Städtereinigung, Bd. 3 des Werkes Der städt. Tiefbau, Stuttgart 1901.

J. Brix.

Kanalisation der Städte und Ortschaften. Durch die Kanalisation werden im Gegensatz zur Abfuhr (s. d.) die abgängigen flüssigen Stoffe und die zum Transport mit diesen geeigneten festen Abgänge vermittelst unterirdischer Kanäle aus dem Bereiche der Städte und Ortschaften entfernt. Es handelt sich hierbei um 1. das Regen- und Schneewasser; 2. das Schmutzwasser (Spül-, Wasch- und Badewasser sowie sonst verunreinigte Abwässer [Trockenabfluß]); 3. das Grund- und Sickerwasser, soweit dasselbe durch Drainage zum Abfluß gebracht werden kann; 4. die menschlichen Abgänge, sofern sie nicht durch Abfuhr beseitigt werden. Die unter 1—3 genannten Abgänge können sowohl gemeinsam durch ein einheitliches Kanalsystem (kombiniertes System, Spülsystem) als auch getrennt voneinander (getrennte Kanalisation, s. Kanalisationssysteme) zum Abfluß gebracht werden. Werden die menschlichen Abgänge unter Vermittlung von Wasserklosetts durch das Kanalsystem gemeinschaftlich mit den übrigen Abflüssen aufgenommen, so bezeichnet man eine solche Kanalisation mit Schwemmkanalisation nach dem Mischsystem, auch Kanalisation nach dem gemischten System oder kurzerhand Schwemm-, Misch-, Vollkanalisation [44]. Wird das Regenwasser ausgeschlossen und für sich abgeleitet, so handelt es sich um die Schwemmkanalisation nach dem Trennsystem; auch kann man von getrennter Kanalisation mit Fäkalienabschwemmung oder vom getrennten Schwemmsystem, auch wohl kurzgefaßt vom Trennsystem oder Trennkanalisation sprechen. Sofern aber die Fäkalien ausgeschlossen und durch ein eignes Rohrsystem mit oder ohne Anordnung von Wasserklosetts abgeleitet werden, hat man es mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einem getrennten Kanalsystem besonderer Art (Liernur-, Berlier-System) zu tun (s. Kanalisationssysteme, besondere). Die Schwemmkanalisation soll im nachfolgenden zunächst und vorzugsweise besprochen werden, weil auch die Kanalisation ohne Ableitung der Fäkalien nach den gleichen konstruktiven Grundsätzen auszuführen ist.

Anordnung des Kanalnetzes und der Kanäle [4]–[7], [25], [32]–[34], [44], [56], [58], [60], [62], [63], [74], [75]. Bei Projektierung eines Kanalnetzes ist in erster Linie darauf zu sehen, daß die Abwässer so schnell wie möglich auf den kürzesten Wegen zum Abfluß gelangen. In der Regel empfiehlt es sich, die Entwässerungsgebiete in die durch die natürlichen Wasserscheiden begrenzten Untergebiete zu teilen, in den tiefstgelegenen Straßenzug jedes Gebietes die Sammelkanäle und von diesen aus, nach den Wasserscheiden verlaufend, die Seitenkanäle zu projektieren.

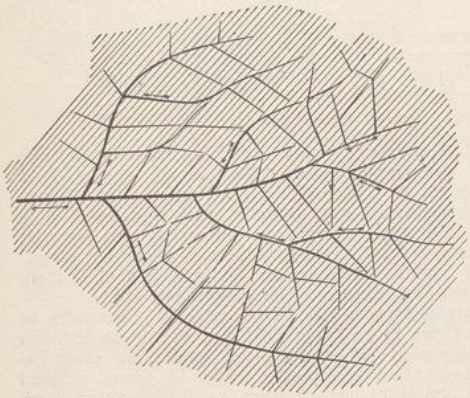


Fig. 1. Anordnung eines Kanalnetzes nach dem Fächersystem.

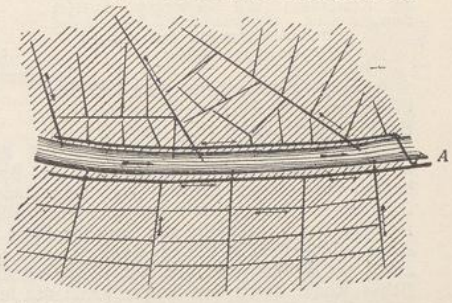


Fig. 2. Anordnung eines Kanalnetzes nach dem Abfangsystem. *A* nach dem Rieselfeld oder der Kläranlage. - - - Regenauslaß.

Die Sammelkanäle der Hauptentwässerungsgebiete werden schließlich zu einem Hauptsammler vereinigt, der die Abwässer nach dem Orte hinführt, von dem aus die unschädliche Beseitigung derselben stattzufinden hat (Fächersystem, Fig. 1). In vielen Fällen gestatten aber die örtlichen Verhältnisse, wie Flußläufe, Oberflächengestaltung, ausgedehnte Entwässerungsfläche, diese Projektierungsweise nicht, so daß zwei und mehr selbständige Entwässerungsgebiete und Hauptsammelkanäle angeordnet werden müssen. Auch ist es nicht immer möglich, eine ausreichende Vorflut für die Sammelkanäle zu gewinnen, weshalb aus einzelnen Gebieten, unter Umständen von der ganzen Entwässerungsfläche das Abwasser zeitweise oder das ganze Jahr hindurch durch Pumpanlagen gehoben werden muß. Hiernach werden noch folgende Kanalnetzsysteme unterschieden:

Das Abfangsystem (Fig. 2), Verbindung der unmittelbar nach den eine Stadt durchschneidenden oder berührenden Flüssen laufenden Kanäle durch Abfangkanäle, die als Sammelkanäle parallel dem Flusse liegen. Ohne Abfangkanäle, also bei unmittelbarer Einmündung der Kanäle in den Fluß, wird das System Perpendikularsystem genannt (Fig. 3). Die meisten älteren Kanalisationen sind so ausgeführt. Das System muß aber wegen der fast immer damit verbundenen Flußverunreinigungen in der Regel als unzulässig bezeichnet werden. — Das Parallel- oder Zonensystem (Fig. 4). Die Entwässerungsgebiete sind hierbei in ihrer Längenausdehnung und mit ihren Hauptkanälen entweder parallel zur Talachse, oder dieselben sind in verschiedenen Höhenlagen mit mehr selbständig ausgebildeten Sammelkanälen mit Rücksicht auf Pumpbetrieb, Spülung der tieferen Zonen, Entlastung der unteren Stadtteile angeordnet. — Das Radialsystem besteht in der Anordnung völlig unabhängiger, bestimmt abgegrenzter Entwässerungsbezirke. Jeder dieser Bezirke (Radialgebiet) bildet hierbei meist auch betreffs des Verbleibes seiner Abwässer ein Ganzes für sich (Fig. 5). Bei nicht ausreichender Vorflut, z. B. bei hochgelegenen Rieselfeldern, erhält jedes Radialgebiet eine eigne Pumpstation und einen besonderen Fortleitungskanal oder eine Druckrohrleitung (durch Hobrecht [4] bei der Kanalisation von Berlin zur Anwendung gebracht). Die örtlichen Verhältnisse verlangen nicht selten auch eine Kombination der angeführten Systeme (vgl. z. B. Fig. 6).

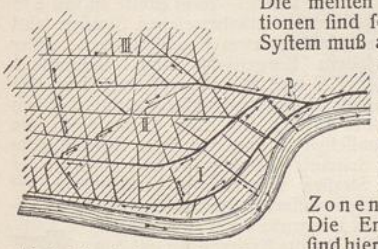


Fig. 4. Kanalnetz nach dem Zonen- oder Parallelsystem. I Unterzone, eventuell mit Pumpstation bei *P*. II Mittelzone. III Obere Zone. - - - Regenauslaß.

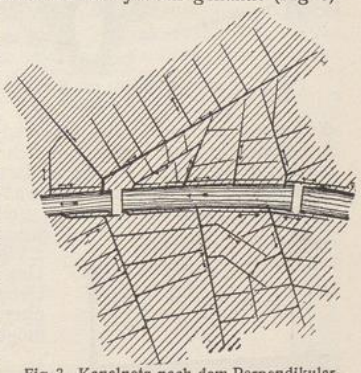


Fig. 3. Kanalnetz nach dem Perpendikularsystem.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

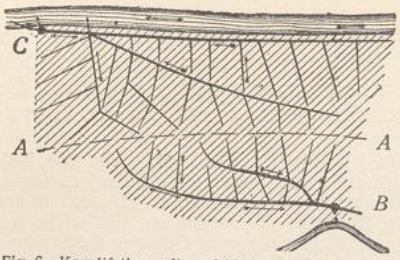


Fig. 6. Kanalisation mit verschiedenem Verbleib der Kanalwässer. *A A* Bergrücken. *B* Nach dem Rieselfeld. *C* Kläranstalt. • Pumpstation, falls Gefälle nach dem Rieselfeld mangelt. - - - Regenauslaß.

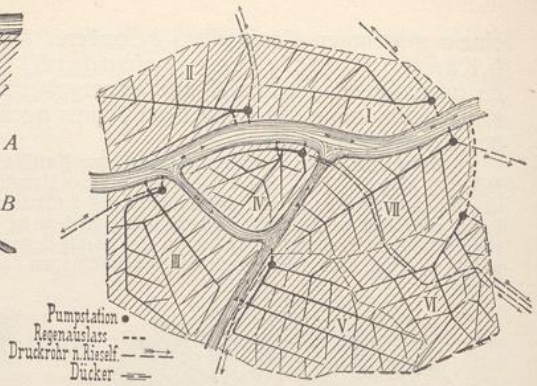


Fig. 5. Kanalisation nach dem Radialsystem.

Das Stufensystem, vom Verfasser dieses zuerst für Niederschöneweide bei Berlin vorgeschlagen [25], nach seinem Projekte auch in Tsingtau ausgeführt, ist dadurch gekennzeichnet, daß bei flachem Gelände an den Stellen, von welchen ab der Bau der Hauptsammelkanäle der zu großen Tiefe halber oder wegen großen Grundwasserandranges zu schwierig oder zu teuer wird, Pumpschächte mit vorzugsweise elektrisch-automatischem Betrieb angeordnet werden und durch diese Anlagen das Kanalwasser nur um eine Stufe von wenigen Metern in höher liegende Sammler eines anschließenden Entwässerungsgebietes gehoben wird. Das gehobene Wasser dient gleichzeitig zur Spülung der von ihm durchflossenen Sammelkanalstrecken. Schließlich gelangt sämtliches Wasser durch den Sammelkanal des letzten Gebietes nach der Hauptpumpstation.

Bemessung der Größe des Entwässerungsgebietes. Die in den nächsten Dezennien zu erwartende Vergrößerung des zu entwässernden Ortes ist zu berücksichtigen, ebenso die künftige Bebauung [5], [25], [60], [61]. Jedem Kanalisationsplan soll deshalb die Aufstellung eines Bebauungsplans vorausgehen. Von den Außengebieten kommendes Wasser ist, soweit es nicht oberirdisch oder durch besondere Abzugskanäle abgeleitet werden kann, in die Kanalisation mit aufzunehmen und tunlichst zur Spülung der Kanäle auszunutzen. Höhenaufnahmen der Stadtoberfläche nebst Umgebung, Ermittlung der Bevölkerungsdichtigkeit und Bevölkerungszunahme, Untersuchung der Vorflut- und Hochwasserverhältnisse, Grundwassermessungen und Bodenuntersuchungen sind außerdem erforderliche Vorarbeiten. Vgl. [25], [26], [60] und [65].

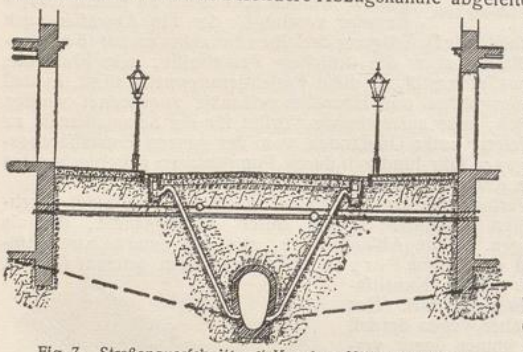


Fig. 7. Straßenquerschnitt mit Kanal in Mitte der Straße. —— Gasrohr. ═══ Wasserrohr. — - - Hauskanal.

Lage, Tiefe, Gefälle und Profile der Kanäle. Die Kanäle sind in der Regel in der Straßenmitte anzulegen; in Straßen von 20—25 m Breite an sowie in besonders verkehrsreichen Straßen wird empfohlen, zwei Kanalleitungen, unter jedem Bürgersteig eine, anzuordnen (Fig. 7 und 8). Beim Trennsystem, bei dem das Regenwasser gesondert durch die Regenwasserkanäle abgeleitet wird, empfiehlt sich bei Straßen bis 12 m Gesamtbreite die Anordnung je eines Regen- und Schmutzwasserkanales, zwischen 12 und etwa 20 m Straßenbreite die Anlage je eines unter jedem Bürgersteige liegenden Schmutzwasserkanales und eines in der Straßenmitte befindlichen Regenwasserkanales, und bei Straßen von etwa 20 m Breite an die Anordnung von zwei Schmutzwasserkanälen und zwei Regenwasserkanalleitungen. Betreffs Anordnung der Kanäle in einer Baugrube beim Trennsystem s. Fig. 59, 59a. Mit Rücksicht auf die Kreuzungen mit den Gas- und Wasserleitungsröhren sollten die Kanäle eine Ueberdeckung von mindestens 2 m bis zur Straßenoberfläche besitzen; behufs der wünschenswerten Ermöglichung der Kellerentwässerungen ist eine Ueber-

Fig. 8. Straßenquerschnitt mit zwei Kanälen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

deckungshöhe von tunlichst 3 m erforderlich. Beim Beginn der Kanäle können im Bedarfsfalle die Ueberdeckungshöhen bis um 0,5 m vermindert werden. Die Tiefenlage der Hauptsammler ist hauptsächlich abhängig von den Vorflutverhältnissen. Gestatten letztere die erwünschte Tiefenlage nicht, so muß, besonders in flach gelegenen Orten, bei welchen die Tiefe der Sammler maßgebend für die Gefälle aller übrigen Kanäle ist, eine Pumpstation zur künstlichen Hebung der Wässer aus dem tiefgelegten Hauptsammler errichtet werden. Die Gefälle der Kanäle folgen gewöhnlich ungefähr den Straßengefällen, sollten aber tunlichst so groß gewählt werden, daß das abfließende Schmutzwasser (der Trockenwetterabfluß) ausreichende Geschwindigkeit (wenigstens 0,60—0,70 m in der Sekunde) sowie ausreichende Schwimmtiefe (mindestens 2 cm Wassertiefe) erhält. Zu starke Gefälle begünstigen in den Seitenkanälen ein schädliches Trockenlaufen; in den Hauptkanälen verursachen sie zu große Abflußgeschwindigkeit und infolgedessen starke Abnutzung der Kanalsohlen durch die mitgeführten Sande und sonstigen Sinkstoffe. Gefälle unter 1 : 300 für Anfangskanäle von 20—30 cm lichter Weite, unter 1 : 500 bei Nebenkanälen von 30—60 cm lichter Weite, unter 1 : 1000 bei Sammlern von 60—100 cm lichter Weite und unter etwa 1 : 2500 bei großen Sammelkanälen von 100—200 cm lichter Weite bedingen schon sorgfältigen Spülbetrieb zur Reinhaltung der Kanäle [6], [7], [25]. Zu starke Gefälle, etwa über 1 : 10 bei Anfangskanälen, 1 : 25 bei Nebenkanälen und 1 : 50 bis 1 : 200 bei größeren Kanälen werden durch Gefällsabstürze oder Abstufungen verringert (bei Rohrkanälen in den Schächten anzuordnen, Fig. 9 und 9a) [7], [61], [65], [74]. Die Rücksicht auf die Gesamtgefällsverhältnisse erfordert nicht selten ein Abweichen von den wünschenswerten Normaltiefen der Einzelkanäle. Das vorteilhafteste Kanalprofil ist das Eiprofil, das bei den verschiedenen Wassertiefen meist günstige Abflußgeschwindigkeiten und namentlich bereits bei kleinen Durchflußmengen gute Wasser-(Schwimm-) Tiefen aufweist, wodurch dem Wasser in geringen Mengen eine vorteilhaftere Spülkraft als im Kreisprofil innewohnt. Indes wird bei den kleineren Tonrohrkanälen das runde Profil vorgezogen, weil eiförmige Tonröhren teurer sind und nicht so formgerecht hergestellt werden als die runden [69]. Bei Zementbetonröhren verdient die Eiform auch mit Rücksicht auf größere Festigkeit gegen Druck von oben den Vorzug. Beide Profilformen kommen in der Regel in lichten Weiten von 25—50 cm zur Anwendung, wobei die Breitenmaße um je 5 cm zunehmen. Beim normalen Eiprofil beträgt die lichte Höhe das $1^1/_2$fache der Breite. Ueber die genannten Dimensionen hinaus empfiehlt sich die Verwendung von alsdann schlupfbaren Rohrprofilen nicht; es sollen vielmehr sofort die begehbaren größeren Profile angewendet werden. Diese werden in der Regel eiförmig gewählt unter Einhaltung des normalen Verhältnisses 3 : 2 der Höhe zur Breite (Fig. 10), letzteres, soweit nicht bei den kleineren, besonders dem 60 cm weiten Profil, eine für die Begehbarkeit günstigere Höhe (Mindesthöhe 1—1,10 m) eingehalten wird (Fig. 10a). Als Vermittlungsprofil zwischen den 50 cm weiten Röhren und den kleinsten begehbaren Profilen ist das ellipsenförmige Rohrprofil von 0,75 m Höhe und 0,50 m Weite zu empfehlen. Beispiele von Profilnormalien für Mischwasserkanäle geben Fig. 11—22, solche für Regenwasserkanäle Fig. 23 bis 28. Bei über 1,5 m hohen Sammelkanälen ist die Anlage von Banketten über dem Niveau des Schmutzwasserlaufes auf einer oder auf beiden Kanalseiten empfehlenswert (Fig. 19—22 und 29), wodurch eine besondere Niederwasserrinne gebildet und größere Profilbreite erzielt wird. Durch letztere ergibt sich geringere Flutwassertiefe und dadurch besseres Wasserspiegelgefälle sowie geringere Kanaltiefe. Bei sehr

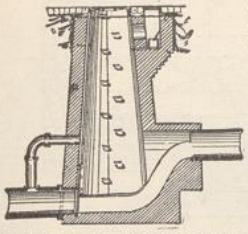


Fig. 9. Schacht mit Gefällsabsturz.

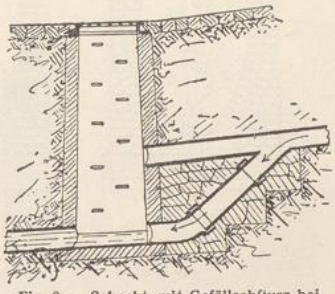


Fig. 9a. Schacht mit Gefällsabsturz bei kleineren Rohrkanälen.

Fig. 10a. Ueberhöhtes Eiprofil.

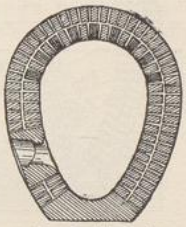


Fig. 10. Normales Eiprofil.

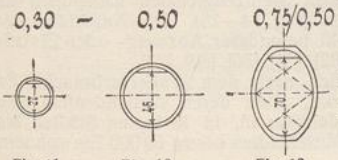


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.

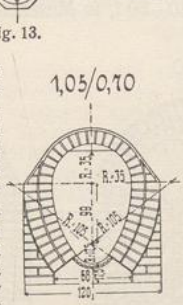


Fig. 14.

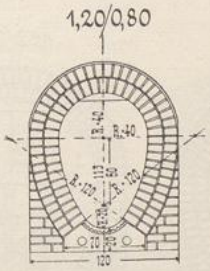


Fig. 15.

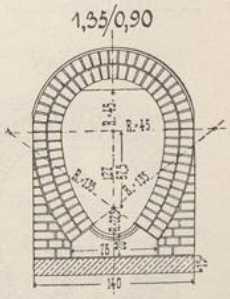


Fig. 16.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

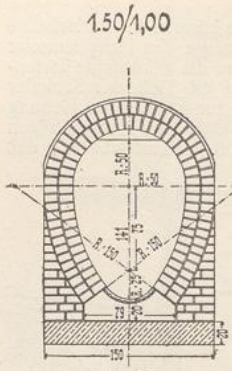


Fig. 17.

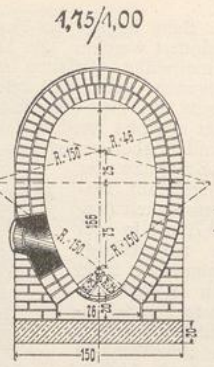


Fig. 18.

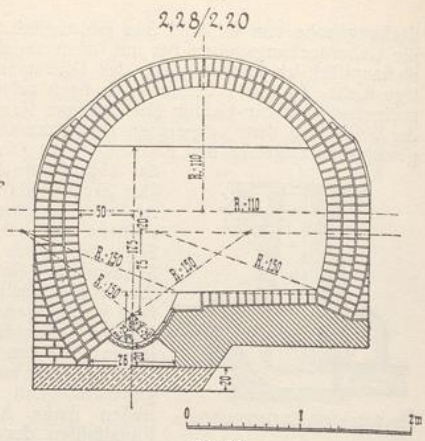


Fig. 22.

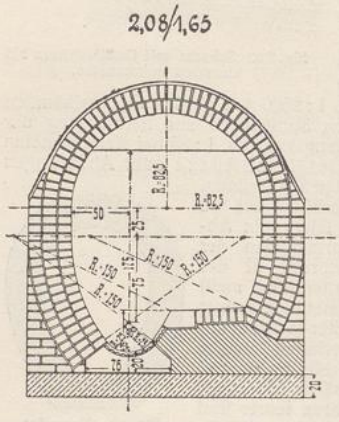


Fig. 21.

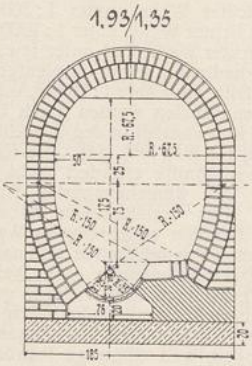


Fig. 19.

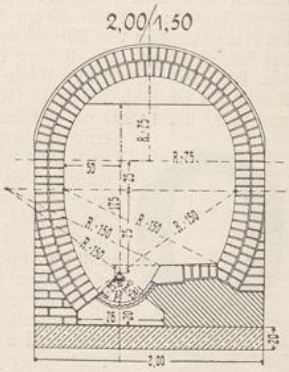


Fig. 20.

großen dauernd fließenden Waffermengen und bei Regenauslaßkanälen bleiben die Bankette weg (Fig. 23—28 und 30). Die Sohle der begehbaren Kanäle wird gewöhnlich durch befondere Formfteine (Sohlftücke) aus Granit, Bafaltlava, Steinzeug und Zementbeton hergeftellt (Fig. 10, 10 a und 29). Bei letzterem Material ift die Auflegung von Steinzeugfchalen namentlich da angebracht, wo auch die Rohrkanäle aus Steinzeug beftehen (Fig. 14—28). Die Anfchlüffe der Haus- und Straßenentwäfferungsleitungen erfolgen vermittelft befonderer Abzweig- oder Einlaßftücke (Fig. 10, 10 a, 18 und 29); vgl. a. [6], [7], [13], [25], [32], [34], [36], [60], [73].

Die **abzuführende Schmutzwaffermenge** richtet fich nach dem Waffer verbrauch. Es kann angenommen werden, daß die ftädtifchen Waffer werke, ohne deren Vorhandenfein eine Kanalifation, namentlich die Schwemmkanalifation, nicht denkbar ift, in kleineren Städten bis zu 20 000 Einwohnern durchfchnittlich täglich 60—80 l, in Mittelftädten bis zu 50 000 Einwohnern

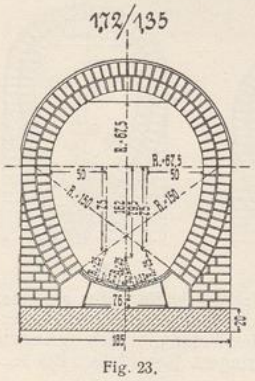


Fig. 23.

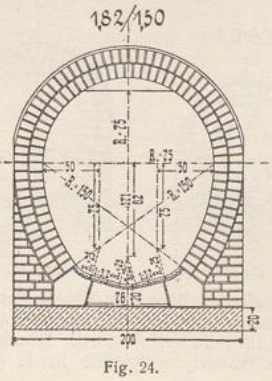


Fig. 24.

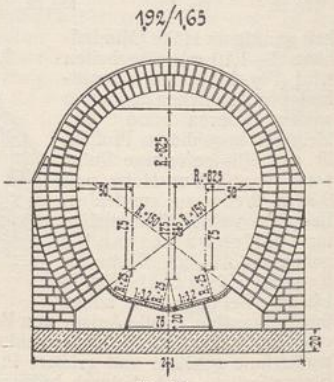


Fig. 25.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durchschnittlich täglich 80—120 l, in größeren Städten durchschnittlich täglich 120—150 l auf den Kopf unter der Voraussetzung abgeben, daß eine den Wasserverbrauch außergewöhnlich vermehrende industrielle Tätigkeit nicht vorherrschend ist. Als durchschnittliche Mittelzahl darf demnach allgemein für Städte ein täglicher Wasserverbrauch von 100—120 l auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet werden [6], [7], [13], [25]. Der größte Tagesverbrauch innerhalb eines Jahres verhält sich zum mittleren Tagesverbrauch etwa wie 1,5 : 1. Der größte Stundenverbrauch beträgt rund 6—8 % oder im Mittel etwa 6,67 % des zugehörigen Tagesverbrauches. Der absolut größte Stundenverbrauch beträgt demgemäß $1{,}5 \cdot 6{,}67\,\% = 10\,\%$ des durchschnittlichen Tagesverbrauches oder, diesen zu 100 l angenommen, 10 l auf den Kopf der Bevölkerung, entsprechend 0,00278 l in der Sekunde.

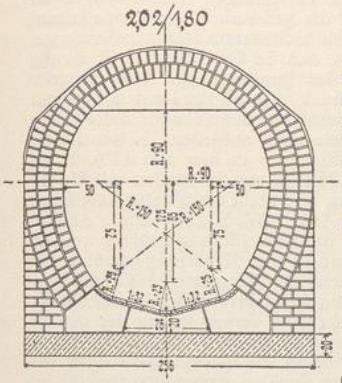


Fig. 26.

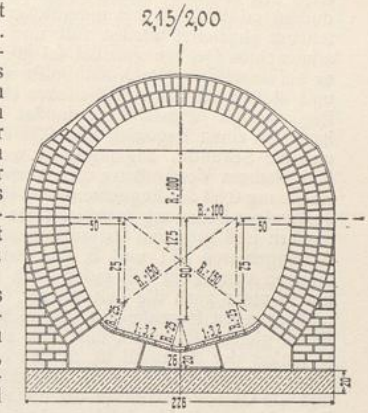


Fig. 27.

Je nach der Bevölkerungsdichtigkeit, die in Landhausgebieten 50—125, in weiträumig bebauten Stadtgebieten 150—200, in mitteldicht bebauten Stadtgebieten 200—300 und in dicht bebauten neueren Stadtgebieten 300—400 Menschen, dagegen in älteren ganz dicht bebauten Stadtteilen 500—700 und mehr

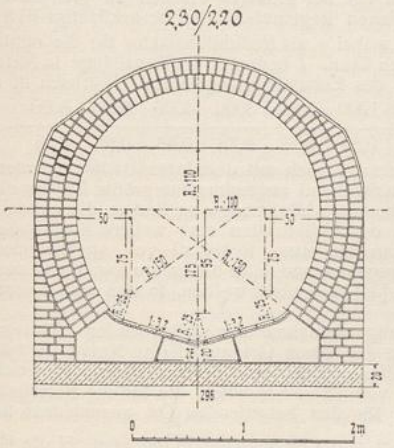


Fig. 28.

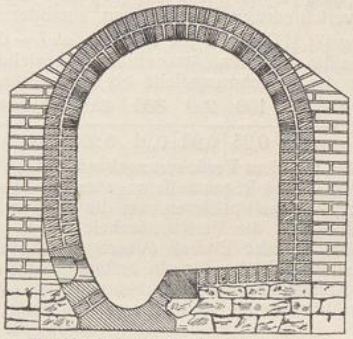


Fig. 29. Kanalprofil mit Seitenbankett.

Menschen auf 1 ha bebautes Gebiet einschließlich der Straßenfläche in sich begreift, kann hiernach die Menge des von 1 ha des Stadtgebietes und damit von dessen gesamter Fläche überhaupt abfließenden Schmutzwassers bestimmt werden. — Vielfach wird auch angenommen, daß die Hälfte des gesamten Schmutzwassers innerhalb neun Tagesstunden durch die Kanäle abzuführen sei, entsprechend einem durchschnittlichen Stundenmaximum von 5,5 % der gesamten Tagesschmutzwassermenge. Die Abflußzeiten und damit die Schwankungen im Schmutzwasserabfluß in bezug auf Zeit und Höhe derselben sind auch von der Größe des Entwässerungsgebietes abhängig; vgl. [6], Tabelle S. 279.

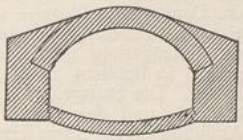


Fig. 30. Regenauslaßkanal.

Die **Menge der menschlichen Exkremente** beträgt ohne das auf rund 10—15 l pro Kopf und Tag sich belaufende Klosettspülwasser, das dem Schmutzwasser bereits zugerechnet ist, etwa 1,3 l auf den Kopf täglich [2], [5]—[7], [25].

Das den Kanälen zufließende **Regenwasser** ist seiner überwiegenden Menge wegen für die Bestimmung der Profilgrößen, von Ausnahmefällen, wie Ableitung großer Grundwassermengen, Aufnahme von Bachläufen u. s. w. abgesehen, allein entscheidend. Die richtige Annahme der durch die Kanäle abzuführenden Regenwassermengen ist daher von großer Bedeutung. Maßgebend sind die sogenannten Sturzregen, die selten über eine Stunde Dauer besitzen und den Kanälen die größte Wassermenge während ihres heftigsten, eine Zeitdauer von 20 Minuten gewöhnlich nicht überschreitenden Gusses zuführen [8], [9]. Derartige kurz andauernde Regengüsse, meist Gewitterregen, erreichen nicht selten in der Minute 1 mm Regenhöhe und auch diese Höhe ist in einzelnen Fällen schon um das Doppelte und mehr überschritten worden [5]—[11], [25].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[28], [31], [35], [57], [58]. Zur Ableitung der größten überhaupt vorkommenden Regenfälle kann eine Kanalisation schon der großen Kosten wegen nicht eingerichtet werden. Unter den Kanalisationstechnikern herrscht ziemliche Uebereinstimmung darüber, daß das aus Regenfällen, die je nach den örtlichen meteorologischen Verhältnissen einer Minutenintensität von 0,6—1 mm oder durchschnittlich 0,75 mm minutlicher Regenhöhe entsprechen, stammende Wasser durch die Kanäle schlank abgeleitet werden soll und daß in diesem Falle allen vernünftigen Anforderungen im allgemeinen Genüge geleistet sei [6], [16], [17]. Aber nicht auf die gefallene Regenmenge kommt es bei Bemessung der Kanalprofile an, sondern auf die wirklich abfließende Regenwassermenge, und diese wird von verschiedenen Umständen derart beeinflußt, daß sie stets geringer ist als die Regenmenge. Zunächst verdunstet und versickert ein Teil des Regenwassers. Beispielsweise kann für einen Regenfall von 0,75 mm auf die Minute gerechnet, das ist 125 l auf das Hektar und die Sekunde, angenommen werden, daß von einem Hektar in der Sekunde infolge der stattgehabten Verdunstung und Versickerung durchschnittlich nur noch abfließen: 1. bei dichter Bebauung 0,80 der Regenmenge = 100 l (der Versickerungskoeffizient ψ ist hier also 0,80), 2. bei geräumiger Bebauung (größere Höfe und teilweise Vorgärten) 75 l, 3. aus Stadtteilen mit Einzelhäusern und größeren Gartenflächen 50 l, 4. aus Gärten, Wiesen und nicht bewaldeten städtischen Außengebieten 25 l und 5. von Park- und Waldflächen nur $12^1/_2$ l [6], S. 274. Diese Abflußmengen verringern sich indes noch dadurch, daß, je größer die Entwässerungsgebiete werden, um so mehr auch die Zeit wächst, die das Wasser zum Abfluß in den Kanälen gegenüber der maßgebenden Regenfallzeit gebraucht, und daß der Regen nicht auf der ganzen Niederschlagsfläche gleichmäßig stark fällt, sich auch gewöhnlich auf ein um so kleineres Gebiet beschränkt, je stärker der Regenfall ist, so daß bei wachsender Gesamtfläche eine Verminderung der auf die Flächeneinheit von 1 ha des Entwässerungsgebietes bezogenen Abflußmenge eintritt. Außerdem sind die Gefällsverhältnisse der Kanäle, die Windrichtung und damit die Bewegungsrichtung des Regenschauers im Vergleich zur Abflußrichtung des Wassers in den Kanälen, namentlich aber die bei wachsender Regendauer geringer werdende Regenstärke, von einem nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Wassermenge, die in den Kanälen zusammenströmt. Baumeister, Frühling, Knauff u. a. haben rechnerische und graphische Verfahren zur Bestimmung der von den einzelnen Kanälen abzuführenden Wassermengen angegeben [5], [7], [9], [10], [17], [25], [28], [30], [31], [35], [38], [39], [43], [47], [53], [54], [57], [58]. Den Einfluß der bei größeren Flächen zu gleicher Zeit an verschiedenen Punkten von einander verschiedenen Regenintensitäten berücksichtigt Frühling [7], [17] durch die Formel $\varphi = 1 - 0{,}005\sqrt{l}$, wobei φ als Reduktionsfaktor für die mittlere Intensität mit Intensitätskoeffizient bezeichnet werden kann. l bedeutet die Kanallänge in Metern von der Berechnungsstelle bis zur oberen Grenze des Entwässerungsgebietes. Hiernach ist für

$l =$	100	200	300	400	500	600	800	1000	2000	3000	4000	5000	8000
$\varphi =$	0,95	0,93	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,84	0,78	0,73	0,68	0,65	0,55

Außer mit dem Versickerungskoeffizienten ψ ist hiernach noch mit dem Intensitätskoeffizienten φ die durch die Regenmesserangaben erhaltene, als maßgebend angenommene größte Regenwassermenge zu multiplizieren, um die in Betracht kommende Abflußmenge zu finden, die außerdem noch durch die Verschiedenheit der Regen- und der Abflußzeiten eine weitere Beeinflussung erfährt. Dieser Einfluß (Verzögerungseinfluß) kann für einen Regenfall von angenommener Dauer und Stärke, für ein bestimmtes Entwässerungsgebiet und eine bestimmte Kanalstelle durch die Konstruktion der Abflußkurve [7], [17], [30], [35], [54] klargestellt werden, so daß man hiernach die Abflußmenge zu bestimmen imstande ist.

Einen wertvollen Anhaltspunkt für die richtige Annahme der maßgebenden Sturzregenmengen und der zugehörigen Regendauer gibt die für einen Ort aufgestellte Kurve der jährlichen Sturzregen (Näheres in [7], [10], [57]). Man ersieht aus diesen Kurven, in welcher Stärke für eine gewöhnlich gewählte Regendauer von 15—30 Minuten die für die Berechnung der Kanäle als maßgebend gedachten Sturzregen für den betreffenden Ort anzunehmen sind. Frühling [7] setzt $t_r = \frac{8000\,H}{q_r^3} + \frac{0{,}1\,H}{\sqrt[3]{q_r}}$, wobei t_r die Regendauer in Minuten, H die jährliche Regenhöhe eines Ortes in Millimetern und q_r die von dem Regenfalle von der Dauer t_r auf 1 ha der Niederschlagsfläche in der Sekunde fallende Regenmenge in Litern bedeuten. Wenn die Dauer eines Regens der Abflußdauer eines Wasserteilchens in der längsten Kanalstrecke eines Entwässerungsgebietes gleich ist, so kommt eine Verminderung der Abflußmenge infolge der Verzögerung nicht mehr in Frage, und im allgemeinen wird bei diesem Regenfalle die größte in Betracht zu ziehende Regenwassermenge für das betreffende Entwässerungsgebiet erhalten. Die Sturzregenkurve gibt für die genannte Regendauer die Regenwassermenge für die Sekunde und das Hektar des zugehörigen Entwässerungsgebietes an. Würde die besprochene Abflußdauer in einem Entwässerungsgebiete 1 Stunde betragen, so müßten die Sammelkanäle z. B. auf Grund der Frühlingschen Kurve der jährlichen Sturzregen mindestens 48 Sekundenliter pro Hektar, multipliziert mit den Versickerungs- und Regenintensitätskoeffizienten ψ und φ, bewältigen können. Sofern aber noch nicht von einer für einen Ort als maßgebend angenommenen Sturzregenkurve ausgegangen, sondern, wie es neuerdings oft geschieht, ein Sturzregen von 15—25 Minuten Dauer für die Berechnung der abzuführenden Regenwassermenge als maßgebend erachtet wird, so handelt es sich in erster Linie immer um eine mehr oder minder willkürliche Annahme betreffs der ausschlaggebenden Regenstärke und Regendauer. Mit Rücksicht hierauf und weil immerhin nicht alle auf die Abflußmengen einwirkenden Umstände in Rechnung gezogen werden können, erscheint es auch zurzeit noch zulässig, die auf Grund tatsächlicher Abflußverhältnisse beruhenden Erfahrungsformeln von Bürkli-Ziegler und Brix für die Bestimmung der durch die Kanäle abzuleitenden Wassermengen zu benutzen, sofern nur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

eine ausreichend hohe Annahme des maßgebenden Sturzregens, etwa eines solchen entsprechend einer Dauer von 10—15 Minuten, gemacht wird [6], [7], [11], [15], [16], [25], [28], [29], [32], [34], [61], [63].

Der Verzögerungs- oder besser Abflußkoeffizient, d. i. diejenige Zahl, mit welcher die von einer 1 ha großen Fläche lediglich nach Einwirkung von Versickerung und Verdunstung abfließende größte in Betracht kommende Regenwassermenge multipliziert werden muß, um als durchschnittliche Abflußmenge pro Hektar des jeweiligen Entwässerungsgebietes zu gelten, ist nach Bürkli $1 : \sqrt[4]{F}$ und nach Brix $1 : \sqrt[6]{F}$ (F die Fläche des Entwässerungsgebietes in Hektaren). Die Bürklische Formel empfiehlt sich zur Anwendung bei flachgelegenen Entwässerungsgebieten und die Brixsche, welche größere Abflußmengen ergibt, für gefällreicheres Gelände. Bei Annahme einer maßgebenden Regenhöhe von 0,75 mm, auf die Minute gerechnet, ergeben sich beispielsweise nach Bürkli und Brix folgende Abflußmengen in Sekundenlitern pro Hektar bei weiträumiger städtischer Bebauung:

Abfluß pro Hektar	Größe der Entwässerungsgebiete in Hektaren												
	bis 2	2—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	30—40	40—50	50—75	75—100	100—150	150—200
nach Bürkli	75	55	46	40	37	35	33	31	29	27	25	23	21
„ Brix .	75	67	56	52	48	46	44	43	41	39	37	35	33

Die Ergebnisse der Formeln können durch Berücksichtigung bestimmter Regenfälle unter Zuhilfenahme einer mittleren Kurve der jährlichen Sturzregen, oder der nachstehenden allgemeinen Angaben über Regendauer und Regenstärken in den europäischen Städten mit mittleren Regenverhältnissen bei 600—700 mm Jahresregenhöhe für einzelne Fälle überprüft werden. Vorsichtshalber wird man unter kleinere Abflußmengen als solche, die Dauerregen entsprechen, bei welchen eine Verzögerung für das ganze Entwässerungsgebiet nicht mehr in Frage kommt, nicht heruntergehen.

Beim Gebrauch der Formeln ist zu beachten, daß von einer Vereinigungsstelle zweier und mehrerer Kanäle an die Leistungsfähigkeit des aufnehmenden Kanals der Summe der Leistungen der zusammengeführten Kanäle entsprechen sollte. — Bei Kanalnetzen ist diese Rechnung nicht allein maßgebend. Hier pflegt man in der Regel für die an der Grenze des Entwässerungsgebietes gelegenen obersten Kanäle ein Minimalmaß der Lichtweite (je nach Umständen 150—200 mm für Schmutzwasserkanäle und 250—300 mm für Misch- und Regenkanäle) a priori festzusetzen. Sodann ist zur Verhütung von Rückstau notwendig die weitere Bedingung zu erfüllen, daß an jeder Vereinigungsstelle der unterhalb dieser folgende Kanal mindestens jene Wassermenge transportieren kann, welche von den daselbst einmündenden voll laufenden Kanälen zusammen eingebracht wird. Diese zwei Vorbedingungen führen mit Beachtung der normal üblichen (handelsüblichen) Kanalprofile ohne weiteres zu einem Kanalnetze, welches in der Regel auch zur Ableitung der Hochflut genügt. Durch passend angebrachte Regenausläufe (s. unten) kann eventuell der unerwünschten Vergrößerung der Lichtweiten vorgebeugt werden; ebenso ist, wenn das nach den angegebenen Regeln entworfene Netz nicht vollständig für den Hochwasserabfluß genügen würde, die Korrektur für Erfüllung der letzten Bedingung leicht zu vollziehen. Selbstverständlich darf bei voll laufenden Kanälen die Minimalgeschwindigkeit von 700 mm auch hier nicht unterschritten werden.

Bei Berechnung der Kanalprofile wird ganze Füllung angenommen. Wenn es sich um Kanäle handelt, welche nur Schmutzwasser abführen, also um die Schmutzwasserkanäle beim Trennsystem, so wird für diese außer einer reichlichen Annahme für die von der Entwässerungsfläche gelieferte sekundliche Schmutzwassermenge nur halbe Füllung vorgesehen. Ausgenommen hiervon sind lediglich größere, etwa über $^1/_2$ m lichter Weite hinausragende Kanalprofile (Anfangsprofile 150, 175, 200 mm, je nach den Umständen). Vgl. a. S. 355.

Im allgemeinen lassen sich über Regendauer und Regenstärken größerer Regenfälle in den europäischen Städten mit einer mittleren jährlichen Regenhöhe von 600—700 mm folgende durchschnittliche Angaben ([7], [8], [25], [28[, [30], [53], [54], [57]) machen:

1. Starke, öfter vorkommende Landregen währen etwa 3—10 Stunden bei 0,1 mm minutlicher Höhe, entsprechend 16,7 Sekundenlitern auf 1 ha. 2. Häufiger eintretende Sturzregen von 1—2 Stunden Dauer haben 0,33 mm minutliche Höhe, entsprechend 56 Sekundenlitern auf 1 ha. 3. Im Jahre etwa 2—3 mal auftretende bedeutendere Sturzregen dauern ungefähr 30—45 Minuten an bei rund 0,5 mm minutlicher Höhe und 83 Sekundenlitern auf 1 ha. 4. Vereinzelt, etwa einmal im Jahre vorkommende sehr starke Sturzregen von rund 15—30 Minuten Dauer zeigen 0,67 mm minutliche Höhe und liefern 112 Sekundenliter. 5. Etwa in 1—2 Jahren einmal fallende wolkenbruchartige Sturzregen dauern etwa 10—20 Minuten bei 0,75 mm minutlicher Regenhöhe, entsprechend 125 Sekundenlitern auf 1 ha. 6. Seltener, etwa in 2—4 Jahren einmal auftretende Wolkenbrüche und Sturzregen dauern etwa 5—15 Minuten und besitzen rund 1 mm minutliche Höhe, entsprechend rund 167 Sekundenlitern auf 1 ha. Noch mächtigere, etwa die gleichen letztgenannten Zeiten dauernd oder sonstige über die andern angeführten Zeiten hinausgehende Regenfälle können durchschnittlich alle 5—15 Jahre einmal vorkommen, brauchen aber in der Regel nicht berücksichtigt zu werden.

Für generelle Projektaufstellungen und für weniger umfangreiche Kanalisationen kann man sich mit einer einheitlichen Abflußzahl für Nebenkanäle (etwa 15—30 ha Entwässerungsgebiet) und einer solchen für Sammelkanäle begnügen. Die der obigen Tabelle entsprechenden Zahlen würden die folgenden sein: Nach Bürkli für Nebenkanäle 50 l, für Hauptkanäle 27 l pro Hektar und Sekunde; nach Brix für Nebenkanäle 62 l und für Hauptkanäle 39 l pro Hektar und Sekunde; Näheres [6], S. 270—278. Unter $^1/_2$ mm Regenhöhe pro Minute, also für geräumig bebaute Stadtgebiete unter zwei Drittel der obigen Zahlen, sollte bei Kanalberechnungen auch bei besonders günstigen Verhältnissen keinesfalls heruntergegangen werden. Zugrunde

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gelegte wirkliche Abflußmengen einiger Städte: Barmen 70 l bei gewöhnlicher Bebauung, abnehmend nach $\frac{1}{\sqrt[3]{F}}$; Bingen a. Rh. 73 l, abnehmend nach Brixscher Formel; Köln 133,6 l bei dichter Bebauung, bis 50,1 l bei offener Bebauung; Chemnitz 50—17 l; Frankfurt a. M. 90 l dichte Bebauung, 60 l offene Bebauung, abnehmend nach Bürkli, in dem steileren Gelände nach Brix; Freiburg 100—25 l; Hamburg 39 l; Kaiserslautern 110—56 l; Königsberg 60—40 l; London 35—23 l; Mainz 55—28 l; Mannheim, dichte innere Stadt 84 l, Vorstadt 63 l, weiträumige Außenstadt 42 l, alles abnehmend nach Bürkli; München 76—35 l; Paris 42 l; Posen und Stettin 50 l, abnehmend nach Brix; viele englische Städte 35 l; Wien rund 90—25 l [56], Verzögerungsbestimmung nach Abflußlinien (vgl. Bodenseher, Ueber Städteentwässerungsanlagen, Zeitschr. des Oesterr. Arch.- und Ingen.-Ver. 1900); Wiesbaden, dichte Bebauung 105 l, weitläufige Bebauung 80 l, Villenviertel 50 l, alles abnehmend nach Brix [2], [5], [6] (gegen früher erhöhte Zahlen).

Berechnung der Kanalprofile. Aus der Größe des zu einer Kanalstrecke gehörigen Entwässerungsgebietes und der nach den vorhergehend genannten Methoden zu bestimmenden Abflußmenge pro Hektar ergibt sich die Hochwassermenge M. Da $M = Fv$ (F der Wasserquerschnitt = Kanalquerschnitt bei voll laufenden Kanälen; v mittlere Geschwindigkeit) und $v = k\sqrt{r\alpha}$ (α relatives Wasserspiegelgefälle), so ist es nicht schwierig, wenn auch zeitraubend, sich eine graphische oder Zahlentabelle zur Kanalberechnung herzustellen, wenn r und k bekannt sind (r ist die hydraulische Tiefe, k ein Erfahrungskoeffizient, welcher nach Kutter [14] aus der für Kanäle geeigneten Formel $k = \frac{100\sqrt{r}}{m+\sqrt{r}}$ gefunden wird, wobei m ein die Rauhigkeit der Kanalwände berücksichtigender Koeffizient ist, welcher zweckmäßig = 0,35 angenommen wird). Annähernd kann hiernach für Kanalprofile von 0,10—0,30 m lichter Weite $k = 40$, von 0,30—0,80 m lichter Weite $k = 50$, von 0,80—1,60 m lichter Weite $k = 60$ und für größere Kanalprofile $k = 70$ bei voll laufenden Profilen gewählt werden. Näheres über die Berechnung der Kanalquerschnitte in [2], [4]—[7], [9], [10], [12]—[14], [16], [25], [55], [68], [71], [72], [75], in welchen Werken zum Teil umfangreiche Zahlen- und graphische Tabellen gegeben und verschiedene Formeln empfohlen worden sind. Die Rechnungsresultate, der Nachweis der Profile, die Kanal- und Wasserspiegelgefälle, die einzelnen Strecken und Nebenanlagen u. s. w. werden zweckmäßig tabellarisch dargestellt [6], [10], [15]. Das für die Bestimmung von Geschwindigkeit und Wassermenge maßgebende Gefälle ist das Wasserspiegelgefälle. Die Kanalsohlenhöhen sind so einzurichten, daß die nach unten wachsenden Wassertiefen keinen Rückstau bewirken, daß also den Differenzen der Wasserspiegel entsprechende Sohlenabstufungen bei den Zusammenfluß- und Profilwechselstellen angeordnet werden. Am sichersten wird dies erreicht, wenn bei den Profilwechseln die Scheitel der Kanäle in gleicher Höhe liegen (Scheitelfolge gegenüber der Sohlenfolge). Genaue rechnerische Ermittlung der einzuhaltenden Sohlenhöhen empfiehlt sich bei größeren Kanalanlagen.

Regen- oder Notausläße, Entlastungskanäle, Anstammlungs- oder Ausgleichsbehälter. Die Anlage von Regenausläßen, auch Not- oder Sturmausläße genannt, ist für regenwasserführende Kanäle eine Notwendigkeit, weil sonst die Kosten der meisten Kanalisationen wegen der riesigen Profilgrößen der Sammelkanäle und der schwierigen weiteren Behandlung der zeitweise enormen Wassermengen unerschwingliche würden. Durch die genannten Ausläße werden die Kanäle zur Regenzeit dadurch entlastet, daß das Kanalwasser, sobald es durch Regenwasser ausreichend verdünnt ist, durch seitliche Ueberfälle entweder unmittelbar nach einem öffentlichen Wasserlauf oder zunächst nach einem Kanal (Regenauslaßkanal, Entlastungskanal) austreten kann. Letzterer führt entweder nach einem Wasserlauf oder in selteneren Fällen nach einem Anstammlungsbehälter (Teich), von dem nach Beendigung des Regens das angesammelte Wasser wieder nach und nach einem geeigneten Punkte des Kanalnetzes zufließt [25]. Die Verdünnung des gewöhnlich fließenden Schmutzwassers durch das Regenwasser muß, wenn die Regenüberfälle zu wirken beginnen, so groß sein, daß durch das ausfließende verdünnte Kanalwasser keine hygienisch bedenklichen Zustände entstehen. Es kommt hierbei wesentlich auf Wassermenge und Abflußverhältnisse des aufnehmenden Wasserlaufes an (s. Flußverunreinigung). Gewöhnlich begnügt man sich mit der Forderung, daß beim Beginn des Ueberlaufes sich die Regenwassermenge zum Trockenwetterzufluß wie 4 : 1 verhalten soll (vierfache Verdünnung). Bei Einmündung der Regenausläße in kleine Wasserläufe, besonders innerhalb der Ortsbereiche, oder in stehende Gewässer muß man höhere Verdünnungszahlen, etwa von 1 : 8 bis 1 : 12 und mehr wählen, während bei Sammelkanälen von großen Entwässerungsgebieten unter günstigen Abflußverhältnissen für das Ueberlaufwasser bis zum Verhältnis 1 : 1 heruntergegangen werden kann. Die Berechnung der Länge und Ueberlaufhöhe der Ausläße erfolgt nach den beim Wasserbau für Ueberfallwehre (s. d.) üblichen Formeln. Es ist vielfach erforderlich, die Regenausläße mit Vorrichtungen zu versehen, welche Sink- und Schwimmstoffe zurückhalten (Tauchwände, Sandfänge mit Eintauchplatten, Fig. 31). Aeltere Kanäle können oft zweckmäßig als Regenauslaßkanäle benutzt werden. Die Ausmündung der Auslaßkanäle sollte für das ganze Profil oder für ein Teilprofil

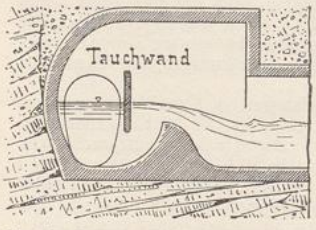


Fig. 31. Regenauslaß mit Tauchwand.

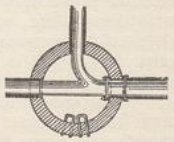


Fig. 32. Kanalschacht (Grundriß).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

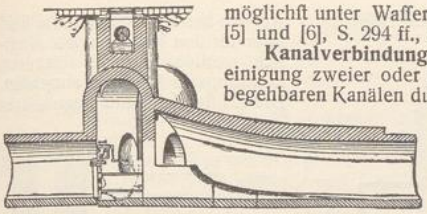


Fig. 34. Kanalverbindung (Längenschnitt).

möglichst unter Wasser erfolgen. Näheres u. a. in [5] und [6], S. 294 ff., [7], [25], [51], [52].

Kanalverbindungen und Schächte. Die Vereinigung zweier oder mehrerer Kanäle erfolgt bei begehbaren Kanälen durch Kanalverbindungen und bei Rohrkanälen durch Schächte (Fig. 9, 32 und 33). Es ist hierbei zu beachten, daß das abfließende Wasser keine Stauung oder wesentliche Geschwindigkeitsverminderung erleiden soll. Kanalachsen und -wände müssen aus diesem Grunde tangential ineinander übergehen und die Höhenlage der einzelnen Kanalsohlen ist so zu wählen, daß mindestens bei Trockenwetterzulauf die Wasseroberflächen der sich vereinigenden Kanäle in der gleichen Höhe liegen. Bei den Kanalverbindungen wird der Uebergang der Wölbung des Hauptkanales nach den Wölbungslinien der einmündenden Nebenkanäle durch ein sogenanntes Trompetengewölbe vermittelt (Fig. 34—37). Die Sohlenübergänge werden am besten durch Werksteinstücke hergestellt; auch bei den Schächten (Kanalbrunnen) sollte das untere Profil der Kanäle bis zur Widerlagshöhe unter Herstellung tangentialer Uebergänge durchgeführt werden, so daß Schlammsäcke (Fig. 38) und dadurch Ablagerungen vermieden werden. In die Wände der Kanalschächte, welche kreisförmigen, ovalen oder viereckigen Querschnitt haben können, werden behufs besserer

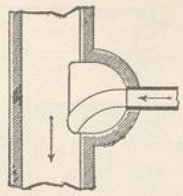


Fig. 33. Verbindung eines Rohrkanals mit einem begehbaren Kanal (Grundriß).

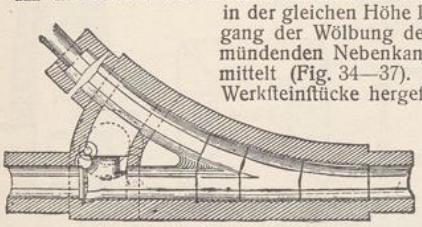


Fig. 35. Kanalverbindung (Grundriß).

Zugänglichkeit Steigeisen mit je 0,3 m Höhenabstand eingemauert. Die Abdeckung erfolgt durch in Rahmen liegende gußeiserne Deckel, welche oben entweder gerippt oder mit Asphalt-, auch Holzklotzfüllung versehen sind (Fig. 39—45). Die Einsteigweiten wechseln von 0,52—0,70 m. Außer zwecks Vermittlung der Vereinigung von Kanälen werden die Kanalschächte behufs Ermöglichung der Revision und Spülung ausgeführt (vgl. a. Einsteigeschacht). Die Entfernung der Schächte beträgt bei Rohrkanälen durchschnittlich 60 m. Zwischen je zwei Schächten sollten die nicht begehbaren Kanäle in völlig

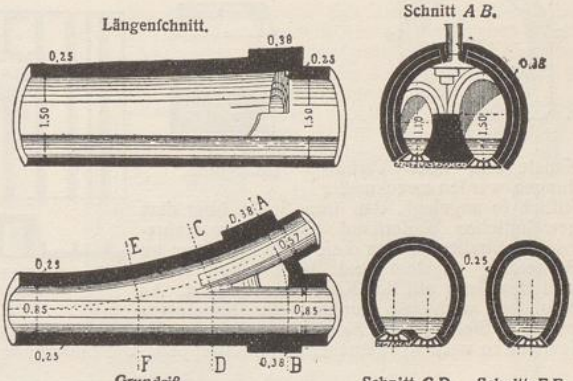


Fig. 36. Verbindungsbauwerk für zwei Kanäle.

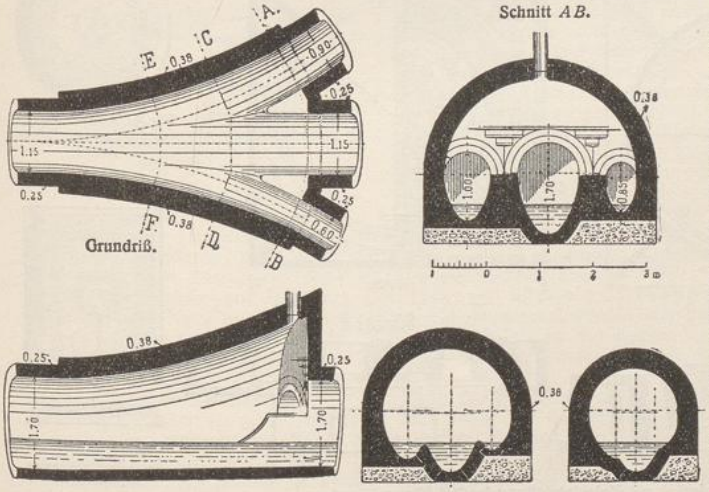


Fig. 37. Verbindungsbauwerk für drei Kanäle.

gerader Linie angelegt werden, um von Schacht zu Schacht einen freien Durchblick zu ermöglichen. Um bei stark gekrümmten Straßen oder bei öfterem Gefällswechsel einen Teil naheliegender Schächte zu ersparen, werden bisweilen je zwischen zwei Einsteigschächten, sogenannte Lampenschächte (Fig. 46) eingeschaltet, in welchen innerhalb des Kanals ein herabgelassenes Licht vom nächsten Schacht aus beobachtet und so die betreffende Kanalstrecke revidiert

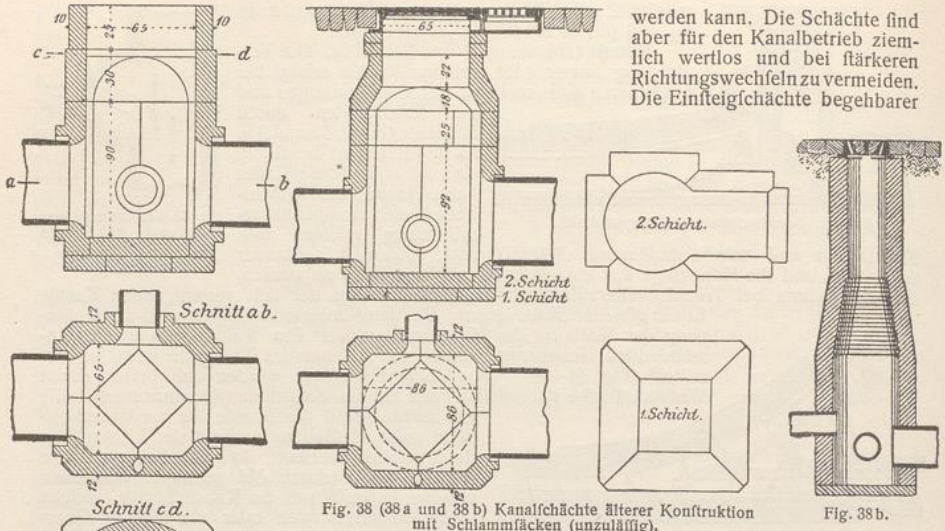


Fig. 38 (38a und 38b) Kanalschächte älterer Konstruktion mit Schlammsäcken (unzulässig).

Fig. 38b.

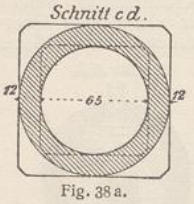


Fig. 38a.

werden kann. Die Schächte sind aber für den Kanalbetrieb ziemlich wertlos und bei stärkeren Richtungswechseln zu vermeiden. Die Einsteigschächte begehbarer

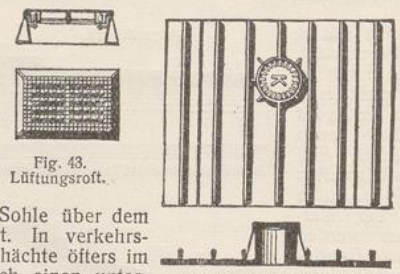


Fig. 43. Lüftungsrost.

Fig. 41. Schieberschachtabdeckung.

Fig. 39. Abdeckung mit gerippten Eisendeckel.

Kanäle und ihrer Verbindungen werden zweckmäßig seitlich so angelegt, daß ihre Sohle über dem gewöhnlichen Wasserstand liegt. In verkehrsreichen Straßen werden diese Schächte öfters im Bürgersteig angelegt und durch einen unterirdischen Gang mit den Kanälen verbunden. An besonders wichtigen Punkten der Kanalnetze treten an Stelle der mit Steigeisen versehenen Einsteigschächte die Treppenschächte nach Art gemauerter Kellertreppen. Die Entfernung der Einsteig-

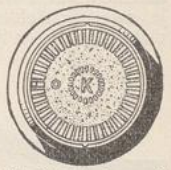
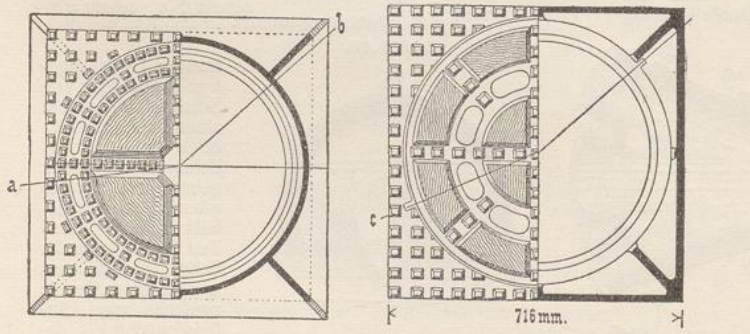


Fig. 40. Abdeckung mit asphaltiertem Eisendeckel.



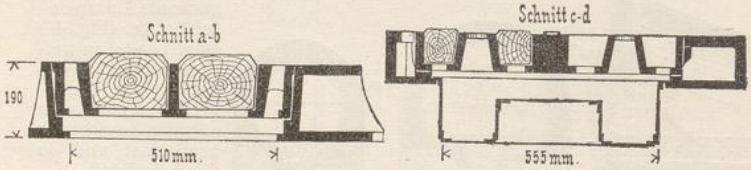


Fig. 44. Schachtdeckel mit Holzklotzfüllung sowie Lüftungsöffnungen ohne und mit Schmutzbehälter.

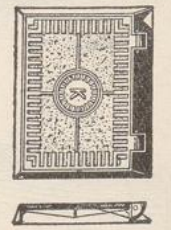
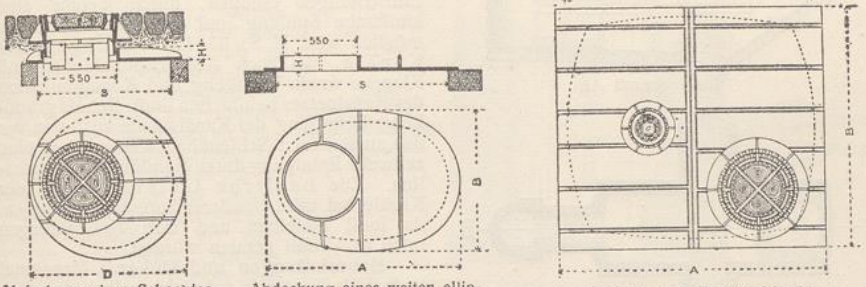


Fig. 42. Treppenschachtabdeckung, asphaltiert.

schächte begehbarer Kanäle soll durchschnittlich nicht über 150 m betragen. Ruhekammern (auf kurze Strecken erhöhte Kanalprofile) werden bei beschwerlich begehbaren Kanälen bis zu 1,5 m lichter Höhe zwischen den Schächten in Entfernungen von je 30—60 m im Interesse der die Kanäle begehenden und in denselben arbeitenden Personen angelegt, um denselben das Aufrichten aus ihrer gebückten Stellung zu gestatten.

Lüftung der Kanäle ist in hygienischer und technischer Hinsicht durch Anordnung von Luftöffnungen an möglichst vielen Stellen des Kanalnetzes unbedingt nötig. Andernfalls würde die Luft in den Kanälen stagnieren und sich daselbst schlechte Gase ansammeln, sowie bei



Abdeckung eines Schachtes größerer Weite. Abdeckung eines weiten elliptischen Schachtes. Schieber und Einsteigeschacht.

Fig. 45. Verschiedene Schachtabdeckungen.

Sturzregen durch die in den Kanälen vor der Hochwasserwelle sich zusammenpressende Luft Störungen im Wasserablaufe eintreten. Zur Erzielung des erforderlichen Luftaustausches werden alle höchsten Punkte des Kanalinnern in den Verbindungen, Abzweigungen und Ruhekammern sowie die Schächte und, falls diese zu weit auseinander liegen, die Kanalgewölbe selbst mit Luftöffnungen versehen, welche nicht über 60—70 m auseinander liegen sollten. Sie werden entweder durch besondere mit den Schächten in Verbindung stehende gemauerte Kasten oder Röhren gebildet, die mit Rosten abgedeckt sind, oder die Kanalschachtdeckel sind zu diesem Zweck durchbrochen (Fig. 43—45). Die durch die Oeffnungen von der Straße einfallenden Körper können durch Eimer oder Hängeschalen von den Kanälen abgehalten werden. Um eine möglichst rasche Lufterneuerung in den Kanälen zu erzielen, wird den auf die Straßenoberfläche mündenden Luftöffnungen eine zweite Reihe höher gelegener Oeffnungen gegenübergestellt, welche entweder durch besondere in oder an den Häusern angebrachten, über Dach gehenden Abluftröhren, oder, was am zweckmäßigsten ist, durch die über Dach verlängerten Fallröhren der Hauskanalisationen (s. Kanalisation der Privatgrundstücke), besonders der Klosettfallröhren, gebildet werden. Die dadurch bedingten Luftdruckdifferenzen bewirken die meiste Zeit des Jahres über einen ausreichenden Luftzug. Zur Schaffung abgegrenzter Ventilationsbezirke und Regelung des Luftzuges können Luftklappen (bewegliche Hängebleche) in den Kanälen angeordnet werden [15]. Manchmal werden auch besondere Lüftungsschornsteine errichtet und, wo angängig, Fabrikschornsteine an die Kanäle angeschlossen. Bei nicht genügenden Luftdruckdifferenzen sowie im Sommer findet vielfach stromabwärts gerichteter Luftzug statt [2], [5], [7], [25], [48].

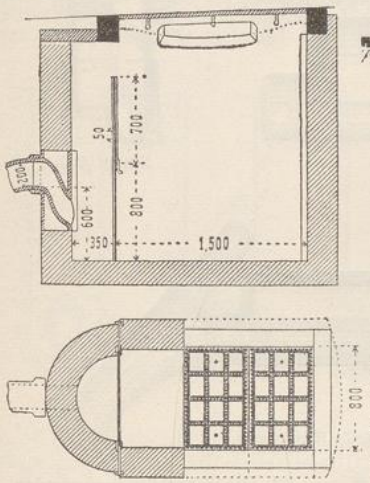


Fig. 47. Kleiner Geschiebesammler (Baden-Baden).

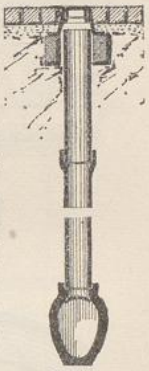


Fig. 46. Lampenschacht.

Straßenentwässerung. Die Ableitung des auf den Straßen sich sammelnden Regen- und Schneeschmelzwassers geschieht durch die längs den Bürgersteigen sich hinziehenden Pflasterrinnen, von welchen diese Wässer in die Straßensinkkasten (Rinneneinläße) und von diesen durch Rohrleitungen nach den Kanälen sich ergießen (Fig. 7 und 8). Zur Abhaltung der von Außengebietsgräben und kleinen Wasserläufen mitgeführten Geschiebe (Sand und Kies) ist es geraten, Geschiebesammler anzulegen. Es sind dies vor dem Kanaleinfluß angeordnete Schächte

oder gemauerte Kammern, durch welche das Wasser langsam ($v = 10$—25 cm) hindurchfließen muß, so daß sich die mitgeführten schweren Stoffe daselbst ablagern (Fig. 47). An dieser Stelle sei auch auf die Schneeeinwurfschächte hingewiesen (Fig. 47 a, 47 b und 47 c).

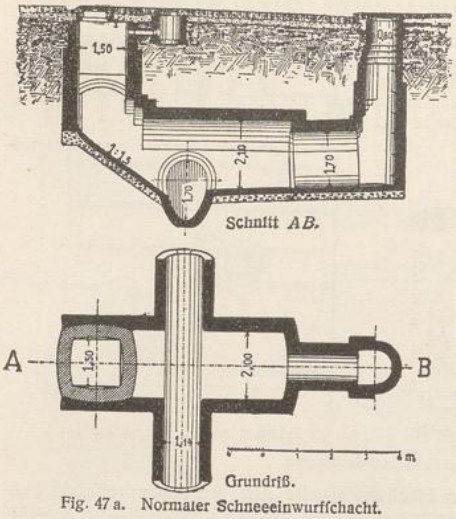


Fig. 47 a. Normaler Schneeeinwurfschacht.

Spülung und Kanalbetrieb. Eine völlig selbsttätige und gesicherte Fortspülung aller Sinkstoffe wird durch das Haus- und Regenwasser allein bei keiner Kanalisation erreicht; stets werden durch Sand und gröbere Sinkstoffe Ablagerungen in den Kanälen sich zeit- oder streckenweise bilden. Deshalb müssen letztere Einrichtungen erhalten, durch welche eine künstliche Spülung und Reinigung derselben möglich wird (s. Spüleinrichtungen für Kanäle, wo auch Absperrspülschieber und Klappen sowie Verästlung und Kommunikation des Kanalnetzes besprochen sind). Behufs gründlicher Reinigung der Kanalwände auch von der sich ansetzenden Schleimhaut (Sielhaut) ist eine zeitweise Reinigung durch Handbetrieb erforderlich. Die bauliche Unterhaltung der Kanäle hat mit besonderer Sorgfalt zu erfolgen, da sonst dieselben und ihre Nebenanlagen rasch in Verfall geraten würden.

Heberleitungen und Düker. Manchmal treffen die Kanäle so auf nicht verlegbare andre Kanäle, große Gas- und Wasserleitungen, Bach- und Flußläufe, daß ein Umgehen derselben durch Kanalüberführungen (Heberleitungen) oder Kanalunterführungen (Düker) notwendig

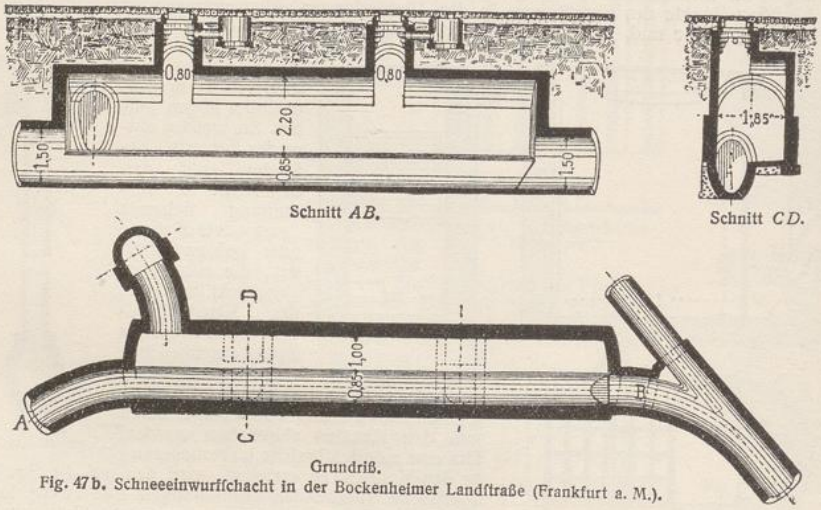


Fig. 47 b. Schneeeinwurfschacht in der Bockenheimer Landstraße (Frankfurt a. M.).

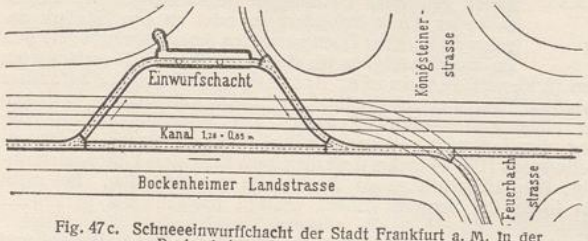


Fig. 47 c. Schneeeinwurfschacht der Stadt Frankfurt a. M. in der Bockenheimer Landstraße (Lageplan).

ist. Die Heberleitungen werden so angelegt, daß in einem Sammelschacht das abschließbare, von oben zu füllende Heberrohr unter den tiefsten Wasserstand reichend beginnt und in einem jenseits des zu übersteigenden Gegenstandes angeordneten Schacht, von dem aus der unterbrochene Kanal sich fortsetzt, gleichfalls unter Wasser endigt. Wenn sich im höchsten Punkte des Hebers zu viel Luft ansammelt, hört die Heberwirkung auf, weshalb Einrichtungen zur Luftabsaugung getroffen werden müssen [21] u. [22]. Die Anlage von Dükern ist wegen des mehr gesicherten Betriebes derjenigen von Hebern gewöhnlich vorzuziehen. Sofern ausreichende Fürsorge gegen Verstopfungsgefahr durch genügende Gefälle und zweckmäßige Querschnitte getroffen wird,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kann ein Aufhören des Durchflusses von selbst, wie bei den Hebern, nicht eintreten (Fig. 48). Größere Düker, welche durch Flanschröhren aus Stahlblech mit innen versenkten Nietknöpfen hergestellt werden sollten, erhalten gewöhnlich Sandfänge vorgelagert [5], [7], [25]. Einrichtungen zur Spülung sind dabei empfehlenswert. Die Ausführung von Doppelleitungen, wovon bei gewöhnlichen Wasserzuflüssen abwechselnd nur ein Rohr in Tätigkeit ist und das zweite Rohr durch Vermittlung eines umschaltbaren Ueberlaufes bei größeren Zuflüssen zur Benutzung kommt, ist einfachen Dükern vorzuziehen, weil infolge der größeren Durchflußgeschwindigkeit in einem kleineren Rohre weniger Ablagerungen entstehen. Aus dem Grunde möglichster Profileinschränkung ist es deshalb auch zweckmäßig, vor Beginn eines Dükers, wenn angängig, einen Regenauslaß vorzusehen.

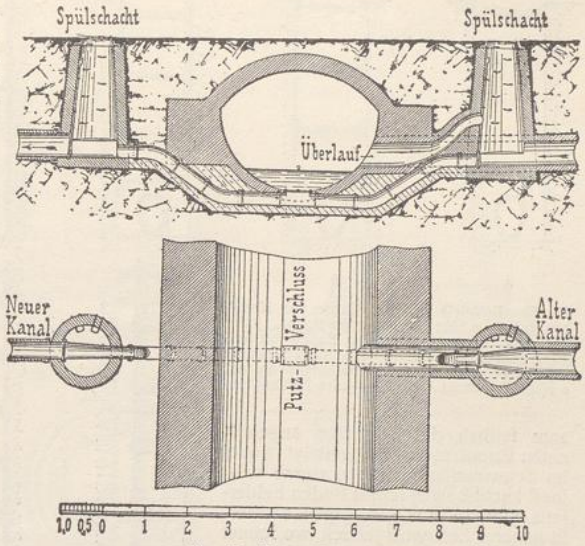


Fig. 48. Kleine Dükeranlage.

Künstliche Hebung des Kanalwassers. Wenn eine genügend tiefe Vorflut für den Abfluß des Hauptsammlers nicht zur Verfügung steht, so muß das Kanalwasser durch ein Pumpwerk künstlich gehoben werden. (Näheres s. Wasserhebung.)

Ausführung der Kanäle. Die Schwierigkeiten, welche bei der Ausführung von Kanälen entstehen, sind in der Hauptsache bedingt durch die Herstellung der Baugrube und durch die Wasserhaltung. Eine Uebersicht über die verschiedenen im Gebrauch befindlichen Absprießungsmethoden ergeben Fig. 49 und 50. Vgl. [7], [25], [32]—[34], [56], [60], [65], [66]. Bei großen Bautiefen,

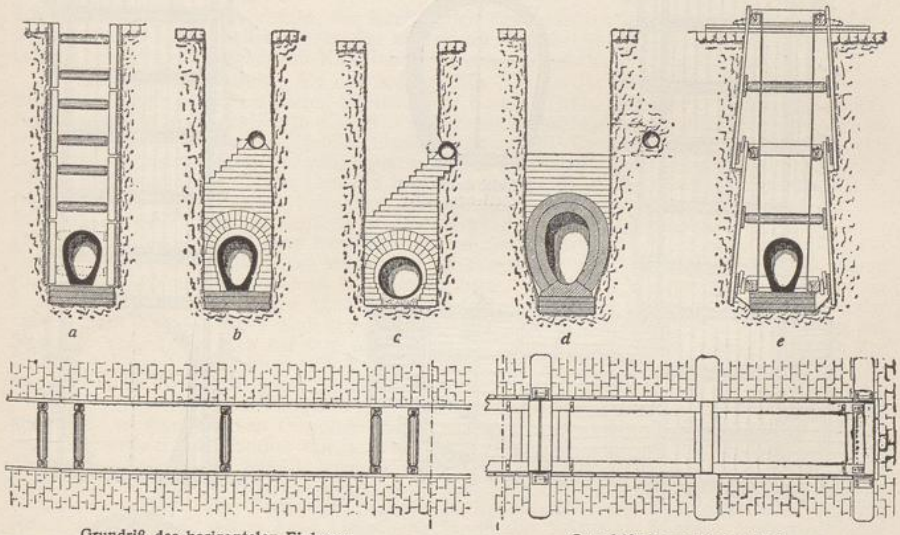


Fig. 49. Sicherung der Gas- und Wasserrohre im Kanalgraben (Kölner Normalien). *a* Horizontaler Einbau des Kanalgrabens. *b* Rohr im Kanalgraben. *c* Rohr dicht hinter der Wandung. *d* Rohr bis 0,40 m hinter der Wandung. *e* Vertikaler Einbau des Kanalgrabens.

etwa von 9 m Tiefe des Kanales an, oder wo das Aufbrechen der Oberfläche mit großen Störungen u. dergl. verbunden sein würde, kann der Tunnelbetrieb sich vorteilhaft gestalten. Fig. 51 gibt eine Darstellung, wie in Köln die Tunnelbauweise für die Herstellung der Kanäle zur Anwendung gekommen ist [24], [32], [49], [50], [70]. Aus umfangreicheren Kanalbaugruben erfolgt der Erdaushub vorteilhaft nicht mehr durch Wurf, sondern durch maschinelle Hebung in Erdgefäßen, welche entweder kippbar oder mit Klappboden versehen sind. Das Grundwasser wird während des Baues durch Drainageröhren oder durch Rinnen in der Baugrube bis

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

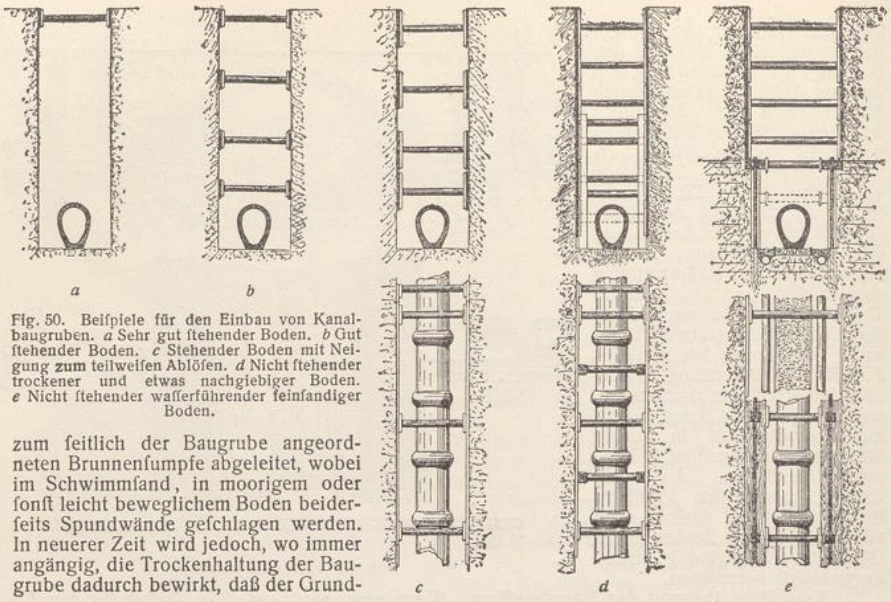


Fig. 50. Beispiele für den Einbau von Kanalbaugruben. *a* Sehr gut stehender Boden. *b* Gut stehender Boden. *c* Stehender Boden mit Neigung zum teilweisen Ablösen. *d* Nicht stehender trockener und etwas nachgiebiger Boden. *e* Nicht stehender wasserführender feinsandiger Boden.

zum seitlich der Baugrube angeordneten Brunnensumpfe abgeleitet, wobei im Schwimmsand, in moorigem oder sonst leicht beweglichem Boden beiderseits Spundwände geschlagen werden. In neuerer Zeit wird jedoch, wo immer angängig, die Trockenhaltung der Baugrube dadurch bewirkt, daß der Grund-

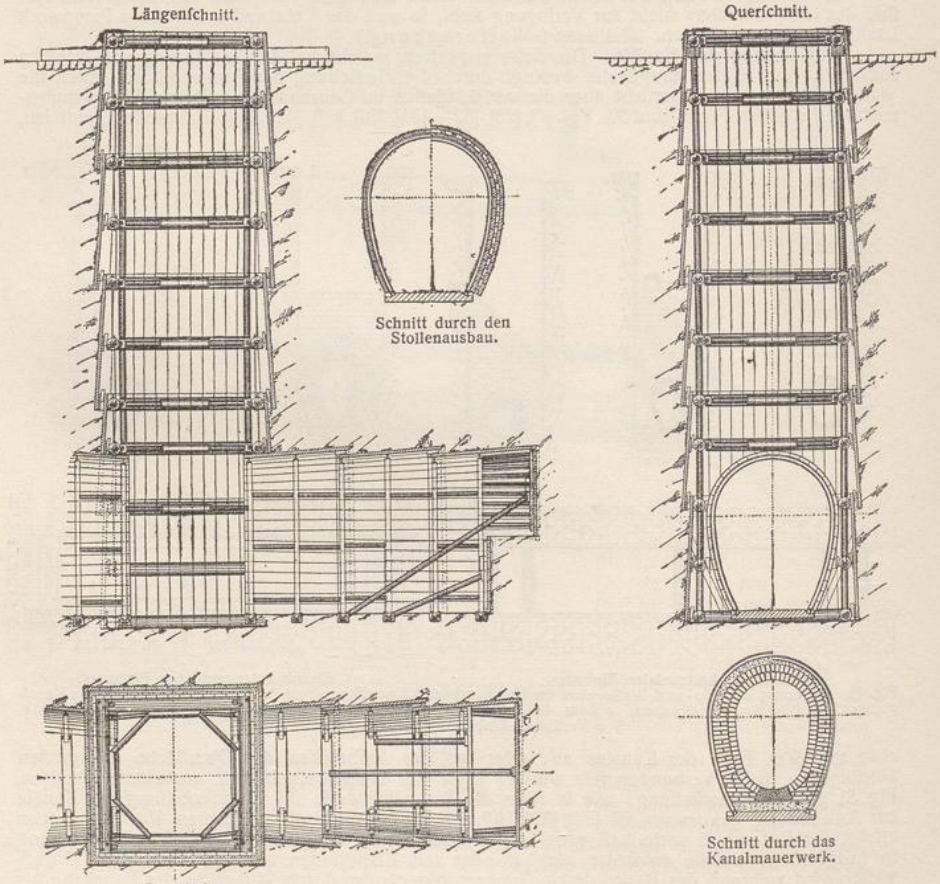


Fig. 51. Ausführung des Sammelkanals in der Johannisstraße zu Köln durch Tunnelbau.

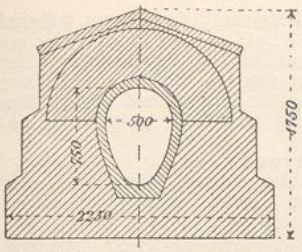


Fig. 52. Sicherung eines unterführten Kanals durch Ummauerung.

wasserstand durch Röhrenbrunnen, welche durch eine gemeinschaftliche Saugleitung verbunden sind, und den Fortschritten des Baues entsprechend, der Baugrube vorauseilend, angeordnet werden, auf eine unter die Baugrubensohle reichende Tiefe gesenkt wird. Durch das hiernach ermöglichte Wegfallen der Spundwände und das bequemere sowie gesündere Arbeiten in der Baugrube werden bedeutende Vorteile erreicht. Vgl. [59]. Bei nicht tragfähigem Untergrund muß durch ausreichend starke Kiesschüttung, durch Betonunterlagen, in moorigem Boden durch Pfahlrostgründung (Holz- oder Betonpfähle mit aufgebrachtem Beton- oder Kieskoffer) die erforderliche Tragfähigkeit des Untergrundes hergestellt werden [41]. Bei Zementbetonröhren über 0,5 m lichter Weite empfiehlt

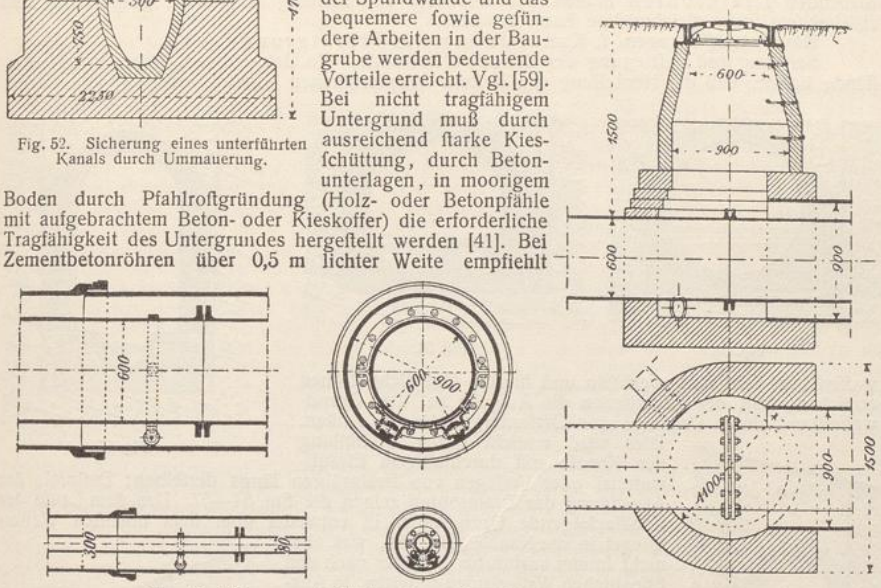


Fig. 53. Sicherung unterführter eiserner Kanalleitungen durch Schutzröhren.

sich, namentlich bei Kreisprofilen, das Ausstampfen des seitlichen Raumes zwischen Baugrubenwand und den äußern Seitenwänden der Röhren mit Magerbeton [64]. Beispiele von Sicherungsanlagen bei Unterführungen von Kanalleitungen unter Eisenbahnen s. Fig. 52 und 53.

Kanalbaumaterialien. Als das vorzüglichste Material für nicht begehbare Straßenkanäle gelten Steinzeugröhren (deren Verdichtung s. Kanalisation der Privatgrundstücke). Aus finanziellen und praktischen Gründen sind runde Steinzeugröhren für die Straßenkanäle als am geeignetsten zu bezeichnen [6], [69]. Sorgfältig hergestellte Zementröhren besitzen vor den Steinzeugröhren den Vorzug der völlig gleichmäßigen Querschnittform, sind aber nicht so säurefest wie die Steinzeugröhren. Dieser Umstand kann jedoch nur für die kleinen Straßenkanalprofile in Fabrikbezirken oder einzelnen Fabrikstraßen ausschlaggebend für die ausschließliche Wahl von Steinzeugröhren sein, da bei Kanälen, die überwiegend gewöhnliches Hauswasser abführen, unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Neutralisation der Säuren stattfindet. Wo nicht wegen großer Geschwindigkeit des Wassers und vermehrter Sandzuführung die Sohle der Kanäle besonderen Angriffen ausgesetzt ist, erscheinen die Zementröhren, obwohl sie eine geringere Härte als die Steinzeugröhren besitzen, gegen Abnutzung ausreichend gesichert. In neuerer Zeit werden unter anderm nach Angabe von v Scholz-Breslau, Zementrohre mit eingelegten Sohlschalen aus Steinzeug hergestellt; auch hat man angefangen, z. B. in Altona, durch inneren Anstrich der Zementrohre mit Keßlers Fluat [20] die Innenflächen zu härten. Gegen Säuren schützt bis zu einem gewissen Grade ein guter Bitumenanstrich. Für die Herstellung der begehbaren Kanäle kommt in erster Linie Backsteinmauerwerk in Zementmörtel in Betracht. Das Kanalmauerwerk sollte nicht in dem üblichen Gewölbeverband, sondern in einzelnen $^1/_2$ Stein starken Gewölberingen hergestellt und hierbei durch völlig satte Mörtelung zwischen den Mauerringen eine durchlaufende dichte Mörtelhülle erzeugt werden, welche für die Kanaldichtigkeit von großer Bedeutung ist. Nur ganz hartgebrannte, glatte und gutgeformte Backsteine sollten zum Kanalbau verwendet werden. Die Sohle der begehbaren Kanäle sollte aus Sohlsteinen von härtesten Natursteinen (Granit, Basalt, Lava, sehr harte Sandsteine) hergestellt werden. Steinzeugschalen auf Zementsohlstücken [18] sind ein guter Ersatz hierfür. Wenn finanzielle Rücksichten zur Beschaffung billigeren Materials nötigen, sind Zementsohlstücke oder Klinker bester Qualität zu verwenden. In vielen Fällen lassen es die Materialpreise vorteilhaft erscheinen, die begehbaren Kanäle, anstatt sie zu mauern, in der Baugrube aus Beton zu stampfen [19]. Für größere Kanalgewölbe kommt auch Eisenbeton in Betracht. Der größte Wert bei der Wahl der Kanalbaumaterialien ist darauf zu legen, daß nur beste Qualität einer jeden Materialart zur Verwendung gelangt und die Verarbeitung in sorgfältigster Weise unter scharfer Kontrolle stattfindet. Unter diesen Umständen ist man berechtigt, den finanziellen Rücksichten bei der Entscheidung über die Wahl der Kanalbaumaterialien einen ausschlaggebenden Einfluß einzuräumen [5], [7], [25], [45], [60], [61], [65], [66]. Gußeisen ist das Material für die Schachtabdeckungen, Spültüren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Spülschieber, Eisenrohrleitungen, besonders Druckleitungen und kleinere Dükeranlagen, während für größere Düker gewöhnlich genietete Röhren aus Schmiedeeisen oder noch besser aus Siemens-Martin-Stahl zur Verwendung gelangen. Der zur Dichtung der Steinzeugröhren verwendete Ton muß fetter Qualität und gut durchgearbeitet sein [4]. Bei Bitumendichtung hüte man sich vor wertlosen Surrogaten. Die zur Abführung des Grund- und Sickerwassers dienenden Drainröhren müssen aus kalkfreier Tonmischung hergestellt, gutgebrannt und rissefrei sein sowie gleichmäßige Form besitzen.

Hausentwässerungen, s. Kanalisation der Privatgrundstücke.

Senkung und Festlegung der Grundwasserstände. Wo Ortsgebiete so hohe Grundwasserstände haben, daß die Herstellung von Kellern Schwierigkeiten bereitet, oder wo die Grund-

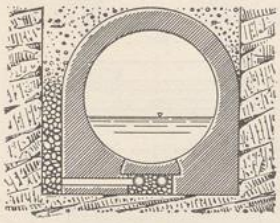


Fig. 54.

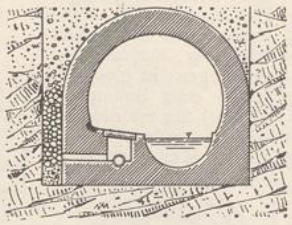


Fig. 55.

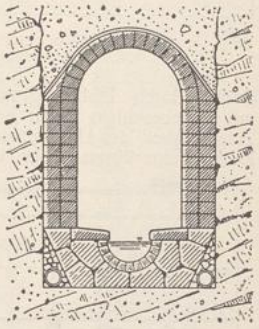


Fig. 57.

wasserstände sehr stark wechseln und hierbei schädliche Höhen erreichen, fällt der Kanalisation die Aufgabe zu, den Grundwasserstand durch Drainage des Ortsuntergrundes zu senken. Dies wird erreicht durch Umhüllung der Kanäle mit durchlässigem Einfüllmaterial oder Verlegen von Drainröhren längs derselben; Beispiele der Anordnung der Drainröhren zeigen die Fig. 54—57. Das dem Laufe der Kanäle folgende Grundwasser ist entweder über dem höchsten Wasserspiegel in die Kanäle (Fig. 58), was aber nicht immer ausführbar ist, oder nach den öffentlichen Wasserläufen zu leiten. In Ausnahmefällen wird bei reichlicher Grundwassermenge zur Anlage von besonderen Drainagesystemen, nötigenfalls unter künstlicher Hebung des Grundwassers, geschritten [32].

Fig. 56.

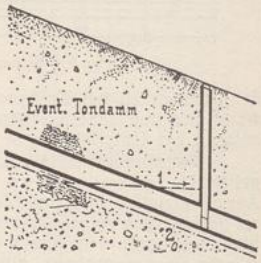


Fig. 58. Einleitung des Grundwassers in einen Schacht. 1 Oberes einzuführendes dicht hergestelltes Drainrohr. 2 Unteres Drainrohr aus nicht gedichteten Röhren.

Entwässerung eingedeichter Ortschaften. Ohne Kanalisation ist die Eindeichung eines Ortes stets mit sanitären Mängeln verknüpft. Nur durch sie wird in Verbindung mit einer Pumpstation außer der jederzeit geordneten Abführung der Schmutzwässer eine auch bei den Flutzeiten ununterbrochene Trockenhaltung des eingedeichten Gebietes erzielt. Hierbei wird der Kanalisation die schwierige Aufgabe gestellt, auch zu Regenzeiten bei hohen Außenwasserständen eine geordnete Wasserableitung zu gewähren. Die Bestimmung der zu pumpenden Wassermengen ist hierbei von besonderer Wichtigkeit, weil die Regenausläße in solchen Fällen außer Wirksamkeit treten (näheres s. Wasserhebung). Die Herstellung von Ausgleichreservoiren (Polder) unter Mittelwasser, in welche das Kanalwasser unter noch zulässigem Aufstau durch besondere Ausläße fließt und aus welchen das Wasser abgepumpt wird, oder auch die Anlage von über Mittelwasser und unter Hochwasser gelegenen Poldern, aus welchen das zu Hochwasserzeiten in sie hineingepumpte Wasser nach Ablauf des Hochwassers ohne weitere Pumparbeit zum Abfluß kommt, ist behufs möglichster Verringerung der Pumpkosten, wo immer angängig, für größere Entwässerungsgebiete in Erwägung zu ziehen.

Reinhaltung der im Ortsbereich gelegenen Gewässer. Durch die Ausführung einer einheitlichen Kanalisation eines Ortes erfahren die innerhalb desselben liegenden Stadtgräben, Bäche und Teiche stets eine Reinhaltung, weil die bislang in solche Gewässer ständig eingeflossenen Schmutzwässer alsdann von den Kanälen aufgenommen werden.

Uebergabe des Kanalwassers an das aufnehmende Gewässer und Reinigung des Kanalwassers. Die unmittelbare Uebergabe der Kanalwasser in die Flußläufe sollte nur da erfolgen, wo eine schädliche Flußverunreinigung (s. d.) sicher als ausgeschlossen gelten darf [5], S. 366 ff. In der Regel bedarf aber das Kanalwasser vor seiner Aufnahme durch die natürlichen Wasserläufe einer mehr oder weniger weitgehenden Reinigung. Diese kann erfolgen durch Kläranlagen (s. d.) oder Rieselfelder (s. Bd. 1, S. 702). Die beste Reinigung des Kanalwassers wird durch die Berieselung erzielt, weshalb diese in erster Linie in Betracht zu kommen hat, wenn die Verhältnisse die sorgfältigste Reinigung des Kanalwassers erfordern [7], [25], [40], [44], [60], [62], [65], [67], [74].

Die **Kosten der Schwemmkanalisation** ohne Rieselfelder oder Kläranlagen, also der eigentlichen Straßenkanäle, betragen pro Kopf der Bevölkerung durchschnittlich 35—60 *M.* und

etwa 5—15 ℳ mehr pro laufenden Meter Kanal. Ganz überschläglich gibt folgende Tabelle ungefähre Kosten für verschiedene Kanalprofile ohne Pump- und Erdarbeit und Nebenanlagen an:

	Gemauerte Kanäle				Zementrohrkanäle							Tonrohrkanäle					
Profil · lichte Höhe	105	120	200*)	270	60	45	37,5	30	60	40	25	10	15	20	30	40	50
Profil · lichte Weite	60	80	150	175	40	30	25	20	60	40	25	10	15	20	30	40	50
Kosten pro lfd. Meter ℳ	32	45	80	120	13	10	8,5	7,5	16	11	6,5	2,5	3,5	5	8	12	17

*) Mit Seitenbankett.

Für Erdarbeit einschließlich Abspriessen der Baugrube, gewöhnlicher Wasserhaltung und Beseitigung des übrigbleibenden Bodens sind 2—3,50 ℳ pro Kubikmeter je nach Tiefe zu rechnen. Die Kosten eines Revisionsschachtes ohne Schieber und besondere Ventilationseinrichtungen betragen, einschließlich Mehrerdarbeit gegenüber der durchgehenden Baugrube, in der Regel $(40\,t + 50)$ ℳ, wobei t die Tiefe des Schachtes in Metern ist. Treppenschächte, die mit dem Kanal durch einen Gang von der Länge g m verbunden sind, kosten bei einer Tiefe t des Kanales gewöhnlich $(36\,t + 50\,g + 60)$ ℳ. Kanalverbindungen von Kanälen bis zu 1,5 m lichter Höhe mit einem hinter dem Trompetengewölbe liegenden Gang von der Ganglänge g kosten nebst Schachteingang bei einer Länge des Trompetengewölbes v ohne Nebenanlagen, wie Spültüren, Schieber, besondere Ventilationen, $(80\,v + 40\,g + 40\,t + 50)$ ℳ. Ruhekammern einschließlich Ventilation erfordern einen Zuschlag von 70—90 ℳ. zu den Kosten des durchgehenden Kanals. Gefällsabstürze in Schächten erfordern pro Meter Absturzhöhe durchschnittlich 30 ℳ. Zuschlag zu den Schachtkosten. Die Spültüren kosten einschließlich Einbau in die Kanäle bei 60 cm weiten Kanälen rund 230, bei 80 cm Weite 350 ℳ. 1 cbm Sohl- oder Verbindungsstein aus Basaltlava kostet durchschnittlich 100—120 ℳ. Zu 1 cbm Kanalmauerwerk aus Maschinensteinen, Reichsformat, sind erforderlich 420 Stück Backsteine und 250 l Mörtel. Zementkalkmörtel (1 Teil Portlandzement, 1 Teil Magerkalk und 6 Teile Sand) enthält in 250 l ebensoviel Sand, 60 kg Zement und 30 kg Kalk. Die Gesamtkosten pro Kubikmeter Kanalmauerwerk einschließlich Unternehmergewinn und Bauführung betragen durchschnittlich 32—35 ℳ. 1 cbm Stampfbeton (1 Teil Zement und 10 Teile Kies und Sand in gehöriger Mischung) kostet durchschnittlich rund 26 ℳ, das Verfugen einschließlich Material rund 2,50 ℳ pro Quadratmeter, gutgeglätteter Zementverputz etwa ebensoviel. Näheres s. [5]—[7], [13], [24], [25].

Für die Durchführung der **Kanalisation unter Ausschluß der Fäkalien** gelten im allgemeinen dieselben Grundsätze wie bei der Schwemmkanalisation. Soweit die Abwässer dieses Systems nicht direkt den Flüssen übergeben werden dürfen, wird eine Reinigung der Wässer durch Kläranlagen Platz zu greifen haben, da eine Reinigung durch Rieselfelder wenig rationell wäre. Die Kosten für Kanalisation und gesonderte Beseitigung der Fäkalien sind derart, daß, namentlich in größeren Orten, durch den Ausschluß der Fäkalien von der Kanalisation keine Ersparnis gegenüber der Schwemmkanalisation erreicht werden kann. Bei der **Trennkanalisation** erfolgt die Ableitung des Schmutzwassers mit oder ohne Fäkalien getrennt von der Ableitung des Regenwassers. Die Profile der Schmutzwasserkanäle bedürfen durch eine solche getrennte Anordnung nur sehr kleiner Maße (vgl. Kanalisationssysteme, besondere), während allerdings das Regenkanalsystem dieselben Profile durchschnittlich aufweisen wird wie ein einheitliches System, falls nicht durch geschickte Linienführung wesentlich kürzere Sammelkanalstrecken erzielt werden. Beispiele einer Schachtanordnung bei Trennkanalisation, wenn Schmutzwasser- und Regenwasserkanäle untereinander angeordnet sind, zeigen die Fig. 59 und 59a. Die Baukosten einer derartigen ausgebildeten vollständigen Doppelkanalisation sind daher in der Regel nicht niedriger. Die Ersparnis, welche beim Bau der Regenkanäle durch deren geringere Tiefenlage erzielt wird, kommt gegenüber den Mehrkosten für das Schmutzwasserkanalnetz nicht in Betracht. Dort, wo es sich darum handelt, die Regenausläufe mit Rücksicht auf eine ungeeignete Vorflut zu vermeiden und die zu reinigenden Kanalwassermengen mit Rücksicht auf den Pump-, Rieselfelder- und Klärbetrieb möglichst zu vermindern, ist selbst in größeren Städten der Trennkanalisation manchmal der Vorzug vor der Schwemmkanalisation nach dem Mischsystem zu geben oder eine Kombination derselben zu empfehlen. Auch für Orte, die langgestreckt und hochwasserfrei an Flußufern liegen, wo also das Regenwasser durch kurze Stichkanäle ohne weiteres abführbar ist, bietet die Trennkanalisation Vorteile.

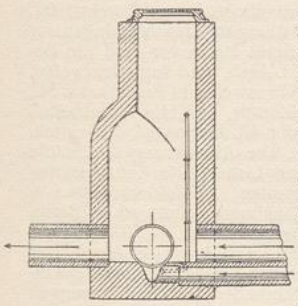


Fig. 59.

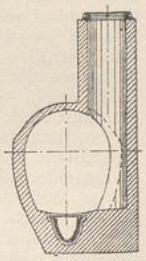


Fig. 59a.

In kleineren und Mittelstädten und besonders in Ortschaften etwa unter 20000 Einwohnern wird man vielfach dazu kommen, dem Trennsystem den Vorzug zu geben, da man sich hier damit begnügen darf, nur das Schmutzwasser überall unterirdisch abzuführen, während das Regenwasser lediglich in den Hauptstraßen durch Kanäle, im übrigen aber durch die Gossen abzuleiten ist. Ja, in vielen kleineren Ortschaften kann auf die unterirdische Regenwasserableitung völlig verzichtet werden. Durch eine derartige, sich nur auf die unterirdische Ableitung der Schmutzwässer erstreckende Kanalisation ist selbst wenig bemittelten Ortschaften die Möglichkeit der Erlangung eines geordneten Zustandes betreffs ihrer Schmutzwasserabführung gegeben, da ganz wesentliche Kostenersparnisse gegenüber der kombinierten einheitlichen Schwemmkanalisation eintreten [23], [5], [2], [7], [6]. Ueber die Wahl des jeweiligen Städtereinigungssystems und die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hierbei zu beobachtenden Grundsätze s. [2], [5]—[7], [25], woselbst auch die Frage der Kostenaufbringung und -verteilung behandelt ist (s. a. [67] und Literatur der Kanalisationssysteme, besondere). Wo eine zu kanalisierende Ortschaft noch nicht mit einer zentralen Wasserversorgungsanlage versehen ist, soll die Errichtung einer solchen ohne Verzug betrieben werden. Unter allen Umständen ist aber in solchen Fällen für ausreichende Spülwassermengen zu sorgen.

Literatur: [1] Mothes, Lexikon der Baukunst, Leipzig 1881. — [2] Blasius und Büsing, Die Städtereinigung, im Handb. d. Hygiene von Weyl, Jena 1894. — [3] Zentralbl. f. allg. Gesundheitspflege von Finkelnburg, Lent u. Wolffberg 1887, Ein Rückblick auf die Kanalisation von London von C. Aird. — [4] Hobrecht, Die Kanalisation von Berlin, Berlin 1884. — [5] Baumeister, R., Städt. Straßenwesen und Städtereinigung, Berlin 1890. — [6] Behring, Bekämpfung der Infektionskrankheiten, hygienischer (technischer) Teil von Brix, Pfuhl u. Nocht, Leipzig 1894. — [7] Frühling, Entwässerung der Städte, in Handb. d. Ingenieurwiss., Bd. Wasserbau, Leipzig 1903. — [8] Hellmann, Ueber Niederschlagsmengen, in Zeitschr. des Kgl. Statist. Bureaus, Berlin 1884, und dessen weitere meteorologische Veröffentlichungen. — [9] Knauff, Stadtregen und ihre Beseitigung, Gesundh.-Ing. 1894. — [10] Derf., Rechnungsunterlagen der Kanalisation von Cottbus, Gesundh.-Ing. 1896, Nr. 24. — [11] Bürkli-Ziegler, Größte Abflußmengen bei städt. Abzugskanälen, Mitteil. des Schweiz. Ing.- u. Arch.-Ver. 1880, Heft 14. — [12] Frank, Alb., Die Berechnung der Kanäle und Rohrleitungen u. s. w., München 1886. — [13] Dobel, E., Kanalisation, Stuttgart 1903. — [14] Kutter, Bewegung des Wassers in Kanälen und Flüssen, Bern 1885. — [15] Brix, Die Kanalisation von Wiesbaden, Wiesbaden 1887. — [16] Frühling, Grundzüge für die Ausführung städt. Entwässerungsanlagen, Gesundh.-Ingenieur 1895, Nr. 20. — [17] Derf., Ueber Regen und Abflußmengen, Civilingenieur 1894, Heft 6. — [18] Köhn, Die Kanalisation von Charlottenburg, Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. 1887 u. 1891. — [19] Magens Vortrag über Betonbau, Deutsche Bauztg. 1896. — [20] Hauenschild, Die Keßlerschen Fluate, Berlin 1895. — [21] Vogdt, Ueber die Anwendung des Hebers zu Entwässerungen, Deutsche Bauztg. 1890, S. 589. — [22] Eger, Heberleitungen f. Entwässerungszwecke, Deutsche Bauztg. 1891, Nr. 21. — [23] Herzberg, Die Kanalisation kleiner und Mittelstädte, Gesundh.-Ingenieur 1896, Nr. 17. — [24] Steuernagel, Ausführung eines Sammelkanales in der Johannisstraße in Cöln, Zentralbl. der Bauverwaltung 1893, S. 365. — [25] Büsing, F. W., Die Städtereinigung, Stuttgart, Heft 1, 1897, Heft 2 1901, Bd. 3 des Werkes Der Städtebau. — [26] Preußischer Ministerialrunderlaß an die Regierungspräsidenten vom 30. März 1896, S. XXXIII, in Schmidtmann, Gutachten betr. Städtekanalisation und neue Verfahren für Abwasserreinigung, Supplementheft zum XVI. der Vierteljahrsschr. für gerichtl. Medizin und öffentl. Sanitätswesen, Berlin 1898. — [27] Pfeiffer, A., Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen auf dem Gebiete der Hygiene, insbesondere das Kapitel Kanalisation des Abschnittes Bauhygiene vom Jahrgang 1897 an, Supplement zur Deutschen Vierteljahrsschr. für öffentl. Gesundheitspflege, Braunschweig, Jahrg. 1898 ff. — [28] Büsing, F. W., Ueber die Bestimmung der von städtischen Kanälen aufzunehmenden Wassermengen, Leipzig 1900. — [29] Derf., Die Entwässerung der Stadt Schöneberg sowie der Vororte Friedenau und Wilmersdorf bei Berlin, Deutsch. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, Braunschweig 1901, S. 474 ff. — [30] Hecker, Beitrag zur Berechnung der Kanalisationsleitungen, Gesundh.-Ingenieur 1901, Nr. 23 u. 24. — [31] Bock, A., Die Regenverhältnisse der Stadt Hannover und die Beziehungen der Regenfälle zur städt. Entwässerungsanlage, Zeitschr. f. Arch. und Ingenieurwesen, 1901, Heft 3. — [32] Städt. Tiefbauamt Frankfurt a. M., Das städt. Tiefbauwesen in Frankfurt a. M., Frankfurt a. M. 1903. — [33] Wenner, V., Die Kanalisation von Zürich, in „Die industriellen Unternehmungen der Stadt Zürich", gewidmet den Teilnehmern an der 43. Jahresverf. d. Deutsch. Vereins der Gas- u. Wasserfachmänner, Zürich 1903; s. a. Weyl, Th., Die Assanierung der Städte in Einzeldarstellungen, III, Zürich, Leipzig 1906. — [34] Geusen und Lisner, Die Kanalisationsanlage Düsseldorfs, Sonderabdruck aus Düsseldorf und seine Bauten, Düsseldorf 1904. — [35] Weyrauch, R., Unterlagen zur Dimensionierung praktischer Kanalnetze, Stuttgart u. Berlin 1904. — [36] Wuttke, Die deutschen Städte, Leipzig 1904, Abt. 9, Der Städtebau. — [37] Dunbar, Berliner Kanalisationswerke und Rieselfelder, Gesundh.-Ingenieur 1904, S. 163. — [38] Heyd, Der Bau von Entlastungskanälen und die Grundlagen des Neuprojektes der Kanalisation von Darmstadt, ebend. 1904, S. 186. — [39] Forbát, Bestimmungen der abzuführenden Größtwassermengen bei Berechnung des Kanalnetzes von Mailand A, ebend. 1904, S. 239. — [40] Keller, Die Vorflutregelung und Abwässerreinigung, A. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 127. — [41] Kanalbau in nachgiebigem Untergrunde, A. Zeitschr. f. Transportwesen 1904, S. 406. — [42] Forbát, Entwässerung der Stadt Hofheim i. T., Deutsche Bauztg. 1904, S. 368. — [43] Frühling, Zur Kanalisation von Neustadt a. d. Hardt, Techn. Gemeindebl. 1904, S. 101. — [44] Schmidt, Vollkanalisation der Stadt Kiel, ebend. 1904, S. 113. — [45] und [46] Bemerkenswerte Kanalbauausführung in Philadelphia; Allg. Zeitschr. f. Transportw. 1905, S. 63. — [47] Heyd, Die Grundlagen zur Berechnung von Städteentwässerungsanlagen, Gesundh.-Ing. 1905, S. 17. — [48] Sewerventilation at Winnipeg, Man. Engin. News 1905, Bd. 53, S. 245. — [49] Difficult sewer tunneling at Sidney, N.S.W. Engin. Record 1905, Bd. 51, S. 439. — [50] Sewer tunneling with a shield in Cleveland, Engin. Record, Bd. 51, S. 513. — [51] Difficulties of construction in an outlet sewer, Engin. Record 1905, Bd. 52, S. 203. — [52] The Broadway outfall sewer, New York, Engin. Record 1905, Bd. 52, S. 530. — [53] Bock, Mitteilungen über die Belastung eines städtischen Kanalnetzes durch einen heftigen Gewitterregen, Journ. f. Gasbel. 1905, S. 1042. — [54] Kayser, Verzögerung des Abflußvorganges bei städtischen Kanalisationen, Techn. Gemeindebl. 1905, S. 193. — [55] Stammenkowitsch, W. A., Arithmometer zur Dimensionierung der Wasserquerprofile und seine Anwendung durch das Kreis- und Eiprofil, Zeitschr. Gesundheit 1905. — [56] Kohl, J., Die Entwässerungsanlagen der Stadt Wien, Wien 1905. — [57] Gerhardt, P., Regen, Grundwasser, Quellen und stehende Gewässer. 1. Liefer., Bd. 1, Die Gewässerkunde, Handb. d. Ing.-Wissensch., 3. Teil, Der Wasserbau, Leipzig 1905. — [58] Heyd, Entwerfen und Berechnen von Städte-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kanalisationen, Katalog der Deutschen Steinzeugwarenfabr. Friedrichsfeld i. B. 1905. — [59] Prinz, E., Die Trockenhaltung des Untergrundes mittels Grundwassersenkung, Zentralbl. d. Bauverw. 1906, Nr. 93. — [60] Klette, Die Entwässerungsanlagen der Stadt Dresden und ihre Ausbildung für die Zwecke der Schwemmkanalisation, Deutsche Bauztg. 1906, Nr. 66, 70, 76 u. 99. — [61] Böhm, Friedr. Paul, Leitende Grundsätze für die Entwässerung von Ortschaften, Leipzig 1906. — [62] Weyl, Th., Die Assanierung der Städte in Einzeldarstellungen, III, Zürich, Bd. 1, Paris, Wien, Zürich, Cöln, Leipzig 1906. — [63] Salomon, H., Die städtische Abwasserbeseitigung in Deutschland, Bd. 1, Jena 1906. — [64] Steiner, F., Beitrag zur Theorie der Röhrentunnels kreisförmigen Querschnitts, Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1906, Heft 26. — [65] Brix, J., und Frühling, A., Gutachten über die Entwürfe zur Kanalisation der Stadt Belgrad, Leipzig 1906. — [66] Neue Schalung für Eisenbetonkanäle, Zeitschr. f. Transportw. 1906, S. 62. — [67] Imhoff, Die biologische Abwässerreinigung in Deutschland, aus Mitteil. a. d. K. Prüf.-Anst. für Wasserversorgung 1906, S. 53 ff. — [68] Effelborn, K., Lehrbuch des Tiefbaues, Die Entwässerung der Städte, Leipzig 1904, S. 629 ff. — [69] Schmidt, Fr., Das wirtschaftliche Wertverhältnis zwischen den ei- und ellipsenförmigen und den kreisförmigen Steinzeugröhren bei Schmutzwasserkanalisationen, Gesundheit 1906, Nr. 23. — [70] Geißler, Herstellung eines Kanales im Tunnelbau, Techn. Gemeindebl. 1906, Nr. 17. — [71] Mensing, W., Kanaltafeln, Bautzen 1906. — [72] Gremand, Graphische Tafeln zur Bestimmung der Dimensionen von Wasserläufen und Kanälen, Zürich 1906. — [73] Heyd, Die Praxis des städt. Tiefbaues, I, Elemente des Kanalbaues, Darmstadt 1906. — [74] Reich, A., Der städt. Tiefbau, Leipzig 1907. — [75] Imhoff, K., Taschenbuch für Kanalisationsingenieure, München und Berlin 1907. — Außerdem wird noch auf die Durchsicht der fortlaufenden fachlichen Veröffentlichungen folgender Zeitschriften verwiesen: Zentralblatt der Bauverwaltung, Deutsche Bauzeitung, Gesundheits-Ingenieur, Gesundheit, Technisches Gemeindeblatt, Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Archiv für Hygiene, Hygienische Rundschau und Mitteilungen aus der Kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. — S. a. Imbeaux, Ed., Assainisement des villes, Paris 1902; ferner die besonders reichhaltigen Kataloge von R. Böcking, Halbergerhütte [76], Geiger, Karlsruhe [77], Budde & Göhde, Berlin, und die Kataloge der bedeutenderen Steinzeugfabriken. *Y. Brix.*

Kanalisationssysteme, besondere, sind entstanden bei Durchführung des Grundsatzes der getrennten Abführung der verschiedenen städtischen Abwässer, weshalb diese Systeme allgemein mit dem Namen Trennsysteme bezeichnet werden. Allen Trennsystemen gemeinsam ist die gesonderte Ableitung der Regenwässer, sei es oberirdisch durch Rinnen, sei es ganz oder zum Teil unterirdisch. Eine Verschiedenheit in den Systemen ergibt sich aber dadurch, daß ein Teil derselben die Schmutzwässer und die Fäkalien durch eine gemeinschaftliche Rohrleitung abführt, während ein andrer Teil sich für die Abführung der Fäkalien einer besonderen Leitung bedient. Ein weiteres unterscheidendes Merkmal ist nebenbei die Art der Bewegungserzeugung des Kanalinhaltes: Natürliches Gefälle, dasselbe unter Verstärkung der Bewegung durch Spülvorrichtungen vorzugsweise selbsttätiger Art (s. Spüleinrichtungen) sowie Druckluft oder Absaugung.

Da beim getrennten System die Brauchwasserkanäle unter der Annahme halber Füllung nur für eine abzuführende Wassermenge von 150—200 l pro Kopf und Tag der Bevölkerung berechnet zu werden pflegen und hierbei ausreichend große Dimensionen erhalten, so ist klar, daß im Bau und Betrieb wesentliche Ersparnisse gegenüber dem einheitlichen System (Mischsystem) entstehen, sofern die Ableitung des Regenwassers in billiger Weise (völlig oberirdische Ableitung, teilweise unterirdische Ableitung, kurze Stichkanäle in nahegelegene Wasserläufe) erfolgen kann. Außer diesen möglichen finanziellen Vorteilen bieten die Trennungssysteme noch den manchmal hoch anzuschlagenden Vorzug, daß die Regenausläufe der Schmutzwasserkanäle in Wegfall kommen. Ferner besitzen die Trennsysteme dort Vorteile, wo mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten der Kanalwasserreinigung oder behufs Verbilligung und Vereinfachung eines etwa erforderlichen Pumpbetriebes möglichst geringe Abwassermengen erwünscht sind. Auch wird geltend gemacht, daß die Gefahr des Eindringens der Kanalgase in die Häuser eine verminderte sei gegenüber den einer größeren Luftmenge Platz bietenden gemeinsamen Abflußkanälen. Als Nachteil der Trennsysteme ist namentlich bei voller Durchführung derselben, mit welcher in der Regel auch höhere Baukosten verbunden sind, der weniger einfache Betrieb sowie die geringere Einfachheit und Uebersichtlichkeit gegenüber dem einheitlichen System anzuführen [1]—[4], [12], [14], [16].

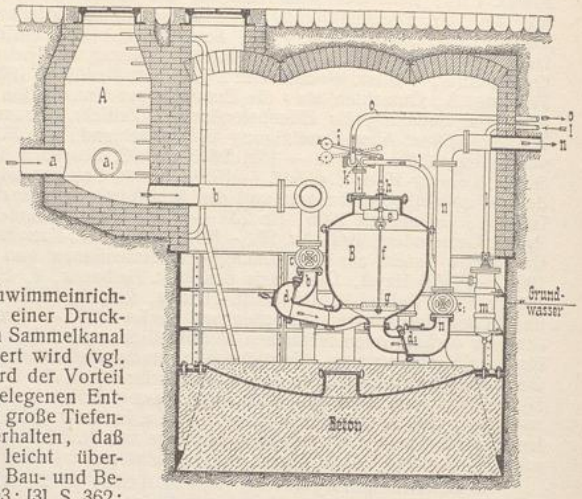
Das **gewöhnliche Trennsystem:** besondere Ableitung des Regenwassers, im übrigen Abführung des Schmutzwassers mit den Fäkalien gemeinsam unter Abschwemmung derselben mittels Wasserklosetts, ist bereits unter Kanalisation der Städte und Ortschaften kurz besprochen und darauf hingewiesen worden, daß dieses System besonders für kleinere Ortschaften geeignet erscheine ([3], S. 358, und [5], [13], [15], [16]). Auch für solche Orte, wo die Fäkalien durch Abfuhr beseitigt werden, ist die getrennte Abführung der Hauswässer vom Regenwasser, welchem in vielen Fällen sein bisheriger Ablauf belassen werden kann, als meist vorteilhaft und recht geeignet zu bezeichnen. Wie im einzelnen Regenkanäle und Schmutzwasserkanäle anzuordnen oder in praktischer Weise miteinander zu kombinieren sind, zeigen an der Hand von Beispielen [6]—[8], [12] und [14].

Das **System Waring** stellt sich als ein vereinfachtes Trennsystem mit natürlichem Gefälle dar. Eine besondere Regenwasserableitung kommt bei ihm gewöhnlich nicht in Frage, sondern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

es hat bei dem bisherigen natürlichen oder künstlichen Regenablauf sein Bewenden. Revisionsschächte sind entweder gar nicht oder nur in sehr beschränkter Anzahl, etwa an wichtigen Straßenkreuzungen vorgesehen; dagegen ist für eine intensive Spülung durch Spülschächte mit Selbstspüler (s. Spüleinrichtungen) in Abständen von 200—300 m gesorgt ([2], [9], [12]).

Das **Shone-System**, hauptsächlich in England erfolgreich ausgeführt, ist seinem Wesen nach nichts andres als eine nach dem Radialsystem (s. Kanalisation der Städte und Ortschaften) ausgeführte Trennkanalisation, deren einzelnen Pumpstationen verhältnismäßig kleine Entwässerungsgebiete zugeteilt sind. Die Pumpstationen bestehen aus je einem unterirdisch angeordneten, tiefliegenden, eisernen Behälter, dem Ejektor, in dem das Schmutzwasser, dem natürlichen Gefälle folgend, einfließt und nach Füllung desselben durch eine Schwimmeinrichtung selbsttätig durch Preßluft nach einer Druckleitung oder einem höher gelegenen Sammelkanal von einer Zentralstation aus gefördert wird (vgl. die Figur). Durch dieses System wird der Vorteil erreicht, daß auch in ganz flach gelegenen Entwässerungsgebieten die Kanäle ohne große Tiefenentwicklung genügende Gefälle erhalten, daß Terrainschwierigkeiten überhaupt leicht überwunden und dadurch Ersparnisse an Bau- und Betriebskosten erzielt werden ([1], S. 303; [3], S. 362; [4], S. 237; [10]), [12], [13], [16]. Nach dem gleichen Prinzip war die pneumatische Kanalisation des Terrains der Berliner Gewerbeausstellung 1896 von E. Merten & Cie. in Berlin ausgeführt. Desgleichen die Kanalisationen von Allenstein (Ostpreußen), Tempelhof bei Berlin, Arad (Ungarn).



Schacht mit Ejektor nach System Shone (ausgeführt in Allenstein). *A* Sammelschacht. *B* Ejektor. *aa* Straßentonrohrleitungen. *b* Zuleitungsrohr. *cc* Absperrventile. *dd* Rückstauklappen. *e* Glocke. *f* Schwimmerstange. *g* Schwimmer. *h* Stopfbüchse. *i* Umsteuerhebel. *k* Schieber. *l* Druckluftrohrleitung. *m* Wassertopf. *n* Druckrohr. *o* Luftauspuffrohr.

Durch das **Liernur-System** sollen die menschlichen Exkremente, die Hauswässer, die Regenwässer und, wo erforderlich, das Grundwasser, jedes durch ein besonderes Kanalsystem, aus den Städten entfernt werden. Für die gesonderte Ableitung des Haus-, Regen- und Grundwassers hat Liernur die verschiedensten Vorschläge gemacht, welche alle darauf hinausgingen, die hohen Kosten so vieler Leitungen nebst der unschädlichen Beseitigung ihres Inhalts möglichst herabzumindern. Dieselben erwiesen sich aber nicht als praktisch durchführbar, so daß nur der Hauptteil des Liernur-Systems, d. i. der pneumatische Fäkalientransport durch Rohrleitungen, mehrfach zur Ausführung gelangte. Hierbei ist außerhalb der Stadt, womöglich auf einem tiefgelegenen Terrain, eine Luftpumpenanlage gebaut, von der aus unter Vermittlung von in der Stadt verteilten Bezirksbehältern die einzelnen Straßenleitungen möglichst luftleer gepumpt werden, um so die Exkremente von den Hausleitungen aus, in welchen sie in einem siphonförmigen Abschluß zur ersten Ablagerung gelangen, nach den Bezirksreservoiren und von da nach der Zentralstation zu saugen. Die auf der Zentralstation angelangten Fäkalien sollen alsdann in Poudrette verwandelt werden. Das Liernur-System weist in hygienischer Hinsicht manche Vorzüge vor der Fäkalienbeseitigung durch Abfuhr auf, da Bodenverunreinigungen vollständig ausgeschlossen sind. Der Betrieb ist indessen kein einfacher und billiger zu nennen. Ausführliches [4], S. 243 ff.; [2], S. 164 ff.; [3], S. 259 ff.; [7], [12], [16].

Das **Berlier-System**, gleichfalls ein pneumatisches Fäkalienbeseitigungssystem, unterscheidet sich vom Liernur-System dadurch, daß zwischen Fallrohr und Hausleitungen an Stelle des siphonförmigen Abschlusses ein Aufnahmegefäß mit Entleerungsvorrichtung nach der pneumatischen Leitung hin angeordnet ist. Durch die besondere Einrichtung des Aufnahmegefäßes (Sieb) mit Schwimmerventil wird es aber im Betrieb noch komplizierter als das Liernur-System ([1], S. 201; [2], S. 175). Andre Systeme sind diejenigen von Hempel ([4], S. 240) und von Brandis ([4], S. 241), welche keine praktische Bedeutung erlangt haben.

Literatur: [1] Baumeister, Städtisches Straßenwesen und Städtereinigung, Berlin 1890, S. 299 ff. — [2] Büsing, Die Kanalisation in Weyls Handb. der Hygiene, Jena 1894, S. 159—1880, mit zahlreichen Literaturangaben. — [3] Brix, Pfuhl und Nocht, Hygienisch-technischer Teil von Behrings „Bekämpfung der Infektionskrankheiten", Leipzig 1894, S. 358. — [4] Vogel, Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, Berlin 1896, S. 135—278. — [5] Herzberg, Die Kanalisation kleiner und Mittelstädte, Gesundheitsingenieur, München 1896, S. 273. — [6] Keller, Die Kanalisation von Neapel, Zeitschr. f. Bauwesen, Berlin 1892. — [7] Frühling, Entwässerung der Städte in Handbuch der Ingenieurwissensch., Leipzig 1903. — [8] Metzger, Neues System der Städteentwässerung, Bromberg 1896. — [9] Waring, The sewerage of Memphis, Transactions of the American society of civil engineers, New York 1881. — [10] Knauff, Entwurf zur Kanalisation der Stadt Potsdam, 1885. — [11] Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1898, Bericht über die 22. Versammlung in Karlsruhe. — [12] Büsing, Die Städtereinigung, Bd. 3, Der städtische Tiefbau, Stuttgart 1901. — [13] Canalis, Pietro, Intorno al Sistema di Canalizzazione

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

separata, Rivista d'Igiene e Sanita publica, 9. Jahrg., Turin 1898. — [14] Steuernagel, Die Entwässerung der Stadt Köln u. s. w. in Th. Weyl, Die Assanierung der Städte in Einzeldarstellungen, Leipzig 1906, Bd. 1. — [15] Salomon, H., Die städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland, Jena 1906, Bd. 1 ff. — [16] Reich, A., Der städtische Tiefbau, Leipzig 1907, S. 202 ff. *Y. Brix.*

Kanalisierung der Flüsse ist die Schiffbarmachung von Flußläufen vermittelst entsprechender Stauanlagen (s. d.). Durch diese Stauanlagen erreicht man oberhalb derselben eine Hebung des Wasserspiegels und damit die nötige Wasser- bezw. Fahrtiefe sowie zugleich eine Ermäßigung der Flußströmung. Die Kanalisierung erscheint im allgemeinen nur im Mittellaufe der Flüsse vorteilhaft, wenn die Ufer nicht zu niedrig sind und das Gefälle nicht zu groß. Denn im Oberlaufe ist zumeist die Anlage eines Seitenkanals (Lateralkanal) angezeigter und im Unterlaufe, wo schon genügende Wassermenge vorhanden, die bloße Regulierung, insbesondere die Niederwasserregulierung am Platze.

Ist t die ursprüngliche (unzureichende) und T die mindeste, von der Schiffahrt geforderte Wassertiefe, $T - t = z$, J das relative Gefälle des ungestauten Wasserspiegels, L hierbei die Entfernung zweier benachbarten Stauanlagen, d. i. die Länge der zugehörigen Flußhaltung oder kurz Haltung (Fig. 1), so muß am Stauwerke eine Stauhöhe Z hervorgebracht werden. Für dieses Z wird nun ein größtmöglicher Wert so angenommen, daß $(t + Z)$ gleich der bis jetzt noch gut ausführbaren größten beweglichen Wehrhöhe von etwa 4—5 m erscheint. Dann erhält man nach der Rühlmannschen Stauformel (s. Stauanlagen):

Fig. 1.

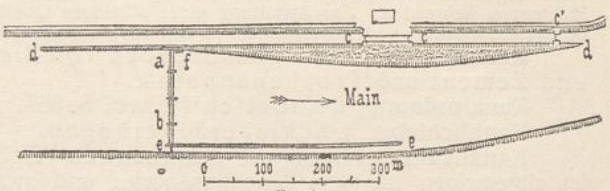


Fig. 2.

$$L = \frac{t}{J}\left[f\left(\frac{Z}{t}\right) - f\left(\frac{z}{t}\right)\right].$$

Wenn das J aber ohnehin ziemlich klein ist, so kann man angenähert die Staukurve als horizontale Gerade ansehen und bekommt:

$$L = \frac{Z - z}{J}.$$

Bei der Kanalisierung der Flüsse gehört zu jeder Stauanlage $a\,b$ (Fig. 2) auch eine Kammerschleuse c (s. d.) (Zugschleuse), welche zum Uebergang der Schiffe aus einer Haltung in die andre dient und entweder unmittelbar am Flußufer nur durch einen Trennungsdamm $d\,d$ vom Wasser geschieden oder in einem eignen Seitenkanal angeordnet wird.

Das Stauwerk ist gewöhnlich über die ganze Flußweite als ein bewegliches Wehr konstruiert; die Schwelle desselben, d. i. die Krone des festen Unterbaues, liegt in oder nahezu in der Flußsohle. Jedenfalls muß die Schwelle eines wenigstens 25—40 m breiten Teiles des beweglichen Wehres in der Flußsohle liegen. Dieser tiefliegende Teil wird Schiffsdurchlaß genannt und hat die Bestimmung, die Schiffahrt bei umgelegtem Wehre — in welchem Falle die Schleuse nicht benutzt wird — ungehindert zu ermöglichen. Das Oeffnen des beweglichen Wehres erfolgt bei steigendem Wasser anfangs nur teilweise, um den Wasserspiegel der oberen Haltung auf der normalen Höhe zu erhalten, und erst dann gänzlich, wenn infolge des Eintrittes von Hochwasser das Unterwasser nahezu die Höhe des Oberwassers erreicht hat.

Bei großem Floßverkehr wird für denselben in die Stauanlage noch ein besonderer Floßdurchlaß $e\,e$ (s. Floßgasse) eingebaut, und zur Vervollständigung der Kanalisierung der Flüsse gehört auch ein Fischpaß f (s. Fischweg).

Als bewegliche Stauwerke kommen an kanalisierten Flüssen in Verwendung: a) für geringe Stauhöhen Nadel-, Schützen-, Trommel- und Walzenwehre — bei älteren Ausführungen auch noch Klappenwehre — mit umlegbaren Böcken (Main, Oder, Spree, Moldau, Seine, Maas, Marne); b) für größere Stauhöhen die sogenannten Brückenwehre. Bei diesen sind die einzelnen Ständer (Losständer), zwischen welche Schützen oder Rolltafeln (Rideaus) eingeschoben werden, mit der festen Brücke derart in Verbindung gebracht, daß sie nach Entfernen der Schützen oder der Rolltafeln unter die Brücke aufgezogen werden können. (Poses an der Seine, Nußdorf am Wiener Donaukanal, Mirowitz an der Moldau.)

Die durch Kanalisierung anzustrebende Mindestfahrtiefe richtet sich nach der maximalen Tauchtiefe der Fahrzeuge, welche auf dem kanalisierten Flusse verkehren sollen; dieselbe beträgt z. B. beim kanalisierten Main 2 m.

Literatur: [1] Zeitschr. f. Bauwesen 1874, S. 161 (Kanalisierung der Mosel); ebend. 1886, S. 337 (Die Stauanlage bei Charlottenburg). — [2] Ebend. 1888, S. 19 (Kanalisierung des Mains), S. 211 (Kanalisierung der Unterbrache). — [3] Hans-Düsing, Die Kanalisierung der Maas, Wiesbaden 1885. — [4] Deutsche Bauztg. 1886, S. 178 (Kanalisierung der Mosel). — [5] Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 159 (Kanalisierung der Saar). — [6] Zentralbl. d. Bauverwalt. 1893, S. 30 (Kanalisierung des Mains). — [7] Ebend. 1894, S. 1, 14 (Kanalisierung der Oder). — [8] Der Wiener Donaukanal als Schiffahrtskanal, Mitteilungen des Donauvereins. — [9] Dinglers Polytechn.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Journal 1896, S. 278; Nouv. ann. de la constr. 1889, S. 18—24 (Wehr in der Seine bei Poses); Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897 (Die Arbeiten zur Umwandlung des Wiener Donaukanals in einen Handels- und Winterhafen) und ebend. 1903 (Ueber Walzenwehre). *Pollak.*

Kanalmündung ist die mit dem Flusse unmittelbar zusammenhängende Strecke eines in den Fluß einmündenden Kanales, deren Wasserspiegel die Höhe des variabeln Flußwasserspiegels besitzt; sie wird vom Flusse bis zur nächstgelegenen Kammerschleuse (s. d.) gerechnet.

Um die Ablagerung von Sinkstoffen an den Kanalmündungen möglichst hintanzuhalten und die Einfahrt in dieselben aus dem Flusse ungefährlich zu gestalten, ordnet man sie tunlichst an einem konkaven Flußufer an, oberhalb von benachbarten Nebenfluß- bezw. Bachmündungen und vom Flusse nach aufwärts gerichtet. In der Regel bekommt eine Kanalmündung jene Erbreiterung und Länge, daß sie eben noch als Wendeplatz und Vorhafen, zuweilen auch als Zufluchtshafen (s. Winterhafen) dienen kann. Wenn das Flußhochwasser in die benachbarte Kanalhaltung eindringen kann, erhält die unterste Kammerschleuse im flußseitigen Haupte zur Abwehr desselben Fluttore, welche mindestens 50 cm über das größte Hochwasser reichen müssen; soll inzwischen auch der Schiffsverkehr noch möglich sein, so wird hier durch Einbau eines Gegentores auch im zweiten Kammerhaupte die Kammerschleuse zu einer nach beiden Richtungen kehrenden. Zur Abhaltung einer allfälligen Querströmung in der Kanalmündung infolge Hochwassers sind Schutzdämme an den Kanalmündungen angezeigt. *v. Schneller.*

Kanalofen, s. Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren, Kalk und Zement und Trockenapparate.

Kanalordnung, s. Kanalschiffahrt, S. 367.

Kanalschieber, s. Schiebersteuerungen.

Kanalschiffahrt dient auf den (Binnen-) Schiffahrtskanälen (s. d.) im allgemeinen nur dem Warentransporte, und zwar vorwiegend jenem von Natur- und Bodenprodukten, die in großen Massen verbraucht werden. Diese müssen an den Verbrauchs- und Umschlagplätzen in entsprechend großen Vorräten gelagert werden können, um so einen Ausgleich zwischen Zufuhr und Bedarf zu ermöglichen, da für die Kanalschiffahrt erstens die geringe Geschwindigkeit und zweitens deren periodische Unterbrechung (die Kanalsperre) in unserm Klima charakteristisch ist, die eine Unregelmäßigkeit der Zufuhr bedingt (s. a. Schiffahrt).

Die Kanalschiffahrt ist ein freies Gewerbe, d. h. jedermann kann den betreffenden Wasserweg mit seinem Schiffe befahren; gewöhnlich muß nur eine verhältnismäßig kleine Abgabe dem Eigentümer des Schiffahrtskanales entrichtet werden. Dieses Transportgeschäft entwickelt sich daher, im Gegensatz zu jenem auf einer Eisenbahnlinie, in freier Konkurrenz; hierdurch einerseits sowie infolge der geringen Zugkraft anderseits, welche bei der kleinen Geschwindigkeit zur Fortbewegung der Kähne hinreicht, stellen sich die Transportkosten, die meistens nach Warengewichtskilometer geregelt sind, bei der Kanalschiffahrt beträchtlich geringer als bei allen möglichen andern Arten des Landverkehrs. Aus diesem Grunde ist dieser Wasserverkehr von großem volkswirtschaftlichen Nutzen [1], S. 67, 113. Die Erfahrung zeigt auch, daß die Kanalschiffahrt keineswegs eine dauernde, schädigende Konkurrenz der Eisenbahnen ist [1], S. 24, 236, 325, [14]. Im einzelnen kommen bei der Kanalschiffahrt hinsichtlich des Betriebes, also abgesehen von den baulichen Anlagen (s. Schiffahrtskanäle) in Betracht: die Kanalschiffe, der Schiffswiderstand, die Art und Geschwindigkeit der Fortbewegung der Schiffe, die Kanalsperre, die Leistungsfähigkeit der Kanäle, die Kanal- bezw. Schiffahrtsabgaben, die Transportkosten und die günstigste Fahrgeschwindigkeit, dann die Kanalordnung.

I. **Kanalschiffe** (Boote, Nachen, Kähne) sind die auf den Binnenschiffahrtskanälen verkehrenden Fahrzeuge im Gegensatze zu den Seeschiffen und auch Flußschiffen. Kanalschiffe für den Personenverkehr, insbesondere Kanalboote, -nachen, in Holland Treckschuiten genannt, sind jetzt zur großen Seltenheit geworden. Kanalschiffe für den Frachtverkehr, Kähne, haben durchschnittlich einen größeren Tiefgang, Tauchung T, als Flußschiffe, fast parallelepipedischen Körper mit flachem platten Boden, sind ohne oder mit geringer Neigung (Lehnung) der Seitenwände (Borde) mit geringen Abrundungen und Zuschärfungen am Vorder- und Hinterteil versehen, um den größtmöglichen Laderaum zu gewinnen; ihre Länge L ist gewöhnlich kleiner als bei Flußschiffen. Ist B die größte Breite des Schiffes, so erscheinen die ausgeführten Verhältnisse $T:B$ zwischen 1:3 und 1:6, $B:L$ zwischen 1:5 und 1:9; im Mittel ist $T:B:L = 1:4:30$. Das vom Schiffe verdrängte Wasservolumen, das Tauchungsvolumen oder Deplacement D ist: $D = \delta \cdot L \cdot B \cdot T$, wobei δ = Völligkeitsgrad oder -koeffizient, gleich 0,7—0,94. Sind alle Maße in Metern und ist das spezifische Gewicht des Wassers $\gamma = 1$, so stellt D zugleich das Totalgewicht oder Bruttogewicht des Schiffes in Tonnen vor. Heißt G das Schiffseigengewicht samt Ausrüstung, Q die Tragfähigkeit oder das größte Ladungsgewicht, beides in Tonnen, so ist $D = G + Q$. Bei Kanalschiffen erscheint gewöhnlich $G = 0{,}2—0{,}25\,D$, also $Q = 0{,}75—0{,}8\,D$.

In neuerer Zeit wird der Bau der Kanalschiffe mit hölzernem Boden und eisernen Seitenwänden (Borden) als sogenannter Mischbau bevorzugt [2]. Bei bestehenden Anlagen werden im allgemeinen die Kanalschiffe so groß gebaut, als es die Wassertiefe und die Abmessungen der Kammerschleusen (s. d.) nur irgend gestatten. Auf die Größe derselben ist auch der zur Verfügung stehende Motor von Einfluß. Für neue Kanäle mit einem voraussichtlichen Massenverkehr von Rohmaterialien, insbesondere von Kohle und Erzen, sowie für weiten, durch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehenden Transport ſind die größten Schiffe von 400 bis ſelbſt 750 t Tragfähigkeit am Platze. Die Zahl 600 erſcheint in neueſter Zeit beim Schwimmhebewerk (ſ. Schiffshebewerke) zu Henrichenburg und am zugehörigen Dortmund-Ems-Kanale. Durch die zunehmende Größe werden die durchſchnittlichen Transportkoſten verringert. Sonſt aber, für die Verfrachtung von mehr oder weniger Induſtriegütern, von Bodenprodukten, wie beſonders Korn, und auch für kleinere Entfernungen ſind Kanalſchiffe mittlerer Größe von 200—300 t Tragfähigkeit mit 1,5 m, ausnahmsweiſe auch 1,75 m Tiefgang nach den Erfahrungen am Eriekanal vorteilhafter. In Frankreich ſind durch das Geſetz vom 5. Auguſt 1879 für die Hauptſchiffahrtslinien Kähne von nahe 300 t Tragfähigkeit mit 1,8 m größter Tauchung, 5,0 m Breite und 38,5 m Länge vorgeſchrieben, die rund 50 t Eigengewicht beſitzen [3]; auch muß hier jedes Schiff geeicht ſein, iſt demnach mit einem Meßbrief und einem Eichpegel verſehen. Kähne von 100 t Ladefähigkeit und 1,1 m Tiefgang ſind ſchon zur kleinen Gattung zu zählen. Ueber die (jährliche) Leiſtungsfähigkeit eines Schiffes ſ. V.

II. Der **Schiffswiderſtand** oder **Zugswiderſtand** iſt die zur Fortbewegung eines Schiffes nötige Zugkraft. Dieſe muß den Stoß des Waſſers gegen das bewegte Fahrzeug, die Reibung des Waſſers ſowohl an der Schiffswandung als auch an den benachbarten Waſſerſchichten und am Kanalumfange ſowie die Wellen- und Wirbelbildungen überwinden. Eine vollkommen entſprechende Formel zur Berechnung des Schiffswiderſtandes W (in Kilogramm) kennt man noch nicht (ſ. a. Flußſchiffahrt).

Nach Sonne [4] wäre der Ausdruck:

$$W = \left(k_1 F + i \frac{D}{T}\right) v^r \qquad 1.$$

am zutreffendſten. Darin iſt k_1 ein Koeffizient, der für mehr oder minder unvollkommen geformte Kähne zwiſchen 25 und 20 zu nehmen ſei; F = größte eingetauchte Schiffsquerſchnittsfläche (Hauptſpantfläche); i ein Koeffizient etwa = 0,08; D = Deplacement in Kubikmetern; T = Tiefgang des Kahnes in Metern, v = Fortbewegungsgeſchwindigkeit des Schiffes in ſtehendem Waſſer in Metern pro Sekunde und $r = 1{,}75$. Angenäherte Werte ergeben die Dubuatſche Formel:

$$W = k_2 F v^2 \frac{8{,}46}{2 + n}; \qquad 2.$$

die durch Meſſungen am Eriekanal (Nordamerika) gewonnene Sweetſche Formel:

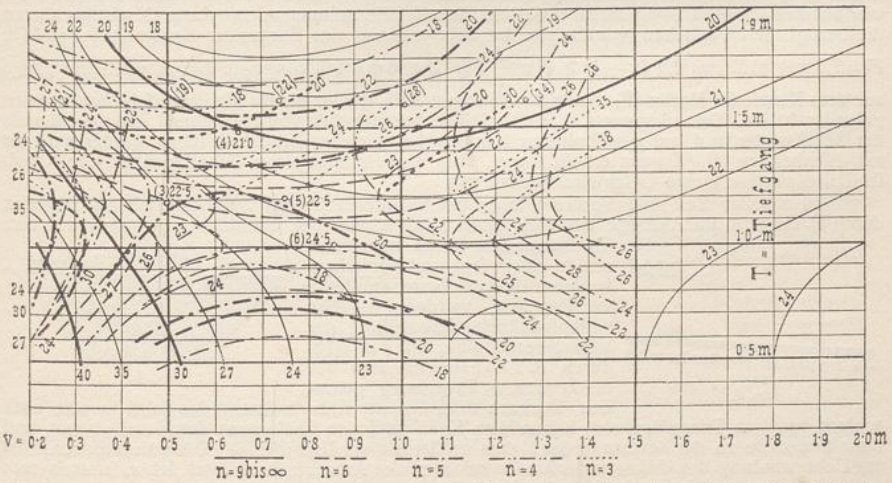
$$W = \frac{5{,}41\, v^2 O}{n - 0{,}597}. \qquad 3.$$

in welchen $n = \frac{A}{F}$, wobei A = benetzte Kanalquerſchnittsfläche; O = benetzte Schiffsoberfläche, etwa = 0,94 $(B + 2T) L$ bei ſehr völligen Kähnen, etwa = 0,86 $(B + 2T)$. L bei Kähnen von ſcharfer Form und Löffelform, wenn B und L die eingetauchte Schiffsbreite bezw. -länge vorſtellen; die Bellingrathſche Formel:

$$W = k_3 F v^2 \left(\frac{n}{n-1}\right)^2; \qquad 4.$$

k_2 und k_3 haben für Kanalkähne einen Wert etwa zwiſchen 20 und 30.

Kurven gleicher Schiffswiderſtandskoeffizienten k_4 für das nämliche Schiff „Jeanne" mit $B = 5{,}01$ m im Fluſſe und in verſchiedenen Kanälen.



Die den Kurven angeſchriebenen Zahlen bedeuten den Koeffizienten k_4 der Formel 5.; die bei einigen Punkten (Sattelpunkte, Grenzpunkte) in Klammer geſetzte Zahlen das zugehörige n.
Die auf $T = 1{,}6$ in [ ] geſchriebenen Zahlen ſind die k_4 für $n = 2{,}89$.

Fig. 1.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die neueren ſehr ausgedehnten und ſorgfältigen Verſuche über den Schiffswiderſtand rühren von De Mas her [5]. Danach erſcheint W innerhalb der üblichen Ausführungen von der Schiffslänge unabhängig: längere Schiffe ſind alſo vorteilhafter. Nach Meſſungen auf der Seine entfällt rund ein Dritteil von W als ſogenannter Reibungswiderſtand auf Ueberwindung der Reibung des Waſſers an den Seitenwänden des Schiffes; waren nämlich die letzteren mit Wachstuch überzogen, ſo ergab ſich die Zugkraft um durchſchnittlich 33% geringer als bei gewöhnlicher

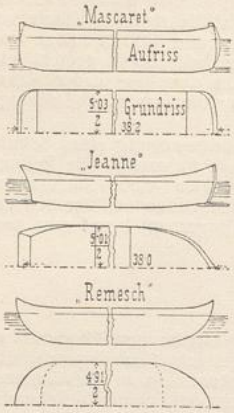


Fig. 3.

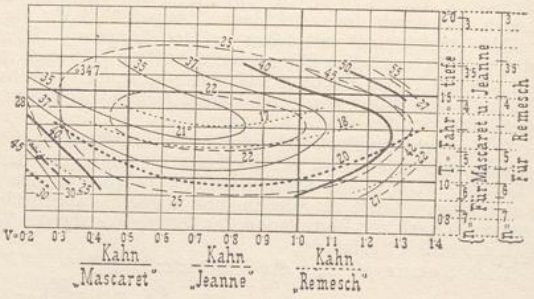


Fig. 2. Die eingeſchriebenen Zahlen bedeuten den Koeffizienten k_4.

Holzwandung. Den Verſuchsreſultaten von De Mas entſpricht ſowohl für Fahrten im großen (Fluß-)Profile als auch in engem Kanalbette ziemlich gut die Formel mit dem Zuſatze von Kresnik

$$W = k_4 F v^2 \frac{9}{n}, \qquad 5.$$

wobei $n = 2{,}5$—9 ſein kann. Für $n = 9$ iſt der Schiffswiderſtand ſchon derſelbe wie in einem beliebig großen Flußbette. Der aus den Verſuchswerten abgeleitete Koeffizient k_4 iſt aus den Fig. 1 und 2 zu entnehmen; derſelbe erſcheint von v, dem Tiefgange T, von n und ſchließlich von der Schiffs- und Kanalform in komplizierter Weiſe abhängig. Für $n = 6$, 5, 4 zeigen die Kurven der Fig. 1 eine auffallende Aehnlichkeit mit den Horizontalkurven einer Sattelfläche. Zwiſchen $v = 0{,}5$ und 1,0 m pro Sekunde und $T = 1{,}0$—$1{,}7$ m ſchwankt k_4 verhältnismäßig wenig, für einen Kahn von der mittelguten Form der „Jeanne" (Fig. 3), von 18—24; für v unter 0,5 und über 1,0 m im Kanale wird k_4 im allgemeinen größer, hingegen für T unter 1,0 und über 1,4 m, kleiner. Bei $T = 1{,}5$ m iſt für alle Fälle des oben bemerkten Kahnes k_4 nahe $= 20$. Aus Fig. 2 ergibt ſich, daß für die Schiffsform „Mascaret" (Fig. 3) der Koeffizient k_4, alſo auch der Zugswiderſtand um etwa 58% größer, für jene des „Remeſch" aber um etwa 20% kleiner wird als bei der „Jeanne".

Für eine Anzahl von x knapp hintereinander zuſammengehängter Schiffe im Schleppzuge, von denen nach Schütte neuere Verſuche über Schiffswiderſtand in freiem Waſſer (vgl. IX. Internationaler Schiffahrtskongreß Düſſeldorf, 1902, II. Abt., 5. Mitteilung) das größere ſtets vorne fahren ſoll, erſcheint der Geſamtzugswiderſtand W_s kleiner (auf der Seine nach De Mas bei vier Schiffen um etwa 20%) als für dieſelben Einzelſchiffe zuſammengenommen. Nach den älteren diesbezüglichen Verſuchen von Bazin im Scheiteltunnel des Burgunder Kanals (bei $A = 13{,}8$, $F = 7{,}0\ m^2$) iſt $W_s = 0{,}5\ (x+1)\ k_4 F v^2 \frac{9}{n}$ [4]. Derôme ſoll hingegen bei einem Schleppzuge auf dem Kanale St. Martin W_s durchſchnittlich um 30% größer als für die Einzelſchiffe zuſammen gefunden haben. Bemerkenswert iſt, daß bei Geſchwindigkeiten von etwa über 1,7 m pro Sekunde der Schiffswiderſtand auf gewöhnlichen Kanälen bei gleicher Bruttolaſt ſchon größer wird als auf Eiſenbahnen [4]. Daraus erhellt ſchon, daß die diesbezügliche Ueberlegenheit der Kanalſchiffahrt nur für kleine Geſchwindigkeiten gilt.

In neueſter Zeit ſind Verſuche über Schiffswiderſtand und Schiffsbetrieb auf Kanälen durch R. Haack im Auftrage des Kgl. preuß. Miniſteriums der öffentlichen Arbeiten auf dem Dortmund-Ems-Kanal ausgeführt und in einem ſehr umfangreichen, im Jahre 1900 erſchienenen Werke veröffentlicht worden. — Die wiſſenſchaftliche Bearbeitung der Verſuchsergebniſſe hat in [15] durch F. Thiele eine ſehr bemerkenswerte Ergänzung gefunden. Darnach ſtellt ſich der Kahn während der Fahrt in eine nach achtern geneigte Trimmlage ein; neben dem Kahn entſtehen Senkungen des Kanalſpiegels, und zwar ſind dieſe an der Bordwand des Kahns größer als am Ufer (Fig. 4). Die während der Fahrt zur Ueberwindung des Geſamtwiderſtandes erforderliche Arbeitsleiſtung ſetzt ſich zuſammen aus:

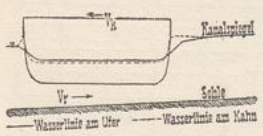


Fig. 4.

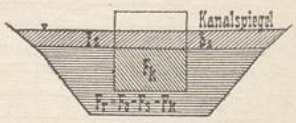


Fig. 5.

1. Reibungswiderſtandsarbeit der Kahnoberfläche.
2. Arbeit zur Bildung des Stromgefälles des neben dem fahrenden Kahn rückſtrömenden Waſſers.
3. Arbeit zur Ueberwindung der Wellen- und Wirbelbildung. — Während der Fahrt ſtaut ſich das Waſſer vor dem Kahn auf, während am Achterende eine Senkung infolge des Sogs

entſteht. Beide ergeben, namentlich bei enger Fahrrinne, ein ziemlich erhebliches Oberflächengefälle, deſſen Rückſtrömungsgeſchwindigkeit durch die innere Reibung und durch die Reibung des Waſſers an den Wänden des Kanalbettes und Kahns vermindert wird.

Bei der Bewegung des Waſſers in Druckleitungen iſt die zur Erzielung der Geſchwindigkeit v erforderliche Druckhöhe $h_1 = \frac{v^2}{2g}\left(1+\zeta+\lambda\cdot\frac{l}{d}\right)$, worin l die Länge der Leitung, d deren Durchmeſſer, ζ ein Widerſtandskoeffizient beim Eintritt des Waſſers in die Leitung und λ ein Reibungskoeffizient des Waſſers an den Wandungen der Leitung bedeutet. Da nun $\frac{v^2}{2g}$ die theoretiſche Druckhöhe für die Anfangsgeſchwindigkeit iſt, ſo fällt der Wert $\frac{v^2}{2g}(1+\zeta)$ aus der Berechnung aus, ſobald der Eintrittswiderſtand des Waſſers in die Leitung nicht in Rückſicht gezogen werden ſoll. Es verbleibt dann $h_1 = \frac{v^2}{2g}\cdot\lambda\cdot\frac{l}{d}$, oder, wenn Q die ſekundliche Waſſermenge durch den Querſchnitt $F=\frac{\pi d^2}{4}$, $h_1 = 0{,}083\,\lambda\cdot\frac{Q^2\cdot l}{d^5}$. Das Reibungsgefälle pro 1 m Leitung iſt dann $J=\frac{h_1}{l}=0{,}083\cdot\lambda\cdot\frac{Q^2}{d^5}$. Für den beliebigen Querſchnitt F mit dem Umfang U iſt $J=\frac{\lambda}{4}\cdot\frac{U}{F}\cdot\frac{v^2}{2g}$, und wenn $\frac{F}{U}=R$ (hydrauliſcher Radius) geſetzt wird: $v=\sqrt{\frac{8g}{\lambda}}\cdot\sqrt{R\cdot J}=C\cdot\sqrt{R\cdot J}$ Nach der Formel von Heßle, die z. B. Thiele für ſeine Berechnungen benutzt, wird die mittlere Geſchwindigkeit $v_m = 25\cdot(1{,}0+0{,}5\sqrt{R})\cdot\sqrt{R\cdot J}$, wobei als benetzter Umfang der des Kanalquerſchnitts mit dem des eingetauchten Teils des Fahrzeuges zuſammengenommen iſt. $C=25\cdot(1{,}0+0{,}5\cdot\sqrt{R})$.

Die Relativgeſchwindigkeit, mit der das Waſſer infolge ſeiner Rückſtrömung und der Vorwärtsbewegung des Kahns an der benetzten Oberfläche des Kahns vorbeifließt, iſt $v=v_k+v_r$, wenn v_k die abſolute Kahngeſchwindigkeit über dem Grund bedeutet. Iſt nun (Fig. 5) F_0 der Waſſerquerſchnitt des Kanals vor dem Kahn, F_k = Kahnquerſchnitt, F_s der der Einſenkung, ſo bleibt als Querſchnitt für das mit der Geſchwindigkeit v_r rückſtrömende Waſſer $F_0 - F_k - F_s$, woraus ſich die Geſchwindigkeit $v_r = \frac{v_k\cdot(F_s+F_k)}{F_0-F_s-F_k}$ ergibt.

Der unter 1 erwähnte Teilwiderſtand iſt nun nach Froude: $W_1=\gamma\cdot O\cdot k\cdot v^m$, worin O die benetzte Oberfläche, γ das ſpezifiſche Gewicht des Waſſers, k eine Reibungskonſtante, etwa gleich 0,151 für eiſerne Schiffe, und $m=1{,}83$ iſt.

Die der mittleren Rückſtrömungsgeſchwindigkeit v_r und ihrem Gefälle J entſprechende Reibungsarbeit iſt für 1 m Länge des Kahns $1{,}0\cdot\gamma\cdot(F_0-F_k-F_s)\cdot v_r\cdot J$. Dieſe muß durch einen Teil der Zugarbeit in der Troſſe überwunden werden, ſo daß $Z\cdot v_k = 1{,}0\cdot\gamma\,(F_0-F_k-F_s)\cdot v_r\cdot J$ iſt, oder da $\frac{v_r}{v_k}=\frac{F_s+F_k}{F_0-F_k-F_s}$ war, $Z=\gamma\cdot(F_k+F_s)\cdot J$. Iſt v_r die mittlere Rückſtrömungsgeſchwindigkeit über die ganze Länge des Kahns, ſo iſt der in 2 enthaltene Widerſtand für die ganze Länge gleich der Summe der Waſſerverdrängung des Kahns und der Senkung multipliziert mit dem mittleren Gefälle des Waſſerſpiegels neben dem Kahn.

Die größte Schwierigkeit bietet die Errechnung der dritten Arbeitsleiſtung, die auch nur näherungsweiſe beſtimmt werden kann. Iſt die Kahngeſchwindigkeit v_k, ſo iſt die dem hydroſtatiſchen Druck auf eine unter dem Winkel α zur Fahrtrichtung geneigten Fläche entſprechende Geſchwindigkeitskomponente $v_k\cdot\sin\alpha$, alſo der Druck ſelbſt angenähert gleich $\alpha\cdot F_k\cdot v_k^2\cdot(1-\cos\alpha^2)$, worin α der mittlere Einfallwinkel der Waſſerlinien bedeutet. — Die Ermittlung dieſes ſehr komplizierten Widerſtandes iſt den hydrodynamiſchen Verſuchsrinnen vorbehalten, deren neueſte Verſuche von Engels und Gebers im Jahrbuch der Schiffsbautechniſchen Geſellſchaft, Bd. 8, 1907, unter dem Titel: „Ueber Schleppverſuche mit Kanalkahnmodellen“ veröffentlicht ſind. Zwei Kahnformen ſind bei verſchiedenen Kanalprofilen unterſucht: 1. die Löffelform (Fig. 6), 2. die ſcharfe Form (Fig. 7).

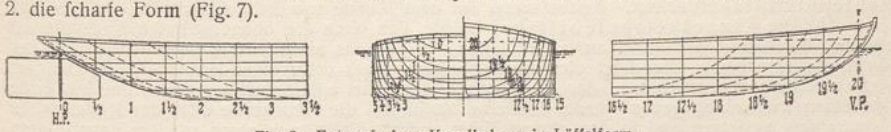


Fig. 6. Entwurf eines Kanalkahnes in Löffelform.

Länge zwiſchen den Perpend.	63,00 m		Deplacement	900,00 cbm
Breite	8,10 „	$\delta = 0{,}852$	Benetzte Oberfläche	663,70 qm
Seitenhöhe	2,38 „		Ruderfläche	6,90 „
Tiefgang	2,07 „		Ladefähigkeit	730,00 t

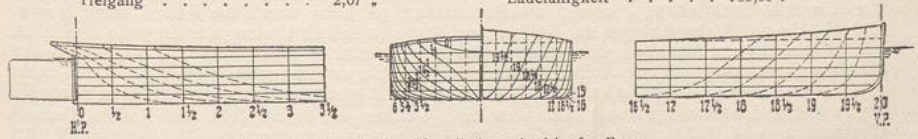


Fig. 7. Entwurf eines Kanalkahnes in ſcharfer Form.

Länge zwiſchen den Perpend.	63,00 m		Deplacement	900,00 cbm
Breite	8,10 „	$\delta = 0{,}852$	Benetzte Oberfläche	667,90 qm
Seitenhöhe	2,38 „		Ruderfläche	5,50 „
Tiefgang	2,07 „		Ladefähigkeit	730,00 t

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

III. **Art und Geſchwindigkeit der Fortbewegung** der Schiffe, des Schiffszuges auf Kanälen und auf kanaliſierten Flüſſen, unterſcheiden ſich nach älteren und neueren Methoden durch die Beſchaffenheit der angewendeten Zugkraft und durch die Art des Zuges, ob dieſer vom Lande oder vom Waſſer aus erfolgt. Bei der älteren Methode findet man, abgeſehen von dem höchſt ſeltenen Rudern, Schieben mit Stangen (Staken) und dem Segeln, ausſchließlich die menſchliche und animaliſche Zugkraft, welche auf einem Uferwege, dem ſogenannten Leinpfade, Treidelwege oder Treppelwege, fortſchreitend, an einem vom Kahne kommenden Taue, der ſogenannten Zugleine, zieht (der Leinenzug oder das Treideln). Bei den neueren Methoden wird die Maſchinenkraft zur Fortbewegung der Schiffe zum Teile ſchon benutzt, zum größeren Teile aber noch angeſtrebt (der ſogenannte mechaniſche Schiffszug). Die einzelnen Betriebsformen der Kanalſchiffahrt (ſ. [6], [1], S. 195, 312) ſind folgende:

1. Das Ziehen durch Menſchen. Zwei Mann befördern kleinere Schiffe von 60 bis 120 t Tragkraft per Tag 18—25 km (oder bei Annahme von zwölf nutzbaren Arbeitsſtunden hier wie im folgenden durchſchnittlich 0,42—0,58 m pro Sekunde), und größere von 120—160 t 10—15 km weit (0,23—0,35 m pro Sekunde).

2. Gemiſchter Zug. Ein Menſch an der Seite eines Tieres, meiſt Eſel oder Maultier. Die tägliche Leiſtung wird gegen 1. um 2—3 km erhöht.

3. Pferdezug. Es ſei beim Treideln die normale Zugkraft eines Pferdes bei 1,2 m Geſchwindigkeit pro Sekunde und täglich 8 Zugſtunden zu 60 kg angenommen. Sind v und s die tatſächlichen Werte von Geſchwindigkeit und bezw. täglichen Zugſtunden, ſo iſt nach der Maſchekſchen Formel die wirkliche Zugkraft eines Paares Pferde (einer „courbe“): $2P = 2\left(3 - \frac{v}{1{,}2} - \frac{s}{8}\right)60$; dieſe iſt $= W$ (ſ. unter II. Formel 5.). Für $T : B : L = 1 : 3{,}8 : 28$, $\alpha = 0{,}9$, $D = 1{,}3\,Q$ (ſ. I.) und für $F = B\,T$, ſowie hieraus

$$T = 0{,}24\,Q^{\frac{1}{3}},\quad F = 0{,}216\,Q^{\frac{2}{3}} \qquad 1.$$

wird:

$$(3 - 0{,}833\,v - 0{,}125\,s)\,61{,}7\,n = k_4\,v^2\,Q^{\frac{2}{3}}. \qquad 2.$$

Hievon iſt $n = \frac{A}{F} = 4{,}6\frac{A}{Q^{\frac{2}{3}}}$. Setzt man $s = 10$, $k_4 = 24$, ſo ergibt ſich hier als Beziehung zwiſchen A, v und Q die Gleichung:

$$(1{,}75 - 0{,}833\,v)\,11{,}8\,A = v^2\,Q^{\frac{2}{3}}. \qquad 3.$$

Ein Paar Pferde kann alſo bei den gemachten Annahmen in einem Kanale mit $A = 30$ qm z. B. ziehen: wenn $v = 0{,}4$, 0,5, 0,7, 1,0 m, die volle Ladung $Q =$ rund 420 bezw. 290, 160, 80 t; dabei iſt der Reihe nach $T = 1{,}80$, 1,56, 1,30, 1,02 m.

4. Verwendung von Frachtdampfern, und zwar Schrauben- und Raddampfern, welche als Motor auch noch ſelbſt die Ladung tragen. Dieſe erwieſen ſich auf gewöhnlichen engen Kanälen, ſo namentlich aus längeren Verſuchen am Eriekanal, als unökonomiſch.

5. Dampfſchlepper oder Remorqueur (ſ. Schlepper); derſelbe vermag ſowohl als Schrauben- als auch als Raddampfer recht gute Dienſte zu leiſten.

6. a) Kettenſchleppſchiffahrt (ſ. d.), Tauerei. Dieſelbe zeigt ſich in langen Kanalhaltungen und beſonders in ungünſtigen, ausnahmsweiſe engen Kanalſtrecken, wie den Kanaltunnels, vorteilhaft. Der Durchführung dieſes Zugſyſtems auf ganzen Kanallinien ſind nur die kurzen Haltungen (von weniger als etwa 7 km Länge) im Verein mit den Kammerſchleuſen hinderlich, welch letztere wegen des Einzeldurchſchleuſens der Schleppſchiffe beträchtliche Zeitverluſte verurſachen. Zur Abhilfe dieſes Uebelſtandes würde unter Umſtänden das von Heubach vorgeſchlagene neue Kanaliſierungsſyſtem dienen (ſ. Schiffahrtskanäle). Auf der 20 km langen Scheitelſtrecke des Kanals St. Quentin wird die Kettenſchleppſchiffahrt von drei je 30 PS. ſtarken Kettendampfern beſorgt. Ein ſolcher befördert dort einen Zug von 15—20 Schiffen mit einer Geſamtladung von 3600—6000 t im Mittel in 12 Stunden, alſo mit einer Geſchwindigkeit von 1,7 km pro Stunde oder 0,47 m pro Sekunde. — Die früheren Kettendampfer auf der 6,1 km langen Scheitelhaltung des Burgunder Kanals wurden 1893 mit Nutzen durch elektriſche Kettenſchlepper nach dem Syſteme Galliot (ſ. Kettenſchleppſchiffahrt) erſetzt. Kettentauerei auf dem Kanale von Brüſſel nach Rupel [1], S. 120.

b) Die Einzelkettenſchiffahrt würde ſich ohne die obenerwähnten Nachteile auf ganze, durchlaufende Kanäle anwenden laſſen, ſo daß das aushilfsweiſe Dazwiſchentreten des Leinenzuges entfiele. Nur ſetzt dies die Ausbildung eines entſprechenden, billig arbeitenden, transportabeln Motors voraus, der am Anfange der Fahrt aufs Schiff aufgeſetzt und am Ende derſelben wieder abgegeben würde. Derſelbe Motor ſoll die Kettenrolle oder das Kettenrad in Umdrehung verſetzen und ſo den eignen Kahn und allenfalls auch einen zweiten angehängten fortziehen. Derartige Syſteme wurden von Bouquié, Bovet und Molinos ſowie von Büffer vorgeſchlagen. Die beiden letzteren verwenden kompendiöſe Dynamomaſchinen a (Fig. 8), welche den elektriſchen Strom durch b von einer Zentralſtation zugeleitet erhalten. Es wäre nur eine feſte Drahtleitung c nötig, die Rückleitung geſchähe durch die Kette. Nach Bovet und Molinos iſt das Anlegen der Kette d nur über den halben Umfang der Zugrolle e gedacht, bei gleichzeitigem Anhaften der erſteren durch magnetiſche Anziehung an die durch den gleichen Strom magnetiſierte Rolle, analog wie beim Bovetſchen elektromagnetiſchen Toueur (ſ. Kettenſchleppſchiffahrt). Dieſe Anordnung hat große Ausſicht auf praktiſchen Erfolg [7].

7. Der Lokomotivzug vom Ufer aus, welcher auf einem Teile des Kanals Neufoſſé (Frankreich) und 1890 auch des Oder-Spree-Kanals verſuchsweiſe eingeführt wurde [8]. Im letzteren Falle zog eine kleine Tenderlokomotive von 6,5 t Dienſtgewicht und 1000 kg Zugkraft Schleppzüge bis zu 7 Schiffen mit 1,8 m Geſchwindigkeit pro Sekunde. Als günſtigſte Spurweite des hierzu am Kanalufer gelegten Gleiſes hat ſich 1,0 m ergeben. Als vorteilhaft erwies

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich, hinter die Lokomotive einen ſogenannten Zugwagen zu ſtellen, an welchem erſt, möglichſt in deſſen Schwerpunkte, die Zugleine angreift; hierdurch iſt die Lokomotive gegen den ſtarke Abnutzung verurſachenden ſchrägen Zug geſchützt. Vom betriebstechniſchen Standpunkte befriedigte der letztgenannte Verſuch mit dem Lokomotivzuge vollſtändig, doch ſtellten ſich hierbei die Zugskoſten zu hoch (ſ. unten VII). Vgl. das amerikaniſche Schleppſchiffahrtsſyſtem Wood und das zweigleiſige Lokomotivſyſtem von C. Röttgen und die Betriebseinrichtung des Teltowkanals von Erich Block, Elektrotechn. Zeitſchr., Heft 22—25, Jahrg. 1906, beide in Sonderdruck herausgegeben von den Siemens & Schuckert-Werken in Berlin.

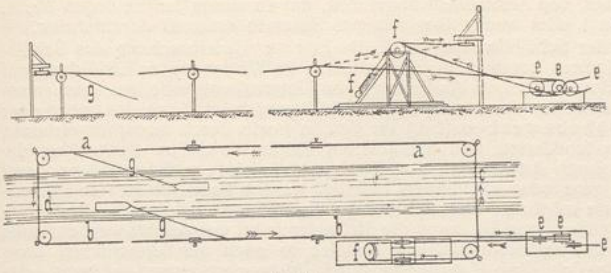


Fig. 9.

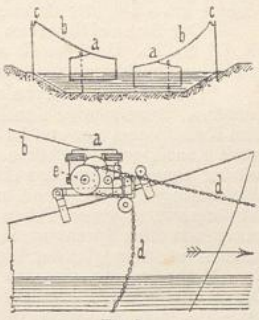


Fig. 8.

8. Der Seilzug, oder der Zug durch ein rotierendes Seil ohne Ende oder Wandertau. Hierzu wird das Drahtſeil an einem Kanalufer *a* hin (ſchematiſche Fig. 9) am andern *b* zurückgeführt, an den Enden *c* und *d* der bezüglichen Zugſtrecke quer über den Kanal laufend. Die Bewegung erhält das Wandertau durch eine ſtationäre Dampfmaſchine, welche gehörig große Antriebsſcheiben *e* treibt. Die Fahrt am Seilzuge iſt nach beiden Richtungen gleich gut möglich. Derartige Verſuchsanlagen beſtanden am Verbindungskanale zwiſchen der Maas und der Schelde in Belgien, von Rigoni (1882) ausgeführt, am Kanal St. Quentin von Oriolle, am Kanal St. Maur bei Paris von Lévy (1889), und zuletzt (1890) am Oder-Spree-Kanal von Mohr eingerichtet. Beim letzteren Verſuche erwieſen ſich die nachſtehenden Details als zweckmäßig: Das von der großen Antriebsſcheibe ablaufende Drahtſeil wird zuerſt über eine Spannvorrichtung *f* geführt und iſt auf etwa 600 m Entfernung von der Betriebsmaſchine zuerſt auf 60 m, welche allmählich auf 100 m übergehen, ſowie auch im weiteren auf je 100 m durch Leitſcheiben zu unterſtützen. Dieſe ſind am beſten als Schirmſcheiben von etwa 500 mm innerem Durchmeſſer (Fig. 10) zu konſtruieren, welche, in geraden Strecken konſolenartig gelagert, an einem Tragpfahl pendelnd aufgehängt ſind. Dieſelben

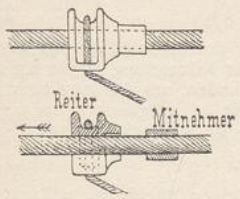


Fig. 12.

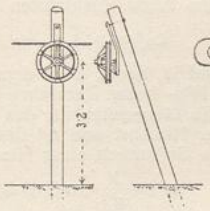


Fig. 10.

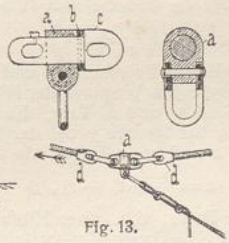


Fig. 13.

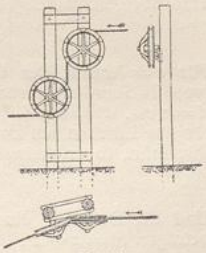


Fig. 11.

reichen auch in Krümmungswinkeln bis zu 4° aus. In ſtärkeren Krümmungen aber ſind Doppelſcheiben nach Fig. 11 nötig. Höhe der Leitſcheibenachſen über dem Boden 3,2 m, Durchhängung des Drahtſeiles 2 m, ſo daß deſſen tiefſte Stelle, rund 1,5 m über dem Boden, leicht zu erreichen iſt behufs Anhängens der Zugleine *g* (Fig. 9). Sämtliche Leitſcheiben haben, wie gezeichnet, am kanalſeitigen Flanſch mehrere Ausſchnitte, die das Vorübergehen der am Wandertau angehängten Zugleine geſtatten. Beim Oder-Spree-Kanal war für eine 4,5 km lange Kanalſtrecke das Drahtſeil 9300 m lang, 19 mm dick, aus $6 \cdot 7 \cdot 7 = 294$ verzinkten, 0,65 mm ſtarken Stahldrähten beſtehend; es wog 0,94 kg pro laufenden Meter und befaß 151 kg Zerreißfeſtigkeit pro Quadratmillimeter. Im Laufe des Betriebes dehnte ſich das Drahtſeil, welches durch die Spannvorrichtung allein mit 5,7 kg pro Quadratmillimeter geſpannt war, im ganzen um 200 m aus, hierbei die Dicke auf 17 mm verringernd. Als die ſchwierigſt zu löſende Aufgabe beim Schiffsſeilzuge erſcheint die Konſtruktion der Anhängevorrichtung der Zugleine an das Wandertau; dieſelbe iſt bisher noch nicht vollkommen gelungen. Die Urſache hiervon liegt darin, daß das laufende Drahtſeil ſich zugleich um ſeine Längsrichtung verdreht, und zwar ſcheinbar in ganz unregelmäßiger Weiſe, bald nach rechts, bald nach links. Hierbei ſoll die gedachte Anhängevorrichtung aber ſtets derart beweglich ſein, daß ſie die erwähnte Seildrehung nicht mitmachen muß; andernfalls wickelt ſich die Zugleine um das Drahtſeil herum, das Schiff wird ans Ufer gezogen und die Leine reißt. Die bis nun angewendeten Anhängeſtücke ſind entweder ein ſogenannter Reiter (Fig. 12), eine Zwinge [6] oder ein Seilſchloß (Fig. 13). Dieſes letztere bewährte ſich am Oder-Spree-Kanal relativ am beſten; es war in je 400 m Entfernung im Wandertau eingeſchaltet. Der Ring *a* iſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

um den Bolzen leicht drehbar, durch zwei vorgelegte Meſſingringe *b* wird die Reibung am Mitnehmer *c* verringert; das ganze Schloß iſt mittels Kortümſcher Keilbefeſtigungen *d d* mit dem Drahtſeile in Verbindung. Als zweckmäßigſte Geſchwindigkeit des Seilzuges erweiſt ſich jene von 0,8 m pro Sekunde. Bei großem Verkehr, alſo bei möglichſter Beſetzung des Wandertaues, werden die Transportkoſten ſehr gering. Nachteilig iſt nur, daß für wenige Schiffe, oder ſelbſt wenn gar keines angehängt iſt, auch das ganze Drahtſeil in Bewegung gehalten werden muß. Für den bloßen Leergang des Seilzuges iſt pro Kilometer Seil ½—1 PS. oder pro Leitſcheibe etwa 5% der darübergeleiteten Kraft nötig.

Der Schnellbetrieb auf Kanälen wurde in neuerer Zeit vielfach verlangt und erörtert [9], [1], S. 275. Derſelbe iſt aber, von Ausnahmen abgeſehen, nur in einem beſcheidenen Maße, mit einer Geſchwindigkeit von 1 oder wenig über 1 m pro Sekunde rationell durchführbar.

IV. **Die Kanalſperre** oder **Schiffahrtsſperre** iſt die Zeit der Unterbrechung des Schiffsverkehrs. Regelmäßige Kanalſperren kommen in unſerm Klima im Winter wegen Eisbildung auf dem Kanalſpiegel vor und im Sommer behufs Ausführung von Unterhaltungsarbeiten. Ausnahmsweiſe Kanalſperren entſtehen zuweilen durch zufällige Beſchädigungen, z. B. an den mehr oder minder komplizierten Schiffshebewerken (ſ. d.) für Schiffe ſowie durch unvorhergeſehenen Waſſermangel. — Während an ſchiffbaren und kanaliſierten Flüſſen ſowie an Seekanälen die Winterſperre in vielen Fällen durch Anwendung von Eisbrechſchiffen, Eispflügen und ausnahmsweiſen Sprengungen ganz oder größtenteils beſeitigt werden kann, iſt dies an Binnenkanälen nicht in gleicher Weiſe möglich. Hier fehlt zum nachhaltigen Erfolge die dort nützliche Vorbedingung, daß das gebrochene Eis durch die Strömung ſelbſt weggeführt werden kann. Die Winterſperre dauert auf den mitteleuropäiſchen Kanälen je nach der klimatiſchen Lage 1½—3½ Monate. Wohl ließe ſich dieſe Kanalſperre durch Eisbrecher etwas abkürzen, der Anfang derſelben hinausſchieben und das Ende durch früheres Aufbrechen raſcher herbeiführen. Auf den Kanälen Belgiens und Frankreichs erfolgt die erwähnte Sommerſperre gewöhnlich alljährlich, wenigſtens aber jedes dritte bis vierte Jahr, vielfach am 15. Juni beginnend und rund zwei Wochen andauernd [10], [11], [1], S. 183, 289, 311.

V. **Die größte Leiſtungsfähigkeit** L_k eines Kanals wird ausgedrückt durch jene Anzahl von Tonnenkilometern (tkm), welche bei gegebener Betriebsart und Schiffsgröße von vollbeladenen Schiffen in einem Jahr (im allgemeinen in einer Zeiteinheit) zuſammengenommen geleiſtet werden kann, wenn hierbei ein regelmäßiger Verkehr mit größtmöglicher Geſchwindigkeit und den geringſten Aufenthalten ſtattfindet. L_k iſt vor allem von der größten Leiſtungsfähigkeit L_s eines Kahnes während der gleichen Zeiteinheit abhängig. Sind Q und Q' die Nutzlaſten bei jeder Hin- bezw. Rückfahrt in t, m und m' die Anzahl der in einem Jahre möglichen Hin- bezw. Rückfahrten, und iſt y die Transportdiſtanz in Kilometern, ſo iſt pro Jahr, in Tonnenkilometern ausgedrückt, $L_s = y\,(m\,Q + m'\,Q')$. 1.

Bei c bezw. c' = durchſchnittliche Fahrgeſchwindigkeit in Kilometern pro Stunde in den Kanalhaltungen bei der Hin- bezw. Rückfahrt; t = Geſamtaufenthalt oder -dauer einer Durchſchleuſung in Stunden; p = Anzahl der Schleuſen in der Fahrſtrecke y ſind die mittleren Transportgeſchwindigkeiten c_m und $c_{m'}$ bei Hin- bezw. Rückfahrten in Kilometern pro Stunde:

$$c_m = y : \left(\frac{y}{c} + p\,t\right), \qquad c_{m'} = y : \left(\frac{y}{c'} + p\,t\right). \tag{2.}$$

Für s = Anzahl der täglichen Fahrſtunden und d bezw. d' = dem durchſchnittlich pro Tag (von 24 Stunden) zurückgelegten Weg auf der Hin- bezw. Rückfahrt, in Kilometern, ergibt ſich: $d = s\,c_m$, $d' = s\,c_{m'}$. Sind t_1 und t_2 Tage, die Liegezeiten für das Laden, am Anfange bezw. für das Löſchen am Ende der Strecke y bei der Hinfahrt und t_1' ſowie t_2' desgleichen bei der Rückfahrt, ſo erſcheinen z und z' in Tagen als Geſamtzeit einer Hin- bezw. Rückfahrt zu:

$$z = \frac{y}{d} + t_1 + t_2, \qquad z' = \frac{y}{d'} + t_1' + t_2'. \tag{3.}$$

Und die Dauer R einer Reiſe, d. i. einer Hinfahrt ſamt der zugehörigen Rückfahrt in Tagen beträgt: $R = z + z'$. Iſt S = Dauer der tatſächlichen Schiffahrt in der gedachten Zeiteinheit eines Jahres, u = Anzahl der Schiffsreiſen in einem Jahre, ſo iſt $u = \frac{S}{R} = q + \frac{\nu}{R}$, hierbei iſt q die aus der Diviſion ſich ergebende ganze Zahl und ν der Reſt. Schließlich folgt nun,

$$\left.\begin{aligned} &\text{wenn } \nu \leqq z, \quad m = q + \frac{\nu}{z} \text{ und } m' = q, \\ &\text{wenn } \nu \geqq z, \quad m = q + 1 \text{ und } m' = q + \frac{\nu - z}{z'}, \end{aligned}\right\} \tag{4.}$$

welche Werte mit Hilfe der Gleichung 1. L_s liefern. Wenn für eine überſichtliche, angenäherte Rechnung $c' = c$, $t_1' + t_2' = t_1 + t_2$, ſomit auch $z' = z$, dann $m' = m = u$ geſetzt wird, wobei für c und $t_1 + t_2$ entſprechende Mittelwerte gewonnen werden können, ſo erſcheint, in Tonnenkilometern:

$$L_s = \frac{1}{2}\,y\,(Q + Q')\,\frac{S\,s\,c}{y + p\,t\,c + (t_1 + t_2)\,s\,c}. \tag{5.}$$

Hieraus erſieht man, daß die Leiſtung eines Schiffes unter ſonſt gleichen Umſtänden um ſo größer wird, je größer die Fahrgeſchwindigkeit und die Transportdiſtanz und je kleiner die Zeitverluſte an den Schleuſen und in den Häfen ſind. Namentlich in letzterer Hinſicht iſt noch ein bedeutender Fortſchritt der Kanalſchiffahrt dadurch möglich, daß durch möglichſt vollkommene Hafeneinrichtungen die jetzt meiſt übergroßen Liegezeiten für das Laden und Löſchen der Fahrzeuge beträchtlich herabgemindert werden [9], [11], [12].

Iſt die Kanalſchiffahrt bereits im regelmäßigen Betriebe und ſollen die Schiffe am Ende der Jahresſchiffahrtsdauer S dort die Fahrt unterbrechen, wo ſie eben angekommen ſind; ferner

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von dieſem Punkte weg am Beginne der nächſten Saiſon S dieſelbe wieder fortſetzen, ſo können ſämtliche Fahrzeuge im Jahre die gleiche Anzahl Reiſen und ſomit auch die gleiche Leiſtung L_S vollbringen. Die einzelnen Kähne ſollen in den möglichſt kürzeſten Zeiträumen τ, in Stunden oder in $\frac{\tau}{s}$ Tagen nacheinander folgen; wäre $\tau > s$, ſo dürften pro Tag nur je die s Fahrſtunden gezählt werden. Dann iſt die größtmögliche Anzahl N der in einem Jahre gleichmäßig verkehrenden Fahrzeuge: $N = \frac{s}{\tau} S$. Die größte theoretiſche Leiſtungsfähigkeit L_k eines Kanals pro Jahr wird ſonach

$$L_k = L_S \cdot N, \qquad 6.$$

und mit dem Werte der Gleichung 5. angenähert:

$$L_k = \frac{1}{2} y (Q + Q') \frac{S^2 s^2 c}{\tau [y + p t c + (t_1 + t_2) s c]}. \qquad 7.$$

Für Kanäle mit nur einfachen (einkammerigen) Schleuſen, an welchen beim angenommenen kontinuierlichen Schiffahrtsbetriebe ſtets Kreuzungen ohne vorheriges Warten vorkommen ſollen, kann im Minimum $\tau = 2t$ werden; für Kanäle mit Doppelſchleuſen oder Doppelkammern, ſo daß gleichzeitig ein Schiff hinauf-, ein andres herabfährt, aber $\tau = t$. In dieſem letzteren Falle kommen in den Kanalhaltungen in Entfernungen von je $\frac{1}{2} t c$ km, im erſteren aber von je $t c$ km Schiffskreuzungen vor. Hierauf als auf ein Schiffahrtserſchwernis ſowie auf etwaige desgleichen Kanalverengungen iſt bei Bewertung der durchſchnittlichen Geſchwindigkeit c Rückſicht zu nehmen.

Bei andrer Betriebseinteilung, als oben angenommen, innerhalb des Zeitraumes S iſt für jedes einzelne Fahrzeug aus der ihm verbleibenden Schiffahrtszeit S' nach Gleichung 5. das zugehörige L_S zu beſtimmen, und dieſe ſämtliche addiert geben dann L_k. — Kommt die Leiſtungsfähigkeit eines Schiffes oder Kanals nur in einer Fahrrichtung (z. B. bloß für die Hinfahrt) in Frage, ſo iſt oben ſtets $Q' = 0$ zu ſetzen.

Die Erfahrung an den bezüglichen Kanälen Frankreichs zeigt, daß die größte Leiſtungsfähigkeit eines Kanals erreicht wird, wenn der Schiffszug- und Schleuſendienſt in einer Hand vereinigt ſind, weil nur hierdurch ſonſt vorkommende Zeitverſäumniſſe leicht vermieden werden [1], S. 110, 325.

VI. Ueber das Weſen und die beſte Form der **Kanalabgaben, Schiffahrtsabgaben, -taxen, -gebühren** oder **-zölle** geben die vom Binnenſchiffahrtskongreſſe zu Haag (1894) gemachten Vorſchläge kurzen Aufſchluß: 1. Die Abgaben ſollen pro Tonnenkilometer erhoben werden; 2. die Gebühren für Schleuſen, Brücken, Wehre bei Tag und Nacht ſollten womöglich allmählich aufgehoben werden; 3. die Einhebung von Abgaben ſoll einfach ſein und ſo, daß ſie leicht ohne Störung kontrolliert werden kann; 4. die Schiffahrtsabgaben müſſen nicht die Koſten des Kanals vollſtändig decken, weil jede Waſſerſtraße noch andern Nutzen für den Staat bringt, wenn nicht überhaupt die Unentgeltlichkeit der Waſſerſtraße möglich erſcheint. Zurzeit findet die Bemeſſung der Schiffahrtszölle in verſchiedener Weiſe ſtatt, und zwar entweder: a) nach dem Werte der Waren, d. i. das ruſſiſche Syſtem, dies erſcheint als eine Beſteuerung, die unzweckmäßig iſt; oder b) nach der Tragfähigkeit der Schiffe, welche Bemeſſungsart aber ungerecht iſt, weil die Tragfähigkeit nicht immer ausgenutzt werden kann; oder c) nach der wirklichen Ladung, hierbei ſollten aber höchſtens zwei bis drei Klaſſen von Gütern unterſchieden werden. Die durchfahrene Strecke wird vielfach nicht berückſichtigt, ſo meiſt in Holland, Deutſchland, Rußland. In den beiden erſteren Ländern beſtehen hierbei nur Gebühren pro Schiffstonne an den Brückendurchfahrten und Schleuſen. In Frankreich iſt die Schiffahrt auf den Staatskanälen zufolge eines Geſetzes vom Jahre 1880 gänzlich abgabenfrei. Das gleiche iſt der Fall auf den Waſſerſtraßen in Heſſen, Württemberg, Hamburg und Elſaß-Lothringen. In Belgien beſteht durch einen Kronbefehl vom 1. Juli 1886 auf ſämtlichen (1800 km betragenden) Staatswaſſerſtraßen ein einheitlicher Abgabentarif pro Tonnenkilometer, und zwar auf den Kanälen zu 0,5, auf den kanaliſierten Flüſſen zu 0,16 Cts.; auf den Privatkanälen Frankreichs ſchwankt dieſer Einheitsſatz zwiſchen 2 und 6 Cts. In der Regel kann man eine Schiffahrtsgebühr von 0,2—0,5 ₰ pro Tonnenkilometer als hinreichend anſehen. Leere Schiffe ſind in Frankreich im allgemeinen und auch in Belgien abgabenfrei, hier entrichten ſie für die Fahrterlaubnis nur eine einmalige Gebühr von 20 Cts. Eine ausführliche Tabelle von Deking-Dura über die beſtehenden Abgaben auf den Waſſerſtraßen in Frankreich, Belgien, England, Niederlande und Deutſchland ſ. [1], S. 331.

VII. Die **Transport-** oder **Frachtkoſten** auf Schiffahrtskanälen hängen in viel größerem Maße als auf andern Verkehrswegen von der Geſchwindigkeit der Bewegung ab. Billiger Transport bedingt kleine Geſchwindigkeit. Ueberdies wird beim großen Maſſengüterverkehr der günſtige Einfluß einer erhöhten Fahrgeſchwindigkeit hinſichtlich der Jahresſchiffsleiſtung ſehr gering wegen der üblichen langen Liegezeiten in den Häfen. Die Frachtkoſten ſetzen ſich zuſammen: aus den Koſten für die Zugkraft oder das Verholen, für die Schiffsmiete, d. i. für die Verzinſung, Amortiſation, Unterhaltung, Bedienung und Verſicherung des Schiffes, aus den Schiffahrtsabgaben ſowie Hafenkoſten und ſchließlich aus einem angemeſſenen Reingewinne des Unternehmers. Oekonomiſche Studie über mechaniſchen Schiffszug auf Flüſſen, Seen und Kanälen in [16].

1. Nach Formel 5. (ſ. unter II.) iſt $W = k F v^2 \frac{9}{n}$. Bei der Geſchwindigkeit v (in Metern pro Sekunde) iſt die zum Ziehen eines Schiffes nötige Anzahl von Maſchinennutzpferdekräften $\frac{W v}{75}$. Wenn K = Koſten einer Nutzpferdekraft pro Fahrtag, ſo ſind die täglichen Zugskoſten $K_z = \frac{K}{75} k F v^3 \frac{9}{n}$. Für α, L, wie unter I., γ = ſpez. Gew. des Waſſers = 1 t pro Kubikmeter,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Q = größte Ladung (in Tonnen), βQ = Schiffseigengewicht ift $\alpha F L \gamma = Q(1+\beta)$ und $K_z = \frac{K k (1+\beta)}{75 \alpha \gamma L} \frac{9}{n} \cdot Q v^3$. Für die Rückfahrt fei analog die Ladung $Q' = \delta Q$, dann $\alpha F' L \gamma = Q(\beta+\delta)$ und $K_z' = \frac{K k (\beta+\delta)}{75 \alpha \gamma L} \frac{9}{n'} \cdot Q v^3$. Die Anzahl der Fahrtage für alle Hinfahrten (f. vorne unter V.) in einem Schiffahrtsjahre ift $\frac{y}{d} m$, desgleichen für alle Rückfahrten $\frac{y}{d'} m'$, und es erfcheint $\frac{y}{d} m = \frac{1}{2} \frac{S(y + p t c)}{y + p t c + (t_1 + t_2) s c}$. Die gefamten jährlichen Zugkoften Z_1 find: $Z_1 = K_z \frac{y}{d} m + K_z' \frac{y}{d'} m'$ oder angenähert, wenn $v' = v$, ebenfo $c' = c$, $t_1' + t_2' = t_1 + t_2$, dann, weil c = Gefchwindigkeit in Kilometern pro Stunde, $v = \frac{c}{3{,}6}$ und der Kürze wegen

$$\frac{9k}{75 \alpha \gamma} \left[(1+\beta) \frac{1}{n} + (\beta+\delta) \frac{1}{n'} \right] = \varepsilon \qquad 8'.$$

gefetzt wird,

$$Z_1 = \frac{\varepsilon K S}{2 \cdot (3{,}6)^3 L} \frac{y + p t c}{y + p t c + (t_1 + t_2) c} Q c^3. \qquad 8.$$

Ift A = benetzte Kanalquerfchnittsfläche, fo erfcheint wohl auch ε von Q bezw. von β und δ abhängig, indem fich aus $n = \frac{A}{F}$ ergibt:

$$\frac{1}{n} = \frac{Q(1+\beta)}{\alpha \gamma A L} \text{ und } \frac{1}{n'} = \frac{Q(\beta+\delta)}{\alpha \gamma A L}. \qquad 8''.$$

2. Die jährlichen Auslagen Z_2 für die Schiffsmiete kann man fetzen:

$$Z_2 = C \sqrt{Q}, \qquad 9.$$

wobei C innerhalb enger Grenzen nahezu konftant ift.

3. Wenn E die Schiffahrts- und Hafengebühren famt dem Unternehmergewinn, auf ein Tonnenkilometer bezogen, bedeutet, fo find die nämlichen jährlichen Auslagen $Z_3 = E y (Q m + Q' m')$; bei $m' = m$ wird mit dem obigen:

$$Z_3 = E y Q \frac{(1+\delta) S s c}{2 [y + p t c + (t_1 + t_2) s c]}. \qquad 10.$$

4. Für die jährliche Schiffsleiftung L_s (in Tonnenkilometern) erfcheinen nun die Gefamtfrachtkoften x pro Tonnenkilometer zu: $x = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{L_s}$. Mit den Gleichungen 5., 8., 9. und 10. wird alfo:

$$x = \frac{\varepsilon K (y + p t c) c^2}{(3{,}6)^3 y L (1+\delta) s} + \frac{2C [y + p t c + (t_1 + t_2) s c]}{y S s c (1+\delta) \sqrt{Q}} + E. \qquad 11.$$

Aus $\frac{\partial x}{\partial c} = 0$ folgt nun die finanziell günftigfte Fahrgefchwindigkeit c (Kilometer pro Stunde) wobei die Frachtkoften x pro Tonnenkilometer ein Minimum werden, zu:

$$c = 3{,}6 \sqrt[3]{\frac{2CL}{\varepsilon K S \sqrt{Q} (2 + 3 c p' t)}}, \qquad 12.$$

wobei $p = p' y$ gefetzt wurde, fo daß p' die durchfchnittliche Anzahl der Schleufen pro Kilometer der betrachteten Kanalftrecke bedeutet. Bei einem Schiffsverhältniffe $T : B : L = 1 : 3{,}8 : 28$ und bei $\alpha = 0{,}85$, $\beta = 0{,}3$, $\gamma = 1$, $F = BT$ ergibt fich aus $\alpha F L \gamma = (1+\beta) Q$ der Wert $L = 6{,}8 \sqrt[3]{Q}$, dann aus 8'. und 8''.: $\varepsilon = \frac{K Q^{\frac{2}{3}}}{41 A} [1{,}69 + (0{,}3 + \delta)^2]$. Nimmt man noch $k = 24$, $\delta = 1$, fo erhält man aus $v = \frac{c}{3{,}6}$ und Gleichung 12. als günftigfte Gefchwindigkeit v (Meter pro Sekunde) für Fahrten mit voller Ladung:

$$v = 1{,}9 \sqrt[3]{\frac{AC}{K S Q^{\frac{2}{3}} (2 + 10{,}8 v p' t)}}. \qquad 12'.$$

Das unter der Wurzel in 12. und 12'. vorkommende c bezw. v ift vorerft entfprechend anzunehmen. Die Arbeitsleiftung λ pro Sekunde eines Zugpferdes erfcheint nach der Mafchekfchen Formel (f. vorne III., 3. Pferdezug) gleich Pv, alfo z. B. für $s' = 10$ Stunden und $v = 0{,}4$, $0{,}7$, $0{,}8$ m, $\lambda = 34$, bezw. 49, 52 kg/m. Koftet ein folcher Pferdetag K', fo ift $K = \frac{s}{s'} \frac{75}{\lambda} K'$. Bei einem mechanifchen Schiffszuge bedeute J die jährlichen Koften der ganzen Anlage (Verzinfung, Unterhaltung, Amortifation), J' die Betriebskoften pro Pferdekraft und Stunde, P die jahresdurchfchnittliche Anzahl der zum Schiffszuge benutzten Pferdekräfte, P_l die nötige Anzahl der Pferdeftärken für die allfällige Leergangsarbeit, dann wird: $K = \frac{J}{PS} + \frac{J'(P + P_l) s}{P}$ [9], [11'].

Die tatfächlichen Zugs- oder Schleppkoften pro Tonnenkilometer auf Kanälen betragen ([1], S. 195, 120): in Frankreich beim Pferdezug 0,3—0,5 Cts., bei der ftaatlichen Tauerei auf der Scheitelftrecke des St.-Quentin-Kanals 0,25 Cts., und die leeren Schiffe find hier frei von diefer Gebühr; in Belgien 0,58—1,36 Cts., aus dem Verfuche mit dem Lokomotivzuge auf dem Oder-Spree-Kanal 0,7 ₰, mit dem mechanifchen Seilzuge 0,17 ₰ [9] (für die kurze Verfuchszeit felbft die bloßen Betriebskoften 3,73 bezw. 1,20 ₰ pro Tonnenkilometer [8]. Die Schiffskoften f. [11], [12], S. 399. Die ganzen Kanalfrachtkoften belaufen fich pro Tonnenkilometer: in Frankreich auf 0,8—1,5 Cts. bei 2 km Gefchwindigkeit pro Stunde; in Belgien 0,9—1,0, ausnahmsweife 4,4 Cts. ([1], S. 22, 111, 120, [9], [12], auch S. 386, [13]).

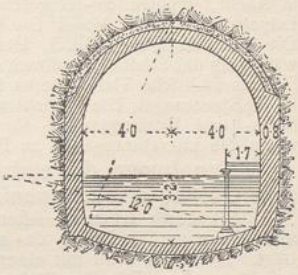
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

VIII. Die **Kanalordnung** enthält die Polizeivorſchriften, die ſich auf den Schutz des Kanals und ſeiner Anlagen vor Beſchädigungen und auf die Einrichtungen ſowie ungeſtörte Abwicklung des Schiffsverkehrs behufs Vermeidung von unnötigen Zeitaufenthalten und -verſäumniſſen beziehen. Die diesfälligen Hauptpunkte ſind: Abmeſſungen, Aufſchriften, Bemannung und Ausrüſtung der Schiffe; Nachtfahrten, Schiffszüge, Rang der Schiffe, regelmäßiger und gewöhnlicher Fahrdienſt; Vorfahren, Reihenfolge des Durchſchleuſens; Schiffahrtsſperre; Fahrt durch Tunnel; Stilliegen, Laden und Löſchen der Schiffe; Lagerplätze [15].

Literatur: [1] Weber von Ebenhof, Bau, Betrieb etc. von Waſſerſtraßen, Wien 1895. — [2] Zeitſchr. f. Bauweſen 1893, Tafel 20—22. — [3] Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1882, S. 298. — [4] Ebend. 1887, S. 297. — [5] De Mas, Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie, Paris 1895. — [6] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 75; 1891, S. 133. — [7] Bovet, A. de, Traction mécanique des bateaux sur les canaux, Paris 1896. — [8] Zeitſchr. f. Bauweſen 1891, S. 259. — [9] Dingl. Polyt. Journal 1896, S. 256. — [10] Zeitſchr. f. Bauweſen 1892, S. 263. — [11] Cramer, Narten, Mittel zur Verhütung von Sperren während des Froſtes, Haag 1894. — [11′] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1887, S. 38. — [12] Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881, S. 193. — [13] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884, S. 298. — [14] Ebend. 1890, S. 1179. — [15] Nördling, Die Waſſerſtraßenfrage, Wien 1885. — [15] Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 345. — [16] X. internat. Schiffahrtskongreß Mailand 1905, 1. Abt.: Binnenſchiffahrt, zweite Mitteilung. — [17] Gerard, Léon, Elektr. Schiffszug auf Kanälen, Brüſſel 1906. *(Kresnik) Schütte.*

Kanalſchleuſen, alle in einem Kanal (ſ. d.) vorkommenden Schleuſen (ſ. d.). Im beſonderen verſteht man darunter die Mittel zur Ueberwindung des in Schiffahrtskanälen (ſ. d.) an einzelnen Punkten zuſammengefaßten Gefälles, des Schleuſengefälles. Man zählt dazu nicht nur die Kammerſchleuſen (ſ. d.) mit allen ihren Abarten, ſondern vielfach auch die künſtlichen Schiffshebewerke (ſ. d.). In neuerer Zeit iſt das Beſtreben vorherrſchend, die Anzahl der nötigen Kanalſchleuſen möglichſt zu verringern, indem hierfür größere Gefälle genommen werden. Bezüglich Austeilung der Kanalſchleuſen ſ. Traſſierung der Schiffahrtskanäle. *v. Schneller.*

Kanaltunnel, unterirdiſche, bergmänniſch durch Gebirge getriebene Kanalſtrecke, welche bei Terrainhöhen von etwa 17 m und mehr über dem Kanalſpiegel ſchon billiger wird als offene Einſchnitte.



Sie kommen vielfach in den Scheitelſtrecken von Uebergangskanälen vor. Behufs Erſparung an Baukoſten ſind die Kanaltunnels in der Regel nur einſchiffig ausgeführt (Kanaltunnel zu Condes am Marne-Saône-Kanal, 307 m lang, zweiſchiffig); ihre Waſſerbreite iſt gleich der Schiffsbreite, vermehrt um mindeſtens 1 m Spielraum auf jeder Seite. Der im Kanaltunnel nötige Pfad, als Leinpfad oder zur bloßen Begehung dienend, wird am beſten über dem Waſſer auf Stützen (kleinen gemauerten Pfeilern) oder eiſernen Konſolen angelegt (vgl. die Figur, Tunnel des Marne-Saône-Kanals), weil man hierdurch bei gleichbleibendem Tunnelprofil eine Vergrößerung des Waſſerquerſchnitts erreicht. In neuerer Zeit wurde vor allem in langen Kanaltunnels (jener des Kanals St. Quentin iſt z. B. 6768 m lang) der mechaniſche Schiffszug eingeführt, um den hier wegen des kleinen Profils ſehr großen Schiffswiderſtand vorteilhafter überwinden zu können [2].

Literatur: [1] Zeitſchr. für Bauweſen 1882, Tafel 47. — [2] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 77. *Pollak.*

Kanalwäſſer (Abwäſſer, Abfallwäſſer, Hauswäſſer, Schmutzwäſſer, Spül-, Stadtjauche) ſind, ſowohl was Waſſermenge als auch was Gehalt an Schmutzſtoffen anbetrifft, einem außerordentlichen Wechſel je nach Ort, Jahres- und Tageszeit unterworfen. Bei der Schwemmkanaliſation (Miſchſyſtem) beſtehen die Kanalwäſſer aus einem Gemiſch von Brauch- und Kloſettwäſſern ſowie nicht ſelten Grundwaſſer, zu welchem noch das Regenwaſſer hinzukommt. Die geſamte gelöſte Stickſtoffmenge in einem Kubikmeter Kanalwaſſer beträgt hierbei durchſchnittlich etwa 50—100 g. Die Schwebeſtoffe (organiſche und unorganiſche) wechſeln im Mittel gewöhnlich zwiſchen 200 und 1200 g pro Kubikmeter, während die gelöſten Stoffe ſich auf 800—1000 g im Kubikmeter, entſprechend ebenſoviel Milligramm im Liter, durchſchnittlich bemeſſen. Noch weiter liegen die Zahlen der im Kanalwaſſer gefundenen Bakterien auseinander. Es genügt, darauf hinzuweiſen, daß ein großer Reichtum an Arten von Mikroorganismen bei ungeheuer wechſelnder Keimzahl im Kanalwaſſer vorhanden iſt.

Eine Ueberſicht über einige vorkommende Gehaltszahlen geben die in der Tabelle S. 368 zuſammengefaßten Beiſpiele.

Der Wechſel in der Beſchaffenheit der Kanalwäſſer innerhalb 24 Stunden iſt bemerkenswert, wie u. a. das Beiſpiel von Köln zeigt [8], S. 33 (vgl. a. [7], S. 99). Es ſind durchſchnittlich im Liter Kölner Kanalwaſſer an organiſchen Schwebeſtoffen enthalten: In den Morgenwäſſern (von 6—12 Uhr vormittags) 279 mg, in den Mittagswäſſern (von 12—6 Uhr abends) 311 mg, in den Abendwäſſern (von 6—12 Uhr abends) 219 mg, in den Nachtwäſſern (von 12 Uhr nachts

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bis 6 Uhr morgens) 56 mg. Die Mengen diefer Wäffer verhielten fich hierbei etwa wie 0,666 : 1 : 1 : 0,5 ([8], S. 20). — Die Temperaturen der Kanalwäffer wechfeln in den Hauptfammelkanälen durchfchnittlich etwa zwifchen 10° und 20° C., in weiteren Grenzen zwifchen 8° und 25° C. — Näheres über Menge und Zufammenfetzung der Kanalwäffer, welche als „befonders unreine, an organifchen Stoffen reiche Wäffer mit hohem Keimgehalt" bezeichnet werden müffen, f. [1], S. 235; [2], S. 149; [3], S. 104 und 119; [4], S. 223 [5] und [6] und Kanalifation der Städte fowie Kläranlagen.

Stadt	In 1 l Kanalwaffer find im Mittel enthalten:						Verbrauch an $KMnO_4$ zur Oxydierung der gelöften organifchen Subftanz in 1 l	Die Keimzahl in 1 ccm Waffer beträgt in Millionen
	Schwebeftoffe		Gelöfte Stoffe		Stickftoff gelöft			
	Insgefamt	Darunter organifch	Insgefamt	Darunter organifch	Insgefamt	Darunter Ammoniakftickftoff		
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	
Köln [8]	303	215	892	230	55	30	275	0,89—18,79
Frankfurt [7]	1390	955	927	484	80,6	68,7	rd. 120	3
Effen [5] (Mittel aus zwei Proben)	359,3	272,7	726,1	201,3	38,2	25,7	320,1	Angabe fehlt
Dortmund [5] (Mittel aus zwei Proben)	417	247	815	213	66,1	52,6	680	0,8—3,7
Halle [5]	870	Ang. fehlt	2003	1528	75,7	—	792	Angabe fehlt
Potsdam [5] (aus einer Einzelprobe)	3318,5	2437,0	2271,5	819	262,3	66	975,2	108 (in einem andern Fall 257)

Literatur: [1] Baumeifter, Städtifches Straßenwefen und Städtereinigung, Berlin 1890. — [2] Büfing, Die Kanalifation, in Weyls Handbuch der Hygiene, Jena 1894. — [3] Brix, Pfuhl u. Nocht, Hygienifch-technifcher Teil von Behrings Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Leipzig 1894. — [4], Vogel, Die Verwertung der ftädtifchen Abfallftoffe, Berlin 1896. — [5] Büfing, Die Städtereinigung, Bd. 3, Der ftädtifche Tiefbau, Stuttgart 1901. — [6] Frühling, Die Entwäfferung der Städte, Handbuch der Ingenieurwiffenfch., 4. Aufl., 3. Teil, Bd. 4, Leipzig 1903. — [7] Das ftädtifche Tiefbauwefen in Frankfurt a. M., Städtifches Tiefbauamt, Frankfurt a. M. 1903. — [8] Steuernagel, Die Probekläranlage zu Köln-Niehl, Heft 4 der Mitteilungen aus der Kgl. Verfuchs- und Prüfungsanftalt für Waffervorforgung und Abwäfferbefeitigung zu Berlin 1904; vgl. a. die Literaturangaben zu Flußverunreinigung. *Y. Brix.*

Kanalwage, das einfachfte Nivellierinftrument. Ihre Konftruktion beruht auf dem Gefetze der kommunizierenden Röhren.

Sie wurde fchon im Altertum angewendet. Die Kanalwage älterer Form ift ein Metallrohr von etwa 1 m Länge, das an feinen Enden rechtwinklig nach oben gerichtete Glaszylinder trägt. Das Rohr kann mit einer in der Mitte angebrachten Hülfe auf einem Zapfenftativ aufgeftellt werden. Die Oberflächen einer in die Röhre gegoffenen gefärbten Flüffigkeit geben in den Zylindern eine horizontale Zielfläche an. In der Regel wird nach diefer eine Kreuzfcheibe an einer geteilten Latte eingeftellt; feltener wird die horizontale Sicht an einer Nivellierlatte unmittelbar abgelefen (f. Nivellieren). Die Kanalwage wird beim Gebrauche zweckmäßig fo geftellt, daß die beiden Waffersäulen einander halb decken. Das Inftrument ift wegen feiner Einfachheit und Billigkeit zum Gebrauche auf dem Bauplatze, bei Erdarbeiten u. f. w. fehr geeignet. Der Zielfehler beträgt, in Winkelmaß ausgedrückt, etwa ± 3—4′ [1]. Die Anbringung von Schiebedioptern ficbert eine Erhöhung der Genauigkeit nicht; auch ift die Verwendung von Queckfilber in eifernen Röhren mit Schwimmerdioptern für den praktifchen Gebrauch nicht empfehlenswert.

Ein zweckmäßig eingerichtetes Freihandnivellierinftrument ift die gefchloffene Kanalwage. Sie befteht aus einem Glasrohre von etwa 6 mm Lichtweite, das entweder in Form eines Rechtecks von 10—15 cm Länge und 6—8 cm Höhe [2] oder in Form eines Ringes von etwa 10 cm Durchmeffer [3] gebogen ift. Das Rohr ift mit gefärbtem Alkohol halb gefüllt. Der mittlere Zielfehler ift etwa ± 10′. Preis in tafchenbuchförmigem Käftchen etwa 1—2 *M.*

Eine Kanalwage, bei der die beiden Glaszylinder durch eine lange Röhre oder einen langen Schlauch verbunden find, führt den Namen Schlauchkanalwage [4]. Wenn das Inftrument mit Waffer gefüllt ift, fo kann der Höhenunterfchied von zwei Geländepunkten nach der Höhe der Waffer ftände in den beiden Zylindern über den Punkten beftimmt werden. Die Waffer ftandshöhen werden an Maßftäben ermittelt. Ein Nachteil für die Benutzung des Inftruments ift, daß eine ungleichmäßige Erwärmung des Waffers im Schlauche, z. B. an befchatteten und von der Sonne befchienenen Stellen, die Meffungen ungünftig beeinflußt.

Literatur: [1] Zeitfchrift für Vermeffungswefen 1887, S. 151. — [2] Ebend. 1889, S. 183. — [3] Ebend. 1892, S. 49. — [4] Ebend. 1891, S. 45, und 1892, S. 281. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kanarienglas (Uranglas), f. Uran.

Kanarin (Pfeudofchwefelcyan) $C_3N_3S_3H$ bildet fich bei der Oxydation von Rhodanwaffer ftofffäure durch Salpeterfäure, Chlor oder Chlorfäure und wird durch Einleiten von Chlor in eine wäfferige Löfung von Rhodankalium oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch gelindes Erwärmen letzterer Löfung mit Salpeterfäure als ein gelbes, amorphes Pulver erhalten, unlöslich in Waffer, Alkohol und Aether, unzerfetzt löslich in konzentrierter Schwefelfäure, verdünnter Kalilauge und kochender zehnprozentiger Boraxlöfung. Bei längerem Kochen mit Kalilauge aber wird es unter Bildung von Rhodankalium zerfetzt.

Es ift ein direkter Baumwollfarbftoff und liefert in einer Löfung von Borax unter Zugabe von etwas Seife nach Art diefer Farbftoffe auf Baumwolle gefärbt gelbe und orange Farben, die durch Echtheit gegen Licht, Alkalien, Säuren und Chlor ausgezeichnet find und die mit Tanninfarbftoffen überfetzt werden können, da fich das Kanarin diefen gegenüber wie eine faure Beize verhält. Nach H. Schmid kann man das Kanarin im Kattundruck nach Art des Anilinfchwarz erzeugen, indem man das baumwollene Gewebe mit einer verdickten Mifchung von Rhodanaluminium, chlorfaurer Tonerde und Vanadinchlorürlöfung bedruckt und das Gelb in der warmen Hänge fich entwickeln läßt. *R. Möhlau.*

Kandel, f. Straßenbau.

Kandelaber (Lichtträger, Standleuchter) war im Altertum das wichtigfte Beleuchtungsgerät, für den Haushalt leicht und zierlich aus Bronze (Fig. 1) gefertigt, für Kultuszwecke aus Marmor. In jetziger Zeit verfteht man darunter meift die Träger der Gaslaternen, in der Regel aus Gußeifen, feltener aus Bronze erftellt (Fig. 2).

Aehnlich der Säule kann auch der Kandelaber in drei Teile unterfchieden werden: Fuß, Schaft und Kapitäl oder Kelch [1]. Der Fuß ift befonders bei den hohen fchlanken Bronzekandelabern breit ausgeladen, meift aus drei Einzelfüßen beftehend, die in Tierklauen endigen. Der Uebergang zum Schaft erfolgt durch Blattwerk oft unter Hinzufügung einer Platte und der mannigfachften Ausbildung und reizender Formgebung. Der Fuß des Marmorkandelabers ift durch Anordnung eines Poftamentes kräftiger geftaltet (Fig. 3). Der Schaft des antiken Bronzekandelabers ift dünn und fchlank gebildet und meift kanneliert, während die der Renaiffancezeit ftark bewegte Formen mit Einziehungen in figuralem Schmuck zeigen (vgl. Fig. 4, venezianifcher Kandelaber in Bronze) [2]. Der Schaft des Marmorkandelabers zeichnet fich durch reichen Schmuck aus, aufwärtsftrebend mit reichem Blattwerk umgeben oder geteilt und (nach Art der Balufter) mit auf- und abwärts gerichtetem Schmuck und Blattwerk verfehen [3]. Den oberen Schluß bildet ein kelchförmiger Auffatz, der in einem Teller endigt. — Vgl. a. Kunftgewerbe, Laterne, Leuchter.

Fig. 3.

Fig. 4.

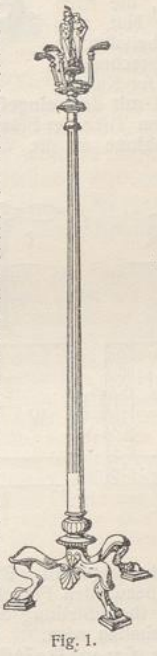


Fig. 1.

Fig. 2.

Literatur: [1] Semper, G., Der Stil, Bd. 2, München 1863, S. 236 ff. — [2] Meyer, F. S., Handbuch der Ornamentik, Leipzig 1888, S. 242 ff. — [3] Percier und Fontaine, Palais et maisons de Rome, Paris 1800. *Weinbrenner.*

Kandiszucker, kriftallifierter Zucker (f. d.), große, harte, gutausgebildete monokline Prismen, die je nach dem Grade der Reinheit farblos bezw. mehr oder weniger braun gefärbt find, fich bei 15° in 1/3 Teil Waffer löfen und in Alkohol fchwer löslich find. Er fchmilzt in reinem Zuftand bei 160° und erftarrt zu dem glafigen Gerftenzucker (f. d.). Beim Erhitzen auf 190—200° verwandelt er fich in eine braune, nicht mehr kriftallifierbare Maffe (Karamel), die zum Färben von Likören dient. Kandiszucker findet hauptfächlich in der Champagnerfabrikation Verwendung.

Zur Darftellung von Kandiszucker wird eine Löfung von Kriftallzucker mit Knochenkohle und Eiweiß geklärt, filtriert, eingekocht und in befonderen Gefäßen zum Kriftallifieren hingeftellt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Wände dieſer Gefäße ſind in mehreren Reihen mit Löchern verſehen, durch die wagerecht ausgeſpannte Fäden gezogen ſind. An dieſen findet die Kriſtallisation ſtatt, die etwa zehn Tage bei einer allmählich von 75 auf 50° heruntergehenden Temperatur beanſprucht. Während des Kriſtallisierens muß jede Erſchütterung vermieden werden, da hierdurch die gute Ausbildung der Kriſtalle leiden würde. Dieſe werden nach beendeter Operation an den Fäden herausgenommen, von einer anhaftenden ſchwachen Kriſtallrinde befreit und zur Entfernung von anhängendem Sirup mit lauwarmem Kalkwaſſer geſpült, wobei darauf geachtet werden muß, daß das Waſchwaſſer weder zu kalt noch zu heiß iſt, da ſonſt ein Zerſpringen bezw. ein Erblinden der Kriſtalle eintreten würde.

Kaneelſtein, ſ. Granat.

Kanephore (griech., ſ. v. w. Korbträgerin), eine Unterart der Karyatide (ſ. d.).

Kanetten (Canneten), ſ. Kammgarnſpinnerei, S. 324.

Kangaroo, ſ. Fahrrad, Bd. 3, S. 581.

Kannelieren, Kannelierapparat. Unter Kannelieren verſteht man die Anbringung von geradlinigen oder ſchraubenförmig gewundenen Nuten (Kehlungen, Kannelierungen) an Säulen, Tiſch- und Stuhlfüßen u. ſ. w. Gewöhnlich iſt der Querſchnitt der Nuten kreisbogenförmig ($^1/_2$, $^1/_3$ oder $^1/_4$ des Kreisumfangs). Die Herſtellung der Kannelierungen bei Holzgegenſtänden erfolgt in der Regel durch Fräſen. — Der Kannelierapparat dient zur Herſtellung der Kannelierungen auf Tiſchfräsmaſchinen; ſ. Holzfräsmaſchinen.

Er beſteht aus einer hölzernen Wange mit zwei entſprechend der Länge des Arbeitsſtücks verſtellbaren Einſpanndocken und einer Teilvorrichtung, die nach Einfräſen einer Nut zum Drehen des Arbeitsſtückes um den entſprechenden Winkel dient. Der Kannelierapparat wird mit dem eingeſpannten Arbeitsſtück an dem Fräſer vorbeigeführt, wobei ein Anſchlag auf dem Tiſch der Fräsmaſchine zur Führung dient. Bei kegelförmigen Arbeitsſtücken wird eine Schablone an die Wange des Apparats angeſchraubt. In den Fig. 1 und 2 ſind

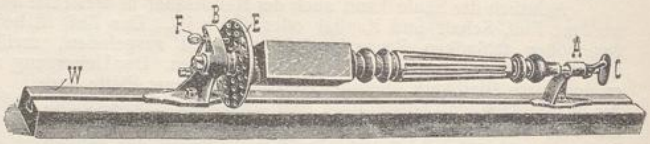


Fig. 1.

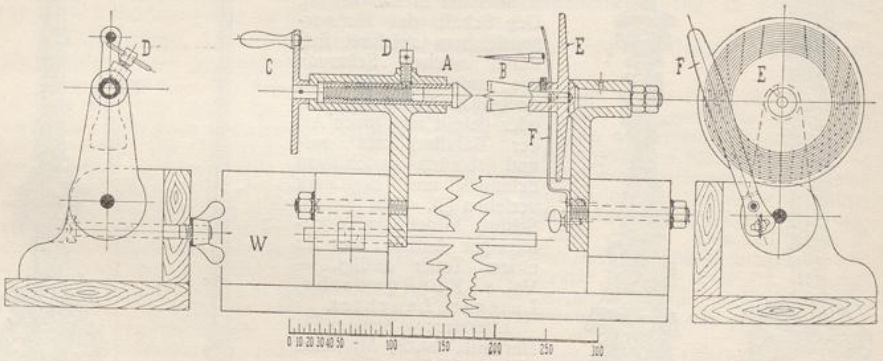


Fig. 2.

Kannelierapparate dargeſtellt. *W* bezeichnet die Wange, *A* und *B* die Einſpanndocken, *C* die Kurbel (Fig. 2) bezw. den Flügel der Schraube *D*, ferner *E* die den Dreizack tragende Teilſcheibe, die in ihrer Stellung durch den federnden Stellhebel (*F*, Fig. 2) bezw. den Steckſtift (*F*, Fig. 1) feſtgehalten wird. *A. Widmaier.*

Kanone, ſ. v. w. Reitſtockhülſe, ſ. Reitſtock und Drehbank, Bd. 3, S. 79, Fig. 80—82. S. a. Geſchütze, Schiffsgeſchütze, Schnellfeuerkanonen.

Kanonenboot, kleines, meiſt ungepanzertes Kriegsſchiff mit leichter Armierung mit bis zu 10,5 cm-Geſchützen für den Sicherheitsdienſt in den Kolonien. Infolge ſeines geringen Tiefganges kann das Kanonenboot Flußläufe weit hinauf befahren. Für ſeichte Gewäſſer (Donau, Nil, chineſiſche Flüſſe) verwendet man beſondere Flußkanonenboote (ſ. d. und Kriegsſchiffstypen). *T. Schwarz.*

Kanoniſche Form einer Gleichung (oder eines mathematiſchen Ausdrucks) heißt die einfachſte Form, auf welche ſie ohne Beſchränkung der Allgemeinheit gebracht werden kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

So läßt ſich z. B. die Gleichung eines Mittelpunktskegelſchnitts auf die kanoniſche Form $a x^2 + b y^2 + c = o$ bringen; ſ. a. Invariantentheorie. *Wölffing.*

Kanfasfteine, ſ. Schleifen.

Kantar, Handelsgewicht (Zentner), in der Türkei = 56,4 kg, in Griechenland = 56,32 kg, in Aegypten = 44,5 kg, in Tripolis = 50,69 und 56,84 kg.

Kantbeitel, ſ. Beitel und Stemm- und Stechzeug.

Kante, in der Mathematik, die Schnittlinie zweier Begrenzungsebenen eines ſtereometriſchen Körpers, z. B. einer Pyramide, eines Polyeders.

Kante, im Bauweſen, 1. Ausſpringende Begrenzungslinie zweier ſich treffenden Flächen eines Baugliedes. Je nach der Richtung und Art der Flächen unterſcheiden wir ſcharfe oder volle Kanten bei im rechten Winkel ſich treffenden Flächen, dünne unter ſpitzem Winkel, z. B. bei Keilen, Klingen u. dergl., ſtumpfe, gebrochene oder abgefaſte Kante bei Abſchrägungen derſelben (ſ. Faſe). Baum- oder Waldkante (fälſchlich Wahnkante), nicht ſcharf behauene Kante eines Bauholzes, an welchem noch ein Teil der natürlichen Rundung vorhanden. 2. Schmalſeite eines Balkens oder Backſteins oder Brettes u. ſ. w., daher auf hohe Kante mauern heißt den Stein hochgeſtellt vermauern. *Weinbrenner.*

Kante, ſ. v. w. Leiſte, ſ. Weberei; auch ſ. v. w. Spitzen (ſ. d.).

Kantenſtein, ſ. Straßenbau.

Kanter, ſ. v. w. Spulengeſtell, ſ. Weberei.

Kantholz, ſ. v. w. behauenes, bezw. kantig zugeſchnittenes Bauholz; auch Eckholz genannt im Gegenſatz zu Rundholz.

Kantillen (Bouillon), ſ. Leoniſche Waren.

Kantring, ein mit dem Kanthaken verbundener Ring, durch welchen ein Hebebaum geſteckt wird, um das Bauholz zu heben oder umzukanten.

Kantſpant, Spanten im Vor- und Hinterſchiff von Holzſchiffen, welche zur Vermeidung einer großen Schmiege (ſ. Schiffbau) gekantet ſind, ſo daß die Mallebene mit der Längsſchiffsebene einen Winkel bildet. *T. Schwarz.*

Kanzel, der erhöhte Ort in einer Kirche, von welcher herab der Prieſter die Predigt hält. Hervorgegangen aus den altchriſtlichen Ambonen (ſ. Ambo, Bd. 1, S. 171), die an den den Chor abſchließenden Schranken (cancelli) ſtanden. Später wurde dann das Lefepult des Lettners (ſ. d.) zum Abhalten der Predigt, demnach als Kanzel, benutzt.

In Italien begann man zuerſt, die Kanzel von dem Lefepult des Lettners zu trennen und an einem Pfeiler des Mittelſchiffes anzubringen, damit der Prediger näher der Gemeinde ſei und beſſer verſtanden werden könne. Dieſe Kanzeln ſtanden anfangs zumeiſt auf Säulen und hatten einen vorwiegend quadratiſchen Grundriß. In der gotiſchen Zeit wurden dieſelben in der Regel polygon geſtaltet. Die älteſten Kanzeln haben keine Decke, während man, namentlich in Deutſchland, bald begann, dieſelben mit einem Schalldeckel zu verſehen, der in der Renaiſſanceperiode mit ſitzenden oder ſchwebenden Engelsgeſtalten überreich verziert zu werden pflegte. Die Stellung der Kanzel iſt ſo zu wählen, daß man den Prediger überall deutlich hören und ſehen kann, ohne daß der Kirchgänger, wenn er ſich zum Altare wendet, den Stuhl zu ändern hat. In den proteſtantiſchen Kirchen wird deshalb meiſt die Kanzel hinter dem Altare angebracht. Da, wo eine Choranlage vorhanden, wird die Kanzel am Chorbogen Aufſtellung finden, während ſie bei großen und langen Kirchen an einer Langſeite, etwa einem Pfeiler des Mittelſchiffs ihren Platz erhält Die Höhe der Kanzel darf keine zu große ſein, wenn ein deutliches Vernehmen erreicht werden ſoll. Es muß deshalb die Höhe des Bodens der Kanzel über dem der Kirche etwa 3,0 m betragen. *Weinbrenner.*

Kanzleidruckpapier, Mittelſorte der Druckpapiere; ſ. Papierſorten.

Kanzleihadern, diejenigen Hadern, welche hauptſächlich zur Herſtellung des feineren Kanzleipapiers verwendet werden und welche aus durch den Gebrauch entfärbten Flachs- und Hanfgeweben beſtehen; ſ. Papierfabrikation.

Kanzleipapier, mittlere Gattung weißen Schreibpapiers, welches mit Ausſchluß des Holzſchliffs in beliebiger Stoffzuſammenſetzung hergeſtellt wird; ſ. Papierſorten und Papiernormalien. *Kraft.*

Kaolin (Kaolinit, Porzellanerde, Argillit, China-clay) $H_2Al_2Si_2O_9$, reinſter Ton, kriſtalliſiert nach Miers monoklin, nach Reuſch triklin in ſehr kleinen durchſichtigen ſechsſeitigen Täfelchen oder Blättchen, ähnlich dem Glimmer. Die Blättchen ſpalten höchſt vollkommen nach der Breitſeite, ſind ohne Bruch biegſam und kehren nicht mehr in ihre frühere Lage zurück. Meiſt jedoch derb, auch in Afterkriſtallen nach Orthoklas, Porzellanſpat, Leuzit,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beryll u. f. w., von unebenem, feinerdigem Bruch, weiß, gelblich-, rötlich- oder grünlichweiß, auch fleiſchrot (Karnat, in verwittertem Porphyr bei Rochlitz in Sachſen); undurchſichtig; ſehr weich, mild und zerreiblich, abfärbend, in feuchtem Zuſtande fett anzufühlen, mit Waſſer angemacht ſehr plaſtiſch; die Urſache der Bildſamkeit ſieht Verfaſſer in der ungewöhnlich geringen Größe der Blättchen, ihrer Spaltbarkeit und leichten unelaſtiſchen Biegſamkeit. Härte 1, ſpez. Gew. 2,2; vor dem Lötrohr wie im Ofenfeuer unſchmelzbar; in kochender Kali- oder Natronlauge löslich, ferner in Schwefelſäure, in andern Säuren nur ſehr wenig löslich. Chemiſche Zuſammenſetzung je nach dem Fundort ſchwankend:

Fundorte	Geſteinsrückſtand	Freie Kieſelſäure	An Tonerde gebundene Kieſelſäure	Tonerde	Waſſer
St. Yrieux	9,7	10,9	31,0	34,6	12,2
Cornwallis	19,6	1,2	45,3	24,0	8,7
Paſſau	4,5	9,7	36,7	37,0	12,8
Aue	18,0	1,7	34,2	34,1	11,0
Morl bei Halle . . .	43,8	4,4	21,6	22,5	7,5

Kaolin entſteht durch Zerſetzung tonerdehaltiger Silikate, und zwar unter Einwirkung von Waſſer, Kohlenſäure und vielleicht den bei Eruptionen ausſtrömenden oder ihnen folgenden Gaſen und Mineralwäſſer. Die Mutterminerale des Kaolins ſind meiſt Feldſpate. Vorkommen in Lagern und Gängen, auch tritt er als Bindemittel von Sandſteinen auf (Kaolinſandſteine). Der Porzellanerde verwandt ſind u. a.: der Cimolit von der Inſel Argentiera im griechiſchen Archipel, graulichweiß, an der feuchten Lippe ſtark klebend, vom ſpez. Gew. 2—2,187, wahrſcheinlich das Zerſetzungsprodukt eines trachytiſchen Geſteins; der grüne, 2—10% Chromoxyd enthaltende Chromocker, der auf Klüften des Porphyrs bei Halle und bei Waldenburg (Schleſien) Ueberzüge bildet. — Wichtigſte Fundorte des Kaolins: Aue bei Schneeberg, Seilitz bei Meißen (Material der Meißener Fabrik), Raſephas bei Altenburg, Morl und Trotha bei Halle (Material der Kgl. Porzellanmanufaktur in Berlin), Stolberg, Aſchaffenburg, Diendorf, Oberedsdorf, Schwefelgoſſe, Brand, Niederlomitz, Göpfersgrün, Wegſcheid (Paſſauer Porzellanerde, Material der Fabrik in Nymphenburg), Branditz (Mähren), Zedlitz bei Karlsbad, Prinzdorf (Ungarn), St. Auſtell in Cornwallis, St. Yrieux bei Limoges, China. Kaolin dient zur Fabrikation von Porzellan und andern feinen Tonwaren.

Literatur: Ueber die Plaſtizität vgl. Zſchokke, B., Unterſuchungen über die Plaſtizität der Tone, Baumaterialienkunde 1902 u. 1903; Leppla, A., Die Bildſamkeit des Tones, ebend. 1904; Rößler, H., Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerſtätten, N. Jahrb. f. Min. u. f. w., XV. Beil.-Bd., Stuttgart 1902. — Ueber Kaolinbildung: Weinſchenk, E., Allgemeine Geſteinskunde, Freiburg 1902, 116.

Leppla.

Kapazität, f. v. w. Faſſungsvermögen; vgl. a. Akkumulator, Bd. 1, S. 112, und Kondenſator, elektriſcher.

Kapelle, das bloß zum Gebete oder zum Privatgebrauche errichtete gottesdienſtliche Gebäude, ferner ſolche An- oder Zubauten kirchlicher Anlagen, die beſonderen Zwecken dienen.

Die Taufkapellen (ſ. d.) bildeten anfangs ſtets ſelbſtändige Bauten und wurden erſt ſpäter in die Kirche verlegt. Aehnlich geſtaltete, zumeiſt kleinere, rund oder polygon gebildete Anlagen bilden die Grabkapellen auf Friedhöfen; ſie ſcheinen vorwiegend Nachbildungen der Rotunde über dem Heiligen Grabe zu Jeruſalem zu ſein [1]. So zu Fulda, Konſtanz, Paderborn u. ſ. w. Die Schloß- oder Burgkapellen ſtehen meiſt mit den herrſchaftlichen Wohnräumen in direkter Verbindung und ſind in der Regel im Obergeſchoß angelegt. Zuweilen liegen dieſe Kapellen auch in einem Turme unmittelbar über der Torhalle, ſo zu Gelnhauſen, Münzenberg, auf dem Trifels u. ſ. w. (ſ. Burg). Eine beſondere Art der Burgkapellen bilden die ſogenannten Doppelkapellen (ſ. d.), die zugleich als Grabſtätten dienen. Solche Kapellen, die als Teile der Kirche zu betrachten ſind, werden meiſt organiſch in den Plan der Kirche eingefügt und liegen teils zwiſchen den Jochen und Streben der Seitenſchiffe, teils an der Oſtſeite der Querſchiffe oder ſie umgeben als Kapellenkranz den Chorumgang (ſ. Baſilika, Mittelalter, Fig. 5—9).

Literatur: [1] Otte, D. H., Handbuch der Kunſt-Archäologie des deutſchen Mittelalters, Leipzig 1883.

Weinbrenner.

Kapelle, ein ſchalenförmiges Gefäß zum Probieren ſilberhaltiger Legierungen, beſonders zum Abtreiben (Kupellieren) des ſilberhaltigen Werkbleies.

Zur Herſtellung ſolcher Kapellen werden Knochen vollkommen weiß gebrannt, gepulvert, mit heißem Waſſer ausgelaugt, durch Schlämmen in ein feines und ein gröberes (körniges) Pulver geteilt und beide Pulverſorten getrocknet. Hierauf wird das gröbere Mehl mit Waſſer angefeuchtet, der erhaltene Brei in eine Matrize (Nonne) gebracht, die Oberfläche mit dem trockenen Feinmehl beſtreut und die Patrize (Mönch) eingedrückt, wodurch die Kapelle die gewünſchte Form erhält. Schließlich werden die Kapellen möglichſt langſam getrocknet. Man gibt ihnen gewöhnlich einen oberen Durchmeſſer von 38 mm (im Lichten von 25 mm), eine geſamte Höhe von 20 mm bei 12 mm Höhe des Faſſungsraumes. Beim Gebrauch ſetzt man die Kapellen, nachdem man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſie abgeätmet, d. h. durch Erhitzen in der Muffel von angeſaugter Feuchtigkeit befreit und mit einer abgewogenen Menge Werkblei beſchickt hat, in eine ſtark glühende Muffel (Kapellenofen), in der das Blei oxydiert wird. Das Bleioxyd zieht in die poröſen Wände der Kapellen, während das metalliſche Silber als König (Korn, Regulus) zurückbleibt. Gewöhnlich tritt mit dem Bleioxyd auch eine geringe Menge Silber in die Kapelle über (Kapellenzug).

Kapellenkranz, ſ. Chor.

Kapgummi, ſ. Gummi, Bd. 4, S. 675.

Kapillairſirup, eine waſſerhelle, ſehr reine, ſtark eingedickte feimige Löſung von Traubenzucker, die in Tonnen in den Handel kommt; ſ. Stärkezuckerfabrikation.

Kapillairzucker, feſter Traubenzucker von harter, poröſer Beſchaffenheit und weißem, trübem, nicht durchſcheinendem Ausſehen. Er kommt in Kiſten zu 50 kg, in Hutform zu 12,5 kg, in Kuchen oder ſehr häufig auch gerafpelt in Säcken in den Handel; ſ. Stärkezuckerfabrikation.

Kapillardepreſſion, ſ. Queckſilberbarometer.

Kapillardetektor, Wellenanzeiger für drahtloſe Telegraphie; ſ. Telegraphie (ohne Draht).

Kapillarität (Haarröhrchenanziehung) heißt die Eigenſchaft der Flüſſigkeiten, in Berührung mit feſten Körpern, beſonders in engen Röhren, ein andres Niveau anzunehmen, als ihrem hydroſtatiſchen Gleichgewicht entſpricht. Es ſind zwei entgegengeſetzte Fälle zu unterſcheiden: 1. Die Kraft der Kohäſion der Oberflächenteilchen der Flüſſigkeit iſt größer als die der Adhäſion an der Körperfläche; 2. die letztere Kraft überwiegt die erſtere.

Im erſteren Fall (Queckſilber und Glas, Waſſer und befettete Flächen) bildet die Flüſſigkeit auf dem feſten Körper Tropfen, ohne ihn zu benetzen, ſie erleidet an ſenkrechten Wänden und in Röhren eine Niveaudepreſſion und zeigt in letzteren eine nach oben konvexe Kuppe (Meniskus mit ſtumpfem Randwinkel).

Im letzteren Fall zerfließt die Flüſſigkeit auf dem Körper als Unterlage und adhäriert an demſelben (Waſſer auf reinem Glas, Queckſilber auf Zink), ſie ſteigt an den Gefäßwänden, beſonders in engen Röhren durch Kapillarattraktion in die Höhe, wobei die Steighöhe im umgekehrten Verhältnis des Röhrendurchmeſſers ſteht, und bildet eine konkave Oberfläche (Meniskus mit ſpitzem Randwinkel). Iſt h die Steighöhe, r der Radius der Röhre, s das ſpezifiſche Gewicht der Flüſſigkeit, ſo heißt die konſtante Größe $\alpha = 0{,}5\, h r s$ die Kapillaritätskonſtante. Dieſe Gleichung kann man auch ſchreiben: $\alpha = \pi h r^2 s : 2\pi r$; ſie drückt dann das Geſetz aus: Eine Flüſſigkeit, welche eine vertikale Wand berührt, erfährt eine Niveauerhebung derart, daß das pro Längeneinheit der Randlinie gehobene Flüſſigkeitsgewicht konſtant bleibt für beliebige Krümmung der zylindriſchen Wand. Gewöhnlich bezieht ſich α auf das Gewicht $\pi h r^2 s$ in Milligramm und die Länge $2\pi r$ in Millimetern. (Mißt man aber Gewicht und Länge in Einheiten des abſoluten Maßſyſtems, ſo bekommt α einen 9,81 mal größeren Wert.) Gibt man obiger Gleichung die Form $\alpha = 0{,}5\, \pi h r^3 s : \pi r^2$, ſo ſtellt ſie eine Arbeit, dividiert durch eine Fläche, dar; α iſt die Arbeit, welche der Oberflächenſpannung entgegen geleiſtet werden muß, um die Flüſſigkeitsoberfläche um die Flächeneinheit zu vergrößern. Der Wert α iſt abhängig nicht bloß von der Natur der Flüſſigkeit, ſondern auch von der Natur der Gefäßſubſtanz und von der Beſchaffenheit der über der Flüſſigkeit befindlichen Luft ſowie von der Temperatur. Die Oberflächenſpannung hat für die Flüſſigkeit je nach der Natur der ſie begrenzenden Körper ihre beſonderen Werte; ſie wird z. B. beim Waſſer erheblich verkleinert durch eine wenn auch noch ſo dünne Oelſchicht. Hierauf beruht die Beruhigung der Meereswellen durch Oel. In betreff der phyſikaliſchen und mathematiſchen Theorie der Kapillarität verweiſen wir auf [1] und die dort enthaltenen Literaturangaben. Eine Zuſammenſtellung von Werten der Kapillaritätskonſtanten ſ. bei [2], gleichfalls mit reichen Literaturnachweiſen. Beſonders ſei noch verwieſen auf [3]—[8] und das populäre Schriftchen [9]. — Von beſonderem Intereſſe für die Technik (vgl. z. B. den Art. Bodenphyſik) iſt die Kapillaritätskonſtante des Waſſers (gegen Luft), für deren Werte zwiſchen 0 und 100° [2], S. 102, eine Tabelle gibt, die mit $\alpha = 7{,}923$ beginnt und mit $\alpha = 6{,}042$ ſchließt, und S. 23a. Die Formel $\alpha_t = \alpha_0 + \beta t + \gamma t^2$ mit den Werten: $\alpha_0 = 8{,}22$ oder 7,633 oder 7,617, $\beta = 0{,}02052$ oder 0,0136 oder 0,0136 und $\gamma = 0{,}000035$ nach den Beſtimmungen von Timberg, Wolf oder Eötvös. Der Wert der Kapillaritätskonſtante des Waſſers hängt indeſſen auch von den gelöſten Salzen ab, vgl. [1], S. 466.

Literatur: [1] Braun, F., in Winkelmann, Handbuch der Phyſik, I, Breslau 1891, S. 452—502. — [2] Landolt u. Boernſtein, Phyſikal.-chem. Tabellen, 3. Aufl.. Berlin 1905, S. 102—116. — [3] Von der Waals, Thermodynamiſche Theorie der Kapillarität, Zeitſchr. f. phyſik. Chemie 1894, **13**, S. 657 ff. — [4] Drude, P., Ueber die Größe der Wirkungsſphäre der Molekularkräfte u. ſ. w., Wied. Ann. 1891, 43, S. 158. — [5] Lord Rayleigh, Ueber die Theorie der Molekularkräfte und die Konſtitution der Plateauſchen Glyzerinſeifenlöſung, Philos. Mag. 1890, (5), 30, S. 285 u. 456. — [6] Cantor, M., Ueber Kapillaritätskonſtante, Wied. Ann. 1892, **47**, S. 399; hierzu [7] Lohnſtein, M., Wied. Ann. 1893, **48**, S. 207; derſ., Wied. Ann. 1894, **53**, S. 1062, u. 1895, **54**, S. 713. — [8] Donnan, Die Theorie der Kapillarität und kolloidalen Löſungen, Zeitſchr. f. phyſik. Chemie 1903, 46, S. 197 ff. — [9] Boys, C. V., Seifenblaſen, Vorleſungen über Kapillarität, deutſch von G. Meyer, Leipzig 1893.

Aug. Schmidt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kapitäl (Kapitell), auch Knauf oder Knopf genannt, oberſter bekrönender Teil einer Stütze oder Säule; ſpricht ſich aus als vermittelndes Glied, das die Laſt aufnimmt und auf den Stamm überleitet. Je dünner der Stamm, deſto mehr Ausladung des Kapitäls iſt nötig; bei ſtämmigen Pfeilern dagegen genügt ein ſchwaches Profil. Hieraus entſteht die große Verſchiedenheit in Form und Geſtaltung des Kapitäls, die bedingt iſt durch die Konſtruktion und die Art der Belaſtung. Für horizontal auflagernde Laſt, z. B. einen Balken, der endet oder durchgeht, wird ſich eine zwei- oder vierſeitige Form entwickeln und meiſt eine flache Geſtalt genügen; für ſenkrecht wirkende Laſt, wie bei Bogen und Gewölben, iſt dem Entgegenſtreben der Stütze gegen die Laſt ein erhöhter Ausdruck zu geben, dieſem entſpricht die hohe Kelch- oder Glockenform. Dabei kann die einfache glatte, nur konſtruktiv überleitende Form ihre weitere Ausbildung finden in einer Ausſchmückung, ſei es durch Blätter, Blüten oder Ranken oder durch figürlichen Schmuck in plaſtiſcher oder farbiger Ausführung je nach dem Reichtum der Architektur.

Zu allen Zeiten und in allen Bauſtilen haben die Kapitäle eine charakteriſtiſche Ausbildung gefunden und im Zuſammenhang mit der Säule beſondere Merkmale der Stilarten gebildet. In der ägyptiſchen Kunſt ſehen wir die älteſten Beiſpiele von Kapitälen in Form von Lotos-

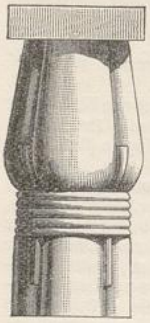


Fig. 1. Säulenkapitäl von Beni-Haſſan.

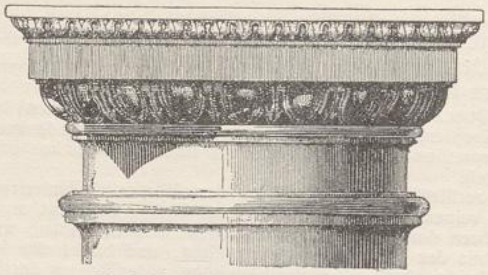


Fig. 6. Doriſches Kapitäl in Albano.

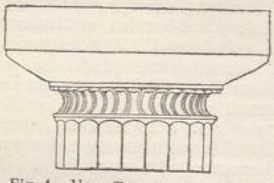


Fig. 4. Vom Tempel der Demeter zu Paeſtum.

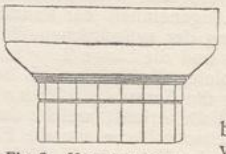


Fig. 3. Vom ſogenannten Theſeustempel in Athen.

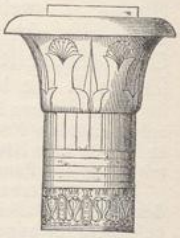


Fig. 2. Säule in Kum-Ombu (200 v. Chr.).

blumen (Fig. 1) oder von ausladenden Palmblätterkelchen (Fig. 2). In der griechiſchen Kunſt (ſ. Bauſtil) wurde durch die Regelung der Säulenordnungen (ſ. d.) eine ſtrenge Sonderung verſchiedener Kapitälformen feſtgeſtellt [1]. Das Kapitäl der doriſchen Ordnung (Fig. 3 und 4) beſteht im allgemeinen aus drei Teilen: 1. dem Echinus (ſ. d.) oder Wulſt, 2. dem Abakus (ſ. d.) oder Deckplatte und 3. dem Hals, beſtehend in Einſchnitten, die als

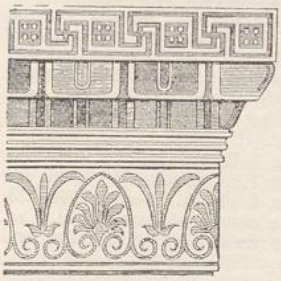


Fig. 5. Bemaltes doriſches Antenkapitäl.

Fig. 8. Ioniſches Kapitäl. Seitenanſicht im Aufriß.

Fig. 9. Ioniſches Eckkapitäl. Grundriß.

Fig. 7. Ioniſches Kapitäl. Vorderanſicht im Aufriß. *a* Aftragal. *b* Echinus mit Kymation. *c* Fascia mit Voluten. *d* Plinthus (Abakus) mit Kyma.

Zuſammenfaſſung des Stammes dienen. Die Kapitäle der Wandpfeiler oder Anten (ſ. d.) ſind nur wenig von den Säulenkapitälen verſchieden (Fig. 5). In ihrer einfachen vierſeitigen Form dienen dieſe gleichmäßig an den Ecken wie bei dem durchgehend aufliegenden Gebälk. Eine geringe Abweichung in der Form zeigen die Kapitäle der verwandten römiſch-doriſchen oder toskaniſchen Ordnung (Fig. 6). Hier iſt der Echinus im Viertelkreis geſtaltet, die Deckplatte mit Oberglied

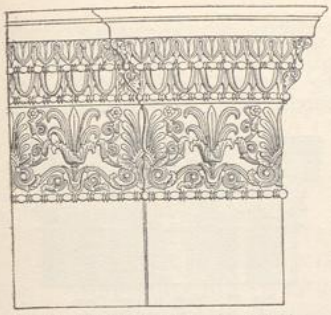


Fig. 10. Kapitäl der Ante und Wand. Vom Erechtheion in Athen.

verſehen und der Hals durch ein Rundſtäbchen vom Stamme abgegrenzt, oft auch plaſtiſch verziert. Die Höhe des Kapitäls iſt etwa gleich dem halben Säulendurchmeſſer. Das Kapitäl der ioniſchen Ordnung beſitzt zwar dieſelben Teile wie das vorgenannte, doch ſind dieſe durch die nach zwei Seiten vortretenden Schnecken oder Voluten (Fig. 7 und 8) zurückgedrängt, die in ihrer charakteriſtiſchen Form als Hauptſchmuck in Erſcheinung treten. Dieſe Voluten ſind unter ſich durch das Polſter verbunden und rollen ſich, in einer Ebene liegend, nach innen zuſammen, wo ſie in einer knopfartigen Erhöhung, dem Auge, endigen. In ſolcher Weiſe ſind die Kapitäle zweiſeitig, indem die Rückſeite wie die Vorderſeite gebildet, die Seitenanſicht aber hiervon verſchieden iſt, eine Ausbildung, die für Eckkapitäle untunlich iſt. Hier

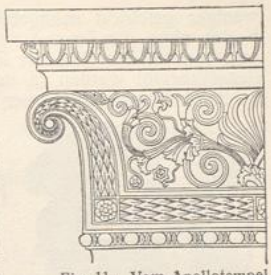


Fig. 11. Vom Apollotempel zu Milet.

Fig. 14. Vom Triumphbogen des Titus in Rom.

Fig. 17. Kapitäl aus dem Kreuzgange zu Laach.

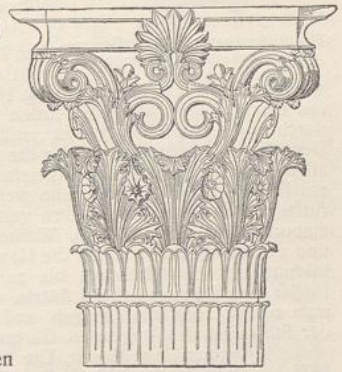


Fig. 12. Vom Denkmal des Lyſikrates zu Athen (um 330 v. Chr.).

müſſen ſich die Voluten über Eck unter 45° vorlehnen (Fig. 9), was ſpäter zur Durchführung diagonaler Ausladung der Voluten an allen vier Ecken führte, wodurch eine lebhaftere Formgebung des Kapitäls mit vier gleichen Seiten entſteht. Die Pilaſter- und Antenkapitäle ſind auch hier oft in abweichender Form geſtaltet (Fig. 10 und 11). In der ſpäteren Kaiſerzeit wurden die Schnecken kräftiger geſtaltet, beſonders durch ein Hervorziehen gegen das mittlere Auge. Im Barock wurde durch Einhängen von Blumengewinden zwiſchen die Voluten die ſonſt leeren Zwickel angenehm ausgefüllt. Das Kapitäl der korinthiſchen Ordnung bildet in der Hauptform einen nach oben ſanft ausladenden Kern (Krater), um den ſich Blattwerk anſchmiegt und bis zur Deckplatte, die an ihren Ecken ſtark nach vorn ausladet, anſteigt. An den regelmäßig gebildeten Kapitälen ſind es zwei Blattreihen, die den Krater umſtehen, wovon die obere hinter den Zwiſchenräumen der unteren herauswächſt. Mit dieſen entſproſſen Ranken mit Voluten und Blumen, die bis zur Deckplatte aufſteigen und ſo dieſe ſtützend den Uebergang aus der runden Grundform in das Viereck vermitteln (Fig. 12 und 13). Eine ſolche Anordnung läßt die mannigfaltigſten Löſungen zu, auch kommt dieſe Bildungsweiſe in allen ſpäteren Stilen mehr oder

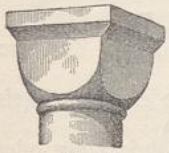


Fig. 16. Würfelkapitäl.

Fig. 15. Aus dem Palazzo Scrofa zu Ferrara (15. Jahrh.).

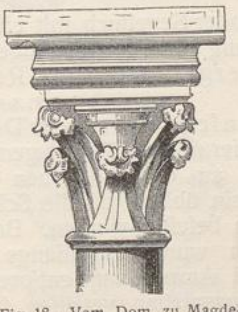


Fig. 18. Vom Dom zu Magdeburg (Uebergangsſtil).

Fig. 13. Vom Sonnentempel Aurelians zu Rom.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

weniger geſchickt nachgebildet oder umgeformt vor. Die früheſten Formen zeigen noch den Krater ohne die Zugabe von Eckranken, während ſpäter aus der Verbindung des ioniſchen und korinthiſchen Kapitäls ſich das römiſche oder kompoſite Kapitäl ergab (Fig. 14). Im Renaiſſanceſtil wurden in der Kapitälbildung dieſer Ordnung reizende Werke geſchaffen, die an Feinheit und Fülle neuer Motive die alten Muſter oft übertreffen (Fig. 15). Weſentlich andre

Fig. 19. Spätgotiſches Kapitäl aus der Frauenkirche zu Eßlingen.

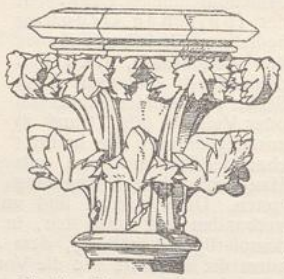


Fig. 20. Glockenkapitäl von der Chorterraſſe des Münſters zu Freiburg i. B.

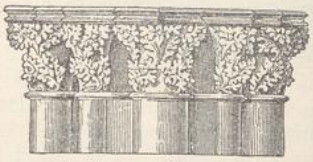


Fig. 21. Vom Kölner Dom.

Verhältniſſe zeigen ſich in den Zeiten des Zerfalls der Künſte. Solange noch aus den zahlreichen Reſten der antiken Bauten vorhandene Kapitäle zu den Neubauten benutzt werden konnten, lag noch keine Notwendigkeit vor, mit den ungeſchulten und unzulänglichen Kräften Neues zu ſchaffen; dies traf erſt in ſpäteren Jahrhunderten ein, wo man ſich dann mit den einfachſten Nutzformen behalf, wofür das Würfelkapitäl (Fig. 16) ein beſonders charakteriſtiſches Beiſpiel bildet. Es beſteht aus einem Würfel, der nach unten in eine Kugelform übergeht, die auf dem Schaft der Säule, durch einen Rundſtab getrennt, aufſitzt. Oben wird es durch eine ſtarke, nach unten abgeſchrägte Deckplatte abgedeckt, welche die Laſt des Bogens oder eines Gewölbes aufnimmt. Bei der allmählichen Entwicklung mittelalterlicher Kunſt fand dann die Ausſchmückung der Kapitäle mit Blattwerk und Figuren eine weitgehende Verwendung, die ſich in den vielfältigſten, in den Anfängen noch rohen Motiven verſuchte, ſpäter aber zu einer künſtleriſchen Vollkommenheit emporarbeitete (Fig. 17—20). Während in der Zeit romaniſcher Kunſt die einfache runde Säule und der quadratiſche Pfeiler die Hauptſtützen bildeten, kam im ſpäteren Mittelalter bei der Ausbildung des Gewölbebaues bis zu immer reicherem Rippenſyſtem, das ſich auf vielgeſtaltige Pfeiler und Dienſte (ſ. d.) ſtützte, eine Zerlegung des Kapitäls in Einzelteile (Fig. 21) [3], bis man zuletzt auch dies aufgab und in der ſpätgotiſchen Zeit kaum merkliche Uebergänge von der Stütze zu den tragenden Gurtprofilen ſchuf.

Literatur: [1] v. Mauch, Die architektoniſchen Ordnungen der Griechen und Römer, Berlin 1875. — [2] O. Mothes, Illuſtr. Baulexikon, 4 Bde., Leipzig. — [3] M. Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonnée de l'architecture française, Bd. 2, Chapiteau S. 480 ff., Paris. *Weinbrenner.*

Kapital, ſ. Buchbinderei, Bd. 2, S. 375.

Kapok, ſ. Polſtermaterialien.

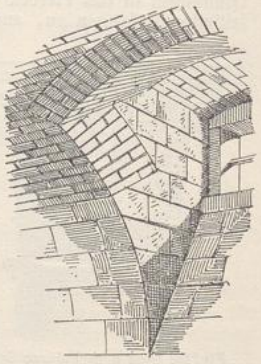
Kaponniere (Grabenwehr), ſ. Feſtungsbau, Bd. 3, S. 743.

Kappdecke, eine haubenartig geſtaltete ſichtbare Holzdecke in Zimmern oder Sälen.

Kappe (Haube), in der Mathematik die Teile, in welche ein Kugelkreis die Kugeloberfläche teilt (ſ. Kugel).

Kappe, im Bauweſen, 1. jede hauben- oder mantelartige Abdeckung oder Bekrönung eines Bauteils, z. B. eines Pfoſtens, Pfeilers, auch eines Dammes; 2. der zwiſchen den Gräten eines Gewölbes liegende Teil, auch Schild genannt (ſ. Gewölbe); 3. oberer Teil eines gebrochenen Daches (ſ. d.); 4. Mörtelguß über dem Rücken eines Gewölbes (ſ. Kalkguß). *Weinbrenner.*

Kappe, eine aus Holz oder Segeltuch mit eiſernem Geſtell beſtehende Bedachung für Niedergänge und Luken auf Schiffen (Niedergangskappe, Regenkappe). *T. Schwarz.*



Kappenkranz.

Kappen der Eiſenbahnſchwellen (auch Dexeln oder Texeln), Anſchneiden der mit $^1/_{20}$ bis $^1/_{16}$ geneigten Auflagefläche der Schienen an den hölzernen Querſchwellen, war früher allgemein üblich, da die Schienen unmittelbar auf den Schwellen befeſtigt wurden. Bei Einführung von Unterlagsplatten wurde es anfangs noch beibehalten, ſpäter aber bei Anwendung entſprechend geneigter keilförmiger Unterlagsplatten verlaſſen (vgl. a. Oberbau). *Kübler.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kappenfenſter (Kaffenſter), ſ. Dachfenſter.

Kappengeſchoß, ſ. Munition.

Kappengewölbe, ſ. Gewölbe.

Kappenkranz, doppeltgekrümmter Bogen im Tonnengewölbe zur Aufnahme einer Kappe und Uebertragung der Laſt der letzteren auf die beiden Seiten (ſ. die Figur S. 376).

Kappenſtänder, ſ. v. w. Walzenſtänder mit drehbarem Oberteil (Kappe), ſ. Walzwerk.

Kappenziegel (Kaffziegel), ſ. Dachziegel.

Kappgut, ſ. Edelſteinfchleiferei, Bd. 3, S. 218.

Kappſtürzung (Kappſturz), ſ. Deichverteidigung.

Kapſelgebläſe, Gebläſe mit rotierenden Kolben; je nachdem deren einer, zwei oder drei in einem Gehäuſe zur Anwendung kommen, unterſcheidet man drei Klaſſen.

Die **Gebläſe der erſten Klaſſe,** auch Kurbelkapſelwerke (vgl. Kapſelwerke) genannt, enthalten außer dem um eine horizontale Achſe umlaufenden Kolben noch eine Vorrichtung zum Abdichten des Saugraumes vom Druckraum. Hierher gehören: das Gebläſe von Lemielle, das Cookeſche Gebläſe, das Gebläſe von Waller u. a. Das in Fig. 1 abgebildete Cookeſche Gebläſe beſitzt eine exzentriſch gelagerte, rotierende Scheibe oder Trommel. Die Abdichtung des Saug- und Druckraumes voneinander geſchieht durch eine an den Umfang der genannten Scheibe dicht anſchließenden Schwinge, die durch eine außerhalb des Gebläſes liegende Kurbel und Schubſtange in ſchwingende Bewegung verſetzt wird. Die Richtung der ein- und austretenden Luft iſt durch zwei Pfeile erkenntlich. — Bei dem Gebläſe von Waller (Fig. 2 und 3) ſind drei Dichtungsplatten des Kolbens *A* in zylindriſchen drehbaren Dichtungen *B* verſchiebbar, die im Umfang der exzentriſchen Trommel *C* gelagert ſind. Die Drehachſe dieſer Kolben iſt konaxial mit der Trommelachſe. Bei einer Ausführung desſelben in England [1] betrug der innere Durchmeſſer des Gehäuſes 635 mm, die axiale Länge desſelben ebenſoviel, die minutlich geförderte Luftmenge bei 70 Touren in der Minute ~ 19 cbm.

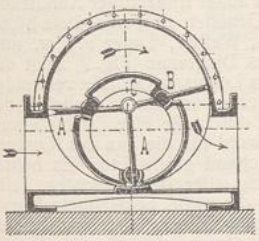


Fig. 3.

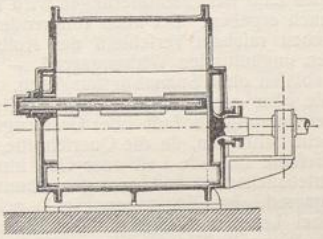


Fig. 2.

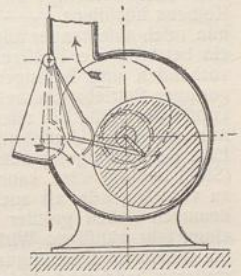


Fig. 1.

Die wichtigſte iſt die **zweite Klaſſe** mit zwei gleichgroßen, um parallele horizontale Achſen ſich drehenden Kolben oder Flügelrädern. Das bekannteſte Gebläſe dieſer Art iſt das Rootſche Gebläſe. Für Schmieden und Eiſengießereien findet es vielfache Anwendung und wird für Luftmengen von 1—150 cbm in der Minute ausgeführt bei einem Kraftbedarf von $^1/_4$—10 PS., Flügeldurchmeſſer von 300—800 mm, einer Länge von 0,5—2 m. Es gibt eine Windpreſſung zwiſchen 100 und 500 mm Waſſerſäule bei 200—500 Umdrehungen in der Minute. Eine Ausführung desſelben von Ad. Meyer in Aerzen zeigt Fig. 4. Die beiden parallelen Flügel ſind aus Gußeiſen, an den aufeinander wälzenden Flächen aber mit eingelegten, aus hartem Holz hergeſtellten Dichtungsleiſten *A, A* verſehen. Der Antrieb erfolgt durch Riemen und Riemenſcheiben auf eine der beiden Flügelwellen, welche an der entgegengeſetzten Seite

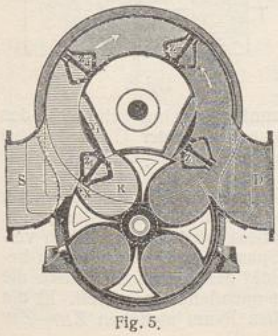


Fig. 5.

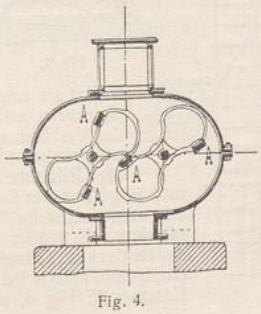


Fig. 4.

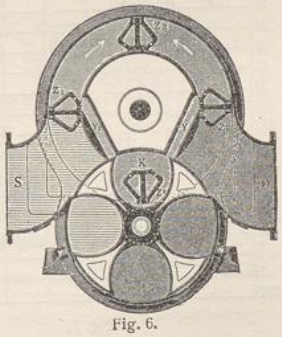


Fig. 6.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit zwei gleichgroßen Stirnrädern verfehen find, fo daß die Flügelwellen fich in entgegengefetzter Richtung aber mit gleicher Winkelgefchwindigkeit drehen. Die Sächfifche Mafchinenfabrik in Chemnitz führt diefe Gebläfe für je 10—130 Schmiedefeuer, für eine Maximalfchmelzleiftung in der Stunde bei 50 cm Wafferfäulenpreffung (bei Kupolöfen) von 2000—15 000 kg, bei Flügeldurchmeffern von 400—750 mm, Gehäufelängen von 800—2000 mm und einem Kraftbedarf von 3—35 PS. aus.

Bei den neueren Gebläfen von Enke in Leipzig, Monski in Eilenburg, C. H. Jäger in Leipzig und Lehmann in Eilenburg find gleichfalls zwei parallele Wellen vorhanden; doch find die Kolben nicht mehr auf der mittleren Drehachfe befeftigt, fondern an den Stirnwänden und laufen in Hohlräumen zwifchen der Gehäufewand und dem mittleren feften Füllkörper um. Das Gebläfe von Lehmann ift in Fig. 5 und 6 im Querfchnitt in den Hauptftellungen dargeftellt. Die Figuren zeigen das Gebläfe während des Arbeitsganges mit den entfprechenden Kolbenftellungen. Vorausgefchickt fei noch, daß das Gebläfe nach jeder Seite umlaufend zu verwenden ift, d. h. fowohl *S* Saugfeite, *D* Druckfeite, als auch *D* Saugfeite, *S* Druckfeite fein kann, entfprechend einer Rechts-➤ oder Links-➤Drehung des Arbeitskolbens *Z*. Unter der Annahme, daß *S* Saugfeite, ftellt Fig. 5 das Gebläfe beim Beginn des Saugens dar. Der Kolben Z_I tritt aus der Kammer des unteren fogenannten Steuerkolbens und faugt bei feiner Weiterbewegung, ebenfo wie Z_{IV}, aus *S* Luft oder Gas an, fo lange, bis die Kolben in Stellungen wie Fig. 6 gelangt find, in denen der Kolben Z_I die Saugfeite abgefchloffen hat und nun die zwifchen den Kolben befindliche Luft- oder Gasmenge nach der Druckfeite gefördert wird, ein Vorgang, der fich bei jeder Umdrehung, entfprechend der Kolbenzahl, wiederholt.

Das Wefentliche und Eigentümliche der Gebläfe Syftem Lehmann find die Umftrömkanäle oder -ausfparungen *Y* und Y_I. Denkt man fich in den Figuren die Kanäle nicht vorhanden, fo muß beim Ein- und Austreten der Kolben *Z* aus den Kammern *K* die in der Kammer enthaltene Luft- oder Gasmenge durch die Oeffnung *X* austreten bezw. durch diefe Oeffnung die Kammer fich füllen. Da nun gerade bei der größten eintretenden Kolbenmaffe diefe Oeffnung *X* ein Minimum ift, fo wird die in der Kammer enthaltene Luft- oder Gasmenge komprimiert bezw. mit großer Befchleunigung aus der Kammer herausgepreßt und damit die ganze Druckluft- oder Gasmenge befchleunigt werden. Auf der Saugfeite muß die Luft oder das Gas mit bedeutend größerer Gefchwindigkeit die Kammer anfüllen und wird einen Rückftoß auf die anzufaugende Luft- oder Gasmenge ausüben. Da nun die Zeit des vollftändigen Ein- oder Austretens eines Kolbens höchftens $^1/_{80}$—$^1/_{40}$ Sekunde beträgt, fo wird ein bedeutender Stoß entftehen. Bei der nun rafch aufeinander folgenden Zahl der Erfchütterungen wird fich außer frühzeitiger Abnutzung ein beträchtlicher Kraftverbrauch ergeben. Bei allen rotierenden Gebläfen find nun diefe Stöße vorhanden und bedingen neben rafchem Verfchleiß der Kolben, Wellen, Lager u. f. w. und geringer Betriebsficherheit den ungünftigften Wirkungsgrad. — Das Diagramm Fig. 7 zeigt die Größe der Stöße bei allen Gebläfen ohne Spannungsausgleich. Das Lehmann-Gebläfe vermeidet nun durch die Umftrömkanäle oder -ausfparungen *Y* und Y_I die vorher erwähnten Uebelftände. Eine Befchleunigung oder Verzögerung der Luft- oder Gasmengen, durch die eine Erfchütterung (Stoß) bedingt wäre, kann nicht ftattfinden, da die Querfchnitte fowohl für die aus der Kammer zu verdrängende als auch diefelbe füllende Luft oder Gas hinreichend große find. Es befitzt demnach neben größter Betriebsficherheit und geringer Abnutzung aller beanfpruchten Teile einen fehr günftigen Wirkungsgrad. Im Diagramme Fig. 7 zeigt die mit *L* bezeichnete Kurve die Maximalbefchleunigung bei Lehmann-Gebläfen. Die Umftrömvorrichtung hat noch einen weiteren bedeutenden Vorteil. Wenn die Kammer gegen die Druckfeite abgefchloffen ift, Fig. 6, befindet fich in derfelben Luft oder Gas mit Druckfpannung. Bei allen andern rotierenden Gebläfen kommt nun die druckgefüllte Kammer plötzlich mit der Saugfeite in Verbindung. Da aber gefpannte Luft oder Gas ein geringeres Volumen

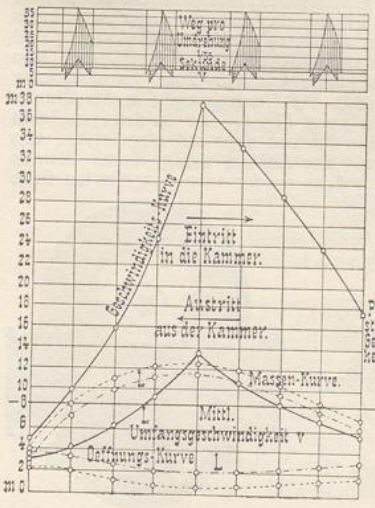


Fig. 7.

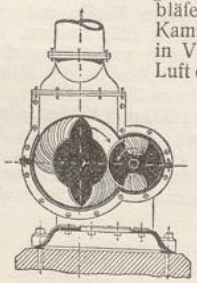


Fig. 8.

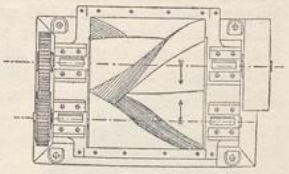


Fig. 9.

befitzt als ungefpannte, fo dehnt fich die in den Kammern enthaltene Luft- oder Gasmenge bei der Verbindung mit der fpannungslofen Saugfeite entfprechend aus, und es muß das Gebläfe ftets die Differenz zwifchen dem Volumen gefpannter und ungefpannter Luft oder Gas weniger fördern, d. h. der manometrifche Nutzeffekt wird fich erheblich vermindern. Je größer die Spannungsdifferenz, um fo bedeutender und fchneller finkt der Nutzeffekt. Durch die Umftrömkanäle wird nun nachftehendes erzielt. Ift die Kammer *K*, Fig. 6, mit dem Raum zwifchen Z_{III}—Z_{IV}

in Verbindung, ſo gleicht ſich die Spannung beider Räume aus, und zwar entſteht in Z_{III}—Z_{IV} eine Spannung, die nahezu ſo groß wie die auf der Druckſeite vorhandene iſt, da in dem Raume ſchon zum Teil Spannung enthalten iſt, wie aus nachſtehendem hervorgeht. Kommt nun Raum Z_{III}—Z_{IV} mit der Druckſeite in Verbindung, ſo vereinigen ſich Luft- oder Gasmengen gleichen Druckes, es kann kein Stoß entſtehen. Hat der Steuerkolben den Kanal Y abgeſchloſſen, wie in Fig. 6, ſo findet ein abermaliger Druckausgleich zwiſchen der Kammer und dem Raum Z_I—Z_{IV} ſtatt, ſo daß, wenn die Kammer mit der Saugſeite in Verbindung kommt, überhaupt keine Spannungsunterſchiede vorhanden ſind. Der manometriſche oder Raumnutzeffekt iſt daher ſehr günſtig. Außerdem iſt der Steuerkolben von dem auf demſelben laſtenden Drucke durch entſprechende Vorrichtung entlaſtet, ſo daß ſchädliche Reibungen an der Gehäuſewand nicht entſtehen können. Da nun dieſe Vorrichtung in geeigneter Stellung ebenfalls die Kammer mit Luft oder Gas von Druckſpannung füllt, ſo kommt auch bei der Verbindung der Steuerkolbenkammern mit der Druckſeite keine Spannungsdifferenz zuſammen, ſo daß Stöße ebenfalls vermieden ſind. Fig. 5 und 6 zeigen dieſen Vorgang durch entſprechende Schraffierung. Die einzelnen Konſtruktionseigentümlichkeiten, beſonders die Dichtungsart, ſollen hier nur flüchtig berührt werden. Indem die Luft oder das Gas in den hohlen Kolben Z eintritt und in entſprechenden Nuten am äußeren und inneren Umfange durch die Geſchwindigkeit auf hohen Druck gebracht wird, wirkt dieſelbe dichtend. Dieſe Dichtungsart iſt die beſte, die angewendet werden kann. Alle Konſtruktionsteile ſind im übrigen dem Verwendungszwecke entſprechend ausgebildet.

Einige Abarten des erwähnten Gebläſes ſind das Fabryſche Wetterrad, bei welchem Flügel mit kreuzförmigen Armen ſich gegeneinander bewegen, das Hoppeſche, bei welchem zwei ſternförmig geſtaltete Räder miteinander arbeiten, das Pappenheimſche Gebläſe und das Krigarſche Schraubenkapfelgebläſe (Fig. 8 und 9). Bei letzterem ſind zwei ſchraubenförmig gewundene Flügel nebeneinander gelegt, deren einer zwei Zähne, der andre zwei entſprechende Zahnlücken hat. Die Luft wird hierbei auf der einen Seite in der Stirnwand des Gehäuſes eingezogen, in horizontaler Richtung durch das Gehäuſe hindurchgedrückt und gelangt an der andern Seite in das Druckrohr. Dieſe Gebläſe geben faſt durchweg höhere Drücke als die gewöhnlichen Rootſchen Gebläſe und haben den Vorteil geringeren Verluſtes durch die Undichtigkeiten und eines geräuſchloſeren Ganges. Dieſelben werden von der Firma Krigar & Ihſſen in Hannover ausgeführt.

Ein Hauptvertreter der **dritten Klaſſe**, bei welcher drei parallele Achſen im Gehäuſe vorhanden ſind und drei Rotationskörper ſich gegeneinander bewegen, iſt das Bakerſche Gebläſe (ſ. Bd. 1, S. 497), bei welchem eine mittlere, obenliegende Achſe das mit zwei Flügeln verſehene Rad trägt, während auf den beiden unteren Achſen zwei mit Hohlräumen zur Aufnahme der Flügel bei ihrer Umdrehung verſehene Trommeln ſitzen.

Literatur: [1] Iron, 1881, Bd. 17, S. 355. — Vgl. ferner: Weisbach-Herrmann, Ingenieurmechanik, Braunſchweig 1880, 2. Aufl., Bd. 3, Abt. 2, S. 1209 ff; Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1876; v. Ihering, Gebläſe, 2. Aufl., Berlin 1903, Kap. IV, S. 305 f., und den Art. Kapfelwerke.

v. Ihering.

Kapfelmaſchine, ſ. Zündwaren.

Kapfelmotor, ſ. Motor, elektriſcher.

Kapfeln, meiſt runde oder ovale, mit einem durchbrochenen oder undurchbrochenen Boden verſehene Gefäße, in welche zu brennende Tonwaren eingeſetzt werden.

Eine Reihe von Tonwaren kann nämlich nicht im freien Feuer gebrannt werden, da die Brenngaſe einen nachteiligen Einfluß auf das Brenngut ausüben. Hierher gehören in erſter Linie die Porzellan- und Steingutwaren ſowie die nach Mettlacher Art hergeſtellten Tonplatten. Um dieſelben vor dem freien Feuer zu ſchützen, werden ſie in Kapfeln eingeſetzt. Die beſchickten Kapfeln werden in Stößen über- und nebeneinander in die Brennöfen eingebracht und nach beendetem Brande mit den in ihnen befindlichen Waren wieder aus dem Ofen herausgetragen. Damit die Kapfeln die Einwirkung der Hitze und das häufige Abkühlen gut aushalten, muß die Maſſe, aus welchen dieſelben angefertigt werden, einerſeits hochfeuerfeſt und anderſeits durch Beimiſchung von Schamotte gegen plötzliche Temperaturänderungen möglichſt unempfindlich ſein. Weiteres ſ. Tonwaren.

Dümmler.

Kapfelräder, ſ. Kapfelwerke.

Kapfelwerke ſind Mechanismen mit Gehäuſe, in dem dicht ſchließend Räder, Walzen, Kolben u. ſ. w. ſich bewegen, die als Pumpen, Waſſermeſſer, Motoren, Ventilatoren und Gebläſe verwendet werden. Die Kapfelwerke laſſen ſich hauptſächlich in zwei Gruppen teilen: Kapfelräderwerke oder kurz Kapfelräder genannt, und Kurbelkapfelwerke. Dieſe Benennungen ſtammen von Reuleaux [1], der die Kapfelwerke zuerſt eingehend analyſiert hat.

Die **Kapfelräderwerke** ſind, wie die ſchematiſche Fig. 1 im Durchſchnitt zeigt, zwei ohne Spielraum richtig ineinander greifende Zahnräder (Stirnräder), dicht umſchloſſen von einer Kapfel, an der ſich zu beiden Seiten des Zahneingriffes Röhren befinden. Die Zahnformen ſind in der Praxis in mannigfaltiger Geſtaltung ausgeführt und nicht immer geeignet, die Bewegung von dem einen Zahnrade auf das andre zu übertragen; es werden deshalb zu dieſem Zweck außerhalb der Kapfel auf den Achſen Φ, F zwei Zahnräder angebracht, welche die entſprechende Bewegung der beiden Räder in der Kapfel bewirken. Wenn das untere Rohr in einem mit Waſſer gefüllten Behälter ſteht, wird während der Drehung der Räder in den Pfeilrichtungen

das Waffer durch die Zahnlücken an den zylindrifchen Wandungen der Kapfel entlang in das obere Rohr getrieben; denn die beftändig fchließende Berührung der Zähne fowie die dicht an den Rädern anliegenden Zylinderflächen und die ebenen beiderfeitigen Deckelflächen der Kapfel verhindern das Zurückfließen des Waffers. In diefer Weife kann die Vorrichtung als Pumpe dienen. Wird dagegen das Waffer durch Druck in diefe Mafchine getrieben, dann kann diefelbe auch als Motor wirken. Nach Anbringung eines Zählapparates, der die Umdrehungen der Räder zählt, hat man diefe Mafchine in andrer Ausführung auch als Waffermeffer brauchbar erachtet.

In Fig. 1 ift das Pappenheimfche Kapfelräderwerk [2] mit fechszähnigen Rädern $\Phi\varkappa$, Fk im Durchfchnitt dargeftellt, welches als Urbild aller fpäteren mannigfach geftalteten Mafchinen diefer Art betrachtet werden kann. Der Zahnkopf k ift von einem Kreisbogen umgrenzt und an diefen fchließt fich die Vertiefung, die von einem Stück k' der Aequidiftante einer Epicykloide gebildet wird und dem Zahnkopf $\varkappa'$ entfprechend genau konftruiert fein muß, fo daß die Zähne in beftändiger Berührung bleiben. Der Berührungspunkt $\mathfrak{P}$ der Zahnkurven kk', $\varkappa\varkappa'$ bewegt fich auf einer fchleifenförmigen Kurve e, e' und die beiden Kreife p, π rollen aufeinander. Die genaue Konftruktion der vollftändigen Zahnkurven lehrt die Kinematik [3].

In Fig. 2 ift ein Kapfelräderwerk, der Rootfche Ventilator, im Durchfchnitt fchematifch gezeichnet. Bei diefem ift jedes der Zahnräder $\Phi\varkappa$, Fk mit zwei Zähnen verfehen, die ebenfo, wie in Fig. 1, kreisförmigen Zahnkopf befitzen. Dem Zahnkopf k entfpricht ein Stück $\varkappa$ der Aequidiftante einer Epicykloide. Der Berührungspunkt $\mathfrak{P}$ der Zahnkurven durchläuft die fchleifenförmige Kurve ee'. Diefe Zahnräder find zur Uebertragung der Bewegung nicht geeignet und demnach wird die Drehung durch zwei außerhalb der Kapfel auf den Achfen Φ, F angebrachte gleiche Zahnräder bewirkt. Diefes nach Root [4] benannte Kapfelräderwerk wird in großen Dimenfionen ausgeführt, als Ventilator bei Bergwerken zur Grubenlüftung vielfach verwendet; es wurde jedoch längere Zeit vor Root von Lecocq [5] als rotierende Pumpe mit zweizähnigen und auch mit dreizähnigen Rädern ausgeführt.

In Fig. 3 ift das als Repfoldfche Pumpe bekannte Kapfelwerk in theoretifcher Ausführung dargeftellt [6]. Jedes der Zahnräder $\Phi\varkappa$, Fk ift bei diefer Anordnung nur mit einem Zahn verfehen. Die fymmetrifche Zahnkurve des Rades $\Phi\varkappa$ ift gebildet aus den Aequidiftantenftücken $\varkappa, \varkappa_1$, den beiden Kreisbögen $\varkappa', \varkappa_1'$ und den um Φ befchriebenen Kreisbögen $\varkappa_2, \varkappa_3$. In gleicher Weife ift die Zahnkurve des Rades Fk gebildet. Die Bewegung wird durch zwei außerhalb der Kapfel auf die Achfen Φ, F gefetzte gleiche Zahnräder bewirkt. Es tritt $\varkappa$ mit k, $\varkappa'$ mit k', $\varkappa_2$ mit k_2 u. f. w. in Berührung. Der Berührungspunkt $\mathfrak{P}$ durchläuft die fchleifenförmige Kurve ee'. Bei der praktifchen Ausführung der Repfoldfchen Pumpe find die Räder mit einer befonderen Dichtung verfehen [6]. Es find hier in drei Beifpielen die Zahnkurven aus Kreisbögen und entfprechenden Aequidiftanten von Epicykloiden gebildet. Die Zahnkurven treten in mannigfaltiger Geftaltung bei den Kapfelräderwerken auf, beftehend aus Epicykloiden, Hypocykloiden, Kreisevolventen [7].

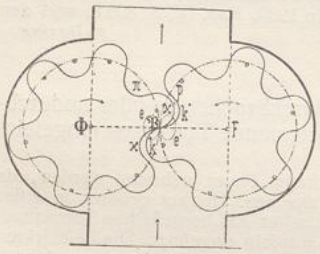


Fig. 1.

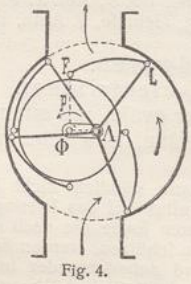


Fig. 4.

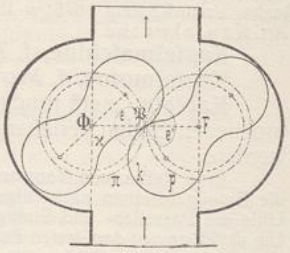


Fig. 2.

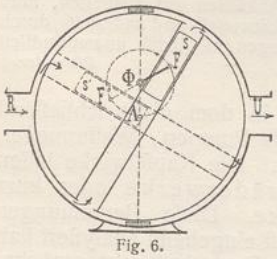


Fig. 6.

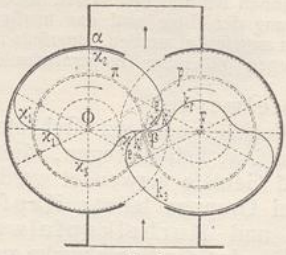


Fig. 3.

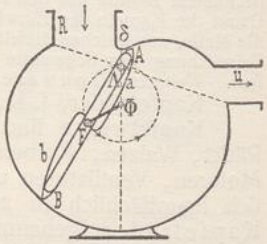


Fig. 5.

Die **Kurbelkapfelwerke** find nach Reuleaux Kurbelgetriebe, bei denen „die Glieder fo geftaltet find, daß fie die zur Bergung und Bewegung der Flüffigkeit geeigneten Formen von Kapfel und Kolben an fich tragen", und fie werden als Pumpen, Motoren, Ventilator und Gebläfe verwendet.

In Fig. 4 ift ein Kurbelkapfelwerk, der Lemiellefche Ventilator [8], fchematifch im Durchfchnitt dargeftellt. Die Kapfel, welche mit zwei Kanälen verfehen ift, enthält vier Kurbelgetriebe, von denen das eine mit $\Phi FL\Lambda$ bezeichnet ift. Das trommelförmige Glied ΦF dreht

ſich um die feſte Achſe Φ und bildet die treibende Kurbel. Der Arm AL, der durch einen Einſchnitt in der Trommel hindurch geht, dreht ſich um die feſte Achſe A. Dieſe Kurbel und dieſer Arm ſind durch ein gebogenes ſchaufelförmiges Glied FL gelenkig verbunden, und dieſes Glied dient als Flügel. In gleicher Weiſe ſind die andern drei Kurbelgetriebe geſtaltet. Bei Drehung der trommelförmigen Kurbel ΦF in der Richtung des Pfeiles p wird die Luft, wie die andern Pfeile zeigen, von dem unteren Kanal nach dem oberen Kanal getrieben. Dieſer Ventilator iſt in der Praxis mit ſechs Kurbelgetrieben ausgeführt [8].

In Fig. 5 iſt das P. Kirchhoff patentierte Kurbelkapſelwerk, welches Oldhamſcher Ventilator genannt wird, ſchematiſch im Durchſchnitt dargeſtellt [9]. Das Getriebe iſt bei dieſer Anordnung ein gleichſchenkliges Schleifkurbelgetriebe. Durch die treibende Kurbel ΦF, die ſich um die feſte Achſe Φ dreht und in F drehbar mit dem über den feſten Zapfen A gleitenden Schleifenglied AB verbunden iſt, wird dieſes Schleifenglied in Bewegung verſetzt. Die Wandung der Kapſel iſt ſo geformt, daß die Enden AB des Schleifengliedes die Wandung berühren und die ſchaufelförmigen Teile a, b an der Stelle δ der Wandung anſchließend, entlang gleiten. Durch Drehung der Kurbel in der Pfeilrichtung wird durch das mit den Schaufeln a, b verſehene Schleifenglied AB die Luft von dem Eintrittsrohr R nach dem Austrittsrohr U getrieben. Um die hierdurch hervorgebrachte Ungleichförmigkeit der Luftſtrömung zu mildern, iſt es notwendig, zwei ſolche Ventilatoren mit gemeinſamer Kurbelwelle nebeneinander zu ſtellen, ſo daß die beiden Kurbelzapfen ſich gegenüberſtehen. — Dasſelbe Getriebe iſt in entſprechender Umgeſtaltung von L. Taverdon [10] in Form eines Kurbelkapſelwerkes als rotierende Pumpe oder Motor verwendet, wie Fig. 6 in ſchematiſcher Darſtellung zeigt. Das Schleifenglied dreht ſich in dem zylindriſchen Gehäuſe um die feſte Achſe A; in dieſem Schleifengliede gleitet der mit der Kurbel ΦF drehbar verbundene Schieber S, der hier den Pumpkolben vertritt. Durch Drehung der Kurbel in der Pfeilrichtung wird das Schleifenglied in Bewegung verſetzt und der Schieber oder Kolben S in demſelben verſchoben. Dem Kolben folgt das Waſſer, vom Einflußrohre R kommend, nach, und gleichzeitig treibt dieſer das vor ihm befindliche Waſſer nach dem Ausflußrohr U. Bei der praktiſchen Ausführung muß die Kurbel ΦF verhältnismäßig kurz ſein und die Kolbenlänge ſo groß genommen werden, daß ſeine Endfläche den von F beſchriebenen Kreis nicht erreicht, damit der Raum, in welchem die Kurbel rotiert, ſtets von dem Raume, in welchem das Waſſer dem Kolben folgt, abgeſchloſſen iſt. Das Schleifenglied wird ferner von derſelben Triebwelle Φ durch die Kurbel $\Phi F'$ getrieben, die der Kurbel ΦF gegenübergeſtellt iſt; und in dem hinteren Schlitz, der zu dem erſten Schlitz ſenkrecht iſt, wird der Schieber S' als Pumpkolben hin und her bewegt. Dieſes Kurbelkapſelwerk kann auch als Motor verwendet werden, wenn das Waſſer bezw. der Dampf in eine der beiden Röhren treibend einſtrömt.

Literatur: [1] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875, S. 343 u. 390. — [2] Leupold, Schauplatz der Waſſerkünſte, Bd. 1, S. 123, Leipzig 1724; und hierüber weitere Literatur in Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, Leipzig 1888, S. 229. — [3] Ebend., a. a. O. — [4] Spezifikation, Nr. 1333, vom 9. Mai 1866; Engineer 1867, Aug., S. 146; Praktiſcher Maſchinenkonſtrukteur 1870, Bd. 3, S. 341, Taf. 88; Hauer, J. v., Die Hüttenweſenmaſchinen, Wien 1876, S. 208. — [5] Description des machines, Paris 1843, Taf. 47, S. 428; Brevets, 14. août et oct. 1832. — [6] Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1844, S. 208. — [7] Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, 4. Abſchn. enthält ausführliche Konſtruktionen der verſchiedenen Kapſelräder. — [8] Der Civilingenieur, 1854, Bd. 1, S. 83; Dinglers Polyt. Journ., 1858, Bd. 150, S. 194. — [9] D.R.P. Nr. 10796 vom 19. Febr. 1880 und Nr. 8689 vom 23. Aug. 1879. — [10] D.R.P. Nr. 10382 vom 6. April 1879. *Burmeſter.*

Kaptivballon, ſ. v. w. Feſſelballon (ſ. d.).

Karamel, ſ. Gerſtenzucker und Kandiszucker.

Karat, Karatierung, ſ. Feingehalt.

Karawanſerei, im Orient die großen Herbergen, die namentlich für die Unterbringung der Karawanenzüge beſtimmt ſind.

Sie beſtehen zumeiſt aus einem großen Hof mit zahlreichen zu ebener Erde angelegten Magazinen, in welchen die mitgebrachten Waren untergebracht werden, während die Laſttiere in der Regel im Hofe ſtehen. Vielfach iſt noch ein Obergeſchoß vorhanden mit zahlreichen kleinen Zimmern, die zur Unterkunft der Reiſenden dienen. Dabei beherbergen die Karawanſereis in der Regel bloß Perſonen eines beſtimmten Landes, ſo daß man z. B. indiſche, perſiſche, afghaniſche u. ſ. w. Karawanſereis unterſcheidet. *Weinbrenner.*

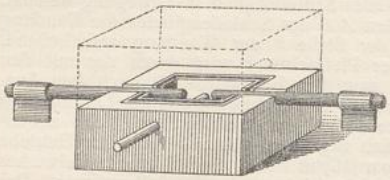
Karbide, Metallkarbide, Metallkarburete, Metallkarbüre, ſind Verbindungen der Metalle mit Kohlenſtoff.

Das Verbindungsverhältnis wechſelt bei einzelnen Metallen je nach den Bedingungen, unter welchen die Reaktion vor ſich geht. Ahrens [1] zählt ſie daher zu den Legierungen, obgleich ſich unter ihnen auch im Verhältnis der Aequivalentgewichte zuſammengeſetzte konſtante Karbide befinden. Für die Metallinduſtrie ſind ſie von Bedeutung, denn je nach dem Gehalt an Kohlenſtoff verändern ſich die Eigenſchaften eines Metalles. Beim Eiſen (ſ. d.) iſt dieſes Verhalten längſt bekannt. Daß der Kohlenſtoff chemiſch an die Metalle gebunden iſt, erkennt man aus der Entwicklung von Kohlenwaſſerſtoffen beim Uebergießen ſolcher Karbide mit Säuren. Die Entdeckung bezw. die fabrikmäßige Herſtellung der für die Technik ſehr wichtigen Karbide verdankt man den Verſuchen einer Anzahl Forſcher, Metalloxyde mit Kohle unter Einwirkung von ſehr hohen Temperaturen reduzieren zu wollen. Zur Erzeugung ſolcher diente der elektriſche Flammenbogen. Die hierzu erforderlichen Ofenkonſtruktionen ſind von Moiſſan, Borchers, Siemens u. a. angegeben. Die Figur S. 382 ſtellt den Moiſſanſchen Ofen dar, mit welchem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der franzöſiſche Chemiker ſeine großen Erfolge auf dem Gebiete der Karbiddarſtellung erzielt hat. Weitere Ofenkonſtruktionen ſind unter Calciumkarbid beſchrieben. Der Herd des Moiſſanſchen Ofens beſteht aus einem Kalkſteinblock, die Vertiefung iſt mit Magneſiaplatten ausgekleidet, auf dieſe ſind 10 mm dicke Kohlenplatten aufgelegt. Die Elektroden beſtehen aus zwei Kohlenſtäben; ſie ſind ſo eingelegt, daß ſie von der Kohlenplattenauskleidung iſoliert ſind. In dem dritten ſeitlich eingeſetzten Kohlenrohr befindet ſich die zu ſchmelzende Subſtanz. Bedeckt wird die Ofenöffnung mit einer Kohlenplatte, Magneſiaplatte und einem Kalkſteinblock in der angegebenen Reihenfolge.

Das Baryumkarbid BaC_2 wird wie das Calciumkarbid durch Einwirkung des elektriſchen Stromes auf ein Gemenge von Baryumkarbonat und Kohle hergeſtellt. Es bildet eine kriſtalliniſche dunkelfarbige Maſſe und zerfällt durch Einwirkung von Waſſer in Baryumhydroxyd und Acetylen: $BaC_2 + 2\,H_2O = Ba(OH)_2 + C_2H_2$.



In gleicher Weiſe wird das Strontiumkarbid SrC_2 aus Strontiumkarbonat und Kohle erhalten. Es liefert mit Waſſer Strontiumhydroxyd und Acetylen. Das Aluminiumkarbid erhielt Moiſſan in feinem elektriſchen Ofen aus Kaolin und Kohle und durch direkte Vereinigung von Aluminium mit Kohle [2]. Spez. Gew. 2,36; gelbe durchſichtige Kriſtalle. Mit Waſſer Aluminiumhydroxyd und Methan liefernd: $Al_4C_3 + 12\,H_2O = 3\,CH_4 + 2\,Al_2(OH)_6$. Das in analoger Weiſe aus Berylliumoxyd gewonnene Berylliumkarbid C_3Be_2 liefert mit Waſſer neben feinem Hydroxyd Methan [3]. Nachfolgend genannte Karbide ſind ebenfalls unlöslich, werden von Säuren nicht oder nur ſchwach angegriffen und unterſcheiden ſich von obigen in ihren Eigenſchaften insbeſondere dadurch, daß ſie nicht mit Waſſer ein Gas liefern. Sie ſind beſtändig gegen die Einwirkung von Waſſer, zeichnen ſich aber durch eine große Härte aus. In der Technik haben ſie als Schleif- und Poliermittel, als Diamant- und Schmirgelerſatz Bedeutung erlangt. Das wichtigſte Pulver iſt das unter dem Namen Carborund in den Handel gelangte Siliciumkarbid (ſ. Carborundum). Erwähnt ſei noch das Titankarbid TiC, das Zirkonkarbid ZrC_2, das Thoriumkarbid ThC_2, das Borokarbid B_6C. Geſchmolzenes Eiſen nimmt bekanntlich Kohlenſtoff in wechſelnden Mengen auf, der größte Teil kriſtalliſiert beim Erkalten als Graphit wieder aus. Ein Karbid von der Zuſammenſetzung Fe_4C iſt das Spiegeleiſen (ſ. Eiſen, Bd. 3, S. 263). Näheres über die Karbide ſowie Literaturangaben über die Originalabhandlungen in [1].

Literatur: [1] Ahrens, Die Metallkarbide und ihre Verwendung, Stuttgart 1896. — [2] Compt. rend. 119, S. 16. — [3] Ebend., 1895, S. 121 und 496. — Vgl. a. Acetylen und Calciumkarbid.

Bujard.

Karbidſtickſtoff, ſ. Kalkſtickſtoff.

Karbolöl, die bei der Teerdeſtillation (ſ. Teer) zuletzt übergehenden Anteile des ſogenannten Leichtöls.

Dieſe geſondert aufgefangene Fraktion ſiedet etwa bei 210—240°, beſitzt ein ſpez. Gew. von 0,99—1,005 und enthält neben Naphthalin vorzugsweiſe Karbolſäure (Phenol) und homologe Phenole. Die Karbolſäure (ſ. d.) ſamt ihren Homologen wird dem Oel durch Behandlung mit Natronlauge entzogen und das hierbei ungelöſt gebliebene Oel auf Naphthalin verarbeitet; ſ. Phenole.

Bujard.

Karbolſäure, der im Handel ſowie in der Medizin gebräuchliche Name für Phenol (ſ. d.)

Karbon (Karbonformation), ſ. Steinkohlenformation.

Karbonat, ſ. Diamant.

Karbonate, ſ. v. w. Kohlenſäurefalze (ſ. d.).

Karboniſieren, Trennung animaliſcher und vegetabiliſcher Stoffe unter Zerſtörung der letzteren, beruht auf dem Vorgang, daß alle Pflanzenſtoffe durch eine Mineralſäure (Schwefel-, Salzſäure) bei einer gewiſſen Temperatur chemiſch und phyſikaliſch durch Verwandlung ihres Hauptbeſtandteils, der Celluloſe, in Hydrocelluloſe derart verändert werden, daß ſie nun leicht zerreiblich ſind und bei der mechaniſchen Einwirkung des Reibens, Klopfens, Bürſtens in Staub zerfallen, während die animaliſchen Faſerſtoffe weniger angegriffen werden, falls die Konzentration der Säure paſſend gewählt und letztere nach einer gewiſſen Dauer der Einwirkung gründlich entfernt wird. Auf Grund dieſes Umſtandes wird insbeſondere die Schafwolle von den anhaftenden Klettenteilen befreit. Iſt die Wolle damit nicht zu ſtark verunreinigt, ſo erfolgt ihre Entfernung in der fertigen Ware (Karboniſation im Stück); andernfalls karboniſiert man das loſe Faſernmaterial. S. a. Tuchfabrikation.

Die Karboniſation der loſen Wolle geſchieht entweder im Schweiß oder nach gründlichem Waſchen derſelben. Im erſteren Falle wird die Wolle in nicht vollſtändig gereinigtem Zuſtande karboniſiert, indem man ſie im Leviathan ohne Zuhilfenahme von Waſchmittelnvorwäſcht. Dabei wird der größte Teil der verſeifbaren Fette von den alkaliſchen Salzen des Wollſchweißes ausgewaſchen, und es bleiben meiſt nur verſeifbare Fette auf der Faſer zurück,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die beim Karbonifieren nicht verändert und fpäter durch eine ausgedehnte Seifenwäfche entfernt werden. Damit ift eine Vereinfachung in der Bearbeitung gegeben, da das Spülen der Wolle zwifchen dem Wafchen und Karbonifieren fowie das Entfäuern nach letzterem fich erübrigt. Bei der gewöhnlichen Karbonifation lofer Wolle wird diefe gründlich gewafchen und rein gefpült, darauf mehrere Stunden in ein Schwefelfäurebad von 3—4° Bé eingelegt. Die Wolle wird dann herausgehoben, von der überfchüffigen Säure mechanifch befreit und gelangt nun in den Trocken- und Karbonifierraum, wo fie bei 30—50° vorgetrocknet und bei 70—90° karbonifiert wird. Würde man die Wolle gleich dem hohen Hitzegrad ausfetzen, fo würde fie gleichfalls angegriffen werden. Empfehlenswerte Karbonifiermafchinen für lofe Wolle bauen Rudolf & Kühne in Berlin und Demeufe & Cie. in Aachen. Bei letzterer Mafchine (D.R.P. Nr. 46018) wird das Material während des Karbonifierens bewegt und öfters gewendet, wodurch dasfelbe in allen feinen Teilen gleichmäßig karbonifiert und die Spinnfähigkeit der Faler gefchont wird. Die folgenden Operationen bezwecken die Entfernung der mürben Pflanzenteile und die Entfäuerung der Wolle. Erftere gefchieht unmittelbar nach dem Erhitzen durch eine Behandlung im Klopfwolf, der die Pflanzenteile zu Staub zerfchlägt und diefen herausbläft. Letztere wird durch ein gründliches Wafchen in Waffer, Einlegen in Sodalöfung von 5° Bé und nochmaliges intenfives Wafchen erreicht.

Die Karbonifation von Wollgeweben zieht man derjenigen von Rohwolle vor, wenn fie nur in geringem Maße mit Klettenteilen verunreinigt ift. Zur Imprägnation mit Säure weicht man das Gewebe, meift wie es vom Webftuhl kommt, im Loden, aber forgfältig gewafchen, in Schwefelfäure von 4° Bé unter zeitweifem Umziehen ein bis zwei Stunden ein. Nachdem die Ware gut getränkt ift, wird fie fcharf gefchleudert und in der Karbonifiermafchine getrocknet. Vielfach wendet man die Mafchinen von Rudolf & Kühne in Berlin und von Haubold in Chemnitz an. Sie beftehen aus zwei neben- bezw. übereinander liegenden heizbaren Räumen, durch die das Gewebe über Leitwalzen geführt wird. Der eine Raum dient als Vortrockenkammer, der andre als Karbonifierraum. Das folgende Entfäuern und Wafchen erfolgt auf der Wafchmafchine erft mit Waffer, dann mit Sodalöfung von 5° Bé, fchließlich wieder mit Waffer.

Literatur: [1] Grothe, Technologie der Gefpinftfafern, Berlin 1876, I, S. 186, 203; II, S. 70. — [2] Derf., Appretur der Gewebe, Berlin 1882, S. 60 ff. — [3] Knecht, Rawfon und Löwenthal, Handbuch der Färberei, Berlin 1900/01. — [4] Herzfeld, Bleicherei, Wafcherei und Karbonifation, Berlin 1890, S. 203. — [5] Scheuerle, Die Fabrikation der Kunftwolle und der Karbonifationsprozeß, in „Deutfch. Wollengewerbe" 1885, S. 157 ff. (Preisarbeit). — [6] Löbner, Die Karbonifation der Wolle, Gewebe, Lumpen etc. und die Kunftwollfabrikation, Grünberg 1890. — [7] Müller, E., Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1882, S. 388. *K. Möhlau.*

Karbonifieren, f. Glühlampe, Bd. 4, S. 576.

Karbonifieren des Holzes, f. Holzkonfervierung, S. 117.

Karbonit, f. Sprengftoffe.

Karburieren von Gas, f. Leuchtgas.

Karde, fowohl die in der Spinnerei zum Krempeln, Kardieren verwendete Mafchine (vgl. Baumwollfpinnerei, Bd. 1, S. 600), als auch das in der Tuchfabrikation zum Rauhen der Gewebe verwendete Werkzeug, welches entweder aus dem Fruchtkopf der Kardendiftel oder aus einer diefem nachgebildeten, aus Metall hergeftellten Vorrichtung befteht; f. Tuchfabrikation. *Kraft.*

Kardeel, eine Verbindung mehrerer Kabelgarne. Drei Kardeele bilden eine dreifchäftige Troffe, bezw. eine Ducht im Kabelfchlag. *T. Schwarz.*

Kardenkreuz, eine früher in der Tuchfabrikation direkt zum Rauhen der Tuche, jetzt nur meift zum Befprengen derfelben mit Waffer verwendete Vorrichtung, der Hauptfache nach aus Diftelkarden beftehend; f. Tuchfabrikation.

Kardentrockenvorrichtung, eine in der Tuchfabrikation (f. d.) verwendete Vorrichtung, welche zum Trocknen der beim Rauhen des Tuches feucht und daher weich gewordenen Kardendiftelköpfe in Anwendung fteht. *Kraft.*

Kardentrommel, der trommelförmige Hauptbeftandteil der in der Tuchfabrikation verwendeten Rauhmafchinen, auf welchem die mit Diftelkarden befetzten eifernen Rahmen befeftigt werden; f. Tuchfabrikation. *Kraft.*

Kardioide, f. Kurven.

Karfunkel, f. Granat.

Karmefin (Karmoifin), hochrote Farbe mit einem Stich ins Bläuliche; Karmefinlack, f. v. w. Karminlack. *Andés.*

Karmin, aus dem Farbftoff der Kochenille (f. d.) und einer zur Fällung angewendeten Säure, zugleich mit etwas Tonerde, die jedoch nicht zur Wefenheit gehört, beftehende, lebhafte und außerordentlich ausgiebige rote Körperfarbe.

Als Oel- und Wafferfarbe und auch im Farbendruck erfreut fie fich einer ziemlichen Anwendung, die durch den hohen Preis aber befchränkt wird. Im allgemeinen gefchieht die Bereitung, indem man Kochenille mit Waffer oder alkalifcher Salzlöfung extrahiert und das Pigment durch eine fchwache Säure oder ein faures Salz fällt, wozu man gewöhnlich Kleefalz oder ein Gemenge von Weinftein und Alaun verwendet, um die Abfcheidung des Nieder-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchlages, der dann filtriert, gepreßt und getrocknet wird, zu befördern. Größte Aufmerkſamkeit, vollkommene Reinheit aller verwendeten Materialien und Chemikalien iſt unbedingt geboten; auch ſoll die Farbe ſehr von der Einwirkung des Lichtes und der Atmoſphäre abhängen. Geringe, billige Sorten Karmin enthalten immer Zuſätze von Tonerde, Stärke, auch wohl von Zinnober. *Andés.*

Karmin, blauer, urſprünglich der blaue Niederſchlag, welcher ſich bei der Fällung der Löſung eines molybdänſauren Salzes durch Zinnchlorür oder bei der Einwirkung von Zinn auf mit verdünnter Salzſäure angerührte Molybdänſäure bildet. Es beſteht vorwiegend aus blauem Molybdänoxyd und enthält meiſtens auch Zinnmolybdat. — Auch das blaue Wolframoxyd (ſ. d.) wird vielfach als Indigokarmin (ſ. d.), zuweilen als blauer Karmin bezeichnet. *Bujard.*

Karmin, brauner, eine Auflöſung von kölniſcher Umbra in ſtarker Lauge, mit konzentrierter Zuckerlöſung vermiſcht.

Karmin, flüſſiger, eine Auflöſung von Karmin in Salmiakgeiſt, dient als Malerfarbe und als rote Tinte.

Karmingrün, Miſchung von Indigokarmin mit Pikrinſäure oder Gelbholzlack.

Karminlack, aus der Kochenille (ſ. d.) hergeſtellte, in vielen Nuancen und Qualitäten unter verſchiedenen Namen gleichen Zwecken wie Karmin dienende rote Körperfarbe.

Sie beſteht aus einer Verbindung des Kochenillefarbſtoffes mit Tonerde, vermengt mit mehr oder weniger überſchüſſiger Tonerde, um mehr Körper zu geben und die verſchiedenen Farbenabſtufungen zu erhalten. Häufig verwendet man geringere Kochenilleſorten oder auch die bei der Karmindarſtellung zurückgebliebene und nur zum Teil erſchöpfte Kochenille, die noch 15—18% Farbſtoff enthält, nebſt den Mutterlaugen. Zur Darſtellung bringt man Kochenille mit der Hälfte des Gewichtes Weinſtein, in Waſſer gelöſt, zum Kochen und verſetzt das Filtrat mit der 150fachen Menge einer Löſung eiſenfreien Alauns nebſt einer kleinen Menge Zinnchlorür; es bildet ſich ein Niederſchlag, der als feinſte Sorte geſammelt wird, während man die Flüſſigkeit noch mit kohlenſaurem Kali verſetzt, den Niederſchlag auswäſcht und trocknet. Je nach dem Preis variiert der Tonerdegehalt; auch mit Stärke werden Karminlacke, um ſie billiger zu machen, vielfach verſetzt. *Andés.*

Karminrot, Spaltungsprodukt der Karminſäure, dem färbenden Prinzip der Kochenille.

Dunkelpurpurrote glänzende Maſſe mit grünem Reflex, die ſich zu dunkelzinnoberrotem Pulver zerreiben läßt, ſich in Alkohol und Waſſer mit ſchön roter Färbung löſt, in Aether unlöslich iſt. *Andés.*

Karmoisin, ſ. v. w. Karmeſin (ſ. d.).

Karneol, Karneolonyx, ſ. Quarz.

Karnies oder Welle, eine der wichtigſten Detailformen der Bekrönung in der Architektur. Man kann ſich dieſe Form entſtanden denken aus einer Reihung von nebeneinander angeordneten Blättern, die unbelaſtet erſcheinen und ſich bloß durch ihre eigne Schwere ein wenig ausbauchen (Fig. 1).

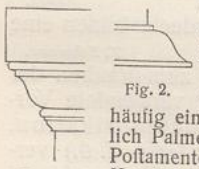
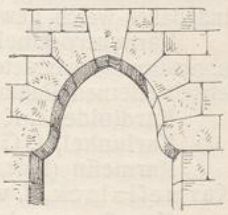


Fig. 2.

Fig. 1.

Die Waſſerrinne (sima) der ioniſchen und korinthiſchen, ſeltener der doriſchen Tempel nahm zumeiſt die Karniesform an und erhielt dann ſehr häufig eine ornamentale Verzierung, die aus aufrechtgeſtellten Blattformen, namentlich Palmetten, Lotosblumen und verbindendem Rankenwerk beſtand. An römiſchen Poſtamenten wurde zuweilen der Karnies in umgekehrter Anordnung als fallender Karnies verwendet (Fig. 2). Vgl. a. Bauglieder, Bd. 1, S. 579, Fig. 18—22. *Weinbrenner.*



Karniesbogen, Bogenform aus ein- und ausſpringenden Bögen zuſammengeſetzt; derſelbe kommt nur in der franzöſiſchen Gotik vor (ſ. die Figur).

Karniesrinne, Dachrinne in der Form eines Karnieſes ausgebildet, welcher ſo den oberſten bekrönenden Abſchluß des Hauptgeſimſes (ſ. d.) bildet.

Karolinaphosphat gehört zu den mineraliſchen Phosphaten und kommt mit ca. 60% Kalkphosphat in den Handel bei einem Gehalt von ca. 10% kohlenſaurem Kalk und bis ca. 4% Eiſenoxyd und Tonerde.

Es wird mit Schwefelſäure zu Superphosphaten weiterverarbeitet. Wenn es ſich auch feiner poröſen Beſchaffenheit wegen gut verarbeitet, ſo wirkt doch ſein hoher Gehalt an Eiſenoxyd und Tonerde hierbei ſo ſtörend, daß es nur niedrige Superphosphate gibt (ſ. Phosphorſäuredünger). *Weitz.*

Karpfenzungen, Bezeichnung für eine Feilenart mit ovalem Querſchnitt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Von den Vogelzungen (s. Feilen, Bd. 3, S. 670) unterscheiden sie sich durch stärkere Krümmung des Ovals. *A. Widmaier.*

Karpholith, Mineral, wasserhaltiges Mangan-Tonerde-Silikat. Selten und unwichtig.

Karren (Schratten, Dolinen), in der Geognosie der Fallinie folgende Furchen, Löcher und Vertiefungen in der Oberfläche von Kalkfelsen, entstanden durch wässerige Auslaugung derselben.

Die Bildung von Karren geht im reinen Kalkstein am leichtesten vor sich, weil hier die Lösung durch kohlensaures Wasser die vollkommenste ist; sie wird begünstigt durch langes Liegenbleiben von Schnee, besonders wenn dieser beim Schmelzen seine Kalkunterlage lange naß erhält, und hört auf, wenn die Kalkfelsen mit Schutt bedeckt werden.

Literatur: Heim, A., Ueber Verwitterung im Gebirge, Basel 1879. *Leppla.*

Karren, im Bergbau, s. Streckenförderung. Die gewöhnlichen Beförderungskarren werden unterschieden in Abschiebekarren (Bockabschiebekarren für Bruchsteine, Masseln u. s. w.) und Anschiebekarren (Hand-, Kasten-, Lehm-, Mörtel-, Sack-, Seitenkipp-, Ziegelkarren u. s. w.); sie sind aus Holz oder Eisen gefertigt und mit Laufrad und Handheben versehen. Preise zwischen 20 und 40 *M.* für das Stück. Bezugsquellen: Arthur Koppel, Berlin, Schone & Gieß, Vohwinkel u. a., auf deren Kataloge verwiesen sei. Für die Bodenbeförderung kommen noch die Pferdekarren in Betracht; vgl. Bodenbeförderung. *L. v. Willmann.*

Karrenwalze hat den Zweck, Sohlleder und Vacheleder durch starken Druck zu glätten und fester zu machen.

Sie ist ziemlich das älteste System der Lederwalzen und besteht aus einer gewöhnlichen mit Steinen beschwerten Karre, die statt auf Rädern auf einer Walze läuft und von Arbeitern auf dem Leder hin und her geschoben wird. Statt dieser einfachen Karrenwalzen wendet man jetzt meistens kräftigere, durch Maschinenantrieb bewegte Karrenwalzen, Walzen mit stärkerem Druck, ferner Pendelwalzen oder Lederhämmer an. *Päßler.*

Karriermaschine dient dazu, die Narbenseite der für Schuhzwecke bestimmten Leder, der sogenannten Zugleder, zu karrieren. Früher wurde diese Operation mit dem Stahlzuge ausgeführt, d. i. einem Werkzeug, welches einem Haarstaubkamm gleicht, aber aus feinstem Stahl hergestellt ist. *Päßler.*

Karrierstuhl, s. Weberei.

Karst, zweizinkige Handhacke zum Durchhacken des Ackers.

Karstenit, s. v. w. Anhydrit (s. d.).

Kartätsche, ein 2,5 m langes Reibebrett zum Abreiben größerer geputzter Mauerflächen, das von zwei Arbeitern bedient wird. Kleinere 0,6—0,8 m lange Kartätschen können auch von einem Arbeiter gehandhabt werden. *L. v. Willmann.*

Kartätsche, s. Munition.

Karte, jede Abbildung der Erdoberfläche und deren Bedeckung durch Darstellung von Vermessungsergebnissen. Die Art der Darstellung ist verschieden nach ihrem Zwecke, nach Anordnung des Vermessungsverfahrens und nach der Ausdehnung des darzustellenden Erdoberflächenstückes. Es werden geometrische, topographische und geographische Karten unterschieden.

1. **Geometrische Karten** sind maßstäbliche Darstellungen aller Einzelheiten, wie der Grenzen, Kulturarten, Gebäude, Wege, sonstigen Anlagen und Geländeformen zu bestimmten technischen Zwecken, auf Grund von Einzelvermessungen. Derartige Karten stellen stets nur sehr kleine Stücke der Erdoberfläche dar. Sie können aufgefaßt werden als unverzerrte Abbildungen des als eben angenommenen Vermessungshorizonts, auf den alle dargestellten Punkte durch einander parallele Lotlinien projiziert worden sind. Die Darstellung erfolgt in der Regel unmittelbar aus den Messungsergebnissen (s. Stückvermessung) in einem verjüngten Maßstabe, dessen Verjüngungsverhältnis je nach dem Zwecke der Karten zwischen 1:100 und 1:10000 gewählt wird. Solche ebenen Karten heißen auch Pläne. Auf ihnen können ohne weiteres Maßstab, Transporteur und Planimeter angewendet werden, während dies auf Karten weit ausgedehnter Gebiete nicht angängig ist (s. Kartenprojektion). Die Höhenverhältnisse des Geländes werden durch Höhenzahlen und Höhenlinien ausgedrückt (s. Höhe).

Bei zusammenhängenden Vermessungen großer Gebiete, wie besonders bei den Katastervermessungen (s. d.) ganzer Staaten, bei denen die Krümmung der Erdoberfläche berücksichtigt werden muß, dienen zur einheitlichen Darstellung aller Einzelheiten passend gewählte Abbildungsflächen in Koordinatensystemen (s. d.). Gekrümmte Flächen lassen sich in der Ebene zwar nicht ohne Verzerrung darstellen, doch wird die Ausdehnung der Koordinatensysteme so beschränkt, daß die Verzerrung einen gewissen Höchstbetrag nicht überschreitet und den Kartierungsfehlern gegenüber vernachlässigt werden kann. Nach den Ergebnissen solcher Vermessungen werden rechtwinklige Koordinaten (s. d.) für alle Bindepunkte des Messungsliniennetzes berechnet. Dieses kann daher unmittelbar nach den Koordinaten aufgetragen werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Grundlage der Kartenzeichnung wird dementſprechend durch ein Netz gleichabſtändiger Koordinatenlinien, das Quadratnetz, gebildet. Ein in dieſer Weiſe angeordnetes Kartenwerk ſetzt ſich aus einer großen Anzahl einzelner Blätter zuſammen, die wieder mit Rückſicht auf den geringen Betrag der Verzerrung als Pläne angeſehen werden können. Die für Verwaltungszwecke nach Gemeindebezirken und Gemarkungen zuſammengehörigen Karten, durch die der Beſitzſtand politiſcher Verbände dargeſtellt wird, werden als Kataſter- oder Gemarkungskarten bezeichnet. Die einzelnen Blätter heißen Flurkarten oder, da ſie bei der Veranlagung der Grundſteuer benutzt werden, auch Steuerpläne. Das Verjüngungsverhältnis liegt etwa zwiſchen 1 : 500 und 1 : 5000. Für Karten nach neueren Meſſungen werden 100teilige Maßſtäbe verwendet, bei älteren Karten kommen auch andre Verhältniſſe vor.

2. Die **topographiſchen Karten** ſind ortsbeſchreibende Darſtellungen des Geländes nach Lage, Höhe und Bedeckung. Die zur Anwendung kommenden Maßſtäbe liegen zwiſchen 1 : 10000 und 1 : 500000. Die topographiſche Karte ſoll ein überſichtliches Bild des Geländeabſchnittes in deutlich ſichtbaren Linien geben. Es iſt nicht immer möglich, alle Gegenſtände maßſtäblich in ihrer horizontalen Ausdehnung zu zeichnen. An Stelle der maßſtäblichen Darſtellung treten dann Signaturen. Die Höhenverhältniſſe werden durch Höhenzahlen, Höhenlinien, Bergſtriche (ſ. Bergzeichnung) und Farbenabtönungen der Flächen zum Ausdruck gebracht. Die allgemeine Landesvermeſſung liefert in der Regel geographiſche Koordinaten für eine Anzahl trigonometriſcher Punkte, an welche die ſpezielle Aufnahme angeſchloſſen wird. Als Grundlage für die Anordnung und Einteilung der Kartenblätter dient daher das Netz der geographiſchen Koordinatenlinien nach Länge und Breite. Die Kartenblätter ſind danach Gradabteilungskarten (ſ. d. ſowie Kartenprojektion; weiteres ſ. Topographie).

3. Die **geographiſchen Karten** führen je nach dem Zwecke, dem ſie dienen, verſchiedene Namen. Es möge auf die hydrographiſchen, geologiſchen (vgl. Karten, geologiſche), geognoſtiſchen, orographiſchen, ethnographiſchen, phyſikaliſchen, zoologiſchen, pflanzengeographiſchen, ſtatiſtiſchen, wirtſchaftlichen und politiſchen Karten hingewieſen werden. Sie ſind entweder Spezialkarten oder als Land- und Erdkarten Ueberſichtskarten. Den Spezialkarten werden in der Regel topographiſche Karten zugrunde gelegt. Die Land- und Erdkarten, auf denen große Teile der Erdoberfläche überſichtlich zur Darſtellung gelangen, ſind Verallgemeinerungen topographiſcher Karten oder die Ergebniſſe genereller Vermeſſungen (ſ. Routenaufnahme). Das Netz der geographiſchen Koordinaten dient auch hier als Rahmen der Karten und für ihre Einteilung (ſ. Kartenprojektion). Die Verjüngungsverhältniſſe ſind bis hinab zu 1 : 200000000 nach Art und Zweck der Karten ſehr verſchieden. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Karten, geologiſche, bringen den Bau der Erdrinde in der wagerechten Ausdehnung der einzelnen Erdſchichten oder Geſteinsgruppen zur Darſtellung, indem ſie im Gegenſatz zu den Bodenkarten (ſ. Bd. 2, S. 107) weniger die oberflächigen Bodenarten, Verwitterungsböden, Vegetationserden u. ſ. w. als deren Muttergeſteine in dem tieferen Untergrund berückſichtigen.

Die einzelnen Schichtengruppen oder Geſteinsarten werden meiſt mit verſchiedenen Farben bezeichnet und Unterabteilungen durch andre zeichneriſche Unterſcheidungen, Schraffen, Reißungen, Punktierungen u. ſ. w., gekennzeichnet. Bei den meiſten geologiſchen Karten ſind die Eruptivgeſteine durch ſatte rote oder grüne Farben und die einzelnen geologiſchen Formationen durch von den älteren zu den jüngeren immer heller werdende Tönungen gekennzeichnet. Für eine große Zahl amtlicher geologiſcher Kartenwerke Europas iſt durch internationale Vereinbarungen eine ziemlich einheitliche Farbenbezeichnung gewählt worden. Man unterſcheidet Spezial- und Ueberſichtskarten. Die erſteren geben ein genaues Bild der durch unmittelbare Beobachtung in der Natur gewonnenen Ergebniſſe über die Verbreitung der einzelnen Geſteinsarten und beſitzen meiſtens den Maßſtab 1 : 25000, der für wiſſenſchaftliche und allgemein techniſche Zwecke ausreichend fein dürfte. Für beſonders wichtige Gebiete, Kohlen- und Erzgebiete, wird auch ein größerer Maßſtab gewählt. Dieſe Karten enthalten außerdem Angaben über die Lagerung der Schichten, über Vorkommen von bergbaulich wichtigen Geſteinen, Erzen, Kohlen, Salzen, dann von Quellen, mitunter auch von beſonders bodenwirtſchaftlich wichtigen Oberflächenbildungen (Schutt- und Verwitterungsböden u. ſ. w.). Durchſchnitte durch die Schichten des Kartengebietes ſollen ihre Lagerung und ihre Mächtigkeit, auch ihre Aufeinanderfolge erläutern. Den Spezialkarten iſt meiſt eine erläuternde Beſchreibung beigegeben, die Eingehendes über die ſtoffliche Beſchaffenheit der Schichten und Geſteine, ihre Verwendbarkeit, ihre unterirdiſche Waſſerführung, Bodenbildung u. ſ. w. bringt. Aufnahme und Herſtellung dieſer Spezialkarten werden in faſt allen Kulturſtaaten als eine Aufgabe des Staates betrachtet und mit Aufwand beträchtlicher Mittel betrieben. Die geologiſchen Ueberſichtskarten beſitzen einen weſentlich kleineren Maßſtab, meiſt 1 : 100000, 1 : 200000 und noch kleiner. Sie ſind nur für allgemeine geologiſche Forſchungen und techniſche Zwecke brauchbar und bringen dem kleineren Maßſtab entſprechend nur große Gruppen von Schichten und Geſteinen zur Darſtellung.

Eine Ueberſicht über den Stand der geologiſchen Spezialkartierung in den einzelnen Kulturſtaaten bringt M. Krahmann, Fortſchritte der prakt. Geologie, Bd. 1, Berlin 1903. *Leppla.*

Kartendruck (Kartographie), die Herſtellung von Plänen, Kataſterkarten, Verkehrskarten, topographiſchen Karten, Geographie- oder Landkarten, Ueberſichtskarten u. ſ. w. mittels Buchdrucks, Steindrucks, Aluminiumdrucks oder Kupferdrucks.

Zum Kartendruck werden die verſchiedenen graphiſchen Verfahren entweder für ſich allein oder in mannigfaltiger Weiſe miteinander kombiniert benutzt. Die Grundlage bildet immer eine vom Kartographen vollkommen korrekt und zumeiſt in größerem Maßſtabe ausgeführte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Originalzeichnung. Billige Maſſenauflagen können mittels Buchdrucks oder Steindrucks einfach ſo hergeſtellt werden, daß man nach der Originalzeichnung auf photomechaniſchem Wege Hochätzungen (ſ. Zinkhochätzung, vgl. a. Cerographie) oder photolithographiſche Uebertragungen (ſ. Lithographie) macht. Bei ſehr weitgehenden Verkleinerungen der Originalkarte (z. B. vom Maßſtabe 1:25000 auf den von 1:300000) muß für photomechaniſche Reproduktion vorher ein neues Original geſchaffen werden. Zum Beiſpiel derart, daß eine in der notwendigen Reduktion gewonnene photographiſche Blaukopie oder Salzkopie mit ſchwarzer Tuſche gründlich überzeichnet wird, wobei die nebenſächlichen Details unberückſichtigt bleiben. Das neben dem ſchwarzen Tuſchbilde ſichtbare Blaubild der Cyanotypie wirkt bei der folgenden photographiſchen Aufnahme wie weiß; das als Subſtrat dienende Bild der Salzkopie wird nach der Ueberzeichnung mit verdünnter Cyankaliumlöſung zerſtört. Die ſchönſten Karten ergibt der Tiefdruck, z. B. die heliographiſche Vervielfältigung der ſogenannten Generalſtabskarten. Nach der Originalzeichnung wird ein Negativ erzeugt und dieſes auf Papier mit lichtempfindlicher Gelatineſchichte kopiert (ſ. Pigmentdruck). Sodann quetſcht man die Leimkopie auf eine verſilberte Kupferplatte, entwickelt mit warmem Waſſer und trocknet. Das reſultierende Leimrelief wird mit Graphitſtaub leitend gemacht und galvanoplaſtiſch abgeformt (ſ. Elektrotypie). Das gewonnene Galvano wird einer durchgreifenden Retuſche durch den Kupferſtecher unterzogen und als Haupt- oder Depotplatte aufbewahrt, von welcher nach Bedarf galvanoplaſtiſch Patrizenplatten und von dieſen die eigentlichen Druckplatten angefertigt werden. Bei ſpäter notwendig werdenden Korrekturen verſtärkt man die Hauptplatte im galvaniſchen Bade ſtellenweiſe mit Kupfer, ſchleift plan und ſticht nach. Für Maſſenauflagen macht man von der Hauptplatte Uebertragungen auf lithographiſche Steine oder Aluminiumplatten. Den heliographiſchen Karten zunächſt ebenbürtige erhält man durch die Steingravüre (ſ. Lithographie). Als Subſtrat dient gewöhnlich eine photolithographiſche Uebertragung. Zuerſt wird die Situation (Grenzen, Flüſſe, Straßen, Ortſchaften, Bahnen u. ſ. w.) graviert. Das Terrain (die Bodenerhebungen) kann mittels Maſchinenradierung (ſ. Guillochieren) in beſtimmten Schraffen (ſchraffiertes Terrain) oder mittels Kreidezeichnung als geſchummertes Terrain behandelt werden. Die Schrift wird graviert oder hier und da auch aus Buchdrucklettern gefetzt und umgedruckt. Die Waſſerſchraffen werden graviert. Mehrfarbige Karten werden faſt ausnahmslos chromolithographiſch erzeugt. Die Druckformen können wieder durch Uebertragung von heliographiſchen Tiefformen (dieſe erzeugt man für mehrfarbige Karten nach überzeichneten genau Maß haltenden blauen Trockenabdrücken der Hauptplatte) genommen werden. Gewöhnlich wird auf Grund photolithographiſcher Uebertragung oder in den Dimenſionen genau übereinſtimmender Klatſche von der Originalgravüre u. ſ. w. Situation, Terrain, Schrift, Flüſſe u. ſ. w. auf verſchiedene Steine graviert. Von Originalgravüreſteinen kann man aber auch durch partiellen Umdruck, mittels der Eckſteinſchen Lichtgravüre und andrer Methoden die Teilfarbenſteine (-metallplatten) ſchaffen. Farbige Tonflächen zur Trennung verſchiedener Länder u. ſ. w. erzeugt man zumeiſt durch Raſterumdruck, wobei ſich durch die verſchiedenen Kombinierungen von ſchwachem, mittlerem Raſterton und vollem Ton auf drei Farbenſteinen (für Gelb, Rot und Blau z. B.) eine reiche Anzahl von Farbennuancen erzielen läßt.

Literatur: Volkmer, Ottomar, Die Technik der Reproduktion von Militärkarten und Plänen nebſt ihrer Vervielfältigung, Wien 1885; v. Hübl, A. Freih., Beiträge zur Technik der Kartenerzeugung, Wien 1897; Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906.

A. W. Unger.

Kartenhaus, an Bord der Schiffe, ein in der Nähe der Kommandobrücke befindliches Deckshaus, in welchem die Seekarten ausgelegt und die Kurſe abgeſetzt werden.

T. Schwarz.

Kartenkopiermaſchine, ſ. Weberei.

Kartennetz, ſ. Kartenprojektion.

Kartenpapier, ein aus mehreren übereinander geleimten Papierblättern hergeſtelltes, ſtarkes Papier, welches ſchon zu den Pappen gerechnet wird und in der Spielkartenfabrikation Verwendung findet; ſ. Pappeſorten.

Kraft.

Kartenprojektion, die Abbildung des Linienſyſtems der Meridiane und Parallelkreiſe, welche die mathematiſche Erdoberfläche überziehen, auf einer ebenen Zeichenfläche, dem Kartenblatte. Da eine gekrümmte Fläche ſich nicht ohne Verzerrung in einer Ebene ausbreiten läßt, iſt auch die Verebnung des geographiſchen Koordinatennetzes der Erdoberfläche, die mathematiſch als Kugel- oder Ellipſoidfläche gedacht wird, ohne Verzerrung nicht möglich. Daher iſt die Aufgabe der Kartenprojektion dahin zu erweitern, für jeden einzelnen Fall das günſtigſte Abbildungsverfahren auszuwählen.

1. **Die Verzerrung.** Zu einer allgemeinen Charakteriſtik der unvermeidlichen Verzerrungen führt der Vergleich einer beliebigen Figur auf der Kugel mit ihrem ebenen Abbilde. Es zeigen ſich dabei die Verzerrungen der Linienlängen, der Winkel und der Flächen. Eine treue Abbildung der Länge iſt niemals für ſämtliche Linien eines Kartenblattes zu erzielen, ſondern nur für einzelne Linien oder für ein beſtimmtes Linienſyſtem, z. B. für einen Meridian oder für das Syſtem der Meridiane, für die Abſtände vom Kartenmittelpunkte oder von einer Kartenmittellinie. Die Gleichheit der Winkel an allen Kartenpunkten und die Gleichheit der Flächen ſind nie zuſammen, ſondern nur je für ſich zu erreichen. Die nicht mögliche allgemeine Längentreue würde Winkel- und Flächentreue in ſich ſchließen. Daher gilt für die Haupteigenſchaften eines

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

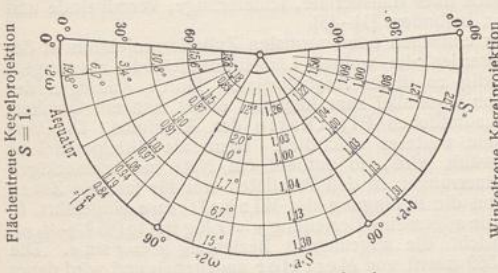
Kartenblattes die allgemeine Charakteriſtik, daß Längentreue nur in beſtimmten Richtungen und Winkel- und Flächentreue nur je für ſich beſtehen können. Strenggenommen kann alſo ein einziger Maßſtab nicht in allen Richtungen einer Karte gebraucht werden. Auch kann mit dem Transporteur und dem Planimeter niemals gemeinſchaftlich gearbeitet werden; entweder gibt nur der Transporteur oder nur das Planimeter richtige Reſultate. Hierin beſteht ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen der Karte einer gekrümmten Fläche und der einer ebenen Fläche, dem Plane. Es iſt klar, daß dieſe Eigenſchaften einer Karte bei ihrem Gebrauche bekannt ſein und berückſichtigt werden müſſen. Früher gab die geometriſche Uebertragung des Kugelbildes auf die Ebene die Richtſchnur für den Kartenentwurf ab; heute iſt das Beſtreben der Projektionslehre, dem Kartenbilde die wichtigſten Eigenſchaften zuzuteilen oder aus den Entwürfen einfachſter und bequemſter geometriſcher Konſtruktion diejenigen zu erkennen, die nach den genannten Eigenſchaften die wichtigſten ſind. In dieſer Hinſicht haben beſonders die Unterſuchungen von Tiſſot [1] aufklärend gewirkt. — An jedem Punkte einer krummen Fläche gibt es zwei ſich rechtwinklig ſchneidende Tangentialrichtungen, die auch in einer ebenen Abbildung ihre rechtwinklige Stellung zueinander beibehalten. Ein unendlich kleiner Kreis, der um einen Punkt des Urbildes beſchrieben wird, erſcheint in der Abbildung im allgemeinen als unendlich kleine Ellipſe. Dieſe heißt fehlerzeigende Ellipſe oder Indicatrix. Der Halbmeſſer des Kreiſes wird in den beiden Richtungen verſchieden verlängert oder verkürzt, ſo daß aus ihm die beiden Halbachſen a und b der Ellipſe entſtehen. Dieſe Werte a und b bilden das Merkmal für die Verzerrungen, welche in einem Kartenpunkte ſtattfinden. Sie geben einen Maßſtab für die größte lineare Verzerrung und für die größte Flächenverdehnung durch das Produkt $a \cdot b = S$ ſowie für die größte Winkelverzerrung durch 2ω, beſtimmt nach der Beziehung $\sin \omega = (a - b) : (a + b)$. Die fehlerzeigenden Werte ſind von der Projektionsart abhängig und von Punkt zu Punkt veränderlich. Iſt an allen Stellen der Karte $a = b$ und demnach $\omega = 0$, ſo kann das Achſenkreuz beliebig in einem Punkte gedreht werden; die Projektion iſt dann winkeltreu. Iſt $a \cdot b = 1$, ſo iſt die Fläche des unendlich kleinen Oberflächenkreiſes gleich der Fläche der unendlich kleinen Kartenellipſe; die Projektion iſt dann flächentreu. Das Produkt $a \cdot b$ iſt der Verdehnungsfaktor des Flächenelementes.

2. **Die Herſtellung der Entwürfe.** Zur Abbildung iſt die mathematiſche Erdoberfläche gegeben, ausgedrückt durch eine Kugelfläche in der Verjüngung der Karte. Die Kugel iſt mit dem abzubildenden Gradnetze verſehen. Die Aufgabe der Abbildung iſt allgemein, jedem Punkte des Kugelgradnetzes einen Punkt des Kartengradnetzes zuzuordnen. Es iſt dabei freigeſtellt, nach welchem Geſetze dieſe Zuordnung vorgenommen werden ſoll. Das Geſetz kann mit Rückſicht auf eine einfache Darſtellung oder mit Rückſicht auf die obengenannten wichtigen Eigenſchaften beſtimmt werden. Zunächſt kommt die Anordnung der Abbildungsfläche in Betracht. Soll eine Zone zwiſchen Aequator und Pol, z. B. die gemäßigte Zone, abgebildet werden, ſo kann ein genähertes Zuſammenfallen von Kugel- und Zeichenfläche erreicht werden, wenn letztere als Kegelmantel die Zone umſchließt und dieſe etwa im mittleren Parallelkreis berührt. Die Abwicklung des Kegelmantels liefert die ebene Zeichnungsfläche. Der geometriſche Ort für die Spitze des Kegels iſt in dieſem einfachen oder normalen Falle die Erdachſe. Rückt die Kegelſpitze in unendliche Entfernung, ſo wird der Kegelmantel zum Zylindermantel, der dann den Aequator berührt. Rückt die Kegelſpitze dagegen bis in die Kugeloberfläche, in dieſem normalen Falle alſo in den Pol, ſo wird der Kegelmantel zur Berührungs- oder Horizontalebene. Fällt der Erdradius, welcher die Achſe der Abbildungsfläche enthält, nicht wie im normalen Falle in die Erdachſe, ſondern in den Aequator, ſo hat man im Vergleiche zur normalen Lage der Abbildungsfläche eine querachſige oder transverſale Lage. Eine beliebige Stellung der Erdachſe liefert eine ſchiefachſige Lage. Die Uebertragung der Kugelpunkte auf die Abbildungsfläche geſchieht in Ebenen, welche durch die Achſe der Abbildungsfläche und die Kugelpunkte gehen. Bei der normalen Lage entſprechen dieſe Ebenen demnach den Meridianebenen. Die Art der Uebertragung kann verſchieden ſein. Es kann von einem beſtimmten geometriſchen Orte der Kugel, z. B. einem Berührungspunkte oder einer Berührungslinie, ausgegangen werden. Die Kugelpunkte können dann derart übertragen werden, daß ihre Lage und die der Kartenpunkte einem beliebigen Geſetze entſprechen. Der Uebertragung kann auch eine beliebige geometriſche Bedeutung beigelegt werden, ſo z. B., daß von dem Ausgangspunkte oder der Ausgangslinie alle oder beſtimmte Kugelbögen in ihrer wahren Länge mitabſtandstreu abgewickelt werden. Ferner kann auch ein beſtimmter Strahlpunkt zur Hilfe genommen werden, von dem aus die Projektion durch Strahlen erfolgt; dann erhält man eine perſpektiviſche Abbildung. — Die verſchiedenen Konſtruktionsbedingungen führen zu einer großen Anzahl verſchiedener Abbildungsarten, die man überſichtlich in Klaſſen einteilen kann. Zunächſt laſſen ſich nach den Eigenſchaften der Entwürfe winkeltreue oder konforme, flächentreue oder äquivalente und vermittelnde Abbildungen unterſcheiden. Zu letzteren können die obengenannten mitabſtandstreuen Abbildungen gerechnet werden. Nach den Abbildungsflächen unterſcheidet man Kegel-, Zylinder- und Horizontprojektionen. Letztere werden wegen der treuen Abbildung der Azimute vom Kartenmittelpunkte aus azimutale und wegen der Eintragung der Zenitabſtände in den Azimuten auch zenitale Abbildungen genannt. Zu ihnen gehören alle perſpektiviſchen Projektionen. Daneben gibt es noch eine Reihe von Entwürfen, bei denen nicht nur einer der genannten allgemeinen Geſichtspunkte geltend gemacht, ſondern auch eine möglichſt einfache Zeichnung oder irgend ein andrer Vorteil erſtrebt wird. Dieſe Entwürfe werden als unechte, abgeänderte, modifizierte oder konventionelle bezeichnet. Die einfachſte Ueberſicht über die wichtigſten Projektionen gibt die Einteilung in koniſche, zylindriſche und azimutale Abbildungen, wobei dann innerhalb der einzelnen Gruppen wieder winkeltreue, flächentreue, vermittelnde und unechte Abbildungen unterſchieden werden. — Die allgemeinen Eigenſchaften dieſer drei Gruppen zeigen ſich am einfachſten bei dem Vergleiche der Lage der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Meridianlinien auf den Abbildungen bei normaler Achſenſtellung. Dieſe Lage wird dargeſtellt durch den Quotienten n, gebildet aus dem Schnittwinkel l der Meridiane im Kartenpol und dem Längenunterſchied λ, den die Meridiane auf der Kugel einſchließen. In Fig. 1 berührt der Kegel mit dem Scheitelpunkt T die Kugel im Punkte 0, der die Polhöhe φ hat. Danach iſt $n = l : \lambda = r_1 : R = \sin \varphi$. Rückt T in unendliche Entfernung, ſo wird $n = 0$, und es entſteht die Zylinderprojektion. Rückt T dagegen in den Pol, ſo wird $n = 1$; es entſteht dann die azimutale Projektion. Demnach iſt das Syſtem der Meridiane für die normale Kegelprojektion allgemein ein Syſtem konvergierender Geraden. Der Längenunterſchied l eines Meridians gegen den gewählten Anfangsmeridian wird durch den Winkel $n\lambda$ ausgedrückt, wobei n zwiſchen 0 und 1 liegt. Die Parallelkreiſe ſind ein Syſtem konzentriſcher Kreiſe. Die Zylinderprojektion bildet die Meridiane als ein Syſtem paralleler Geraden ab. Da $n = 0$, iſt auch $l = n\lambda = 0$. Die Parallelkreiſe ſind ein zweites Syſtem von Geraden, das die Meridiane rechtwinklig ſchneidet. Bei der azimutalen Projektion ſind die Längenunterſchiede auf der Karte und auf der Kugel einander gleich, $n = 1$ und $l = n\lambda = \lambda$. Die Parallelkreiſe liefern ein Syſtem konzentriſcher Kreiſe.

a) **Die Kegelprojektion.** Bei der einfachen Kegelprojektion iſt der Konſtruktionsradius R für den Mittelparallel φ_m (Fig. 1) $R = r \operatorname{cotg} \varphi_m$, $n = \sin \varphi_m$ und $l = n\lambda = \sin \varphi_m \lambda$. Zur Konſtruktion des berührenden Parallelkreiſes dienen die auf den Mittelmeridian bezogenen rechtwinkligen Koordinaten $x = R \sin l$ und $y = R(1 - \cos l)$ (Fig. 2). Die Koordinaten der übrigen Netzpunkte werden berechnet mit $R \pm B$, worin B den Meridianbogen vom Anfangspunkte 0 bis zu dem betreffenden Parallelkreiſe bedeutet. Zur Konſtruktion wird zuerſt der Mittelmeridian $M\,M$ gezogen; dann werden die Koordinaten x und y der einzelnen Netzpunkte aufgetragen. Bei kleinen Entwürfen können die Parallelkreiſe auch unmittelbar mit dem Zirkel aufgezeichnet werden. Nach dieſer einfachen Kegelprojektion ſind daher der Mittelparallel und von dieſem aus die Meridianbögen längentreu aufgetragen. Die Schnittwinkel der Meridiane und Parallelen ſind rechte; der Entwurf iſt darum aber doch nicht winkeltreu. Dieſe Darſtellungsweiſe wurde ſchon im Altertum angewendet; als ihr Erfinder kann Claudius Ptolemäus bezeichnet werden.



Einfache Kegelprojektion $b = 1$.
Fig. 3.

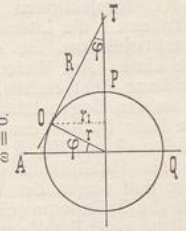


Fig. 1.

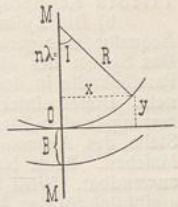


Fig. 2.

Wird Längentreue nicht für einen Mittelparallel, ſondern für zwei Parallelkreiſe eingeführt, ſo wird der Berührungskegel zum Schnittkegel. Es kann dadurch eine innigere Beziehung zwiſchen Kugelzone und Abbildungsfläche und damit eine geringere Verzerrung erzielt werden. Nach den Polhöhen des Mittelparallels und der Schnittparallelen φ_m, φ_1 und φ_2 iſt dann $R_1 = r \cos \varphi_1 : \sin \varphi_m$, $R_2 = r \cos \varphi_2 : \sin \varphi_m$ und $n = \sin \varphi_m$. Nun können auch die Meridiane wieder längentreu gezeichnet werden. In dieſem Falle iſt $R_1 = R_m + B$, $R_2 = R_m - B$, $R_m = r \operatorname{ctg} \varphi_m \Delta\varphi : \operatorname{tg} \Delta\varphi\varrho$ und $n = \sin \varphi_m \sin \Delta\varphi\varrho : \Delta\varphi$, worin $\Delta\varphi$ den Polhöhenunterſchied zwiſchen dem Mittelparallel und je einem Schnittparallel bedeutet. B und $\Delta\varphi$ ſtehen zueinander in der Beziehung $B = \Delta\varphi\, r : \varrho$. Nach dieſem Prinzip wurden 1554 von Mercator eine Karte von Europa und 1745 von de l'Isle eine Karte von Rußland entworfen.

Die Bedingungen der Winkeltreue und Flächentreue ergeben andre Beziehungen für R und n. Es gilt allgemein für Winkeltreue $R = c\, r \operatorname{tg}^{1/2}(90^0 - \varphi)^n$, worin c eine Konſtante bedeutet, und für Flächentreue $R = 2\, r \sin {}^1/_2 (90^0 - \varphi) : \sqrt{n}$. Derartige Projektionen ſind zuerſt von Lambert [13] entwickelt worden. Dem allgemeinen Problem der winkeltreuen Abbildung einer beliebigen krummen Fläche und im beſonderen des Ellipſoids dient die bahnbrechende Unterſuchung von Gauß [16] als Grundlage. Weiteres über Flächen- und Winkeltreue ſ. die Literatur. Fig. 3 zeigt eine Vergleichung der flächentreuen, winkeltreuen und einfachen Kegelprojektion für $n = 0{,}7$ und für den gleichen Abbildungsradius des Aequators. Die eingeſchriebenen Werte a, b, 2ω und S gewähren ein Urteil über das Maß der Verzerrungen. — Wenn von der Abbildung der Meridiane durch konvergierende Gerade abgegangen und nur die Kreisform der Parallelkreisbilder beibehalten wird, entſteht die unechte Kegelprojektion. Werden die Parallelkreisbögen wie bei der einfachen Kegelprojektion konſtruiert, aber von einem Mittelmeridian aus längentreu abgetragen, ſo erſcheinen die Meridiane als ſtetig gekrümmte Linien (ſ. Fig. 4).

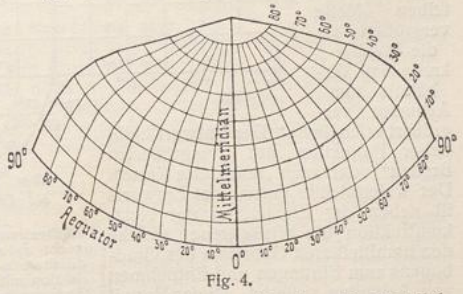


Fig. 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Da die Parallelkreisabſtände und die zwiſchen den Meridianen liegenden Parallelkreisſtücke in ihren wahren Längen abgebildet werden, erhält man einen flächentreuen Entwurf. Dieſer iſt allerdings mit einer ſtarken Winkelverzerrung verbunden, die namentlich in den Randvierecken der Figur in Erſcheinung tritt. Die Zeichnung des Gradnetzes iſt ſehr einfach. Die Projektion iſt ſchon alt und bereits 1584 von Mercator angewendet worden. Sie wird aber nach Bonne benannt, der ſie 1752 beſonders empfahl. Sie wurde 1808 von dem franzöſiſchen „Dépôt général de la guerre" durch ihre Anwendung auf die „Carte de France" eingeführt. Die genannten beiden Eigenſchaften, die Einfachheit der Zeichnung und die Flächentreue, gaben die Veranlaſſung, daß die Projektion danach auf die meiſten Karten der geographiſchen Atlanten und auch auf topographiſche Kartenwerke, z. B. in Frankreich, Bayern, der Schweiz und den Niederlanden übernommen wurde. Auf die ſtarke Formverzerrung haben beſonders die Unterſuchungen von Tiffot [1] aufmerkſam gemacht. Dieſe Unterſuchungen weiſen auch darauf hin, an Stelle der Projektion von Bonne geeignetere Abbildungsmethoden treten zu laſſen. Für die topographiſchen Spezialkarten der Landesvermeſſungen wird das Prinzip der Kegelprojektion unter Aufgabe der Möglichkeit, die einzelnen Blätter zu einem einzigen ebenen Bilde zuſammenpaſſen zu können, verwendet. Dabei wird das darzuſtellende Erdoberflächenſtück in ſchmale Parallelkreiszonen zerlegt, und jeder Netzpunkt wird mit einem beſonderen Konſtruktionsradius R berechnet. Dieſe Abbildungsmethode, welche polykoniſche Projektion heißt, findet in den Vereinigten Staaten von Nordamerika Anwendung. Eine Abänderung derſelben mit rechtwinkligem Schnitte von Meridian und Parallelkreis liegt den engliſchen Militärkarten zugrunde. In die Klaſſe der polykoniſchen Projektion läßt ſich die preußiſche Polyederprojektion (ſ. d.) der Gradabteilungskarten einreihen. Bei der Abbildung der von den Meridianen und Parallelkreiſen eingeſchloſſenen Ellipſoidtrapeze werden die Trapezecken auf der Ebene beſtimmt. Das Ellipſoid wird alſo durch ein von Trapezflächen begrenztes Polyeder erſetzt. Ein Zuſammenfügen in der Ebene iſt daher nur für benachbarte Blätter möglich.

Weiteres über Kegelprojektionen, auch über transverſale, ſchiefachſige, vermittelnde und Tiffots Kegelprojektionen ſ. die Literatur, beſonders [1]—[3].

b) **Die Zylinderprojektion.** Bei der einfachen oder normalen Zylinderprojektion iſt der Aequator eine gerade Linie. Auf dieſer werden die wahren Längenunterſchiede abgetragen. Das Syſtem der Meridiane ſteht rechtwinklig zu dieſer Aequatorlinie. Durch Auftragen der Parallelkreiſe in den wahren Bogenabſtänden y parallel zum Aequator erhält man ein Quadratnetz. Dieſes einfache Netz iſt das der quadratiſchen Plattkarte des Altertums. Die Verzerrung in den Parallelen iſt aus Fig. 5 ohne weiteres erſichtlich. Wenn als Mittelparallel an Stelle des Aequators ein Parallelkreis gewählt wird, ſo entſteht ein Netz mit rechteckigen Maſchen. Beide Netze ſind wegen der Verzerrungen in den Parallelen nur für ſchmale Zonen anwendbar. Wird für die Zylinderprojektion die Bedingung der Winkeltreue eingeführt, ſo ergibt ſich für den Abſtand y der Parallelen die allgemeine Beziehung $y = r \log \text{nat tg}(45° + \frac{1}{2}\varphi)$. Der Bedingung der Flächentreue entſpricht die allgemeinen Beziehung $y = r \sin \varphi$. Die winkeltreue Zylinderprojektion wurde 1569 zuerſt von Mercator angegeben und wird daher allgemein Mercator-Projektion genannt (ſ. Fig. 5). Sie iſt als Seekartenentwurf bekannt, wird aber auch für Erdüberſichtskarten verwendet. Die Parallelkreisbogen in der Breite φ werden im Verhältnis $1 : \cos \varphi$ vergrößert. Die bedeutende Flächenverzerrung fällt ohne weiteres bei der Betrachtung der polwärts an Größe zunehmenden Rechtecke auf; ſ. a. die Verzerrungswerte. Mercator gab den allgemeinen Ausdruck für y nicht an; ſein Konſtruktionsprinzip lautete: „Es werden die Breiten polwärts in demſelben Maße vergrößert, als die Parallelkreiſe im Verhältnis zum Aequator vergrößert erſcheinen." Der Entwurf heißt daher Projektion mit „vergrößerten Breiten" oder auch „reduzierte Karte". Der weſentlichſte Vorteil des Entwurfs iſt neben der Einfachheit der Netzkonſtruktion die Winkeltreue, welche den unmittelbaren Gebrauch des Gradbogens zum Eintragen und Entnehmen von Azimuten geſtattet. Dieſer Vorteil macht die Projektion beſonders für die Nautik zum Abſetzen und Ableſen des Kurſes mit Hilfe des Kompaſſes

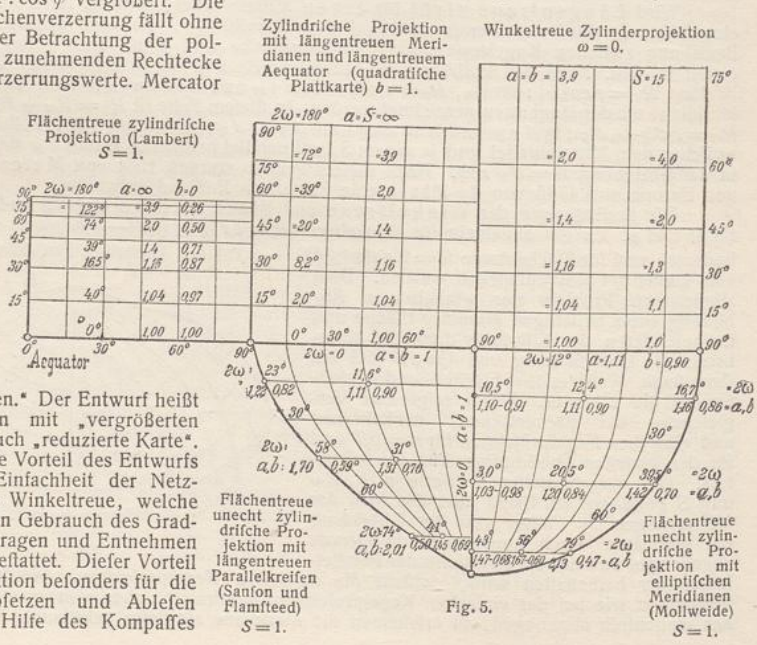


Fig. 5.

unentbehrlich und ſichert ihre Bedeutung. Wenn von einem Kugelpunkte aus eine Linie geführt wird, die ſämtliche Meridiane unter demſelben Azimut oder derſelben Schiefe ſchneidet, ſo umwandert ſie die Kugel in einer Spirale. Auf der Karte wird dieſe Linie wegen der Winkeltreue und Parallelität der Meridiane als eine gerade Linie abgebildet. Die Linie heißt Loxodrome oder Schiefelinie, und die Karte von der beſprochenen Projektion wird loxodromiſche genannt. Für Ueberſichtskarten zu geophyſiſchen Darſtellungen wird der Entwurf ebenfalls viel gebraucht, während er wegen der ſtarken Flächenverzerrungen (ſ. *S* in Fig. 5) zur Ermittlung von Flächenangaben nicht geeignet iſt. Für dieſen Zweck wird beſſer ein flächentreuer Entwurf gewählt. Eine Projektion dieſer Art iſt die iſozylindriſche von Lambert, (ſ. Fig. 5); die Abſtände y ſind gleich denen der Parallelkreisebenen.

Wird von der Abbildung der Meridiane als einem Syſtem paralleler Geraden abgegangen, und werden nur die Parallelkreiſe als eine Schar paralleler Geraden dargeſtellt, ſo entſtehen die unechten Zylinderprojektionen. Ein ſolcher Entwurf iſt der wohl auf Mercator zurückzuführende, aber nach Sanſon und Flamſteed benannte in Fig. 5. Die Parallelen werden wie bei der einfachen Zylinderprojektion dargeſtellt. Die Parallelkreisbögen werden vom Mittelmeridian aus längentreu abgeſetzt, ſo daß die Meridiane als ſtetig gekrümmte Linien erſcheinen. Dabei wird eine flächentreue Abbildung gewonnen. Die Karten von Afrika in den meiſten Atlanten ſind nach dieſer Projektion entworfen. Ein andrer unecht zylindriſcher Entwurf iſt der von Mollweide. Er wird auch wohl als Babinets homalographiſche Projektion bezeichnet (ſ. Fig. 5). Die Halbkugel wird als Kreis mit dem Radius $R = r\sqrt{2}$ dargeſtellt, wodurch eine flächentreue Abbildung erhalten wird. Das Netz der Meridiane wird ebenfalls flächentreu abgebildet, wenn die Meridiane als Ellipſen über dem Polardurchmeſſer als große Achſe konſtruiert werden und wenn die kleinen Halbachſen der einzelnen Meridianellipſen den Aequator in gleiche Teile zerlegen. Die Abſtände der als eine Schar paralleler Geraden konſtruierten Parallelkreiſe vom Aequator ſind $y = R \sin \varphi_1$, wobei φ_1 aus der Gleichung $2\varphi_1 : \varrho + \sin 2\varphi_1 = \pi \sin \varphi$ zu beſtimmen iſt. Eine Tabelle für φ_1 für Intervalle von halben Graden iſt in [8] enthalten. Die Projektion findet zu flächentreuen Erdüberſichtskarten vielfach Anwendung, obwohl die Winkelverzerrungen ſehr ſtark ſind (ſ. Fig. 5). Querachſige oder transverſale und ſchiefachſige Zylinderprojektionen mit Berührung in einem Meridian oder einem beliebigen Großkreiſe können Verwendung finden bei der Abbildung von Landſtreifen, welche die entſprechende Richtung haben. Die querachſige einfache Zylinderprojektion iſt von Caſſini auf die alte Karte von Frankreich angewendet worden. Dieſe querachſige Plattkarte wurde nach Caſſini benannt. Berührungsmeridian war der Meridian von Paris. Später ſind in dieſer Projektion auch die alten Karten von Oeſterreich-Ungarn und England ausgeführt worden. Wegen der Anwendung der querachſigen Zylinderprojektionen zu Spezialvermeſſungen ſ. Koordinaten, geodätiſche. Weiteres über zylindriſche Abbildungen ſ. die angegebene Literatur.

c) **Azimutale und perſpektiviſche Projektionen.** Azimutale Abbildung iſt jede Aufzeichnung der Polarkoordinaten (ſ. d.) beliebiger Punkte vom Anfangspunkte der Koordinaten aus. Auf die Kartenprojektion übertragen, bedeutet azimutale Abbildung die Darſtellung des geographiſchen Koordinatennetzes nach dieſem Prinzipe. Zum Anfangspunkte des Polarkoordinatenſyſtems, das zur Konſtruktion dient, wird ein geeigneter Kugelpunkt, der Haupt- oder Kartenmittelpunkt, gewählt. An dieſen Punkt wird eine die Kugel berührende Zeichenebene gelegt, auf der die andern Kugelpunkte dargeſtellt werden. Wenn auf dem Kugelradius des Hauptpunktes oder auf der Verlängerung des Radius ein Punkt angenommen wird, von dem aus die Kugelpunkte durch Sehſtrahlen auf die Bildebene perſpektiviſch projiziert werden, ſo entſteht die perſpektiviſche Abbildung. Den einfachſten Einblick in die azimutalen Abbildungen gewährt der normale Fall, in dem der Kartenmittelpunkt in den Pol verlegt wird, ſo daß die Abbildungsfläche die Kugel im Pole berührt. Die Schnitte der Meridianebenen mit der Bildfläche liefern das Syſtem der Meridiane mit $n = 1$, alſo eine unmittelbare Abbildung der wahren geographiſchen Längen- oder Richtungsunterſchiede $l = \lambda$. Auf dieſen Meridianſtrahlen werden die Punktorte nach den beſonderen für den Entwurf ausgewählten Bedingungen entweder abſtands-, winkel-, flächentreu, vermittelnd oder perſpektiviſch aufgetragen. Es entſteht dann nach [6] ein ſtrahliger Entwurf. Werden die Polabſtände $\gamma = 90 - \varphi$ längentreu abgeſetzt, ſo erhält man längentreue Meridianabſtände oder Abſtandstreue vom Kartenmittelpunkte, die gleichzeitig eine ſehr brauchbare Vermittlung zwiſchen Flächen- und Winkeltreue liefert. Der Entwurf iſt dann mittabſtands- oder ſpeichentreu [6]. Für die Bedingung der Winkeltreue gilt die Beziehung $R = 2r \operatorname{tg} {}^1/_2 \gamma$ und für Flächentreue $R = 2r \sin {}^1/_2 \gamma$. Die Beſtimmung von R nach der erſten Formel entſpricht der perſpektiviſchen Projektion von dem Kugelpunkte aus, der dem Hauptpunkte gegenüber liegt. Die Projektion bezeichnet man als die ſtereographiſche. Sie hat neben der Winkeltreue noch die beſonders hervorzuhebende Eigenſchaft, daß jeder Kreis der Kugeloberfläche in der Bildebene wieder als Kreis erſcheint. Wird der Strahlpunkt in den Kugelmittelpunkt verlegt, ſo wird $R = r \operatorname{tg} \gamma$. Man erhält dann eine Projektion mit der wichtigen Eigenſchaft, daß alle Großkreiſe, alſo die kürzeſten Verbindungslinien zwiſchen zwei Kugelpunkten, als gerade Linien abgebildet werden. Nach dieſer Eigenſchaft bezeichnet man die Projektion als orthodromiſche oder geradwegige, während man ſie nach ihren perſpektiviſchen Eigenſchaften die Zentralprojektion oder auch gnomoniſche Projektion nennt. Der Entwurf kann demnach zur unmittelbaren Angabe des kürzeſten Weges zwiſchen zwei Kugelpunkten, des orthodromiſchen Kurſes, dienen und iſt in dieſem Sinne eine Ergänzung der winkeltreuen Mercator-Zylinderprojektion. Wird der Strahlpunkt in unendlicher Entfernung vom Hauptpunkte angenommen, ſo wird $R = r \sin \gamma$. Die Konſtruktion ergibt dann die orthographiſche, orthogonale oder Parallelperſpektive. Sie liefert das der Betrachtung aus unendlicher Entfernung entſprechende Bild, ſo daß ſie für ſpezielle Fälle, z. B. Monddarſtellungen, zur Anwendung kommen kann. — Liegt der Karten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

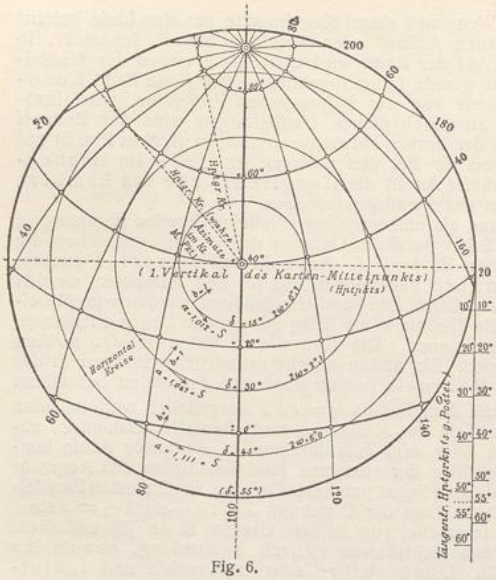


Fig. 6.

mittelpunkt nicht normal im Pol, ſondern an einer beliebigen Stelle der Erdoberfläche, z. B. in der Mitte des abzubildenden Landes oder Erdteiles, ſo geht aus der Konſtruktion ein ſchiefachſiger Entwurf hervor. An die Stelle der Meridiane treten die Azimutalkreiſe und an die Stelle der Parallelkreiſe die Horizontalkreiſe. Während bei der normalen Projektion die geographiſchen Koordinaten φ und λ der Netzpunkte unmittelbar verwendet werden können, müſſen hier die zur Konſtruktion dienenden Polarkoordinaten, die zenitalen Koordinaten α und δ, erſt aus den geographiſchen Koordinaten berechnet werden. Es beſtehen die Beziehungen·

$$\cos\delta = \sin\varphi_0 \sin\varphi + \cos\varphi_0 \cos\varphi \cos\lambda \text{ und}$$
$$\sin\alpha = \cos\varphi \sin\lambda : \sin\delta.$$

Hierin iſt φ_0 die Polhöhe des Kartenmittelpunktes. Wird der Kartenmittelpunkt bei der querachſigen Projektion in den Aequator verlegt, ſo wird $\cos\delta = \cos\varphi \cos\lambda$ und $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{ctg}\varphi \sin\lambda$. In [2] ſind ausführliche Tabellen zur Berechnung von δ und α aus φ und λ für Netzintervallen von 5° und für die Hauptpunktbreiten 0°, 15°, 20° ... 75° gegeben. Ein Beiſpiel zu einem ſchiefachſigen 20°-Netze von Aſien gibt Fig. 6. Der Hauptpunkt liegt in 40° nördlicher Breite und 100° öſtlicher Länge von Greenwich. Die Hauptkreiſe ſind längentreu abgebildet. — Neben den genannten Entwürfen iſt eine Reihe andrer Projektionen angegeben worden, die zwiſchen den Hauptforderungen vermitteln, um z. B. bei Flächentreue möglichſt geringe Winkelverzerrungen zu erhalten oder bei den perſpektiviſchen Projektionen, bei denen Flächentreue nicht zu erreichen iſt, möglichſt geringe Flächen- und Längenverzerrungen zu bekommen. Zu den erſteren ſind die Entwürfe von Airy [18] und Breuſing [6] zu erwähnen. Dieſer führt das geometriſche Mittel aus den Halbmeſſern der flächen- und winkeltreuen Entwürfe ein mit $R = 2r\sqrt{\sin\frac{1}{2}\gamma \cdot \operatorname{tg}\frac{1}{2}\gamma}$. Bei den perſpektiviſchen vermittelnden Projektionen wird der Strahlpunkt außerhalb der Kugel angenommen. Sie heißen daher externe Projektionen. Es mögen hier die Entwürfe von Clarke, James, Tarent, Lowry, La Hire, Fiſcher und Hammer erwähnt werden, ſ. [1]—[3]. Während dieſe letztgenannten Entwürfe der neueren Zeit entſtammen, ſind die ſtereographiſchen, orthodromiſchen und orthographiſchen Projektionen ſchon ſehr alt. Die Winkeltreue des ſtereographiſchen Entwurfs erkannte ſchon Mercator, der auch den häufig nach Poſtel benannten mittabſtandstreuen Entwurf bereits verwendete, während der flächentreue von Lambert herrührt. — Zur Darſtellung von Erdhalbkugeln oder Planigloben dient neben den mittabſtandstreuen, winkeltreuen und flächentreuen Entwürfen die konventionelle Globularprojektion. Bei dieſer werden der Mittelmeridian und der Aequator als gerade Linien, alle andern Meridiane und die Parallelkreiſe aber als Kreisbogen derart dargeſtellt, daß der Mittelmeridian, der Begrenzungsmeridiankreis und der Aequator in gleiche Teile zerlegt werden. Es entſteht dadurch ein ſchiefſchnittiges Kreisnetz. Eine Vermittlung zwiſchen dieſer und der winkeltreuen ſtereographiſchen Projektion liefert Nells modifizierte Globularprojektion. Fig. 7 zeigt die drei wichtigſten azimutalen Abbildungen und die Globularprojektion.

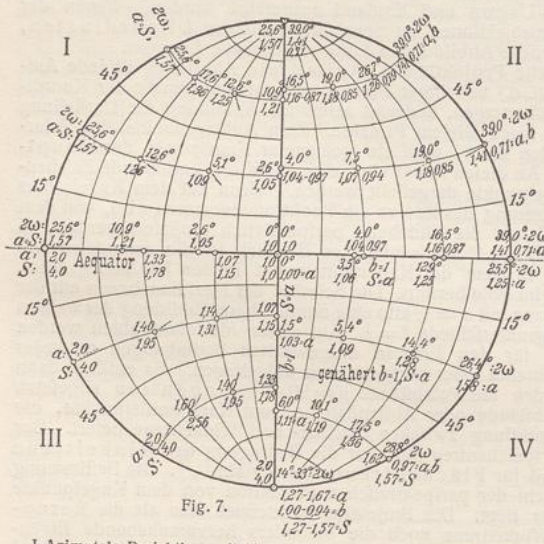


Fig. 7.

I Azimutale Projektion mit längentreuen Mittelpunktsgroßkreiſen. Mittelpunkt: Aequator. $a = S$, $b = 1$.
II Flächentreue Azimutalprojektion. Mittelpunkt: Aequator. $S = 1$.
III Winkeltreue Azimutalprojektion (Stereographiſche Projektion). $\omega = 0$, $a = b$.
IV Globularprojektion (ſchiefſchnittiges Kreisnetz), Aequator und Nullmeridian längentreu.

3. **Wahl der Projektionsart.** Unter der großen Anzahl von Entwurfsarten, die bisher angewendet, vorgeſchlagen oder überhaupt möglich ſind, iſt nach den früher erwähnten Geſichtspunkten für jeden Fall die geeignetſte auszuwählen. Es können dabei mehrere Entwurfsarten in die engere Wahl kommen, wobei dann zuweilen auch Nebenumſtände ausſchlaggebend ſein können. Im allgemeinen möge auf die folgenden Geſichtspunkte hingewieſen werden. Als von vornherein feſtſtehend kann angenommen werden, daß als Entwurfsarten ſich eignen für topographiſche Spezialkarten der Gradabteilungsentwurf, für See- oder nautiſche Kurskarten Mercators winkeltreue Zylinderprojektion und neben dieſer loxodromiſchen Karte etwa noch die orthodromiſche Zentralperſpektive, für Mond- und Planetenanſichten die orthographiſche Perſpektive und für Sternzonenkarten die winkeltreue Kegelprojektion. Die Zentralperſpektive kann auch für Sternkarten Verwendung finden. Die Projektion nautiſcher Vermeſſungskarten erfolgt nach denſelben Geſichtspunkten wie die der Landkarten. Eine beſondere Entſcheidung über die Entwurfsart kommt demnach in Betracht für Erdüberſichtskarten, Erdteilkarten und Landkarten großer und kleiner Gebiete. Auf Ueberſichtskarten der ganzen Erde, die in der Regel nicht als Unterlagen für exakte Meſſungen mit Maßſtab und Planimeter dienen ſollen, kann je nach dem Zweck entweder die winkeltreue zylindriſche Mercator-Projektion oder ein flächentreuer Entwurf, wie der von Mollweide, oder eine flächentreue zylindriſche Projektion mit längentreuen Parallelkreiſen oder endlich die ſogenannte iſozylindriſche Projektion von Lambert angewendet werden. In jedem Falle ſind entweder die Flächen- oder die Winkelverzerrungen ſehr groß; ſ. Fig. 5. Für die Darſtellung von Erdhalbkugeln bieten ſich die azimutalen Entwürfe dar, und zwar der flächentreue, der winkeltreue oder der als vermittelnder Entwurf ſehr geeignete mittabſtandstreue; ſ. Fig. 6. Dieſe Entwürfe ſind auch geeignet für Erdteile, Länder und Inſeln, welche eine abgerundete Geſtalt haben und nach ihrer Lage auf der gekrümmten Erdoberfläche Kugelhauben entſprechen. Hierfür können auch die vermittelnden Projektionen von Airy und Breuſing oder beſonders für Gebiete geringeren Umfangs die nach Tiſſot [1] zu beſtimmenden Projektionen kleinſter Verzerrung gewählt werden. Erdteile, Länder, Inſelgruppen und ſonſtige Gebiete mit größerer Längen- als Breitenausdehnung können dargeſtellt werden durch die normale Kegelprojektion, wenn die Hauptausdehnung die Richtung der Parallelkreiſe hat, durch die querachſige Zylinderprojektion bei meridionaler Ausdehnung und durch die ſchiefachſige Kegel- oder Zylinderprojektion bei ſchiefer Lage der Richtung der Hauptausdehnung. Je nach Anforderung ſind winkeltreue, flächentreue oder vermittelnde Entwürfe zu wählen. Die Kegelprojektionen, welche auch beſonders auf ausgedehnte Länder und Erdteile vielfache Anwendung finden, ſind den azimutalen gegenüber zurzeit vorherrſchend. Für Polargegenden wird man unmittelbar auf azimutale, für die Aequatorialzone auf zylindriſche Entwürfe hingewieſen. In [1] ſind für alle praktiſch in Betracht kommenden Entwurfsarten die Kriterien 2ω, a, b und S in Tabellen zuſammengeſtellt, ſo daß darin die Grundlage für die Beurteilung der Projektionen gegeben iſt.

Literatur: [1] Tiſſot, Mémoire sur la représentation des surfaces et les projections des cartes géographiques, Paris 1881, oder die deutſche Bearbeitung von Hammer, Die Netzentwürfe geographiſcher Karten von A. Tiſſot, Stuttgart 1887. — Als Ergänzung hierzu [2] Hammer, Ueber die geographiſch wichtigſten Kartenprojektionen, Stuttgart 1889. — Als Lehrbücher ſind zu nennen: [3] Herz, Lehrbuch der Landkartenprojektion, Leipzig 1885. — [4] Gretſchel, Lehrbuch der Kartenprojektion, Weimar 1873. — [5] Zöppritz, Leitfaden der Kartenentwurfslehre, Leipzig 1884; in 2. Aufl. bearbeitet von Bludau, Leipzig 1899. — [6] Breuſing, Das Verebnen der Kugeloberfläche, Leipzig 1892. — [7] Steinhauſer, Grundzüge der mathematiſchen Geographie und der Landkartenprojektion, Wien 1887. — [8] Germain, Traité des projections des cartes géographiques, Paris 1866. — [9] Fiorini, Le projezioni delle carte geografiche, Bologna 1881. — [10] Craig, Treatise on projection, Waſhington 1882. Die Werke [5], [6] und [7] ſind leicht verſtändlich; für eine erſte Einführung iſt beſonders [5] geeignet. — Aeltere deutſche Lehrbücher ſind: [11] Mayer, J. T., Praktiſche Geometrie, 4. Teil, Göttingen 1804. — [12] Littrow, Chorographie, Wien 1833. — Einige Sonderſchriften von Bedeutung ſind: [13] Lambert, Beiträge zum Gebrauche der Mathematik, 3. Teil, Berlin 1772, bequem zugänglich in Oſtwalds Klaſſikern der exakten Wiſſenſchaften, Nr. 54, Anmerkungen und Zuſätze zur Entwerfung der Land- und Himmelskarten. — [14] Friſchauf, Beiträge zur Geſchichte und Konſtruktion der Kartenprojektionen, Graz 1891. — [15] De Lagrange, Ueber die Konſtruktion geographiſcher Karten, Nouveaux Mémoires de l'Académie royale de Berlin, 1779, bequem zulänglich in Oſtwalds Klaſſikern der exakten Wiſſenſchaften, Nr. 55. — [16] Gauß, Allgemeine Auflöſung der Aufgabe: Die Teile einergegebenen Fläche auf einer andern gegebenen Fläche ſo abzubilden, daß die Abbildung dem Abgebildeten in den kleinſten Teilen ähnlich wird. Aſtron. Abhandl., 3. Heft, Altona 1825, auch in Gauß' Werken, Bd. 4, Göttingen 1873, und bequem zugänglich in Oſtwalds Klaſſikern der exakten Wiſſenſchaften, Nr. 55. — [17] Euler, Drei Abhandlungen über Kartenprojektion, Acta Acad. Scient. Imperial Petropolitanae, 1777, bequem zugänglich in Oſtwalds Klaſſikern der exakten Wiſſenſchaften, Nr. 93. — [18] Explanation of a projection by balance of errors, Philos. Magazine, 4. Serie, Bd. 22, 1861. — [19] Friſchauf, Die Abbildungslehre und deren Anwendung auf Kartographie und Geodäſie, Leipzig 1905. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kartenſchlagmaſchine, ſ. Weberei.

Kartenvervielfältigung, die mechaniſche Herſtellung von Nachbildungen der Karte. S. a. Kartendruck, Kopieren.

Geometriſche Spezialkarten, wie Kataſterkarten, und maßſtäblich gezeichnete Handriſſe werden durch Stein- oder Zinkdruck (Autographie) vervielfältigt, einzelne Blätter auch durch das Lichtpauſeverfahren. Die Vervielfältigung topographiſcher und geographiſcher Karten erfolgt durch Buchdruck, Kupferſtich, Lithographie und Heliographie. *(† Reinhertz) Hillmer.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Karthauſe (Certoſa), die klöſterliche Anlage des Ordens der Karthäuſer. Es iſt dies einer der ſtrengſten Mönchsorden, deſſen Mitglieder ewiges Schweigen zur Regel haben. Die Klöſter ſind meiſt in landſchaftlich ſchöner Lage erbaut, und die Zellen ordnen ſich um einen großen Hof an, der ringsum einen durch Säulen geſtützten Gang (Kreuzgang) aufweiſt, welcher als Begräbnisplatz dient. Jede Zelle beſteht in der Regel aus einem Vorraum und einem Wohn- und Schlafzimmer; außerdem iſt jedem Mönch ein Gärtchen zur Bearbeitung zugewieſen. Die architektoniſch berühmteſte Anlage dieſer Art iſt die Certoſa bei Pavia [1], außerdem bei Florenz und an andern Orten

Literatur: [1] Beltrami, La certosa di Pavia, Turin 1891. *Weinbrenner.*

Kartierung, die Herſtellung der Karte nach den Vermeſſungsergebniſſen. Sie beginnt mit der Konſtruktion des Kartennetzes. Zur Zeichnung des Quadratnetzes einer geometriſchen Karte wird ein rechtwinkliger Rahmen nach Diagonalen oder ein rechtwinkliges Achſenkreuz konſtruiert, in welche die Teilungspunkte eingetragen werden. Zur Konſtruktion der Netze verwendet man auch beſondere Quadratnetzapparate. Ueber derartige Vorrichtungen ſ. Kartierungsinſtrument und [1]. Das Quadratnetz wird in feinen, ſcharfen Linien ausgezogen; es kann nach Maßſtäben in den Längs-, Quer- und Diagonalrichtungen geprüft werden, und es muß innerhalb der Zeichnungsgenauigkeit von etwa $\pm$ 0,1 mm richtig ſein. In dieſem Kartennetze werden die Liniennetzpunkte durch die Schnitte ihrer Koordinatenlinien beſtimmt. Dadurch wird das Netz der Meſſungslinien gewonnen, von dem aus die Auftragung der einzelnen Meſſungspunkte nach den in den Handriſſen und Feldbüchern aufgezeichneten Ergebniſſen der Stückvermeſſung (ſ. d.) erfolgt. Hierzu dienen rechtwinklige Dreiecke, Zirkel und Abgreifmaßſtab oder beſſer Zeichennadel und Anlegemaßſtab oder für umfangreiche Kartierungen am zweckmäßigſten ein Kartierungsinſtrument (ſ. d.). Sämtliche Punkte werden durch Zirkel- oder Nadelſtiche ſcharf bezeichnet; dieſe dürfen beim Ausziehen der Linien mit Tuſche nicht bedeckt werden. In den amtlichen Vermeſſungsanweiſungen ſind beſtimmte Schriftarten ſowie Kartenzeichen (Signaturen) vorgeſchrieben, die den Gebrauch der Karten erleichtern; ſie ſollten auch für nichtamtliche Karten Verwendung finden. Für Preußen iſt [2] maßgebend. Im allgemeinen werden die Meſſungslinien und die Signaturen für Meſſungspunkte in karminroter Farbe, die Grenzlinien ſowie die Zeichen für die Grenzanlagen und die Linien und Zeichen für andre Gegenſtände in ſchwarzer Tuſche gezeichnet. Um ein Verziehen des Papiers zu verhüten und die Eintragung von Veränderungen in die Karte zu erleichtern, beſchränkt man das Kolorit in der Regel auf die Wege, Gewäſſer und Gebäude, vermeidet aber auch hier die Kolorierung großer Flächen, wendet vielmehr bei dieſen nur Farbenſtreifen an. Die Bodenbenutzung wird durch Buchſtaben, z. B. *A* für Acker, *H* für Holzung, *W* für Wieſe, angegeben. Weiteres über die Zeichnung geometriſcher Karten ſ. in der amtlichen Vermeſſungsanweiſung für Preußen [3], in den im Art. Geodäſie genannten Lehrbüchern und in [4]. Ueber das Entwerfen der Kartennetze für topographiſche und geographiſche Karten ſ. Kartenprojektion; über die Ausführung topographiſcher Zeichnungen ſ. Topographie; ferner vgl. a. Bergzeichnung. Sollen Karten kleinen Maßſtabes aus ſolchen größerer Maßſtäbe, wie geographiſche Karten aus topographiſchen und dieſe aus geometriſchen, hergeſtellt werden, ſo iſt eine mathematiſche Reduktion auszuführen, z. B. mit dem Pantographen (ſ. d.) oder durch Photographie. Die Darſtellung in einem kleineren Maßſtabe und der Zweck der neuen Karten bedingen dabei häufig eine Verallgemeinerung des Inhalts, alſo eine Verringerung der Geſamtheit der darzuſtellenden Einzelheiten ſowie auch eine Aenderung der Signaturen, der Schrift und der Geländedarſtellung.

Von großer Bedeutung, namentlich für geometriſche Originalkarten, iſt die Güte des Zeichenpapiers. Dieſes iſt infolge ſeiner hygroſkopiſchen Eigenſchaften einer gewiſſen Veränderlichkeit ausgeſetzt, die für die Karten natürlich ungünſtig iſt und bei der Wahl der Papierart berückſichtigt werden muß. Umfangreiche Ermittlungen haben ergeben, daß die Büttenpapiere, beſonders die ſogenannten Whatmanpapiere engliſcher und deutſcher Herſtellung (J. W. Zanders, Bergiſch-Gladbach), weniger veränderlich ſind als die Rollenpapiere, obwohl dieſe im übrigen teilweiſe beſſer ausgeſtattet ſind. Die Rollenpapiere verändern ſich in den Längs- und Querrichtungen verſchieden. Auch tritt die Verzerrung, welche in der Querrichtung etwa doppelt ſo groß werden kann wie in der Längsrichtung, bei Feuchtigkeitszu- und -abnahmen mit ungleichen Beträgen auf. Starke Aenderungen bis zu 1 % ſind bei ſolchen Karten beobachtet worden, die durch Druck auf naſſem Wege vervielfältigt wurden. Große Stärke und Schwere des Papiers iſt nicht günſtig; ſchwächere Papiere haben ein gleichmäßigeres Verhalten gezeigt. Das Aufziehen auf Leinwand und Karton iſt von zweifelhaftem Erfolg. Dagegen kann eine genügende Unveränderlichkeit des Papiers dadurch erreicht werden, daß es einige Monate vor dem Gebrauche und auch ſpäter in einem Raume mit geringer, gleichmäßiger Feuchtigkeit und mittlerer, gleichmäßiger Temperatur in dünnen Lagen aufbewahrt wird. Karten, die ſowohl im Zimmer als auch im Felde gebraucht, gerollt und verpackt werden, können recht erhebliche Aenderungen erleiden. S. hierzu [5]—[7]. Für die modernen, nach Zahlenmaterial gefertigten Karten iſt die Papierveränderung zwar nicht von ſo großer Bedeutung wie für die Karten, die nach den älteren Meſſungsverfahren und der Meßtiſchmethode hergeſtellt ſind. Immerhin ſind eine ſorgſame Auswahl und Behandlung des Papiers doch von großer Wichtigkeit mit Rückſicht auf die graphiſche Flächenberechnung, die Fortführung der Karten und die nicht ganz zu umgehende Punktherſtellung mit Hilfe von Maßen, die aus der Karte ermittelt ſind. Die unvermeidlichen Aenderungen werden bei exakten Karten nach dem Quadratnetze ermittelt und in Rechnung gebracht [7]—[9]. Das Quadratnetz ſoll die ganze Fläche eines Kartenblattes bedecken; es empfiehlt ſich auch, in Pläne, die nicht nach Koordinaten gezeichnet werden, ein Quadratnetz einzutragen, wenn auch nur ein weitmaſchiges. Die Größe der Zeichenblätter wird

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verſchieden gewählt; für geometriſche Karten iſt das ſogenannte Großadlerformat von 1 : $^2/_3$ m am gebräuchlichſten.

Literatur: [1] Artikel in Zeitſchrift für Vermeſſungsweſen, angegeben im Inhaltsverzeichnis für 1872–1904, S. 91–93, unter Kartennetze, Koordinatograph, Quadratnetzſtecher, Quadrat- und Linienzeichner. — [2] Beſtimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen für topographiſche und geometriſche Karten, Pläne und Riſſe, 4. Aufl., Berlin 1895. — [3] VIII. Anweiſung für das Verfahren bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundſteuerkataſters, 3. Aufl., Berlin 1906. — [4] Doll, Anleitung zum Zeichnen und Ausarbeiten geometriſcher Pläne und topographiſcher Karten, Karlsruhe 1867. — [5] Zeitſchrift des Rhein.-Weſtf. Landmeſſervereins 1895, S. 221. — [6] Zeitſchrift für Vermeſſungsweſen 1881, S. 259. — [7] L'ingegneria civile, Turin 1893, Bd. XIX, S. 69. — [8] Zeitſchrift für Vermeſſungsweſen 1895, S. 161. — [9] Ebend. 1906, S. 113. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kartierungsinſtrument. Vielgebrauchte Kartierungsinſtrumente einfacher Art ſind zwei rechtwinklige Dreiecke mit Zirkel und Abgreifmaßſtab oder mit Zeichennadel und Anlegmaßſtab. Daneben gibt es eine große Anzahl von mehr oder weniger fein durchgebildeten, beſonderen Kartierungsinſtrumenten. Es können unterſchieden werden Quadratnetzapparate, kleine Kartierungsinſtrumente zum Auftragen rechtwinkliger Koordinaten und Strahlenzieher zum Auftragen von Polarkoordinaten.

1. **Quadratnetzapparate.** Die einfachen Inſtrumente dieſer Art beſtehen aus Platten von Holz, Metall, Schiefer oder Marmor. Die Platten tragen am Rande eine Quadratnetzeinteilung durch Striche oder Anſchlagbolzen zum Anlegen eines Sägeblattlineals. Ein andres Inſtrument, der Quadratnetzſtecher, iſt eine Metallplatte, die in den Schnittpunkten der Netzlinien durchbohrt iſt. Die Schnittpunkte werden entweder freihändig mit einer Nadel oder beſſer durch mechaniſche Einrichtungen, die aus Bolzennadeln und Federn beſtehen, auf das Zeichenpapier übertragen. Das am feinſten durchgebildete Inſtrument iſt der Koordinatograph. Ein Ordinatenmaßſtab, welcher rechtwinklig zu einem Abſziſſenmaßſtab ſteht, läßt ſich gegen dieſen auf Rollen verſchieben. Der Ordinatenmaßſtab trägt wieder eine auf Rollen verſchiebbare Vorrichtung mit Punktiernadeln, die auch mit Reißfedern ausgewechſelt werden können. Die Feineinſtellungen in den Abſziſſen- und Ordinatenrichtungen erfolgen durch feine Meßrädchen. Mit dieſem Apparat können nicht nur Quadratnetze konſtruiert, ſondern auch Punkte nach rechtwinkligen Koordinaten aufgetragen werden; Näheres ſ. [1].

2. **Kleine Kartierungsinſtrumente.** Dieſe dienen zum Auftragen von Punkten nach rechtwinkligen Koordinaten in einem Quadratnetze oder von einer Abſziſſenlinie aus. Von einzelnen Verſchiedenheiten abgeſehen, kommen zwei Inſtrumentarten vor. Die eine Art beſteht aus einem Abſziſſenlineal mit Teilung und einem daran gleitenden Ordinatenſchieber, der rechtwinklig zu ſeiner Schieberkante eine oder mehrere Skalen trägt. Zur Ableſung der Abſziſſe dient ein Nonius an der Schieberkante. Für das Abſetzen der Ordinate iſt auch wohl ein Schlitten mit Nonius und Nadel vorhanden. Es ſind zu nennen der Orthograph von Peltz und die Inſtrumente von de Courbière und Seyfert; Näheres ſ. [2]. Bei der zweiten Art gleitet im allgemeinen die Hypotenuſe eines rechtwinkligen Dreiecks an einer geteilten Dreiecks- oder Linealkante. Der Koordinatenſchieber von Homeyer beſteht z. B. aus einem rechtwinklig-gleichſchenkligen Dreiecke von etwa 0,2 m Kathetenlänge mit einem Nonius an der Mitte der Hypotenuſenkante. Das Lineal hat eine Teilung, die ſich zum Maßſtabe, in dem kartiert werden ſoll, verhält wie $\sqrt{2}$: 1. Es mögen noch genannt werden die Schiebedreiecke von Wegmann und von Harkſen-Heckhauſen, das Longimeter von Nagel, das Inſtrument von Friedrich und das Univerſalkartierungsinſtrument von Waue; Näheres ſ. [3]. Einige Kartierungsinſtrumente haben Vorrichtungen zur mechaniſchen Fehlerverteilung.

3. **Strahlenzieher** werden bei tachymetriſchen Arbeiten zum Auftragen von Polarkoordinaten benutzt. Sie ſind meiſtens Transporteure aus Vollkreiſen, Halbkreiſen oder auch andern Teilen von Kreiſen mit einer feſten Durchmeſſerteilung oder mit geteilten und ungeteilten, um den Mittelpunkt beweglichen Alhidaden. Auch Inſtrumente mit Azimutbeſtimmung durch Rollenabwicklung ſind konſtruiert; Näheres ſ. [4].

Eine überſichtliche Zuſammenſtellung und kurze Beſchreibung der Kartierungsinſtrumente iſt enthalten in [5].

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen 1880, S. 169; 1881, S. 237; 1898, S. 526; 1887, S. 538; 1893, S. 369; 1903, S. 569. — [2] Ebend. 1874, S. 45, 176; 1884, S. 553; 1896, S. 147; 1897, S. 47, 149, 150. — [3] Ebend. 1878, S. 106, 301, 302; 1887, S. 601; 1898, S. 345; 1903, S. 578. — [4] Ebend. 1890, S. 78; 1899, S. 132, 135, 647; 1883, S. 47; 1900, S. 423; 1901, S. 339. — [5] Schlebach, Kalender f. Vermeſſungsweſen u. Kulturtechnik, 3. Teil. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kartoffelerntemaſchine dient zum Herausbringen der Kartoffelknollen aus der Erde als Erſatz der mit einer Hacke oder einem Spaten ausgeführten Handarbeit.

Man hat hauptſächlich drei Arten von Kartoffelerntemaſchinen, nämlich 1. Pflüge, 2. Schleudermaſchinen und 3. Siebmaſchinen. Fig. 1 zeigt einen Kartoffelerntepflug von Rud. Sack in Leipzig Plagwitz, bei dem der Kartoffeldamm durch das Schar angehoben und gelockert und auf den an dasſelbe anſchließenden Roſtſtäben die Erde abgeſiebt wird. *D* iſt ein Haken, der das Kraut zur Seite ſchiebt. Fig. 2 zeigt eine Schleudermaſchine nach dem Graf Münſterſchen Syſtem in ausgerücktem Zuſtande. Der durch das Schar angehobene und gelockerte Kartoffeldamm

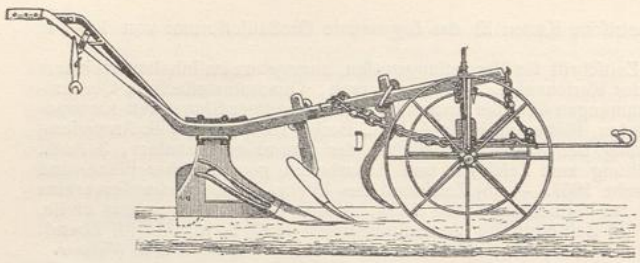


Fig. 1.

wird durch das ſchnell rotierende Schlägerrad ſenkrecht oder etwas ſchräg durchſchlagen, wodurch die Kartoffeln weiter geſchleudert werden als die Erde. Damit die Kartoffeln nicht zu weit geſchleudert werden, fängt man ſie auch durch ein ſeitliches Sieb ab, ſo daß ſie in einer Reihe auf der Erde liegen bleiben und leichter aufgeſammelt werden können.

Die Siebmaſchinen, die zuerſt von v. Kobylinski angegeben wurden, beſtehen im weſentlichen aus einem Schar, das die ausgehobene Erdmaſſe durch einen Elevator auf ein Siebwerk (Planſiebe oder Rundſiebe) befördert, von wo aus ſie eventuell in Säcken oder Körben geſammelt werden können.

Die Hauptſchwierigkeit beim Ernten der Kartoffeln mittels Maſchinen iſt die Bewältigung des Krautes. Die vielen vorgeſchlagenen Krauträumer erfüllen ihren Zweck nicht vollſtändig. Hauptſächlich aus dieſem Grunde und wegen ihres ſchweren Ganges haben die Siebmaſchinen ſich bis jetzt keinen Eingang in die Landwirtſchaft verſchaffen können.

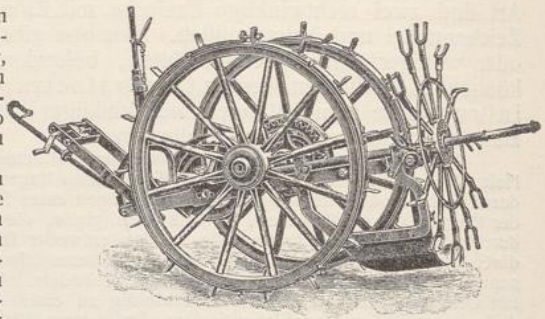


Fig. 2. Kartoffelerntemaſchine nach Münſter von Quegwer, Bunzlau.

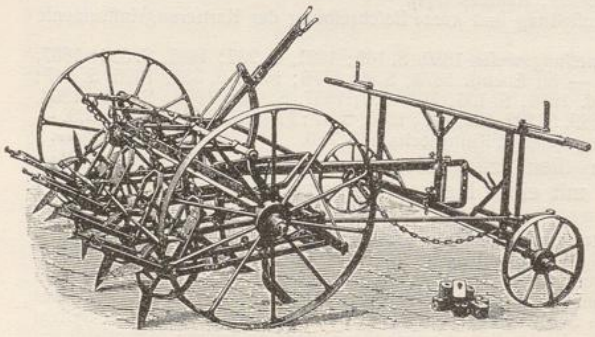
Auch die Kartoffelerntepflüge und -ſchleudermaſchinen geben wegen des teilweiſen Verſchüttens der frei gelegten Kartoffeln und der vorkommenden Beſchädigungen zu Beanſtandungen Veranlaſſung. *Wrobel.*

Kartoffelhefe, ſ. Kunſthefe.

Kartoffelkeller, ſ. Wurzelkeller.

Kartoffellegemaſchine. Statt die Kartoffeln mit der Hand in die mit dem Pfluge gezogenen Furchen oder in die mit der Kartoffelpflanzlochmaſchine (ſ. d.) hergeſtellten Löcher zu legen, hat man verſucht, Sämaſchinen (ſ. d.) zum Kartoffellegen geeignet umzubauen. Hierzu war es nötig, die Furche 10—15 cm tief zu ziehen und durch ein beſonderes Schar zuzudecken. Als Legvorrichtung ſind rotierende Löffel oder an endloſen umlaufenden Bändern befeſtigte Becher vorgeſchlagen, welche die einzelnen Kartoffeln in geeigneten Zwiſchenräumen durch den Saattrichter in die Furche fallen laſſen ſollen. Dieſe Arbeit führen die beſtehenden Kartoffellegemaſchinen nicht zu voller Zufriedenheit aus, die Abſtände, in denen die Kartoffeln auf der Sohle der Furche liegen bleiben, ſind nicht gleichmäßig, ſelbſt wenn beſondere den Dibbelmaſchinen (ſ. Sämaſchine) ähnliche Einrichtungen getroffen werden, durch welche die Kartoffeln vor dem Ablegen bis ſehr nahe an den Boden herangeführt werden. Ferner ergeben ſich bei Verwendung von nicht ausgeſucht gleichgroßen und gleichgeformten Kartoffeln Fehlſtellen, da die Schöpfräder ſich dann nicht gleichmäßig füllen können. Infolgedeſſen haben ſich die Kartoffellegemaſchinen bisher nicht allgemein einführen können. *Wrobel.*

Kartoffelpflanzlochmaſchinen dienen zur Herſtellung von gleichweit voneinander entfernten und gleichtiefen Löchern auf dem zuvor zugerichteten Lande, um in dieſe die Saatkartoffeln von Hand einlegen zu können.



Die Entfernung der Reihen ſowie diejenige der Löcher in denſelben iſt innerhalb der angezeigten Grenzen veränderlich, die Löcher ſelbſt werden zur beſſeren Ausnutzung der Ackerfläche unter Umſtänden im Dreiecksverband hergeſtellt. Die Figur zeigt eine vierreihige Kartoffelpflanzlochmaſchine mit aushebbaren, gewichtbelaſteten Lochſternen und mit Vorderſteuer. Bedingung guter Arbeit iſt genügende Lockerheit des Bodens, Freiſein von Steinen, richtige Form und Wirkungsweiſe und Blankſein der Spaten, eventuell genügende Belaſtung der Maſchine.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

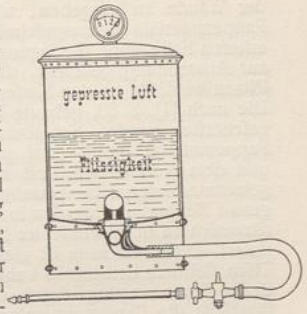
Die Vorteile beſtehen in Verbilligung der Arbeit, in der Möglichkeit, jeder Pflanze den gleichen Pflanzraum einräumen zu können, in der gleichen Saattiefe der Knollen, in der gleichmäßigeren Entwicklung der Pflanzen, in der leichteren und reineren Arbeit beim Ernten der Kartoffel mittels Pflug oder Maſchine und im höheren Ertrag. Bezugsquellen: F. Glauche, Salzfurth; H. Laaß & Cie., Neuſtadt-Magdeburg; D. Wachtel, Breslau; Gebr. Leſſer, Poſen, u. a. *Wrobel.*

Kartoffelquetſchmaſchine, zum Zerquetſchen gedämpfter Kartoffeln.

Sie beſteht aus einer am Grunde eines Kaſtens gelagerten Welle, auf welcher ſpiralig ſtarke Stifte aufgeſetzt ſind. Dieſe quetſchen die Kartoffeln beim Betrieb durch den roſtartigen Boden des Behälters, ſind für Handbetrieb berechnet und koſten je nach Ausführung 8,50 (vgl. die Figur) bis 25 *M.* Leiſtungsfähigere Kartoffelquetſchmaſchinen beſorgen das Zerquetſchen durch zwei auf einem Geſtell gelagerte Zylinder, die an ihrem Umfang mit dreikantigen Stäben beſetzt ſind, oder durch maſſive kannelierte Walzen. Die letzteren Kartoffelquetſchmaſchinen koſten etwa 80 *M.* Bezugsquellen: Faſt alle Fabriken landwirtſchaftlicher Maſchinen. *Wrobel.*

Kartoffelſortiermaſchine bewirkt das Sortieren großer und kleiner Kartoffeln durch eine Sortiertrommel oder gerüttelte Flachſiebe, die aus weitmaſchigem Drahtgeflecht oder aus Stäben beſtehen. Die Siebe dürfen keine vorſpringenden Kanten beſitzen, da die Kartoffeln ſonſt leicht verletzt werden, wodurch ihre Haltbarkeit beeinträchtigt wird. Bezugsquellen: Faſt alle Fabriken landwirtſchaftlicher Maſchinen. *Wrobel.*

Kartoffelſpritze, Einrichtung zum Beſpritzen mit verſchiedenen Löſungen, wie Kupferkalklöſung (Bordeauxbrühe), Schmierſeifenlöſung u. ſ. w., zum Zweck der Bekämpfung von Kartoffelkrankheiten.



Die Löſung iſt in möglichſt gleichmäßiger und feiner Verteilung auf die erkrankten Pflanzen zu bringen. Die verſchiedenen, zu dieſem Zwecke konſtruierten Kartoffelſpritzen zerſtäuben die Flüſſigkeit durch ein Mundſtück mit Hilfe einer Pumpvorrichtung. Sie werden vom Arbeiter auf dem Rücken getragen und halten 11—26 l Flüſſigkeit. Die Pumpe iſt gewöhnlich am Behälter ſelbſt angebracht. Der letztere beſteht entweder aus Kupfer, verbleitem Eiſenblech oder Holz, muß in der Form handlich und in den Wandungen ſtark genug ſein. Unter dem feſt ſchließenden Deckel befindet ſich ein feines Sieb, welches beſonders bei Benutzung von Bordeauxbrühe unentbehrlich iſt. Die Pumpe iſt eine Flügel-, Membran- oder Kolbenpumpe, der Windkeſſel im Behälter ſelbſt oder außen angebracht. Durch den im Windkeſſel mittels der Pumpe erzeugten Druck wird die Flüſſigkeit durch einen Schlauch nach dem an einem kurzen Rohr angeſchraubten Zerſtäuber gepreßt. Je nachdem man feine Zerſtäubung oder einen kräftigen Strahl haben will, wird an dem Zerſtäuber ein engeres oder weiteres Mundſtück angeſchraubt, und der Strahl erreicht im letzteren Fall eine Höhe von 7—8 m. Um die betreffenden Apparate auf die Dauer brauchbar zu erhalten, iſt nach jedem Gebrauch gründliche Reinigung aller Teile durchaus notwendig. Die obenſtehende Figur zeigt eine Kartoffelſpritze, bei der Pumpe und Spritze getrennt ſind, wobei die Preßluft expandierend wirkt.

Von brauchbaren Kartoffelſpritzen in der Preislage von 24—40 *M.* ſind zu nennen die Apparate von: Metallwarenfabrik Ettlingen, Baden; C. Platz, Deidesheim; Eugen Reißer, Stuttgart (Patent Vermorel); E. Straub, Konſtanz (Patent Allweiler); vgl. „Bericht der Maſchinenprüfungsanſtalt Hohenheim", Württemb. Landwirtſch. Wochenblatt 1892, Nr. 16; P. Mayfarth, Frankfurt a. M. *Wrobel.*

Kartoffelzucker, Handelsbezeichnung für den aus Kartoffelſtärke dargeſtellten Trauben- oder Stärkezucker, welcher ſyſtematiſch Dextroſe (ſ. d.) oder Glykoſe genannt wird (ſ. a. Kohlehydrate).

Kartometer, ſ. Rektifizierinſtrumente.

Karton, ſ. Pappeſorten und Paſſepartouts.

Kartonnagefabrikation liefert Gegenſtände aus Kartonpapieren, Pappe und neuerer Zeit namentlich auch Wellpappe, gewöhnlich gefäßartige Produkte, Schachteln, Kiſtchen, Kartons genannt, meiſt zur Umhüllung und Verpackung der verſchiedenſten Gegenſtände dienend.

Die Vorarbeiten der Produktion umfaſſen meiſt Verzierungs- und Imprägnierungsprozeſſe ſowie Arbeiten zur Herſtellung von Verbindungsbeſtandteilen, die jetzt nicht nur aus Papier- und Gewebeſtreifen bezw. Bändern, ſondern auch aus entſprechend geſtalteten Blechklammern beſtehen. Die Imprägnierungsarbeiten ſind nur für dem Wetter ausgeſetzte Kartonnagen in Verwendung und beſtehen aus dem Ueberſtreichen oder Tränken der Pappe mit entſprechend zuſammengeſetzten Flüſſigkeiten. Die Verzierungsarbeiten beſtehen meiſt in dem Bekleben der Pappe mit Buntpapier, auf Beklebmaſchinen zur Ausführung gebracht, wie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſie in der Pappefabrikation (ſ. d.) in Anwendung ſtehen. Auch farbige Streifen, parallel zu den Kanten des Kartons, kommen zur Anwendung, die entweder auf den naturfarbigen oder gefärbten oder mit farbigem Papier überzogenen Karton direkt aufgedruckt oder durch Aufleimen farbiger Papier- oder Gewebeſtreifen erzeugt werden. Im erſteren Falle wird die Streifenfärbmaſchine verwendet ([1], S. 36, Fig. 87). Zum Aufkleben farbiger Bänder parallel zu den Kanten verwendet man die ſogenannte Bordiermaſchine ([1], S. 67, Fig. 144).

Die Schachteln, Büchschen, Kiſtchen, Kartons, Rollen u. ſ. w. erhalten meiſt eine viereckig, rund, oval oder polygonal geſchnittene Bodenplatte, an die ſich im rechten oder einem größeren Winkel ebenſoviele Wände anſchließen, als der Boden Seiten hat, wodurch der eigentliche Behälter gebildet wird. Um dieſen von oben zu decken, muß ein ganz ähnliches Produkt von meiſt geringerer Seitenhöhe und etwas größeren Dimenſionen (der Deckel) erzeugt werden. In vielen Fällen iſt dieſer Deckel direkt am Schachtelkörper, und zwar aus einem Stück mit demſelben, aber drehbar angeordnet; oft auch iſt der Deckel als Hohlkörper geformt, in den der eigentliche Behälter von der Seite eingeſchoben wird. Das Ausſchneiden der Boden- und Deckelplatten ſowie der Seitenwände wird in den meiſten Fällen mittels der Kreisſcheren vollzogen, die einen der Maſſenfabrikation entſprechenden kontinuierlichen Betrieb ermöglichen und auch zum Rundſchneiden leicht einzurichten ſind. Die Verbindung von Boden- und Deckelplatte mit den Seitenwänden kann zur Ausführung kommen: 1. dadurch, daß beides aus einem Stücke geſchnitten und die Wände dann aus der gemeinſamen Fläche in die entſprechende Lage gebogen werden, in welchem Falle meiſt noch die Kantenverbindung der Seitenwände untereinander durchgeführt werden muß; 2. daß Boden- und Deckelplatte ſowie Seitenwände für ſich ausgeſchnitten und dann durch eine Kantenverbindung in Zuſammenhang gebracht werden. In dieſem Falle ſind die Seitenwände meiſt aus einem Stücke geſchnitten und müſſen an mindeſtens einer Stelle zu einem Ganzen verbunden werden.

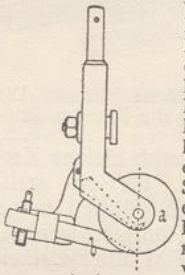


Fig. 1.

Um nun bei der Herſtellung nach 1. ein Brechen und Reißen der Pappe beim Aufbiegen der Wände zu umgehen, wird entweder der Kante entlang an der Innenſeite ein Teil des Pappematerials herausgeſchnitten, geritzt, genutet oder aus der Ebene herausgeſtaucht. Im erſteren Falle wird die ſogenannte Pappenritz-, im letzteren die Pappenſtauchmaſchine zur Anwendung gebracht, die in verſchiedenen Konſtruktionen zur Ausführung kommen. Das Ritzen wird, da es den Karton ſchwächt, neuerer Zeit bei größeren Kartons durch Biegen erſetzt. Die nach [1], S. 33, gebaute Ritz- oder Nutmaſchine (Fig. 1) beſteht aus zwei an der Peripherie geſchärften runden Scheibenritzmeſſern *a*, die das auszuhebende Material von dem andern Pappematerial durch zwei parallel zueinander in kleinem Abſtande liegende Schnitte trennen, und dem Nutmeſſer *b*, mit zwei im Winkel zueinander ſtehenden Schneiden ∨, die das abgetrennte Material herauszuheben haben. Beide Meſſer ſind gegeneinander und gegen die Pappe genau ſtellbar und werden in der Nut des oberen Querbalkens der in Fig. 2 dargeſtellten Pappenritzmaſchine in gewünſchter Entfernung voneinander und entſprechender Tiefe durch Schrauben fixiert. Dieſe Maſchine iſt gleichzeitig als Bordiermaſchine in Verwendung und beſitzt auf ihrem Tiſch ſtellbare Leitlineale behufs exakter Führung der zu ritzenden oder zu bordierenden Pappe, deren Fortbewegung durch eine am Ende des Tiſches befindliche Walze bewirkt wird, die ihrerſeits die Bewegung entweder von einer Transmiſſion oder durch den Fußtritt vom Arbeiter empfängt. Zum Stauchen der Pappe kann die in [1], S. 28, beſchriebene Pappenſtauchmaſchine in Verwendung kommen, worauf wir verweiſen. Das Ritzen oder Nuten wird an dem Pappenausſchnitt vorgenommen, der noch Boden- oder Deckelplatte und Seitenwände in einer Ebene enthält und aus dem nun die Ecken ausgeſchnitten werden müſſen, um das Aufbiegen der Seitenwände zu ermöglichen.

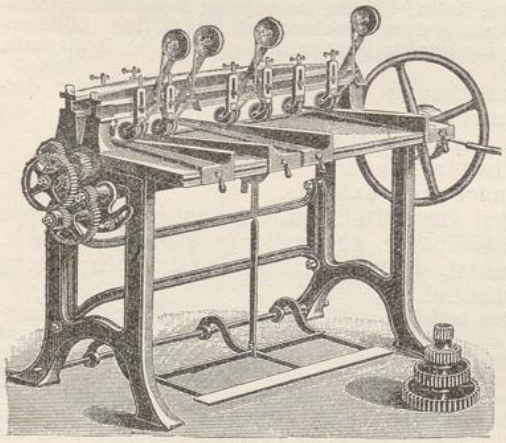


Fig. 2.

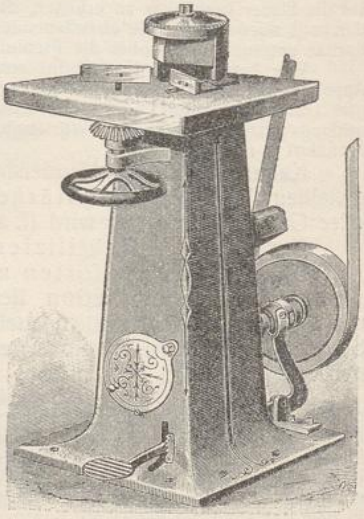


Fig. 3.

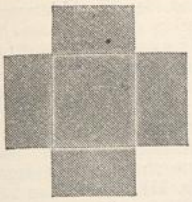


Fig. 4.

Das Ausſchneiden der Eckſtücke beſorgt die Eckenſtanzmaſchine (Fig. 3), auf deren Tiſch ſich zwei im rechten Winkel zueinander ſtehende, in Schlitzen durch ein Handrad verſtellbare Anſchläge befinden, die auf die entſprechende Tiefe des Ausſchnittes eingeſtellt werden müſſen. Das eigentliche Ausſtanzen wird durch ein mit rechtwinklig zuſammenſtoßenden Schneiden verſehenes Meſſer beſorgt, das in ſenkrechter Führung durch ein Exzenter nach abwärts gezogen wird und die betreffende Ecke aus der Pappe ausſtanzt, wobei ein rechteckiger Ausſchnitt der Tiſchplatte als Gegenmeſſer dient. Das Reſultat dieſer Arbeiten iſt die aus Fig. 4 erſichtliche Pappeform (bei den viereckigen Kartonnagen). Nach dem

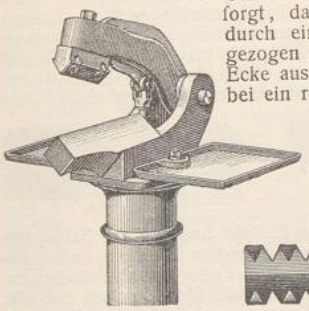


Fig. 7.

Fig. 6.

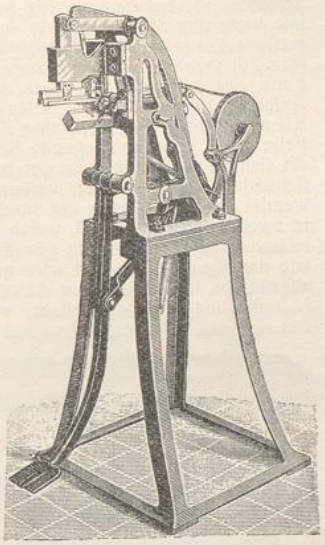


Fig. 5.

nun leicht und exakt zu bewirkenden Aufbiegen der Seitenwände werden dieſe durch eine Kanten- oder Eckenverbindung feſtgeſtellt. Bei der durch Ueberkleben mit Papier- oder Gewebeſtreifen bewirkten Kantenverbindung wird die Kartonkantenklebmaſchine (Fig. 5) in Anwendung gebracht. Der aufzuklebende Streifen läuft von einer rückwärts befindlichen Trommel ab, gelangt durch einen Führungskanal zu einer mit Klebſtoff verſehenen Walze, von der er den Klebſtoff auf die untere Fläche übernimmt, und gelangt ſo in die Führung des ſenkrecht beweglichen Preßkolbens, durch deſſen Herabbewegung mittels des Fußtrittes der gummierte Streifen auf die Kante des auf den kantigen Amboß geſchobenen Kartons aufgepreßt und dadurch befeſtigt wird. Das Vorziehen des Streifens wird ebenfalls durch den Fußtritt bewirkt. Die Streifen werden auf mit Kreisſcheren verſehenen oder andern Streifenſchneidmaſchinen in beliebiger Breite hergeſtellt. Als neuere Klebmittel werden häufig vegetabiliſche Klebſtoffe in Anwendung gebracht, die unter verſchiedenen Namen, wie Kluwoldin, Glucoldin, Salicum, Chinaleim u. ſ. w., in den Handel kommen. Zu der neuerer Zeit ſo beliebten Verbindung der Kanten mittels Blechklammern werden verſchiedene Klammerformen in Verwendung gebracht, von welchen eine in Fig. 6 dargeſtellt iſt. Dieſe glänzend hergeſtellten, gleichzeitig als Schmuck dienenden Klammern werden von einem langen Klammerſtreifen in gewünſchter Länge durch eine Handſchere abgeſchnitten, wobei die Länge durch einen ſtellbaren Anſchlag beſtimmt wird. Zur Befeſtigung derſelben an den Kartonkanten wird die Kantenheftmaſchine (Fig. 7) verwendet. Dieſe beſteht der Hauptſache nach aus einem hochkantig geſtellten Amboß, auf den der Karton mit der zu verklammernden Kante nach oben aufgeſteckt wird, und aus dem drehbaren ſchweren Schlagarm, der an ſeinem vorderen Ende eine Vorrichtung zur Aufnahme der Blechklammer beſitzt. Dieſe Vorrichtung beſteht aus zwei im rechten Winkel zu-

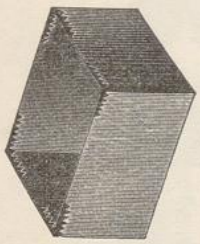


Fig. 8.

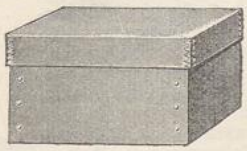


Fig. 11.

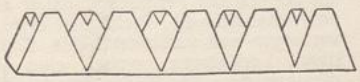


Fig. 9.

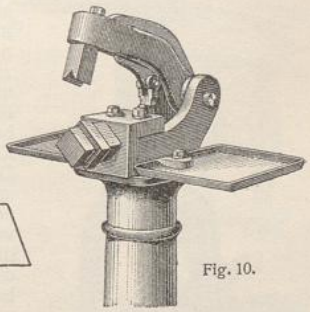


Fig. 10.

einander geneigten, an Schlitzen verſchiebbaren Blechplatten, welche die Klammer in der rechtwinkligen Nut des Schlagarmes feſthalten, beim Aufſchlagen des letzteren auf die Kartonkante aber zurücktreten und die Blechklammer freigeben, die nun mit ihren Spitzen in die Pappe eindringt und eine nahezu unlösbare Verbindung ſchafft. Der Schlagarm wird durch einen Fußtritt nach abwärts gezogen. Soll keine Kanten-, ſondern eine Eckenverbindung in Anwendung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kommen, wie bei dem aus Fig. 8 erſichtlichen Karton ohne Deckel, dann werden Blechklammern mit verſetzten Spitzen (Fig. 9) in Anwendung gebracht, dieſe zuerſt eckig gebogen, auf die Kartonecken mit der Hand aufgeſchoben und durch einen Schlag auf der Eckenheftmaſchine (Fig. 10) verheftet. Dieſe letztere unterſcheidet ſich von der Kantenheftmaſchine nur durch die Form des Schlagſtückes. Das Aufſchieben des Kartons auf den Amboß wird durch einen Anſchlag begrenzt. Die Kantenverbindung zweier Seitenwände kann aber auch ſtatt durch Klammerſtreifen durch einzelne Klammernieten zur Ausführung kommen; nur müſſen in dieſem Falle zwei gegenüberliegende Seitenwände mit je zwei abgebogenen Anſätzen verſehen ſein, die ſich an die Innenfläche der benachbarten Seitenwände anlegen und durch mehrere einzelnſtehende Nieten mit dieſer verbunden werden, wie dies der Karton (Fig. 11) zeigt. Man verwendet entweder Nieten mit runden Köpfen oder ſolche aus einem länglichen Blechplättchen, in zwei Spitzen endigend, welch letztere beim Heften in die Pappe geſchlagen werden. Dieſe letztere Nietgattung beſteht gewiſſermaßen aus einem Glied der früher erwähnten Blechklammer, wie das Fig. 12 zeigt, und wird gleichzeitig mit dem Einſchlagen in die Pappe von der Klammer abgekneipt. Die hierbei in Anwendung kommende Nietenheftmaſchine, oder auch bloß Nietmaſchine genannt, beſteht, wie aus Fig. 13 erſichtlich, aus einem Amboß zum Aufſtecken des Kartons, hier nicht hochkantig geſtellt, da es ſich nicht um ein Heften an einer Kante,

Fig. 12.

Fig. 14.

ſondern auf einer Fläche handelt; ferner aus dem durch einen Fußtritt beweglichen Schlagarm, an deſſen Ende ſich ein Schlagkolben befindet, dem die aus mehreren Gliedern beſtehende Klammer, die ſich in einer Führung befindet, durch den Zug einer Feder ununterbrochen zugeführt wird, ſo daß ſich immer das letzte Glied der Klammer unter dem Kolben befindet. Beim Niederſchlagen des Armes wird dieſe äußerſte Niete mit ihren zwei Spitzen in die Pappe geſchlagen und gleichzeitig von der Klammer abgekneipt, worauf dieſe letztere wieder vorrückt. Bei der Herſtellung runder oder ovaler Kartons kann das Aufbiegen der Seitenwände aus der Fläche der Bodenplatte in der beſprochenen Weiſe nicht ausgeführt werden, weil die Seitenwände Falten bilden würden; in dieſem Fall wird Heißpreſſung zur Anwendung gebracht. Aus einem entſprechend breiten Pappeſtreifen werden runde Platten geſtanzt, deren Durchmeſſer gleich der Deckel- oder Bodenplattengröße mehr der Höhe der Seitenwand ſein muß. Dieſe Platte kommt nun auf eine Friktionspreſſe, in der dieſelbe mittels eines erhitzten Stempels in eine entſprechende Matrize gepreßt wird, ſo daß der Kartonkörper Fig. 14 daraus entſteht. In ähnlicher Weiſe werden die kugel- oder eiförmigen Kartonnagen, wie Kugelkäfeſchachteln, Bonbonnieren u. ſ. w., nur durch Heißpreſſung hergeſtellt.

Die Herſtellung der Kartonnagen nach 2. beginnt mit dem Ausſchneiden der Platten und Wandſtücke aus Pappetafeln, wobei meiſt Kreisſcheren in Anwendung ſtehen; dabei können bei eckigen Kartons die Seitenwände entweder aus einem Stück oder jede für ſich geſchnitten werden. Die Verbindung der letzteren mit den Boden- und Deckelplatten iſt hier ſtets eine Kantenverbindung, die Verbindung der Wände unter ſich ebenfalls eine Kanten-, manchmal wohl auch eine Stoßverbindung. Die Kantenverbindungen werden wie bei 1. entweder durch Aufkleben von Papier- oder Gewebeſtreifen oder durch Klammerheftung, manchmal wohl auch durch Preſſung ausgeführt und dabei die ſchon beſprochenen Maſchinen mit unbedeutenden Modifikationen zur Anwendung gebracht. So muß bei der Kantenheftmaſchine eine Querſtellung des Stempels und des Amboßes ausgeführt werden, wie dies Fig. 15 zeigt, da die Bodenkanten nicht ſo leicht zugänglich ſind wie die Seitenkanten. Bei runden Kartonnagen beſteht die Seitenwand aus einem durch keine Kante unterbrochenen Streifen, deſſen Endkanten miteinander verbunden werden, um die ringförmige Seitenwand zu erhalten. Da dies die einzige Verbindung auf der ganzen Peripherie, daher eine unſymmetriſche iſt, ſucht man dieſe zu verbergen und verbindet beide Kanten durch Verklebung, wobei eine Verdickung der Wandſtärke an der Verbindungsſtelle dadurch hintangehalten wird, daß ſie entſprechend abgeſchrägt werden, wozu handhobelartige Werkzeuge, meiſt aber Fräſen in Verwendung kommen. Die exakte und dauernde Verbindung dieſer ſchmalen, mit Klebſtoff beſtrichenen Flächen findet oft mittels eines Ziehprozeſſes ſtatt, wobei der Ring um eine Stange von entſprechender Form und Dimenſion herumgelegt, mit dieſer

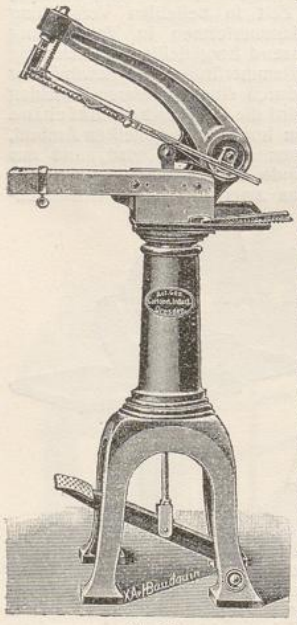


Fig. 13.

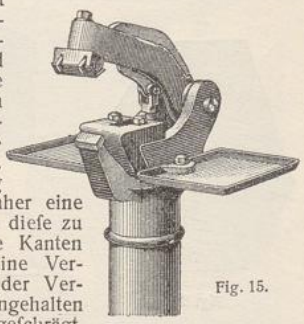


Fig. 15.

gleichzeitig durch eine gleichgeformte und erhitzte Matrize hindurchgezogen wird. Hierzu werden Ziehbänke verwendet. Soll die Kantenverbindung zwischen Boden- oder Deckelplatte und Seitenwand durch Blechklammerheftung ausgeführt werden, so kann der nur an der einen Seite mit Spitzen versehene Klammerring (Fig. 16) in Anwendung kommen, in den die Bodenplatte oder Deckelplatte eingesetzt und durch einen Druck in einer Presse mit demselben verbunden wird, während die Verbindung mit der in den Blechring eingesetzten Seitenwand auch durch Einschlagen von Nieten oder dreieckiger Löcher erfolgt. Diese Kantenverbindung kann aber auch durch Aufwalzen eines gewöhnlichen, mit zwei Spitzenreihen versehenen Klammerbleches zur Ausführung kommen, wobei eine kleine Klammerwalzmaschine (D.R.P. Nr. 88354) verwendet wird.

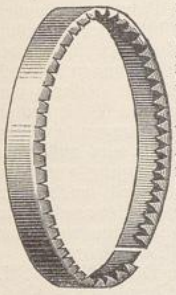


Fig. 16.

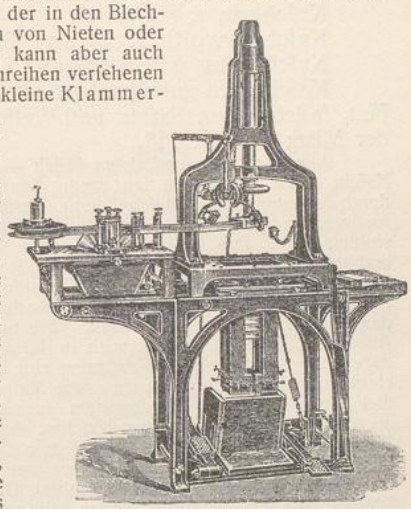


Fig. 17.

Die Nacharbeiten der Kartonnagenfabrikation bestehen meist aus Verzierungsarbeiten, namentlich aus dem Bekleben der Kartons mit Buntpapier, Etiketten und Bildern. Mit Buntpapier werden meist solche Kartons beklebt, deren Kantenverbindung mittels Papier- oder Gewebestreifen zur Ausführung kam, da es sich hier um eine Deckung dieser nicht immer ganz exakten und leicht schmutzenden Arbeit handelt. Zum Bekleben der Seitenwände wird die in Fig. 17 dargestellte Kartonbeklebmaschine verwendet. Der Hauptsache nach besteht diese aus einer in einem Gestell senkrecht geführten drehbaren Stange, an deren unterem freien Ende sich ein den Dimensionen des Kartons angepaßter Formblock befindet, auf dem der erstere befestigt wird. Das aufzuklebende Buntpapier läuft nun in genau passender Streifenbreite von der ganz links befindlichen Rolle ab, geht durch den rechts davon angeordneten Klebapparat, der den Klebstoff aus einem Gefäß entnimmt und durch eine Walze auf das Papier überträgt, und gelangt endlich zu dem Karton, der beim Bekleben mit Hilfe der Stange gedreht werden kann. Nach vollendetem Bekleben wird der Papierstreifen durch einen Fußtritt mittels zweier scherenartig zusammenwirkenden, an Hebelenden befindlichen Messer abgeschnitten. Der nun mit der Stange nach abwärts geführte Karton gelangt zwischen Walzen, welche die Wände glattstreichen und den Karton abziehen, der dann in einen schlotartigen Kasten fällt.

Eine andre Art von Verzierung besteht in dem Beschlagen der Kartonwände mit glänzenden vernickelten Blechklammern oder in reihenweisem Auffetzen von glänzenden Nieten u. s. w.; vgl. a. Faltschachtelfabrikation, Bd. 3, S. 596.

Literatur: [1] Sonderabdruck aus Nr. 35—53 der Papierzeitung 1896, publiziert von der Aktiengesellschaft für Kartonnageindustrie in Dresden-Neustadt, Berlin 1896. — [2] Zeitschriften der Papierindustrie.

Kraft.

Kartonpapier, feinere Sorte der Pappen, die namentlich zu Visit-, Adreß- und Luxuskarten in Anwendung kommt; s. Pappeforten.

Kraft.

Kartusche, in der Baukunst im allgemeinen s. v. w. Rolle, in der Kleinkunst aber eine ornamentale Umrahmung eines Wappenschildes (vgl. Heraldik, S. 40), eines Feldes oder eines ähnlichen Gegenstandes, namentlich dann, wenn das umfassende Beiwerk aus aufgerollten Bandstreifen, Schnörkelwerk oder Voluten besteht (s. die Figur). Dazu gesellen sich nicht selten fliegende Bänder, Fruchtgehänge, Akanthusblätter, Engelsköpfe und andre figurliche Zutaten. — Vgl. a. Munition.

Literatur: Meyer, F. S., Handbuch der Ornamentik, Leipzig 1888.

Weinbrenner.

Karwelbau, Beplankung im Bootsbau, bei welcher die Planken stumpf aneinander stoßen, im Gegensatz zum Klinker- und Diagonalbau; s. Bootsbau.

Karyatide, eine weibliche Statue, die auf ihrem Haupte eine architektonische Last trägt.

Karyatidenhalle zu Athen (südöstliche Seite).

Ihre Form hat sich, wie es scheint, aus der Kanephora (Korbträgerin) herausgebildet. Nach griechischer Auffassung trägt sie ihre Last

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit Leichtigkeit und ohne Anſtrengung im Gegenſatz zu den Atlanten (ſ. Bd. 1, S. 336). In Griechenland fanden ſich die Karyatiden an einer Vorhalle des Erechtheions auf der Akropolis zu Athen (ſ. die Figur S. 401). Dieſes Muſter wurde dann in der Renaiſſanceperiode und der neueren Zeit vielfach nachgeahmt. In Frankreich kamen die Doppelkaryatiden auf, d. h. nebeneinander ſtehende weibliche Statuen, die ſich ſchweſterlich umfangen. *Weinbrenner.*

Kaſchmir, ſ. Weberei.

Kaſchmirwolle, ſ. Spinnfaſern.

Kaſcholong (Cacholong) ſ. Opal.

Kaſein, ein zuſammengeſetzter Eiweißſtoff, welcher in der Kuhmilch neben Fett, Milchzucker, Salzen und Waſſer in einer Menge von ca. 3,5 % vom Gewicht der Milch enthalten iſt.

Aus der zuvor entfetteten Milch — der ſogenannten Magermilch — läßt ſich das rohe Kaſein durch Zuſatz von ſehr wenig Säure oder Lab in Form eines Quarks ausſcheiden, der durch Aufnehmen in Pottaſchelöſung, Ausfällen mit ſehr verdünnter Eſſigſäure und ſchließliches Auswaſchen mit Alkohol und Aether in Form eines weißen, aſchenfreien Pulvers gewonnen werden kann. Das Kaſein enthält außer Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff noch Stickſtoff und Phosphor als weſentliche Beſtandteile; es iſt unlöslich in Waſſer und Kochſalzlöſung, aber löslich in verdünntem Alkali und in verdünnter Salzſäure, damit ſalzartige Verbindungen liefernd. Aus dieſen Löſungen wird es durch Kochen nicht gefällt und unterſcheidet ſich dadurch von den meiſten andern Eiweißſtoffen. Wie in verdünnten Löſungen der freien und kohlenſauren Alkalien löſt ſich das Kaſein auch in Boraxlöſung unzerſetzt auf; konzentrierte Laugen bewirken dagegen namentlich beim Erwärmen eine tiefgreifende Zerſetzung. Das Kaſein wird außer zur Herſtellung von Nährpräparaten, wie Nutroſe, Eucaſin u. ſ. w., auch zur Erzeugung von Verdickungs-, Kleb- und Bindemitteln verſchiedener Art benutzt. Seit einiger Zeit macht man auch von der Eigenſchaft des Kaſeins, ſich mit Formaldehyd zu einer harten glänzenden, in Waſſer, Alkohol und Aether unlöslichen Maſſe zu vereinigen, bei der Fabrikation von zum Illuſtrationsdruck beſtimmten Papieren und zur Herſtellung von Galalith (ſ. d.) Gebrauch.

Literatur: Neues Kaſeinklebmittel, D.R.P. Nr. 154 289, Bl. 22 i. Galalith, D.R.P. Nr. 115 681, 127 942, 141 309, Verhalten gegen Löſungsmittel, Zeitſchr. für angewandte Chemie 1904, 1816. *Häußermann.*

Kaſeinfarben (Käſefarben), Anſtrichfarben, bei welchen weißer, friſcher Käſe (Quark, Topfen) in Verbindung mit Waſſer und wenig Aetzkalk das Bindemittel bildet.

Hie und da miſcht man, um die Haltbarkeit zu erhöhen, die Farben mit Leinölfirnis oder verdünnt die mit Leinölfirnis dick geriebenen Farben bis zur Streichfähigkeit mit Kaſeinfirnis. Die mit Kaſeinfarben hergeſtellten Anſtriche ſind vollkommen matt, haltbar (wenn auch nicht ſo haltbar wie Oelfarben) und ſtellen ſich ziemlich billig; eine Schwierigkeit der Anwendung liegt darin, daß das Bindemittel ſich nur kurze Zeit ohne Zerſetzung hält, daß nur Farben mineraliſchen Urſprunges gebraucht und auch dieſe erſt kurz vor dem Gebrauch dem Bindemittel beigemiſcht werden können. Für Holz- und Eiſenanſtriche müſſen die Farben ſtets erſt mit Leinölfirnis angerieben und dann mit Kaſeinfirnis verdünnt werden, für Mauer- und Stein- ſowie für Papier- und Leinwandanſtriche nicht. Zur Herſtellung des Bindemittels werden 32 Teile friſcher Käſe mit 32 Teilen Waſſer von 14½° R. gut angerührt und der Brei zur weiteren Miſchung und Verfeinerung durch ein Metallſieb gedrückt. In den mit Waſſer verrührten Käſe bringt man nach und nach unter beſtändigem Umrühren Kalkhydrat (aus 0,75 Teilen zu Pulver gelöſchtem Kalk mit 3½ Teilen Waſſer von 14½° R. gemiſcht, filtriert), wodurch ſich eine milchige, ziemlich dicke Flüſſigkeit bildet. *Andés.*

Kaſelowskyſcher Kompreſſor, ſ. Luftkompreſſor.

Kaſematte, gepanzerter Geſchützſtand auf Kriegsſchiffen; ſ. Geſchützarmierung. S. a. Feſtungsbau.

Kaſemattlafette, ſ. Lafettierung.

Kaſemattſchiff, Panzerſchiff mit vorwiegend in gepanzerten Kaſematten aufgeſtellten ſchweren Geſchützen; ſ. Kriegsſchiffstypen.

Kaſerne, ein zur Wohnung von Soldaten beſtimmtes Gebäude, das in Feſtungen zur Verteidigung dienen kann und dann bombenſicher anzuordnen iſt.

Schon die Römer erbauten in der Kaiſerzeit Kaſernen, wovon in Pompeji und Rom Reſte vorhanden ſind. Das Mittelalter kannte dieſelben in dieſem Sinne nicht, wenn auch die geiſtlichen Ritterorden ähnliche Bauten nötig hatten. In der Neuzeit wurde in Frankreich die Kaſernierung der Lohntruppen unter Ludwig XIV. im Jahre 1691 befohlen, in Preußen die erſte Kaſerne unter Friedrich Wilhelm I. 1717 erbaut und mehr und mehr eingeführt, um der Deſertion vorzubeugen. Die neueſte Zeit bedarf großer Kaſernenbauten, die in den größeren Städten der weiten Anlage wegen nicht im Innern der Stadt, ſondern außerhalb des Weichbildes in freier, geſunder Lage errichtet werden. Die Kaſerne der früheren Zeit bildete ein einziges, großes, mehrere Höfe umſchließendes Gebäude. Heute legt man Wert darauf, viele Einzelbauten in Abſtänden von 12—20 m anzuordnen, und erbaut deshalb für ein Infanteriebataillon (550 Mann in 4 Kompagnien) Wohngebäude für je 2 Kompagnien, dreiſtöckig, mit Mannſchaftszimmern zu 10—12 Mann, 4,5 qm pro Kopf. Unter Dach Montierungskammern. Nahe dabei die nötigen Küchen- und Latrinenbauten; außerdem kommen hinzu: ein Wohngebäude für verheiratete Unteroffiziere, Exerzierhaus (4 qm pro Rekruten), Offiziers-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſpeiſeanſtalt, Waſchhaus und Pferdeſtall; von dieſen Gebäuden eingeſchloſſen ein großer Uebungsplatz. Bei Reiterkaſernen (1 Regiment 662 Mann) ſind Mannſchaften und Pferde eskadronsweiſe getrennt. Statt des Exerzierhauſes iſt eine gedeckte Reitbahn nötig. — Die einſtöckigen Stallungen umſchließen die Reitplätze. Entfernt hiervon ein Krankenſtall. Bei Artillerie- und Trainkaſernen kommen noch hinzu: große und lange Schuppen für Geſchütze und den Wagenpark. Die Koſten einer Kaſerne für ein Infanterieregiment ſtellen ſich ohne Gelände auf 2 000 000 *M.*, für ein Reiterregiment auf 2 100 000 *M.*

Literatur: [1] Vorſchriften über Einrichtung und Ausſtattung der Kaſernen, Berlin 1874. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884. — [3] Klaſen, Grundrißvorbilder, Leipzig 1883, 12. Abſchn. — [4] Handb. d. Architektur, 4. Teil, 7. Halbbd., Darmſtadt. — [5] Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1896. — [6] Dresdens Bauten, herausg. vom Ing.-Arch.-Verein 1878. — [7] Zeitſchr. für Bauweſen 1850—1892. *Weinbrenner.*

Kaſernenſchiff, ein zum Wohnen von Marineſoldaten eingerichtetes, ausrangiertes Kriegsſchiff.

Kaſimir, ein zu den feinſten Tuchſtoffen zu zählendes Gewebe von großer Dünne und Leichtigkeit, das früher mit aufgepreßten Muſtern, namentlich für Weſten, verwendet wurde; ſ. Tuchſorten. *Kraft.*

Kaſſenſchränke, ſ. Geldſchränke und Treſor.

Kaſſenſicherungen, ſ. Alarmvorrichtungen, Bd. 1, S. 125.

Kaſſette (Caſſetta), im Bauweſen in regelmäßiger Anordnung angebrachte, vertiefte Felder in den Decken. (Geldkaſſetten ſ. Bd. 4, S. 355.)

Die Kaſſetten ſind gewöhnlich von einem Eierſtab oder ähnlichen Formen eingefaßt, und das vertiefte Feld erſcheint zumeiſt mit einer plaſtiſchen Hängeroſette, ſelten mit gemalten Ornamenten verziert. Angewendet werden die Kaſſetten ſowohl bei geraden Decken (ſ. d., Bd. 2, S. 680, I. Holzdecken, Fig. 19 und Kalymmation), als auch bei Gewölben. Von Gewölben wurden namentlich häufig das Tonnen- und Kuppelgewölbe mit dieſem Schmuck verziert, erſteres zumeiſt mit annähernd rechtwinkligen, letzteres mit rautenförmigen oder polygonen Kaſſetten, welche ſich entſprechend der Gewölbeform nach oben zu verjüngen. *Weinbrenner.*

Kaſſettengewölbe (kaſſettierte Gewölbe), ſ. Gewölbe.

Kaſſiaöl, ſ. Zimtöl.

Kaſſiterit, ſ. Zinnſtein.

Kaſtanienbraun, der Farbe der reifen Kaſtanie ähnliche rötlich braune Farbe, meiſt aus Umbra durch Glühen hergeſtellt, wohl auch eine Miſchfarbe aus Umbraun mit Eiſenrot, als Oel- und Waſſerfarbe verwendbar. *Andés.*

Kaſtell, eine kleine, für ſich beſtehende Feſtung, Burg (ſ. d.) oder Schloß.

Kaſten, ſ. Grubenzimmerung.

Kaſtenbäder, Dampf- oder Heißluftbäder, bei welchen der Kopf oder andre Körperteile des Badenden außerhalb der Dämpfe bezw. Heißluft bleiben ſollen.

Der Dampf oder die heiße Luft wird in der Regel einem mit Fußwanne verſehenen Kaſten aus Holz zugeleitet, welcher an geeigneter Stelle eine Krauſe beſitzt, die ſich an dem außerhalb des Bades bleibenden Körperteil dicht abſchließen läßt. Statt der Holzkäſten werden in neuerer Zeit auch Stoffumhüllungen verwendet, die leicht zuſammenlegbar und an zwei der Körperhöhe entſprechend ſtellbaren Stützen befeſtigt ſind.

Kaſtenblau, ſ. Blaudruck.

Kaſtendekatur, eine früher in der Tuchfabrikation öfter angewendete Art der Dekatur, bei der das auf Walzen aufgewickelte Tuch in einem hölzernen Kaſten der Einwirkung des Dampfes ausgeſetzt wurde; ſ. Tuchfabrikation. *Kraft.*

Kaſtenguß, ſ. Eiſengießerei.

Kaſtenſtände, ſ. Pferdeſtälle.

Kaſtenzange, eine vereinigte Bieg- und Kneipzange.

Die Schneiden können als beſondere Stücke aufgeſchraubt oder eingeſetzt und dann zum Nachſchärfen abgenommen ſowie bei eintretender Beſchädigung gegen neue vertauſcht werden.

Literatur: Mitteilungen des Gewerbevereins für Hannover 1860, S. 72. *E. Müller.*

Kaſtenzimmerung, ſ. Grubenzimmerung.

Kaſtor, ein tuchartiges, oft aus Baumwollkette und Wolleinſchlag hergeſtelltes Gewebe; ſ. Tuchſorten.

Katafalk, ein gerüſtartiger proviſoriſcher Aufbau, der bei Begräbnisfeierlichkeiten hervorragender Perſönlichkeiten in Verwendung ſteht, meiſt mit einem ſchwarzen Tuche behangen und mit verſchiedenen paſſenden Dekorationen verſehen zu ſein pflegt und den in der Regel offenen Sarg mit dem Verſtorbenen aufzunehmen hat. *Weinbrenner.*

Katakauſtiſch, katakauſtiſche Linie, Katakauſtika, Brennlinie, heißt der Schnittt einer durch die Achſe eines Hohlſpiegels oder eines Konvexſpiegels gelegten Ebene mit der katakauſtiſchen Fläche. Dieſe ſelbſt wird von den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

reflektierten Strahlen eines achſenparallel auffallenden Lichtbüſchels gebildet als deren Umhüllungsfläche. Sie hat im Brennpunkt des Spiegels eine Spitze. Die Katakauſtika eines Kugelſpiegels iſt ein Hypocykloide. Vgl. Aberration, ſphäriſche. *Aug. Schmidt.*

Katakomben, unterirdiſche Höhlengänge (in unmittelbarer Nähe Roms, bei Syrakus und andern Städten), die urſprünglich als Stein- bezw. Puzzolanerdbrüche, als Keller oder Gefängniſſe gedient haben mögen.

Die römiſchen Katakomben ſind ſchmale Gänge in mehreren Stockwerken übereinander, die eine meilenweite Ausdehnung haben. Während der Chriſtenverfolgungen unter den römiſchen Kaiſern wurden ſie von den Chriſten zur Leichenbeſtattung ſowie zum Gottesdienſte benutzt. Es wurden an beiden Seiten der Gänge Oeffnungen zur Aufnahme von Leichen gemacht und dieſe nach der Beſtattung mit einer Marmortafel mit Inſchrift geſchloſſen. Bei den Gräbern der Märtyrer erweiterten ſich die Gänge zu kleinen Kapellen, in welchen an den Gedächtnistagen Gottesdienſt gehalten wurde. Im Altertum waren über vierzig Katakomben bekannt.

Literatur: [1] de Roſſi, Roma sotteranea christiana, Rom 1864—1877. — [2] Kraus, F. X., Roma sotteranea, Die römiſchen Katakomben, Freiburg 1879. — [3] Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 3, 1. Hälfte, Eſſenwein, A., Ausgänge der klaſſiſchen Baukunſt u. ſ. w., Darmſtadt 1886, mit Literaturangabe S. 140. — [4] de Vogué, Syrie centrale, Architecture civile et religieuse etc., Paris 1865. *Weinbrenner.*

Katalyſe, Beſchleunigung oder Verzögerung einer chemiſchen Reaktion durch Stoffe, die ſich am Ende der Reaktion unverändert vorfinden, ſo daß ſie entweder nur durch Kontakt oder durch intermediäre Bildung von Zwiſchenprodukten wirken.

So erfolgt die Zuckerinverſion mit merklicher Geſchwindigkeit nur bei Gegenwart einer Säure, deren Menge jedoch während der Reaktion unverändert bleibt. Dergleichen Wirkungen ſchrieb Berzelius einer beſonderen Kraft zu, welche er als katalytiſche Kraft bezeichnete, während Mitſcherlich den Vorgang geradezu Zerſetzung durch Kontakt nennt. Ebenſowenig wie für die Kontaktwirkungen überhaupt konnte für die Katalyſe im beſonderen bis jetzt eine befriedigende Erklärung gefunden werden, jedoch haben die Forſchungen in neueſter Zeit über die Geſetzmäßigkeit der katalytiſchen Wirkungen wertvolle poſitive Reſultate ergeben [1]. — Vgl. a. Autokatalyſe.

Literatur: [1] Arrhenius, in Zeitſchr. f. phyſikal. Chemie 1889, 4, S. 226. — [2] Bredig, Anorganiſche Fermente, Leipzig 1901. — [3] Oſtwald, Ueber Katalyſe, Leipzig 1902. *Abegg.*

Katarakt, ein heutzutage nur ſelten vorkommender Mechanismus, welcher bei der Kataraktſteuerung (ſ. d.) Anwendung findet.

Er beſteht im weſentlichen aus einer durch den Kolben der zu ſteuernden Maſchine bewegten, mit einem Gewicht belaſteten, einfach wirkenden Pumpe mit einem Saug- und regulierbaren Druckventil und bezweckt eine Regulierung der Hubzahl der zu ſteuernden Maſchine, indem beim Hubwechſel das auf dem Pumpenkolben ruhende Gewicht das Niederſinken des letzteren mit größerer oder geringerer Geſchwindigkeit, je nach der Oeffnung des Druckventils, bewirkt. Vgl. Weisbach-Hermann, Ingenieurmechanik, 5. Aufl., Braunſchweig 1883—87, Bd. 2, Abt. 2, S. 1095 ff. *v. Ihering.*

Kataraktmaſchinen, Maſchinen mit Kataraktſteuerung (ſ. d.); veraltet.

Kataraktſteuerungen, Dampfmaſchinenſteuerungen mit Katarakt (ſ. d.).

Sie bewirken, daß nach beendigtem Kolbenhube die Maſchine vorübergehend ſtillſteht und das Wiederöffnen des Dampfeinlaßventils erſt ſtattfindet, wenn der Kolben im Kataraktzylinder in ſeine tiefſte Stellung gelangt. Durch Veränderung der Ausflußgeſchwindigkeit des im Katarakt enthaltenen Waſſers kann die Hubpauſe der Maſchine innerhalb gewiſſer Grenzen veränderlich gemacht, alſo auch die Hubzahl der Waſſerhaltungsmaſchine in der Minute reguliert werden. Ausführlich behandelt in Weisbach-Hermann, Ingenieurmechanik, 5. Aufl., Braunſchweig 1883—87, Bd. 2, Abt. 2, S. 1095—1112, worauf wir verweiſen; veraltet. *v. Ihering.*

Kataſter (Kataſterurmeſſung, -neumeſſung, -fortführung, -fortführungsmeſſung).

1. **Kataſter** iſt die Geſamtheit der Aufzeichnungen, welche die Beſteuerung des Grund und Bodens betreffen ſ. [19]. Das Kataſter enthält für jedes einzelne Grundſtück die Angabe des Eigentümers, der Oertlichkeit, in der das Grundſtück liegt, der Begrenzung, der Flächengröße, der Bodenbenutzung, der Bodeneinſchätzung und des nach der Einſchätzung und Größe berechneten Reinertrages. Das Kataſter wurde zunächſt für eine zuverläſſige Veranlagung der Grund- und Gebäudeſteuer geſchaffen. Es zeigte ſich aber bald, daß es auch noch andre Aufgaben erfüllen kann. Es liefert beſonders die Unterlagen für die Aufſtellung und Führung des die rechtlichen Verhältniſſe darlegenden Grundbuches oder ähnlicher Einrichtungen. Seine Angaben werden überhaupt zur Beurkundung des Eigentums an Grundſtücken ſowie im Kredit- und im geſamten Grundſtücks- und Hypothekenverkehr benutzt. Außerdem iſt ein gutes Kataſter noch geeignet, den mannigfachen Anforderungen der Landeskultur und auch ſonſtigen ſtaatswirtſchaftlichen, öffentlichen und privaten Zwecken zu dienen. Die Kataſterurkunden, auf denen der öffentliche Verkehr in dieſem Sinne ſich gründet, ſind die Kataſterkarte, das Flurbuch, die Grundſteuermutterrolle und die Gebäudeſteuerrolle oder ähnliche Werke mit andern Bezeichnungen. Die Aufſtellung und Verwaltung eines derartigen Kataſters erfordern

eine Spezialvermeſſung. Dieſe muß ſo angelegt und mit einer ſolchen Genauigkeit ausgeführt und erhalten werden, daß ſie die ebengenannten Zwecke und beſonders die Aufgabe erfüllen kann, das Grundeigentum in ſeinen rechtlichen Grenzen zu ſichern. Sie ſoll das geſamte im ſtaatlichen und öffentlichen Intereſſe erforderliche Kleinmeſſungsmaterial liefern und eine zuverläſſige und leicht zugängliche Unterlage abgeben für die Ergänzungs- und Höhenmeſſungen, welche für die Anlage von Eiſenbahnen, Straßen, Kanälen, Meliorationen und für andre Unternehmungen notwendig ſind. Die erſte Meſſung, nach der ein Kataſter angelegt wird, nennt man die Kataſterurmeſſung. Zeigt es ſich, daß ein Kataſter den geſtellten Anforderungen nicht mehr genügen kann, ſo wird zu einer Erneuerung geſchritten auf Grund einer Kataſterneumeſſung. Damit die Kataſterurkunden die ihnen für den öffentlichen Verkehr zufallenden Aufgaben erfüllen können, müſſen ſie in jedem Augenblicke den tatſächlichen Beſtand mit derſelben Genauigkeit wie bei der erſten Aufſtellung nachweiſen. Sie müſſen fortwährend den durch den Grundſtücksverkehr, durch die Umwandlung der Bodenfläche infolge Bebauung und durch andre Urſachen entſtehenden Veränderungen folgen. Sie müſſen fortgeführt oder fortgeſchrieben werden. Zu einer regelrechten Fortführung iſt notwendig, daß die Urmeſſung bereits Rückſicht auf die Anordnung und Erleichterung der ſpäteren Fortführungsmeſſungen nimmt und daß das Verfahren der Fortführungsarbeiten einfach und zuverläſſig iſt. Die Anlage und die Verwaltung des Kataſters erfolgt durch ſtaatliche Organe, auch dann, wenn wie in Preußen die Grund- und Gebäudeſteuer nicht mehr vom Staate, ſondern von den Gemeinden für kommunale Zwecke erhoben wird. Ueber die Entwicklung des Kataſterweſens in den deutſchen Staaten von den erſten Anfängen als Steuerkataſter bis zum Stadium im Jahre 1880 und über die Organiſation der Kataſterverwaltungen gibt eingehende Auskunft [1]. Ueber das Kataſter in Rheinpreußen ſ. [8] und wegen der Spuren uralter Kataſteranlagen bei den Aegyptern, Römern und Juden ſowie im Mittelalter ſ. [2]—[7].

2. **Die Anlage des Kataſters.** Die Kataſterurkunden werden teils nach Gemeinden, Gemeindebezirken und Gutsbezirken, teils nach Gemarkungen aufgeſtellt. In Preußen ſind die Gemeinden und die Gemeinde- und Gutsbezirke Zuſammengehörigkeiten in politiſcher Beziehung, während die Gemarkung eine topographiſch abgeſchloſſene Geſamtheit von Grundſtücken bildet. Für jede Gemarkung iſt eine Gemarkungskarte angefertigt. Dagegen ſind die Flurbücher, die Grundſteuermutterrollen und die Gebäudeſteuerrollen nach Gemeinde- und Gutsbezirken getrennt aufgeſtellt, da die Steuern innerhalb der politiſchen Verbände erhoben werden. Die Gemarkung wird für die techniſche Bearbeitung in Fluren zerlegt. Die Karte von einer ſolchen Unterabteilung wird kurzweg Flur oder Kartenblatt genannt. Die Grenzen der Fluren fallen mit der topographiſch, wirtſchaftlich oder herkömmlich beſtimmten Feldeinteilung in Feldlagen, Gewannen (ſ. d.), Wendungen u. ſ. w. zuſammen. Eine Flur beſteht ſtets aus ganzen Eigentumsſtücken. Die Feldlagen führen charakteriſtiſche Benennungen, Flur- und Gewannennamen, die oft jahrhundertealt ſind und innerhalb einer Gemarkung die ortsübliche Bezeichnung eines Grundſtückes abgeben. Die techniſche, jede Verwechſlung ausſchließende Benennung eines Grundſtückes erfolgt durch die Parzellenbezeichnung. Die Parzelle iſt ein Stück Land, das fachlich ungeteilt nur einem Eigentümer oder einer Eigentümergruppe, z. B. Eheleuten, Geſchwiſtern oder Miteigentümern, gehört, ganz in derſelben Feldlage liegt und von gleicher Kulturart iſt. Die Parzellen erhalten innerhalb einer jeden Flur nach ihrer topographiſchen Lage eine fortlaufende Bezifferung. Ein Grundſtück wird nach Gemarkung, Flur und Parzelle bezeichnet, z. B. Gemarkung N. N., Flur 2, Parzelle 18. — Solche Flureinteilung finden wir aber nicht in allen deutſchen Staaten, z. B. nicht in Bayern und Württemberg. In beiden Ländern wird das Vermeſſungsgebiet durch das Achſenkreuz des Koordinatenſyſtems der Landesaufnahme (ſ. Koordinaten, geodätiſche) in vier Quadranten eingeteilt, die mit NO., NW., SO. und SW. bezeichnet ſind. Nun iſt die Abſziſſenachſe in gleiche Teile von beſtimmter Länge zerlegt, und die Ordinatenlinien aus den Teilpunkten ſind ebenſo geteilt. Auf dieſe Weiſe iſt ein Netz von Trapezen entſtanden. Jedes dieſer Trapeze ergibt ein Kartenblatt, das aber der angewendeten Projektion entſprechend Quadratform hat. Die Punktabſtände auf der Abſziſſe und den Ordinatenlinien ſind in Bayern 8000 Fuß = rund 2335 m und in Württemberg 4000 Fuß = rund 1146 m. Die Kartenblätter werden nach Norden und Süden mit lateiniſchen Schichtennummern und in den Schichten nach Oſten und Weſten mit arabiſchen Ordnungsnummern bezeichnet. In Württemberg ſind dieſe Kartenblätter, die auch Flurkarten genannt werden, der Aufſtellung des Kataſters unmittelbar zugrunde gelegt worden. Die in den verſchiedenen Karten zerſtreuten Angaben wurden zu einem zuſammenhängenden Ganzen vereinigt, aus dem der Inhalt jeder Parzelle, jedes Gewendes, jeder Gemeindemarkung und jedes Steuerdiſtriktes entnommen werden kann. Dagegen wurde in Bayern nach den Kartenblättern für jede Steuergemeinde ein Steuerplan ſo angelegt, daß er ein geographiſch abgeſchloſſenes, kein Grundſtück durchſchneidendes Ganzes bildet.

Unter den Kataſterurkunden ſind die Kataſterkarten die wichtigſten, da nach ihren Angaben die andern Urkunden angelegt werden; ſ. Karte. Die Kataſterkarte gibt in verjüngtem Maßſtabe eine geometriſche Darſtellung eines Geländeabſchnittes mit allen örtlichen Einzelheiten. Jede Parzelle führt eine Nummer. Die Verjüngungsverhältniſſe der Maßſtäbe werden nach der Menge der darzuſtellenden Einzelheiten zwiſchen 1 : 250 bis 1 : 5000 gewählt.

Im Flurbuch ſind die Parzellen für den Gemeindebezirk nach ihrer Nummernfolge und ihrem natürlichen Zuſammenhange aufgeführt. Es enthält für jede Parzelle den Namen des Eigentümers, die Bezeichnung der Lage, Kulturart, Bodenklaſſe und des Reinertrages ſowie von den Ergebniſſen der Vermeſſung den Flächeninhalt, ferner auch den Hinweis auf die Mutterrolle und das Grundbuch. Die Flächeninhalte der Parzellen ſind in der Regel nach der Benutzungsart, z. B. nach der Einteilung in Wege und Gewäſſer, Hofräume, Hausgärten und andre nutzbare Grundſtücke, getrennt angegeben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Grundſteuermutterrolle iſt eine überſichtliche Zuſammenſtellung der jedem einzelnen Grundeigentümer innerhalb eines Gemeindebezirkes gehörenden Parzellen. Neben den Angaben des Flurbuches iſt die nach dem Reinertrage der Liegenſchaften veranlagte Grundſteuer aufgeführt. Zur Erleichterung des Gebrauchs der Mutterrolle dienen beſondere überſichtliche Verzeichniſſe, wie Parzellenregiſter und Artikelverzeichniſſe.

In der Gebäudeſteuerrolle ſind die mit Gebäuden beſetzten Flächen und die zugehörigen Hofräume und Hausgärten zuſammengeſtellt. Die Gebäude nebſt Hofräumen und Hausgärten ſind nach ihrer Lage und nach ihrer Bezeichnung in der Grundſteuermutterrolle und dem Grundbuche aufgeführt, die Gebäude außerdem noch nach Gattungen und dem grundſteuerfreien Zubehör. Ferner weiſt die Gebäudeſteuerrolle den jährlichen Nutzungswert und den jährlichen Steuerbetrag nach.

Die Ausführungen über die Kataſterurkunden entſprechen hauptſächlich den Verhältniſſen in Preußen. Sie ſollen nur eine allgemeine Ueberſicht geben und mögen deshalb genügen. Ueber Einzelheiten der Kataſteranlagen in den verſchiedenen Staaten ſ. die Literatur.

3. **Die Kataſtervermeſſungen.** Ueber die Fortführungsmeſſungen ſ. 4. Erhaltung und Fortführung. Die Kataſterurmeſſungen und -neumeſſungen der Jetztzeit ſind ihrem Prinzip nach in das Einzelne gehende exakte Landesvermeſſungen (ſ. d.). Da ihre Hauptaufgabe die Sicherung des Grundbeſitzes ſein ſoll, ſo iſt ihre unerläßliche Grundlage die Feſtſtellung und Vermarkung der Eigentumsgrenzen. Dieſe Vermarkung muß nach Dauerhaftigkeit und Genauigkeit dem Werte des Bodens entſprechen. Ebenſo muß die Meſſung die gegenſeitige Lage der Grenzpunkte zahlenmäßig mit einer Genauigkeit zum Ausdruck bringen, die zu dem Bodenwerte und der Grenzbezeichnung in einem paſſenden Verhältniſſe ſteht. Die hierzu erforderlichen Vermeſſungsarbeiten ſind Kleintriangulierung, Polygonifierung, Linienabſteckung und Stückvermeſſung nebſt den zugehörigen Berechnungsarbeiten und der Kartierung. Handelt es ſich um die Durchführung der Meſſung für ein ganzes Staatsgebiet oder für größere Teile eines ſolchen, ſo werden beſondere Vermeſſungsperſonale gebildet. Dieſen werden beſtimmte Arbeitsgebiete überwieſen, in denen die Spezialmeſſungen nach beſonderen Arbeitsplänen zur Ausführung gelangen. Die Kleintriangulierung erfolgt im Anſchluß an die vorhandenen trigonometriſchen Hauptſyſteme. Sie wird je nach Geſtaltung der letzteren in der Regel für größere Komplexe im Zuſammenhange ausgeführt und ſoll als Unterlage für die Kleinmeſſung Punkte liefern, deren Abſtände je nach der Oertlichkeit bis 1000 m oder ſogar bis 500 m herabgehen. Dieſe trigonometriſchen Punkte werden im Felde dauerhaft vermarkt. Für die aus der Triangulation berechneten Koordinaten der Punkte kann eine ſolche Genauigkeit erreicht werden, daß die gegenſeitige Lage der Punkte mit einem Fehler von nur wenigen Zentimetern angegeben wird. Weiteres ſ. Triangulierung. Auf die Kleintriangulierung gründet ſich das Polygonnetz. Die Polygonzüge folgen den Geländelinien, Wegen und Grenzzügen und ſind dadurch eine zuverläſſige Grundlage für die Aufmeſſung aller Einzelheiten. Die Züge bilden ein unentbehrliches Bindeglied zwiſchen Triangulation und Linienmeſſung. Eine zweckmäßige Anordnung des Polygonnetzes iſt ſowohl für die erſte Meſſung als auch für die ſpäteren Fortführungsmeſſungen von beſonderer Bedeutung. Es iſt anzuſtreben, daß die unmittelbare Abſteckung von Linien von mehr als 500 m Länge innerhalb des Polygonnetzes vermieden wird. Weiteres ſ. Polygonifieren. Nach Ausführung der Triangulation und Polygonifierung und nach Erledigung der ſonſt nötigen Vorbereitungen beginnt die Feſtſtellung und Vermarkung der ſämtlichen Grenzen. Dieſe Arbeit iſt für ein Eigentumskataſter von grundlegender Bedeutung und daher mit beſonderer Sorgfalt auszuführen, ſowohl in bezug auf die Richtigſtellung und öffentliche Anerkennung der Grenzlage als auch auf die ſcharfe und dauernde Bezeichnung durch ſtarke, als Grenzzeichen leicht zu erkennende Steine oder andre geeignete Marken (ſ. Grenzmarke). Die Grenzfeſtſtellungen und Vermarkungen finden ſtatt in öffentlichen Terminen unter Leitung der Vermeſſungsbeamten und unter Zuziehung der Gemeindevertreter, der beteiligten Eigentümer und ortskundiger Perſonen. Einem gewandten Vermeſſungsbeamten wird es meiſtens gelingen, hierbei auftretende oder ſchon vorhandene Grenzſtreitigkeiten zu ſchlichten. Bleiben Grenzen ſtreitig, ſo werden ſie in der Karte ſpäter kenntlich gemacht. Ein geſetzlicher Zwang zur Vermarkung iſt wegen der vielfach entgegenſtehenden Schwierigkeiten bisher noch nicht in allen Staaten durchgeführt worden. Als vorbildlich in dieſer Hinſicht ſind die geſetzlichen Beſtimmungen in Elſaß-Lothringen zu nennen [24]. Sobald Polygonifierung und Grenzvermarkung abgeſchloſſen ſind, kann die eigentliche Aufnahme beginnen. Dieſes Arbeitsſtadium zerfällt wieder in zwei Teile, die Abſteckung des Liniennetzes und die Stückvermeſſung (ſ. d.). Die Ausführung dieſer Meſſung iſt zwar geometriſch ſehr einfach, bedarf aber dennoch großer Erfahrung, da nicht nur Rückſicht zu nehmen iſt auf die exakte Anordnung der Neuaufnahme, ſondern auch auf die ſpätere Durchführung der Fortſchreibungsvermeſſungen. Die Auswahl der Linien iſt ſo zu treffen, daß das geometriſche Syſtem ſich möglichſt einfach geſtaltet und daß die Linien ſich zur unmittelbaren Aufmeſſung aller Gegenſtände eignen. Zuſammenhängende Grenzlinien müſſen auch von zuſammenhängenden, in inniger Beziehung zueinander ſtehenden Linien aufgemeſſen werden, ſo daß bei Nachtragmeſſungen, die in der Regel nur einzelne Grundſtücke oder Grundſtückskomplexe betreffen, möglichſt wenige Linien wiederherzuſtellen ſind und daß die richtige Lage benachbarter Grenzpunkte durch einfache, unmittelbare Linienmeſſung geprüft werden kann. Die Meſſungspunkte werden entweder durch unterirdiſche Vermarkung für die Zwecke der Fortführung erhalten oder dadurch geſichert, daß ſie in innige Beziehung zu den vorhandenen Grenzpunkten, Steinlinien und Gebäuden gebracht werden und von dieſen aus wieder aufgefucht werden können. Das erſte Verfahren iſt z. B. in Preußen [20] und Bayern [21] üblich; es will unabhängig von dem veränderlichen Syſtem der Grenzpunkte ein unterirdiſch vermarktes, unveränderliches, für ſich beſtehendes Liniennetz für die Neu- und Fortführungsmeſſungen ſchaffen. Das letztere Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fahren, welches z. B. in Baden [23] angewendet wird, ſetzt einen Teil der Grenzpunkte als dauernd voraus und gründet auf dieſen und auf einer engen, ebenfalls an die Grenzpunkte angeſchloſſenen Polygoniſierung das Linienſyſtem. Beide Verfahren haben Vorteile und Nachteile; eine zweckmäßige Verbindung iſt geeignet, die beiderſeitigen Nachteile zu mildern. In Elſaß-Lothringen werden z. B. beide Verfahren miteinander vereinigt. Die unterirdiſche Vermarkung wird auf die Hauptlinien beſchränkt, während das Syſtem der untergeordneten Linien unmittelbar auf die Grenzpunkte bezogen wird. Jeder einzelne aufgemeſſene Punkt einer Grenzlinie oder eines andern Gegenſtandes iſt der Lage nach durch eine Probemeſſung zu ſichern. Dazu ſind in den Vermeſſungsanweiſungen beſtimmte Vorſchriften erlaſſen. In Elſaß-Lothringen iſt ein Verfahren eingeführt worden, nach welchem dieſe Probemeſſungen und ſonſtige für die Flächenberechnung und Fortführung in Betracht kommenden Meſſungen nicht von dem Stückvermeſſer ſelbſt, ſondern von einem zweiten Beamten unabhängig von der eigentlichen Aufmeſſung ausgeführt werden. Die Ergebniſſe der Vermeſſung werden in Feldbücher oder in Handriſſe eingetragen. Dieſe bilden die Unterlage für alle weiteren Arbeiten einſchließlich der Fortführungsmeſſungen. Die Genauigkeit der Meſſung muß dem Werte der Grundſtücke entſprechen. Es iſt demgemäß für Gebiete, welche in dieſer Hinſicht einen bemerkenswerten Unterſchied aufweiſen, z. B. Städte, Ortslagen, Weiden und Waldungen, auch ein gewiſſer Unterſchied in der Vermeſſungsgenauigkeit angezeigt und bei der Feſtſetzung der Fehlergrenzen für die Längenmeſſung zu berückſichtigen. In Städten und Ortslagen ſind enge, in Feldlagen mittlere und in Weide- und Waldgebieten weite Fehlergrenzen am Platze.

Sofort nach Abſchluß der Feldarbeiten für eine Gemarkung findet in einem öffentlichen Termine eine Verleſung der Vermeſſungsergebniſſe ſtatt zur Beſeitigung von etwa entſtandenen Irrtümern in bezug auf Eigentumsbeſtimmung, Art der Vermarkung, Begrenzung, Nachbarn, Kulturart u. ſ. w. Danach erfolgt die weitere Ausarbeitung der Ergebniſſe, zunächſt die Berechnung der Koordinaten der Liniennetzpunkte, und die Anfertigung der Kataſterkarten und einer Gemeindeüberſichtskarte, etwa im Maßſtabe 1 : 10000. Auf dieſer werden nur die topographiſchen Gegenſtände, Flur- und Gewannengrenzen und Bezeichnungen, Kulturarten u. ſ. w., nicht aber die einzelnen Parzellen dargeſtellt (ſ. Karte). Die bei der Kartierung gefundenen Anſtände werden durch Nachmeſſung ſofort behoben. Erſt nach Erledigung aller Anſtände können der Abſchluß der Kartierung, die endgültige Numerierung der einzelnen Parzellen und die Flächeninhaltsberechnung vorgenommen werden. Dieſe beſteht aus einer Berechnung des Sollinhalts für ein Kartenblatt, der großen Maſſenberechnung, einer doppelten unabhängigen Berechnung für alle einzelnen Parzellen, der Einzelberechnung, und aus den erforderlichen Probe- und Berichtigungsrechnungen (ſ. Flächenberechnung). Das arithmetiſche Mittel der Einzelberechnung wird auf das Ergebnis der großen Maſſenberechnung abgeglichen. Die Flächeninhaltsberechnung für die einzelnen Parzellen dient zuſammen mit der Einſchätzung nach Kulturarten und Klaſſen zur Berechnung der Kataſterreinerträge der Parzellen und zur Aufſtellung der Kataſterdokumente, des Flurbuchs und der Mutterrolle, der ſonſtigen Regiſter und der für die Offenlegung erforderlichen Güterauszüge oder Verzeichniſſe. Innerhalb aller dieſer einzelnen, einander folgenden Arbeitsſtadien von der Triangulierung bis zur Aufſtellung der Bücher werden, abgeſehen von den durch das Verfahren ſelbſt gegebenen Proben, ſämtliche Arbeiten durch die leitenden Beamten eingehend geprüft. Erſt nach Erledigung dieſer Prüfung und der danach etwa erforderlichen Nachtragsarbeiten findet ein Offenlegungsverfahren ſtatt zur öffentlichen Anerkennung des durch das neue Kataſter nachgewieſenen Eigentumsſtandes ſeitens der einzelnen Eigentümer. Jedem Eigentümer werden die ſein Eigentum beſchreibenden Güterverzeichniſſe zugeſtellt, nach denen Einwendungen gegen die Kataſternachweiſe innerhalb einer angemeſſenen Friſt erhoben werden können. In dieſer Friſtzeit werden die Urkunden in öffentlichen Terminen vorgelegt und erläutert. Nach Abſchluß dieſes Offenlegungsverfahrens und Ausführung der etwa erforderlich gewordenen Berichtigungen und Nachträge tritt das neu aufgeſtellte Kataſter öffentlich in Gültigkeit. Es kann nunmehr die Anfertigung der für den Dienſtgebrauch der Kataſterbehörden, der Grundbuchämter, der Gemeindeverwaltungen u. ſ. w. erforderlichen Kopien der Originalkataſterbücher und Karten vorgenommen werden. Heute iſt für die Kataſterfortführung und für die Zugänglichkeit und allgemeine Brauchbarkeit der Ergebniſſe einer exakten Spezialvermeſſung eine Veröffentlichung der Karten durch den Druck unerläßlich. Dieſe Veröffentlichung iſt bei den Kataſtervermeſſungen in Bayern und Württemberg von vornherein durch Steindruck geſchehen und hat bedeutende Vorteile gebracht. In Elſaß-Lothringen werden die Flurkarten nach ihrer Ergänzung durch Eintragen der wichtigſten Meſſungszahlen durch Zinkdruck vervielfältigt, während in Preußen die ſeit 1880 dem Prinzip nach eingeführte Drucklegung [22] erſt in neueſter Zeit in Angriff genommen worden iſt. Die Vermeſſungen für die Zwecke von Auseinanderſetzungen, Gemeinheitsteilungen, Verkoppelungen, Zuſammenlegungen und Feldbereinigungen werden nach gleichen Grundſätzen ausgeführt. Die Ergebniſſe ſolcher Verfahren werden für die Aufſtellung der Kataſterurkunden verwertet und an Stelle der beſprochenen Kataſterarbeiten übernommen. — Die beſprochene Linienmethode wird heute als die exakteſte Methode für die Kleinmeſſung angeſehen, beſonders wegen der Möglichkeit einer zuverläſſigen Fortführung. Sie iſt daher in den meiſten amtlichen Anweiſungen vorgeſchrieben. Daneben kann aber auch für beſtimmte Gebiete, wie Gebirgs-, Wald-, Heide- und Moorgegenden mit großen Beſitzſtänden und mit geringem Eigentumswechſel, ein ſchneller zum Ziele führendes Meſſungsverfahren zugelaſſen werden. In ſolchen Fällen kann die Tachymetrie vorteilhaft angewendet werden. Sie bietet für derartige Verhältniſſe eine genügende Genauigkeit der Punktbeſtimmung, ſofern ſie auf einer guten Kleintriangulation gegründet iſt. Die Sicherung der Eigentumsverhältniſſe verlangt dabei natürlich eine doppelte unabhängige Beſtimmung aller Grenzpunkte und für die ſpätere Fortführung eine geeignete Vermarkung wichtiger Meſſungspunkte. Die allgemeine Anwendung der tachymetriſchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Methode für die Zwecke eines Eigentumskataſters, auch in Gegenden enger Parzellierung, wird, ſelbſt wenn dieſelbe Genauigkeit der Neubeſtimmung vorausgeſetzt wird, beſonders an der Schwierigkeit exakter Fortführungsarbeiten ſcheitern, ſofern ein ſolches zur Präziſionsmeſſung ausgebildetes tachymetriſches Verfahren überhaupt noch mit der Linienmeſſung in Wettbewerb treten kann. Wenn demnach ein tachymetriſches Verfahren unter beſtimmten Bedingungen zweckmäßig ſein kann, ſo ſind dagegen, von wenigen Ausnahmefällen abgeſehen, die Verſuche, im Polygonnetz die Diſtanzmeſſung an Stelle der Linienmeſſung zu ſetzen, im Prinzip verfehlt. Die Diſtanzmeſſung nimmt der Linienmethode die weſentlichſte Stütze, die unmittelbar gemeſſenen Polygonſeiten, und bringt dafür nur den zweifelhaften Gewinn einer verhältnismäßig geringen Arbeitserſparnis ein. Einen Vorteil bietet die tachymetriſche Methode der Linienmethode gegenüber ſtets, nämlich den, daß ſie nebenbei Höhenbeſtimmungen ergibt, auf welche bei der letzteren verzichtet werden muß. Wenigſtens wird zurzeit von der Ausführung allgemeiner Höhenbeſtimmungen bei Kataſtermeſſungen noch Abſtand genommen, ſo daß in dieſer Hinſicht nicht ganz die an eine ſpezielle Landesvermeſſung zu ſtellenden Anforderungen erfüllt werden. Weiteres ſ. Tachymetrie. — Schließlich möge hier noch ein rein graphiſches Meſſungsverfahren, die Meßtiſchaufnahme, erwähnt werden. Das Verfahren fand bei älteren Kataſtervermeſſungen Anwendung, z. B. ausſchließlich in Bayern in den erſten vier Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts. Etwa gleichzeitig wurde der Meßtiſch auch in Württemberg benutzt, aber in Verbindung mit Längenmeßwerkzeugen, ſo daß die Meſſung hier eine rein graphiſche nicht iſt. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts verſchwand der Meßtiſch nach und nach aus der Reihe der Hilfsmittel für die Kataſtervermeſſungen. Seine Verwendung für exakte Vermeſſungen iſt auch in Zukunft ausgeſchloſſen (ſ. Meßtiſch).

4. **Erhaltung und Fortführung.** Damit das Kataſter in jedem Augenblicke mit dem tatſächlichen Beſtande übereinſtimmt, iſt die Erhaltung der einmal öffentlich anerkannten Grenzmarken und der vermarkten Meſſungspunkte nötig. Die Erhaltung der Grenz- und Maßzeichen bedarf einer dauernden Ueberwachung durch periodiſche Reviſionen und Strafbeſtimmungen über das unbefugte Verſetzen, Ausnehmen oder Beſchädigen von Grenz- und Meſſungszeichen. In manchen Staaten ſind für den Ueberwachungsdienſt herkömmliche Einrichtungen, wie Feldgerichte, Feldgeſchworene, Feldſchöffen, Untergänger, vorhanden; vgl. [1] und [24]. Das Verfahren für die Fortführung iſt in den verſchiedenen Staaten durch beſondere Vorſchriften geregelt, ſ. [20]—[24].

Eine allgemeine Ueberſicht geben die folgenden Ausführungen: Ein Eigentumsübergang von Grundſtücken findet, ſoweit die Grundbuchordnung in Frage kommt, nur durch eine Auflaſſung im Grundbuch ſtatt. Da, wo ein Grundbuch nicht beſteht, tritt an Stelle der Auflaſſung eine gerichtliche oder notarielle Urkunde. Nur eine derart vollzogene Eigentumsübertragung darf in die Kataſterbücher übernommen werden. Für die Zwecke der Fortführung beſteht ein Mitteilungsverfahren zwiſchen den Grundbuchämtern oder den andern Dienſtſtellen und den Kataſterämtern. Werden durch Teilung, Abtrennung, Grenzverlegung, Anlage von Eiſenbahnen, Kanälen, Gebäuden oder aus andern Gründen die bisher beſtehenden Parzellen umgeſtaltet, ſo wird die Aenderung zunächſt in die beſtehenden Karten übertragen. Die Uebertragung bedingt eine Fortführungsmeſſung. In Preußen wird z. B. jährlich mehr als 1% aller Parzellen von ſolchen Meſſungen betroffen. Iſt die Kataſtermeſſung ſo ausgeführt, daß die Fortführungsmeſſungen an das beſtehende, auffindbare Liniennetz angeſchloſſen werden können, ſo ſind ſie ihrem Vollzuge nach eine Ergänzung und teilweiſe Wiederholung der Vermeſſung. Es kann für ſie die Genauigkeit der Urmeſſung erreicht werden; deshalb ſind auch die gleichen Fehlergrenzen innezuhalten. Bei denjenigen älteren Meſſungen aber, bei denen ein feſtgelegtes Liniennetz nicht vorhanden iſt, müſſen die Meſſungen im Anſchluß an unzweifelhaft in der Karte und im Felde feſtſtehende Grenz- und Gebäudepunkte ausgeführt werden, nachdem die Uebereinſtimmung zwiſchen den Karten- und Feldpunkten feſtgeſtellt worden iſt. Derartige Meſſungen ſind abhängig von der Maßbeſtimmung nach der Karte, demnach von dem Zuſtande der Karte und der Veränderlichkeit des Kartenpapiers. Dieſe Meſſungen können daher niemals dieſelbe Genauigkeit haben wie die nach dem erſten Verfahren ausgeführten. Als feſtſtehend ſind die äußeren, von der Veränderung nicht betroffenen Grenzen des Grundſtückes oder Grundſtückskomplexes ſowohl nach Lage als auch nach Flächeninhalt zu betrachten. Sie beſtimmen den Sollinhalt der Geſamtheit der neuen Parzellen, auf den die Parzelleninhalte abzuſtimmen ſind. Es iſt ſorgſam feſtzuſtellen, ob das aus den Karten und Riſſen entnommene, für die Grenzen gültige Zahlenmaterial mit der Oertlichkeit übereinſtimmt. Der Eigentümer und die Grenznachbarn ſind zur Anerkennung der Grenzen zuzuziehen. Es wird eine Meſſungsverhandlung aufgenommen, die zur Beurkundung und Anerkennung der Ermittlungen und der im Felde feſtgeſtellten Tatſachen ſowie der neuerrichteten Grenzzeichen dient. Die ſo als unzweifelhaft feſtgeſtellten Grenzen werden in Preußen rechtliche Grenzen genannt. Der Wert eines Kartenwerks kann durch die Fortführung bedeutend vermindert werden, wenn die Grenzfeſtſtellungen und bei älteren Meſſungen die Auswahl der Anſchlußpunkte nicht mit der größten Sorgfalt getroffen werden. Die neugebildeten Parzellen erhalten neue Nummern im Anſchluß an die beſtehende Numerierung. Für die Verfahren, welche unter den verſchiedenen Verhältniſſen der Praxis einzuſchlagen ſind, ſind in den amtlichen Anweiſungen Vorſchriften erlaſſen.

In Preußen wird ein Kartenauszug, der Ergänzungsriß, angefertigt, in den das vorhandene Meſſungszahlenmaterial eingetragen wird. Die Fortſchreibungsmeſſung wird entweder an die Urvermeſſung angeſchloſſen oder, wo dies nicht möglich iſt, an Punkte, für welche Uebereinſtimmung zwiſchen Karte und Oertlichkeit vorliegt. Der Erſatz fehlender Grenzmarken und die Vermarkung neuer Grenzpunkte durch Steine ſollen angeſtrebt werden. Ein Vermarkungszwang beſteht nicht, doch iſt in den meiſten Gegenden die Notwendigkeit einer ſorgſamen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vermarkung bereits allgemein anerkannt, ſo daß dieſe nicht auf Schwierigkeiten ſtößt. Es iſt zweckmäßig, daß in jeder Gemeinde ein Vorrat von guten Grenzſteinen gehalten wird. In die Meſſungsverhandlung wird eine eingehende Beſchreibung der alten und neuen Grenzen und ihre Anerkennung durch die Beteiligten aufgenommen. Eine klare Faſſung der Meſſungsverhandlung iſt von großer Wichtigkeit. Ueber die Fortſchreibungsmeſſung wird ein Feldbuch geführt, aus dem erſichtlich iſt, welche Grenzen unverändert und welche neu beſtimmt ſind. Nach dem Feldbuche werden die neuen Grenzen in den Ergänzungsriß eingetragen unter Uebernahme des für ſie maßgebenden Zahlenmaterials. Iſt der Ergänzungsriß nach älteren Karten hergeſtellt, für die nur ein ſpärliches Zahlenwerk vorliegt, ſo wird häufig ein Einpaſſen der Veränderungen unter ſachgemäßer Verteilung der Widerſprüche nötig. Die Flächenberechnung wird demnächſt auf dem Ergänzungsriß ausgeführt, am beſten unter Benutzung des Zahlenmaterials; kleine Parzellen ſollten ſtets nach örtlich ermittelten Meſſungszahlen berechnet werden. Für die Flächenberechnung ſind ebenſo wie für die Längenmeſſung Fehlergrenzen feſtgeſetzt. Nach dem Ergänzungsriß werden die Umgeſtaltungen in die auf dem Kataſteramte niedergelegten Kartenkopien übernommen. Eine Fortſchreibung der Stückvermeſſungsriſſe findet nicht ſtatt; dagegen erfolgt von Zeit zu Zeit eine Berichtigung der Kataſterurkarten. Alle veränderten und neugebildeten Parzellen erhalten neue Nummern in der fortlaufenden Reihenfolge der Numerierung des Kartenblattes. Die Lage ſolcher Parzellen wird durch Beifügung der Stammnummer gekennzeichnet, ſo daß die neue Nummernbezeichnung Bruchform erhält, z. B. $\frac{765}{5}$. Dieſe bedeutet, daß Parzelle 765 aus Parzelle 5 entſtanden iſt. Die Fortſchreibung wird beendet durch die Eintragung der Veränderungen in die übrigen Kataſterurkunden, die von der Umgeſtaltung betroffen werden.

Literatur: [1] Jordan und Steppes, Das deutſche Vermeſſungsweſen, hiſtoriſch-kritiſche Darſtellung, auf Veranlaſſung des Deutſchen Geometervereins unter Mitwirkung von Fachgenoſſen herausgegeben, Stuttgart 1882; Bd. 1, Jordan, Höhere Geodäſie und Topographie des Deutſchen Reichs; Bd. 2, Steppes, Das Vermeſſungsweſen im Dienſte der Staatsverwaltung. — [2] Cantor, Vorleſungen über die Geſchichte der Mathematik, Leipzig, Bd. 1, 1880; Bd. 2, 1892; Bd. 3, 1. Aufl., 1898, 2. Aufl., 1901. — [3] Derſ., Römiſche Agrimenſoren, Leipzig 1875. — [4] Stöber, Die römiſchen Grundſteuervermeſſungen, München 1877. — [5] Eiffler, Das Vermeſſungsweſen in Aegypten bis zur Römerzeit, Straßburg 1895. — [6] Derſ., Das Vermeſſungsweſen im alten Paläſtina, Vereinsſchrift des Elſaß-Lothringiſchen Geometervereins 1897, S. 113. — [7] Derſ., Das Vermeſſungsweſen der Markgemeinden, Straßburg 1895. — [8] Benzenberg, Ueber das Kataſter, 2 Bde., Bonn 1818. — [9] Brönnimann, Die Kataſtervermeſſung auf Grundlage der in den ſchweiz. Konkordatskantonen geltenden Vorſchriften, Bern 1888. — [10] Rodenbuſch, Die Durchführung der Kataſtervermeſſungen in Elſaß-Lothringen, Straßburg 1891. — [11] Harkſen, Das preußiſche Kataſter und ſeine Verbindung mit dem Grundbuch, Deſſau 1896. — [12] Wiener, Die Geſetzgebung über Kataſtervermeſſung und das Fortführungs- und Lagerbuchweſen im Großherzogtum Baden, Karlsruhe 1903. — [13] Gehring, Das Vermeſſungsweſen in Württemberg, Stuttgart 1884. — [14] Die Kataſtervermeſſungsarbeiten im Großherzogtum Heſſen, herausgegeben vom Großherzogl. Kataſteramt, 2 Bde., 1897. — [15] Stück, Detailmeſſung der Freien und Hanſeſtadt Hamburg, Hamburg 1888. — [16] Bericht über die Vornahme einer allgemeinen Parzellarvermeſſung u. ſ. w., an die Direktion der öffentlichen Arbeiten des Kantons Zürich erſtattet von der Subkommiſſion für Reorganiſation des Kataſter- und Vermeſſungsweſens, Zürich 1885. — [17] Sombart, Denkſchrift, betreffend Organiſation und Reform des öffentlichen Vermeſſungsweſens in Preußen, Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen, Stuttgart 1879, S. 376, ſowie ebend., 1881, S. 37. — [18] Zahlreiche Artikel in Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen, überſichtlich zuſammengeſtellt im Inhaltsverzeichnis für die Jahrgänge 1872—1904, S. 141—155. — [19] Schumacher, Landwirtſchaftsrecht, Berlin 1901, S. 918. — Einige amtliche Vermeſſungsanweiſungen ſind: Preußen: [20] VIII. Anweiſung vom 25. Oktober 1881 für das Verfahren bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundſteuerkataſters, Berlin, 1. Aufl. 1882, 2. Aufl. 1897, 3. Aufl. 1906; IX. Anweiſung vom 25. Oktober 1881 für die trigonom. und polygonom. Arbeiten bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundſteuerkataſters, Berlin, 1. Aufl. 1881, 2. Aufl. 1894, 3. Aufl. 1903; II. Anweiſung vom 21. Februar 1896 für das Verfahren bei den Vermeſſungen zur Fortſchreibung der Grundſteuerbücher und Karten, Berlin, 1. Aufl. 1896, 2. Aufl. 1897; Allgemeine Verfügung vom 2. Juli 1880, betreffend die Vermarkung der Meſſungspunkte und der Eigentumsgrenzen ſowie die Publikation der Stückvermeſſungsriſſe aus Anlaß von Kataſterneumeſſungen, Berlin 1880. — Bayern: [21] Inſtruktion für neue Kataſtermeſſungen. Veröffentlicht durch das Kgl. Staatsminiſterium der Finanzen, 25. Juni 1885, München; Beſtimmungen vom 6. Oktober 1887 über die Fortführung der Neuaufnahmen u. ſ. w., München 1887. — Württemberg: [22] Techniſche Anweiſung für die Arbeiten für Erhaltung und Fortführung der Flurkarten und Primärkataſter vom 30. Dezember 1871 ſowie vom 19. Januar 1895, Stuttgart. — Baden: [23] Anweiſung zu der ſtückweiſen Vermeſſung ſämtlicher Liegenſchaften des Großherzogtums Baden, Karlsruhe 1852; Dienſtanweiſung für die Bezirksgeometer vom 15. Oktober 1903, Karlsruhe 1903. — Elſaß-Lothringen: [24] Anweiſung vom 30. Januar 1889 für das Verfahren bei der Stückvermeſſung von Gemarkungen zum Zwecke der Errichtung von Kataſterurkunden, Straßburg 1889; Anweiſung vom 3. Juli 1886 für die Kataſterfortführungsmeſſungen, Beilage zum Zentral- und Bezirksamtsblatt 1886, Nr. 36. — Oeſterreich: [25] Inſtruktion zur Ausführung der trigonom. und polygonom. Vermeſſungen behufs Herſtellung neuer Pläne für die Zwecke des Grundſteuerkataſters, Wien 1904.

(† Reinhertz) Hillmer.

Kataſterkarten, Kataſtervermeſſung, ſ. Kataſter.

Katatypie iſt ein 1901 von Oſtwald und Gros in Leipzig erfundenes

photographiſches Verfahren, bei welchem photographiſche Bilder durch Anwendung katalytiſcher Prozeſſe ohne Lichtwirkung auf chemiſch präparierten Papieren erhalten werden können.

Beiſpielsweiſe bewirkt feinzerteiltes Platin oder Silber die Zerſetzung von Waſſerſtoffſuperoxyd in Sauerſtoff und Waſſer. Tränkt man ein photographiſches Platinbild oder ein entwickeltes und fixiertes Bromſilberbild mit einer ätheriſchen Löſung von Waſſerſtoffſuperoxyd, ſo wird dieſes nur an den Bildſtellen zerſetzt, an denen ſich die feinzerteilten Metallniederſchläge befinden, während an den weißen Stellen das Waſſerſtoffſuperoxyd unverändert bleibt. Durch Andrücken eines für Waſſerſtoffſuperoxyd reaktionsfähigen Papieres kann das Bild durch Kontakt übertragen werden. Solche reaktionsfähige Schichten ſind z. B. Bromſilbergelatine, Ferroſalze u. ſ. w., welche in mannigfacher Abänderung zu katatypiſchen Prozeſſen benutzt werden. Auf dieſe Prozeſſe wurden verſchiedene Patente genommen (vgl. Eders Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik 1903 ff.). *J. M. Eder.*

Katechin, Katechu, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 642.

Katharinenrad, ſ. Radfenſter.

Kathedrale (Kathedralkirche), Kirche (ſ. d.), die eine Cathedra (einen biſchöflichen Stuhl) beſitzt; ſie iſt die Hauptkirche eines Bistums und hat außer dem Biſchofſtuhl auch mehrere Sitze für die Diakonen und ein beſonderes Ankleidezimmer für den Biſchof zu enthalten. *Weinbrenner.*

Kathedralglas, dickes Fenſterglas mit rauher Oberfläche, oft farbig, für Kirchenfenſter zur Dämpfung des Tageslichts. Vgl. Glasmalereitechnik.

Katheten, die dem rechten Winkel anliegenden Seiten des rechtwinkligen Dreiecks.

Kathetometer, ſ. Dehnungsmeſſer, Bd. 2, S. 698.

Kathode, ſ. Elektrolyſe, Bd. 3, S. 416.

Kathodenlicht, Kathodenſtrahlen. Je nach dem Maß der Verdünnung in den Geißlerſchen bezw. Hittorfſchen Röhren treten als Begleiterſcheinungen durchgehender elektriſcher Entladungen an den beiden Polen, dem poſitiven, der Anode, und dem negativen, der Kathode, verſchiedene Lichterſcheinungen auf (ſ. Glimmlicht). Während das Anodenlicht nach Art einer Strömung den Krümmungen des Rohrs folgt, bildet das negative Licht, Kathodenlicht, eine Strahlung, welche von zwiſchengebrachten Körpern Schatten entwirft. Bei Verdünnungen der Luft unter 0,001 mm Druck fehlt das poſitive Licht, während aus der Kathode in zu ihrer Oberfläche ſenkrechter Richtung Strahlen hervorbrechen, welche die Glasoberfläche überall, wo ſie dieſelbe treffen, in grüne Fluoreszenz verſetzen. Crookes hat durch ſolche Strahlen mechaniſche Wirkungen, Bewegungen von Flügelrädchen in der Röhre erzeugt.

Die Kathodenſtrahlen zeigen im Fokus einer konkaven Kathode Wärmewirkungen, werden vom Magnet abgelenkt, und zwar in verſchiedenem Maß, ſo daß ſie durch dieſe Ablenkung in eine Art Spektrum verſchiedenartiger Kathodenſtrahlen zerlegt werden können; ſie treten [1] durch Metallbleche in die freie Luft aus, in welcher ſie nach kurzem Wege unter diffuſer Zerſtreuung verſchwinden, ſie pflanzen ſich in Räumen mit höchſtverdünnter Luft ungehindert fort, deren Verdünnung ihre Entſtehung nicht mehr geſtattet, weil die elektriſche Entladung aufhört. Die Strahlen zeigen photographiſche und andre chemiſche Wirkungen. Die von den Strahlen getroffene Glaswand fluoresziert in apfelgrünem Licht und ſendet ihrerſeits die das Glas durchſetzenden Röntgenſtrahlen (ſ. d.) aus. Der getroffene Teil der Glaswand erweiſt ſich negativ elektriſch, die übrige Röhrenwand poſitiv, die Strahlen ſind die Träger negativer von der Kathode fortſtrömender Ladungen und werden von genäherten negativ geladenen Körpern abgeſtoßen. Auf den Erſcheinungen der beiderlei Ablenkungen, der elektromagnetiſchen und der ſtatiſch-elektriſchen, beruht die Beſtimmung ſowohl der je nach dem Potentialunterſchied verſchiedenen Geſchwindigkeiten, als auch der konſtanten Ladungen und Maſſen von kleinſten Teilchen, Elektronen (ſ. d.), deren Transport als das Weſen der Kathodenſtrahlen zu betrachten iſt.

Als ſekundäre Kathodenſtrahlen bezeichnet man die von Tagnac entdeckte Strahlung blankpolierter Metallflächen, welche von Kathodenſtrahlen getroffen werden, als Kanalſtrahlen eine den Kathodenſtrahlen entgegengeſetzt gerichtete Strahlung von poſitiver Ladung, welche aus einer durchlöcherten, mit Rohranſatz verſehenen Kathode austritt. Die dieſer Strahlung entſprechenden poſitiv geladenen Teilchen beſitzen erheblich größere Maſſen und kleinere Geſchwindigkeiten. Näheres ſ. bei [2] und [3].

Literatur: [1] Lenard, Ueber Kathodenſtrahlen in Gaſen von atmoſphäriſchem Druck und im äußerſten Vakuum, Wied. Ann. 51, 1894, S. 225. — [2] Riecke, E., Lehrbuch der Experimentalphyſik, 2. Aufl., Leipzig 1902, S. 360 ff. — [3] Schmidt, G. C., Die Kathodenſtrahlen, Braunſchweig 1904. *Aug. Schmidt.*

Kationen, ſ. Elektrolyſe, Bd. 3, S. 416.

Katoptrik, derjenige Teil der Optik, welcher von der Zurückwerfung des Lichtes handelt (ſ. Spiegel).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Katt, ein Takel oder eine Talje (Gien), um den an die Klüse herangehievten Anker unter den Kranbalken oder den Kattdavit zu heißen.

Kattdavit, s. Katt und Ankergeschirr.

Kattgien, -takel, s. Katt.

Kattun (aus dem italienischen Cotone, das vom arabischen Koton, d. i. Baumwolle, abstammt), leinwandartiges Baumwollgewebe, aus ungefärbtem Garn gewebt, hauptsächlich für den Druck bestimmt, das zum geringeren Teil weiß als Shirting, Nessel- und Futterleinwand oder auch einfarbig als Futterkattun in den Handel kommt. Feine Kattune mit fünf- oder mehrfarbigen Mustern auf weißem oder hellfarbigem Grunde wurden früher Zitze genannt. *E. Müller.*

Kattunpapier, ein weißes, naturfarbiges oder farbig grundiertes, mit beim Kattundruck üblichen Mustern bedrucktes Papier; s. Buntpapiersorten, Bd. 2, S. 402. *Kraft.*

Katty, s. Kin.

Katze, Bezeichnung für Fallwerke, die zum Zerkleinern (Katzen) von unbrauchbaren Maschinenteilen, Walzen u. s. w. in Maschinenfabriken und Eisengießereien benutzt werden.

Sie bestehen in der Regel aus einem hölzernen Dreifuß, an dem ein kugel- oder birnenförmiges Gewicht hochgezogen wird, das in einer Zange hängt. Das Herabfallen des Gewichts erfolgt durch Oeffnen der Zange mittels eines Seils von Hand oder selbsttätig. Das Hochziehen des Fallgewichts geschieht mit Hilfe einer geschützt aufgestellten Winde. Zum Schutze der Arbeiter vor weggeschleuderten Teilen ist die Katze rings von einem hohen Zaun starker Bretter umgeben. Die zu zerkleinernden Gegenstände werden womöglich an zwei Enden hohl aufgelegt; das Gewicht läßt man in der Mitte niederfallen. *A. Widmaier.*

Katze (Laufkatze), bei Hebezeugen, s. Krane.

Katze, in der Weberei der Fadenführer am Scherrahmen.

Katzen, in der Papierfabrikation die durch die Berührung sowie durch gewisse Bewegungen der Fasern entstehenden Zusammenballungen dieser zu knoten- und fadenähnlichen Gebilden, die aus dem Papierzeug ausgeschieden werden müssen; s. Papierfabrikation. *Kraft.*

Katzenauge, s. Quarz.

Katzenaugenharz, s. Dammar.

Katzengold, s. v. w. Biotit; s. Glimmer.

Katzensaphir, s. v. w. Sternsaphir; s. Korund.

Katzensilber, s. v. w. Muskovit; s. Glimmer.

Katzentreppen, im gotischen Baustil die stufenartig ausgezackten Giebel (s. Bd. 4, S. 525), sogenannte Treppengiebel, an Wohn- oder öffentlichen Gebäuden. Die Renaissance füllte diese Einschnitte mit Voluten aus.

Katzenzinn, s. Wolfram.

Kaue (Bergbau), kleines Gebäude über einem Schachte; s. a. Schafställe.

Kaufblei, ziemlich reines Blei.

Kauffahrer, ein Handelsschiff, im Gegensatz zum Kriegsschiff.

Kaufglätte, rötliche Bleiglätte.

Kaufhalle (Kaufhaus), ein Gebäude, das zum Lagern und Verkaufe von Waren im großen bestimmt ist.

Im Mittelalter bestanden solche in den Handelsstädten und dienten zur Abhaltung von Messen oder Märkten; in kleineren Städten waren sie mit dem Rathause verbunden. In neuerer Zeit findet man solche in den Großstädten als Verkaufsgeschäfte, d. h. weitausgedehnte Kaufläden, welche viele Stockwerke eines Hauses einnehmen, z. B. an den Boulevards zu Paris berühmte Firmen für Kleider und Modewaren, die Hunderte von Verkäufern und Arbeiterinnen beschäftigen. Eine andre Art sind die einen Hof oder Garten umschließenden Bogenhallen, unter welchen Reihen verschiedener Kaufläden liegen, so z. B. an den Wandelgängen von Bade- und Kurorten, oder als eines der frühesten Beispiele das Palais Royal in Paris. Eine dritte Art bildet die Passage oder Galerie, ein zwischen zwei belebten Straßen durch einen Häuserblock geführter, glasgedeckter Verbindungsgang, zu dessen beiden Seiten Kaufläden in einem oder zwei Stockwerken sich befinden. Die großartigste Anlage dieser Art ist die Galeria Vittorio Emanuele in Mailand, von Architekt Mengoni erbaut 1865. Dieselbe besteht aus zwei großen sich kreuzenden Hallen, einer weiten Mittelkuppel und enthält 90 Kaufläden.

Literatur: Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 2, S. 1071 f. *Weinbrenner.*

Kaufladen (Magazin, Gewölbe), ein zur Ausstellung und zum Verkaufe von Waren bestimmter Raum, welcher meist an der Straßenseite das Erdgeschoß städtischer Wohnhäuser einnimmt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bequeme Zugänglichkeit für die Käufer und günſtige Tagesbeleuchtung ſind von Wichtigkeit. Für erſteren Zweck dient geringe Erhebung über Straßenhöhe, nur ein bis zwei Stufen ſoll der Fußboden des Ladens über der Straße liegen. Zu ausgiebiger Erhellung des Raumes und zu günſtiger Schauſtellung der Waren dienen die Auslagefenſter, welchen die größtmögliche Ausdehnung gegeben werden ſoll. Es werden deshalb die Stützen für die darauf zu ſetzenden Stirnmauern auf den geringſten Querſchnitt gebracht unter Anwendung von Eiſen oder Hauſtein. Den Verſchluß bilden große Spiegelſcheiben in einem oder mehreren Teilen ſowie zur Sicherung bei Nacht: Vorſatz- oder Klappladen, am beſten Rolladen (ſ. Fenſterladen) aus Holz oder Wellblech; in Paris iſt ein Syſtem Maillard üblich, ein von oben kuliſſenartig ſich ſchiebender Verſchluß aus Eiſenblech. — Als Nebenräume dienen ein Schreibzimmer mit hohen Pulten ſowie Warenlager im Hinter- oder Seitengebäude. — Die innere Ausſtattung des Kaufladens beſteht, je nach der Art der Waren, 1. in dem Ladentiſch, welcher eine trennende Schranke zwiſchen dem Käufer und Verkäufer bilden ſoll; 2. in offenen oder mit Glas geſchloſſenen Schränken an den Wänden oder auch ſolchen mit übereinander liegenden Schiebladen. Ueber die verſchiedenartige reichere Ausbildung und die Grundrißanordnung von Läden beſteht in den neueren Fachzeitſchriften eine ausgedehnte Literatur.

Literatur: [1] Deutſche Bauztg., Berlin. — [2] Zeitſchr. für Bauweſen, Berlin. — [3] Allgemeine Bauztg., Wien. — Ferner: [4] Baukunde des Architekten, Bd. 2, S. 1029, Berlin 1884. — [5] Berlin und ſeine Bauten, 1. Abt., Berlin 1896. — [6] Frankfurt a. M. und ſeine Bauten, herausgegeben vom Arch.- u. Ing.-Ver. 1886. — [7] Bauten Dresdens, herausgegeben vom Ing.- Arch.-Ver. 1878. *Weinbrenner.*

Kaukamm, im Bergbau ſ. v. w. Beil (vgl. Grubenzimmerung).

Kaule (Kuhle, Kuhlenbau), einfache, jedoch veraltete Art des Tagebaues zur Gewinnung von Braunkohlen in der Rheinprovinz. *Treptow.*

Kaumacit iſt ein von den Weſſelner Koks- und Kaumacitwerken in Teplitz durch Erhitzen von böhmiſcher Braunkohle im luftverdünnten Raum auf ca. 1200° hergeſtellter Koks.

Außer zur Zimmerheizung wird er auch zum Dampfkeſſel- und Sauggasmotorenbetrieb verwendet, wozu er ſich wegen ſeiner unbeſchränkten Lagerungsfähigkeit und ſeiner vollkommenen Rauchloſigkeit beſonders eignet. Er enthält über 80% Kohlenſtoff, beſitzt einen Heizwert von ca. 6700 W.E. und wird, falls er zur Keſſelheizung dienen ſoll, am rationellſten unter Zuhilfenahme eines Unterwindgebläſes verbrannt, wobei ſich unſchwer ein Nutzeffekt von 70—74% der Theorie erzielen läßt. *C. Häußermann.*

Kaurigum (Kauriharz), ſ. Kopal.

Kauſche, ein aus ſchmiedbarem Guß oder Schmiedeeiſen gefertigter Ring mit hohler Keep (ſ. d.) — runde Kauſche — oder von Herzform — Spitzkauſche —, um welche der Tamp eines Taues geſpließt wird. *T. Schwarz.*

Kautſchen, ſ. Gautſchen und Papierfabrikation.

Kautſchin, ein dunkles, dünnflüſſiges Oel, bei der trockenen Deſtillation des Kautſchuks erhalten und als beſtes Löſungsmittel für dieſen zu bezeichnen.

Kautſchpreſſe (Gautſchpreſſe), ſ. Papierfabrikation.

Kautſchuk (Caoutchouc, Gummi elasticum), ein Beſtandteil der Milchſäfte verſchiedener Pflanzen, iſt der wichtigſte und techniſch bedeutendſte Vertreter der Kautſchukkörper, zu denen noch Guttapercha und Balata gehören.

Den erſten Bericht über dieſen merkwürdigen Naturkörper erſtattete der Spanier Gonzalo Fernandes d'Oviedo y Valdas, der ihn 1736 bei den Indianern Südamerikas kennen lernte; von La Condamine wurde der Kautſchuk 1736 aus Südamerika nach Paris geſandt und von demſelben 1757 zuerſt beſchrieben; auch die überaus wichtige Eigenſchaft, Bleiſtiftlinien auszuwiſchen (daher Radiergummi), iſt ſchon 1770 (durch Magellan) bekannt geworden. Aber die univerſelle Verwendbarkeit, welche der Kautſchuk in der Gegenwart erlangt und die ihn zum Träger einer hochentwickelten Induſtrie gemacht hat, datiert erſt von dem Zeitpunkt an, als man dem Kautſchuk die Fähigkeit erteilen konnte, innerhalb weiter Temperaturgrenzen ſeine Elaſtizität, Feſtigkeit, Undurchdringlichkeit und Dichte nahezu unveränderlich zu erhalten, als man durch Inkorporierung des Schwefels die Vulkaniſierung erfand.

Die große Verſchiedenheit der Kautſchukſorten iſt ſowohl durch die verſchiedene Abſtammung als auch durch die Gewinnungsweiſe bedingt. Die beſten Sorten ſind die ſüdamerikaniſchen, die von Hevea-, Caſtilloa- und Hancorniaarten ſtammen. Hevea guianensis *Aubl.* (= Siphonia elastica *Pers.*), am Amazonas Seringueiras (nach Seringa, kleine von den Indianern verfertigte Spritze) genannt, liefert das Paragummi (die beſte aller Sorten), Manihot Glaziovii *Müll.* das Cearagummi und die Negroheads, Castilloa elastica *Cerv.* und Castilloa alba *Koschny* das Carthagena-, Bolivia-, Nicaragua- und Guatemalagummi; Hancornia speciosa *Gom.* das Mangabeiro-, Rio-, Bahia-, Pernambucogummi. Die zweite Sortengruppe umfaßt die indiſchen Gummi von Willughbya-, Urceola- und Ficusarten, insbeſondere von Urceola elastica *Roxb.* (Borneo, Sumatra, Singapore, Pulu Pinang, Handelsname „Borneogummi") herrührend. Afrikaniſcher Kautſchuk kommt von Ficus-, Vahea- und Landolphiaarten und wird als Madagaskar-, Mozambique-, Loanda-, Kongo-, Kamerun-, Angola-, Sierra-Leone- und Goldcoastgummi in den Handel gebracht. Der von Willughbya edulis *Roxb.*, Willughbya javanica *Blum.* u. ſ. w. ſtammende Kautſchuk bildet die Javaſorte. Die neueſte Quelle für Kautſchuk ſind die Früchte der Kautſchuk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mistein in Venezuela, und zwar von Strutanthus syringifolius *Mart.* (großfrüchtige Mistel), Phthirusa theobromae (*Willd.*) *Eichl.* (mittelfrüchtige Mistel), Phthirusa pyrifolia *Eichl.*, Phoradendronarten und Strutanthus Roversii *Warb.* (kleinfrüchtige Mistel); der Kautschuk findet sich in den Früchten nicht als Inhaltsbestandteil von Milchsaftschläuchen, sondern hüllt als ein kompakter, an der Spitze punktförmig durchbrochener Mantel den Samen ein und ist morphologisch dem Viscinmantel unsrer Mistelbeeren gleich. Ausführliches über Kautschukpflanzen u. s. w. [1]—[3], [19], [20], [24], [25], [27], [30].

Die Gewinnungsweise der wichtigsten Sorte, des Parakautschuks, ist nach Robert Croß [4] folgende: An jedem Baume (Hevea guianensis) werden in der Höhe von etwa 2 m schiefe, nach oben laufende und ziemlich tiefgehende Einschnitte gemacht; jeder Einschnitt ist von dem nächsten 10—12 cm weit entfernt. Unter jedem wird sofort ein Becher mit Lehm befestigt. Die Einschnitte stehen alle in gleicher Höhe und bilden einen Kreis um den Stamm. Nach 24 Stunden werden die Becher abgenommen. Nun wird 15—20 cm unterhalb des ersten Kreises ein zweiter Kreis von Einschnitten gemacht, hierauf ein dritter u. s. w., bis man am Boden angelangt ist. Nun wird wieder oben angefangen, indem neue Schnitte zwischen den alten angebracht werden; im besten Falle enthält der Baum zwölf Reihen mit je sechs Einschnitten. Die trockene Jahreszeit liefert den dicksten und wasserärmsten Saft. Gegenwärtig versucht man auf Ceylon, wo auch Hevea kultiviert wird, eine neue rationellere Zapfmethode in parallelen Spiralen bis zum Boden, wo ein Aluminiumbecher zum Auffangen des Saftes angebracht wird [21]. Amazonas- und Cearagummi werden in andrer Weise gewonnen. Am Rio negro wird die Rinde außen sorgfältig gereinigt; hierauf befestigt man um den Stamm eine schiefe Rinne aus Lehm oder aus einer Liane, in welcher der aus darüber angebrachten Einschnitten hervorquellende Saft sich sammelt; aus der Rinne fließt der Saft in eine Kalebasse. Am Amazonas wird [25] mit einer langstieligen Axt (mit kleiner Schneide) die Rinde angehauen und letztere umgebogen. Eine solche Wunde wird stets genau über der letzten (wenn der Baum schon einmal angezapft war) einen Dezimeter höher angebracht, so daß eine ganze Geraçao genannte Reihe entsteht. Gibt der Baum in Mannshöhe keinen Saft mehr, so wird ein Gerüst (Mutá) errichtet, um ihn höher anzapfen zu können. Der aus der Wunde fließende Saft wird in kleinen Blechbechern aufgefangen; dies geschieht von einem „Seringueiro" an etwa 100 Bäumen vormittags; nachmittags werden die Bäume abermals besucht und die Milch aus den kleinen Bechern in eine größere Kanne entleert. Die Milch muß nun alsbald geräuchert werden. Die mit Lehm, Zweig- und Rindenstücken verunreinigte Sorte heißt Sernamby. Die Milch wird nun auf Holz- oder Tonformen (von der Gestalt eines Ruders oder einer Scheibe mit Stiel) becherweise aufgegossen und über einem Feuer getrocknet und geräuchert; damit genügender Rauch entwickelt werde, wird über dem Feuer ein Krug mit engem Halse und ausgebrochenem Boden angebracht, der mit Holz und mit Palmnüssen (Früchte der Urucurypalme, Attalea speciosa *Mart.*, der Maximiliana regia *Mart.* und Orbignya Martiana *Barb. Rdrg.*) gefüllt ist. Die Milch bildet dann nach dem Räuchern einen grauen, ziemlich festen Ueberzug. Das Auftragen der Milch geschieht so oft, bis eine 2—12 cm dicke Kautschukmasse gewonnen ist. Sind die Formen Tonklumpen in Gestalt von Flaschen, so erhält man Flaschenkautschuk; auch in Plattenform kann nach dieser Methode Kautschuk gewonnen werden. Die kugelrunden, aus Fäden, Tropfen und sonstigen Abfällen bestehenden sogenannten Cabezos de Negros (Niggers) sind ein minderwertiges Nebenprodukt dieser Gewinnungsmethode. Den Mangabeirokautschuk erhält man aus dem Milchsafte, indem man letzteren durch eine Alaunlösung gerinnen läßt, die Kautschukmasse herausnimmt und in Stücken dann 10—12 Tage an der Luft trocknet. Der Alaun- oder Salzzusatz übt auf den Kautschuk einen erweichenden Einfluß aus, so daß auch dieses Produkt minderwertig sein muß. Im Kaukatale (Nebental des Magdalenenstromes) und auf Panama macht man in den Stamm der Siphonia schiefe, sich kreuzende Einschnitte, welche nach unten mit einem 0,5 m über dem Erdboden befindlichen Einschnitte in Verbindung stehen. Eine hölzerne Rinne leitet den Saft in Behälter; er wird sodann nach Art des Paragummis verarbeitet oder nach dem Eintrocknen in den Behältern in ganzen Stücken geräuchert. Auch von Castilloabäumen wird in Brasilien (von aus Peru kommenden Arbeitern) eine Sorte Kautschuk, genannt Caucho, und zwar durch Fällen der Bäume gewonnen; den in flache mit Blättern ausgelegten Erdlöchern zusammengegossenen Milchsaft läßt man durch den Saft einer Ipomoea („Batata rana") und etwas Seife rasch gerinnen; die so gewonnenen schwarzen flachen und breiten Massen heißen Planhas de caucho. Läßt man die Milch von den geschlagenen Bäumen abfließen und an der Luft gerinnen, erhält man etwas höher bewertete Kautschukstreifen, die Sernamby de caucho. In Zentralamerika wird der aus Castilloa und Lobelia gewonnene Rohstoff Ulé genannt. Die Uléros (Sammler) reinigen den Stamm des Baumes und den Boden ringsherum und machen dann einen mehrere Meter langen senkrechten Einschnitt, in welchen beiderseits schiefe kurze Einschnitte einmünden; der herausquellende Saft wird in ein großes Gefäß geleitet. Ein Baum kann über 100 kg Kautschuk liefern. Der von gröberen Unreinigkeiten befreite Saft wird durch ein Drahtsieb gedrückt und in Tonnen gebracht. Zweigbündel einer Schlingpflanze (Achuca, Acheté oder Caossa, wahrscheinlich Ipomoea bona nox) werden durch Schlagen mit Stöcken zerquetscht und dann mit Wasser ausgelaugt. Das Extrakt wird durch ein Tuch geschlagen und dann in einem flachen Zinngefäß mit der achtfachen Menge Milchsaft vermischt. Der Kautschuk scheidet sich als weiche Masse aus, welche in einer braunen Flüssigkeit schwimmt und einen Käsegeruch besitzen soll. Diese rohe Kautschukmasse wird nun stark mit den Händen geknetet und zu einem flachen Kuchen ausgewalzt. Das Produkt ist 3—4 kg schwer und verliert durch das Trocknen gegen 3 kg; die trockene Masse ist grau. Die am Stamme selbst getrockneten Massen werden zu Kugeln geformt und geben wieder Cabezos oder Bolas [4]. Um allen Kautschuk zu gewinnen, ist nach Koschny [24] die Anzapfung der Bäume nicht genügend, man muß auch die Rinde verarbeiten. „Nach möglichster Entziehung des Saftes durch dichte und volle

Ringschnitte, eine Operation, die noch am stehenden Baum erfolgen muß, weil er bei vorhergehender Fällung im Milchfluß kalt würde (der Saft würde gerinnen), wird der Baum gefällt und die Rinde samt den Aesten abgeschält und unmittelbar darauf zwischen Walzen zerquetscht und in Behälter mit Wasser geworfen. Die Prozedur vom Anfang des Abschälens, bis die zerquetschte Rinde ins Wasser geworfen wird, muß rasch hintereinander erfolgen, weil sonst der Latex an der Luft dicker wird und sich im Wasser nicht mehr löst (verteilt?) ... Um den Eintritt der Gärung zu vermeiden, wird die Rinde bald nach der Quetschung im Wasser geschlagen und geknetet, dann noch ausgepreßt und weggeworfen. Hat sich der Latex als Rahmschicht abgeschieden, so wird das schmutzige Wasser abgelassen, frisches Wasser zugeführt." Man erhält auf diese Weise eine der höchst bewerteten Marken von Kautschuk. In Indien läßt man den Milchsaft an der Luft gerinnen und nimmt die rahmartig an der Oberfläche sich ansammelnde Kautschukmasse ab, knetet und trocknet sie an der Sonne oder über Rauchfeuer. Speckgummi wird erhalten, wenn man Kautschuk in flachen Schalen eintrocknen läßt: gelbbraune oder schwärzliche, schwammig poröse und immer feuchte und klebrige Kuchen. Afrikanische Sorten sind klebriger und weniger elastisch als die vorgenannten; ostafrikanischer ist besser als westafrikanischer. Neuestens kommt aus Kamerun eine Kautschukforte (von Kickxia elastica), die nach Weiß [26] 87,2 % beste Qualität Kautschuk enthält und die Kultur der Kickxiapflanze sehr empfehlenswert macht. In Angola schneidet man aus dem Baum ein Stück Rinde aus, läßt den ausfließenden Saft in ein Erdloch fließen oder auf den nackten Arm tropfen; sobald der Arm überkrustet ist, wird der Kautschuk vom Oberarm nach der Hand zu in Gestalt eines Ringes abgerollt. Auch Baumzweige werden eingehüllt und kommen mit der Kautschukkruste in kurzen Stücken in den Handel (Mozambiquespindeln). Andre Handelsformen sind Würfel („Fingerhüte"), Zungen (lange, flache, feuchte Stücke) oder Ballen [5]. In den deutschafrikanischen Kolonien werden große Anstrengungen gemacht, um die Kultur der Kautschukbäume zu heben und die Gewinnung rationeller zu gestalten. Eine belgische Firma, W. F. Schmoele, verwendet zur Gewinnung des Saftes einen horizontal drehbaren Zylinder, der aus mehreren Abteilungen mit darin sich befindlichen Metallwalzen besteht, ferner einen faßartigen, ebenfalls horizontal drehbaren Behälter mit Metallkugeln. In jede Abteilung des ersten Apparates wird die Rinde eingelegt, der Apparat gedreht, und man erhält einen mit Rindenmasse u. s. w. verunreinigten Kautschuk; im zweiten Apparat wird unter Anwendung kalten und warmen Wassers der Kautschuk gereinigt [22]. Zur Gewinnung des sogenannten Kräuterkautschuks, d. i. Kautschuk aus Wurzeln, Blättern und Zweigen, die eine Erhaltung des kautschukliefernden Baumes ermöglicht, gibt es mehrere Methoden. Nach [23] sind diese folgende: a) System Rigole, nach welchem die Blätter und jungen Triebe mit Schwefelkohlenstoff behandelt werden, der dann durch Wasserdampf entfernt wird; hierauf wird der Kautschuk mit Salzsäure oder Zinkchlorür gereinigt. b) System Serullas: die Zellwände werden durch Laugen gelöst (?), der Kautschuk mit Toluin oder Benzin aufgenommen und das Lösungsmittel durch Verdunsten entfernt (vgl. Guttapercha, Bd. 4, S. 699). c) System Blanchard und Vivier beruht darauf, daß zuerst die alkohollöslichen Inhaltsstoffe (Chlorophyll und Harze) entfernt werden, worauf aus dem Rückstand durch Tetrachlorkohlenstoff der Kautschuk aufgenommen wird. d) System Bapst und Hunet: die Pflanzenkörper werden mit 10prozentiger Sodalauge bei 135° und einem Drucke von 2,5 kg pro Quadratzentimeter behandelt, hierauf durch gezähnte Walzen zerquetscht und der Kautschuk ausgewaschen. e) System Deiß verwendet Schwefelsäure zur Zerstörung der Zellmembranen und geriffelte Walzen zum Zerkleinern.

Parakautschuk erscheint aus zahlreichen Schichten zusammengesetzt, die $^1/_6$—$^1/_2$ mm dick oft zu hundert aneinander gelagert sind; sie sind durch scharfe dunkle Linien voneinander getrennt, welche von der Räucherung der einzelnen Schichten herrühren. Ausführliche Beschreibung einzelner Sorten s. in [4]. Kautschuk ist durch seinen eigentümlichen Geruch und durch seine hohe Elastizität ausgezeichnet charakterisiert. Spez. Gew. für Para bei 20° 0,945, für Speckgummi 0,963. Schon bei 10° verliert er die Elastizität teilweise, unter dem Eispunkt vollständig. Wird ein stark ausgedehnter Kautschukfaden rasch unter den Gefrierpunkt abgekühlt, so bleibt er in dem ausgedehnten Zustand; erst beim Erwärmen auf 30° C. wird die gewissermaßen schlummernde Elastizität wieder geweckt und der Faden zieht sich wieder zusammen. Er leitet die Elektrizität nicht, wird durch Reiben elektrisch und erweicht in der Hitze breiartig. Kautschuk verbrennt mit leuchtender rußender Flamme und schmilzt bei 175° zu einem schwarzen, zu Kitt vorzüglich geeigneten teerartigen Körper; an der Luft beginnt er zu verwittern, wird brüchig, spröde, trocken und hart, wie dies an (vulkanisierten) Kautschukröhren immer zu beobachten ist. Sonnenlicht, dauernde starke Wärme und fette Oele sind die gefährlichsten Feinde des Kautschuks. Nach C. O. Weber, C. Harries und R. Ditmar ist Kautschuk ein Polyterpen. Aus Rohpara wurde ein in Chloroform löslicher Körper $C_{10}H_{16}$, welcher der Polyterpenformel $(C_{10}H_{16})n$ entspricht, und ein unlöslicher sauerstoffhaltiger Teil $C_{30}H_{64}O_{10}$ dargestellt. Leitet man trockenes Salpetersäuregas in eine benzolische Kautschuklösung, so erhält man einen eigentümlichen Körper, den Nitrosit $(C_{10}H_{16}N_2O_3)n$. — Nach neueren Untersuchungen von C. Harries (Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft, 38, 1195) besteht der Parakautschuk im reinen Zustande aus dem Kohlenwasserstoff Dimethylcyclooktadien, dessen Moleküle sich durch lose Aneinanderlagerung polymerisiert haben, was am einfachsten durch die Formel $(C_{10}H_{16})n$ ausgedrückt wird. Beim Behandeln feiner Lösung in Chloroform mit Ozon und darauffolgender Zersetzung des entstandenen Additionsprodukts mit heißem Wasser liefert der Parakautschuk ausschließlich Lävulinsäurealdehydsuperoxyd $C_5H_8O_4$ bezw. Lävulinsäure $C_5H_8O_3$ und Lävulinaldehyd $C_5H_8O_2$. Da die beiden zuletzt genannten Substanzen als Spaltungsprodukte der Zuckerarten bekannt sind, so ergeben sich hieraus vom pflanzenphysiologischen Standpunkt aus nahe Beziehungen zwischen dem Kautschuk und den Kohlehydraten. Bei der trockenen Destillation des Kautschuks bilden sich neben andern Zersetzungsprodukten hauptsächlich die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kohlenwaſſerſtoffe Dipenten und Iſopren.*) Ueber die Löslichkeit des Kautſchuks ſind zahlreiche Unterſuchungen angeſtellt worden. Als Löſungsmittel ſind Aceton (Bd. 1, S. 55), Schwefelkohlenſtoff, Tetrachlorkohlenſtoff, Terpentinöl, Benzin, Aether u. ſ. w. anzuführen. Beiſpiel für Löſungen zeigen folgende Tabellen [7]–[10]:

100 Gewichtsteile von		Ceara	Negrohead	Sierra Leone
Schwefeläther	hatten aufgenommen	2,6	3,6	4,5 Gewichtsteile
Terpentinöl	„ „	4,5	5	4,6 „
Chloroform	„ „	3	3,7	3 „
Benzin (aus Petroleum)	„ „	1,5	4,5	4 „
Benzol (aus Steinkohlenteer)	„ „	4,9	5	4,7 „
Schwefelkohlenſtoff	„ „	0,4	—	— „

Von 100 Teilen Kautſchuk werden gelöſt in:

	Schwefeläther	Terpentinöl	Chloroform	Benzin	Schwefelkohlenſtoff
			in Prozenten		
Ceara Scrup	52	10	40	30	80
Negrohead	72	100	74 über	80	—
Sierra Leone	90	90	60 unter	80	—
im Mittel für Kautſchuk	71	66	58	63	

Nach [9] werden von 100 Teilen getrocknetem Kautſchuk gelöſt: durch Schwefelkohlenſtoff 65—70 Teile, Benzol 48—52 Teile, Terpentinöl 50—52 Teile, Kautſchuköl 53—55 Teile, Aether 60—68 Teile. Ein Gemiſch von Aether und Alkohol löſt nach Holde 5%. Ueber die Verarbeitung des Kautſchuks ſ. Gummiwarenfabrikation. Die Vulkaniſierung des Kautſchuks kann auf verſchiedene Weiſe geſchehen. Nach Payen wird Kautſchuk 30—40 Minuten in geſchmolzenen Schwefel getaucht, nach Parks wird er einige Minuten einem kalten Gemiſche von 100 Teilen Schwefelkohlenſtoff und 2,5 Teilen Chlorſchwefel ausgeſetzt; nach Hancock bringt man den zu vulkaniſierenden Gegenſtand in ein Bad von geſchmolzenem Schwefel, erhitzt bis 150° und läßt ihn ſo lange darin, bis 15% Schwefel aufgenommen ſind. Nach Gerard wird Kautſchuk in einer leichten Löſung von drei- oder fünffachem Schwefelcalcium unter 3 Atmoſphären Druck mehrere Stunden erhitzt; nach Goodyear endlich werden dem Kautſchuk bereits in der Knetmaſchine reſp. im Walzwerk 10—12% Schwefel mechaniſch zugeſetzt und die Gegenſtände in beſonderen Metallgefäßen oder Preſſen erhitzt [29]. Ausführliches über Vulkaniſierung außerdem in [11]—[13], über Chemie des Kautſchuks in [14], [28], [29].

Nur in ſeltenen Fällen wird Kautſchuk oder vulkaniſierter Kautſchuk für ſich allein verarbeitet. Bei der Mehrzahl der Kautſchukartikel ſpielt die Billigkeit eine zu große Rolle, und man muß an der Maſſe des Rohſtoffes ſparen, außerdem iſt auch die Färbung für viele Objekte notwendig. Es werden daher der Kautſchukmaſſe kautſchukſparende und das Gewicht vermehrende Stoffe inkorporiert, wie Kreide, Ton, Zinkweiß, Eiſenoxyd, feinſter Sand, Leim, Glyzerin, Farbſtoffe, Aſphalt, insbeſondere aber gewiſſe Kautſchukſurrogate, wie die ſogenannten Faktis, die Additionsprodukte von Schwefel und Oel und Nitrokörpern darſtellen. Man unterſcheidet 1. weiße Faktis, Rüböl und Chlorſchwefel; 2. ſchwarze oder braune Faktis, Leinöl oder Maisöl und Schwefel; 3. Nitroricinolein; 4. Nitrolinolein; 5. Nitrocelluloſe; 6. eine Miſchung dieſer Körper wird als Velvril (Welvril) bezeichnet und umfangreich verwendet. Ausführliches darüber ſ. in [15] und [16].

Bei der Unterſuchung der Kautſchukgegenſtände iſt die Beſtimmung dieſer Beimiſchungen und ihrer Quantität von hervorragender Bedeutung, und es ſind darüber von Henriques, Lobry de Bruyn, E. Schulze, C. O. Weber zahlreiche Arbeiten (Chemiker-Zeitung 1893 bis 1895) erſchienen. S. a. [17]. Die techniſche Wertbeſtimmung und auch die Verarbeitung gründet ſich auf den ſogenannten Vulkaniſationskoeffizienten. Darunter verſteht man den Prozentgehalt an Schwefel und Chlor auf Reinkautſchuk berechnet. Unter regeneriertem Kautſchuk verſteht man alten, zu neuer Verwendung aufgearbeiteten Kautſchuk, der aber noch die Zuſammenſetzung der alten Ware beſitzt [18]. Kautſchukleimemulſionen, die in neueſter Zeit erzeugt werden, zeichnen ſich durch große Weichheit und Leichtigkeit aus und ſcheinen insbeſondere für waſſerdichte Stoffe empfehlenswert zu ſein. Eine neue kautſchukartige Maſſe unbekannter Abſtammung, von Liſſabon nach London in den Handel kommend, iſt die Almadina oder Almedine, welche vulkaniſiertem Kautſchuk zugeſetzt wird. Es ſind fauſtgroße, außen hellbraune, innen weißbräunliche oder grünliche, mitunter um das Zentrum blätterig geſchichtete Stücke, die ſich in Chloroform und Aether leicht löſen (Pharmaceutiſche Zeitung, Berlin 1887).

Als wertvoll gilt auch der ſogenannte entſchwefelte Kautſchuk, der ſeines Schwefelgehaltes in ſchwefellöſenden Flüſſigkeiten (z. B. Natronlauge) wohl nur zum Teil beraubt iſt, aber das Ausſehen und die Eigenſchaften (?) des vulkaniſierten behalten hat.

Beſondere Kautſchukprodukte (vgl. Gummiwarenfabrikation) ſeien in folgendem aufgeführt: 1. Hartkautſchuk (hornifizierter Vulkanit, Cornit, Keratit), in Härte und Zähigkeit ähnlich dem Horne, wird durch Einarbeitung der halben Gewichtsmenge Schwefel erhalten. 2. Ebonit (Eburit, ivoire artificiel, künſtliches Elfenbein), aus mit Chlor gebleichtem und dann vulkaniſiertem Kautſchuk hergeſtellt, mit Kreide, Zinkoxyd, blanc fixe u. ſ. w. vermiſcht. 3. Kamptulikon (Kautſchukleder, S. 328), ein inniges Gemiſch von Kautſchuk und Korkpulver zur Erzeugung eines Teppich- und Ueberzugsmaterials. 4. Kautſchukleder, mit Flachs, Hanf oder Jute erzeugt, feſter und zäher als Nr. 3, aber weniger elaſtiſch. 5. Balenit (künſtliches Fiſchbein) beſteht aus einem Gemiſch von Kautſchuk (100 Teile), Rubinſchellak (20 Teile), gebrannter Magneſia (20 Teile), Schwefel (25 Teile), Goldſchwefel (20 Teile) und vermag echtes

*) Mitteilung von Profeſſor Dr. Häußermann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchwarzes Fiſchbein ſowie Holz z. B. bei Anfertigung von Spindeln, Gewehrkolben, elaſtiſchen Platten, Schienen für chirurgiſche Zwecke zu erſetzen. 6. Plaſtit, dem Hartkautſchuk ähnlich, wie dieſer hart, polierbar, aber nicht elaſtiſch, iſt ein Balenit, bei dem der Schellack durch Steinkohlenteerpech (50—60 Teile) erſetzt iſt, zu gepreßten Verzierungen, Rahmen, Büchſen, Schuhabſätzen, Hakengriffen, Türdrückern u. ſ. w. 7. Schleif- und Polierkompoſitionen (mit Schmirgel), Kautſchukemail (Ueberzug für Metallgegenſtände aus Hartkautſchuk) und Kautſchuklacke.

Die univerſelle Bedeutung des Kautſchuks kennzeichnet ſich am deutlichſten in der ungeheuern Ausdehnung der einzelnen Kautſchukinduſtrien. Die großen Induſtriezentren liefern vorzugsweiſe ſpezifiſche Artikel. Nordamerika vor allem erzeugt in unübertroffener Weiſe Hartgummiwaren und techniſche Objekte, England die waſſerdichten Stoffe, Frankreich Gummipuppen, Bälle und Ballons, Deutſchland und Oeſterreich produzieren ausgezeichnete Velozipedreifen und Kautſchukpuffer, Rußland die beſten Gummiſchuhe [18]. Die Fahrrad- und Automobilinduſtrie verbraucht gegenwärtig wohl die gewaltigſten Mengen von Kautſchuk. Umfangreich iſt auch die Produktion von Pfropfen, Röhren, Luftkiſſen, elaſtiſchen Bändern und Trägern, des Hartkautſchuks zu Kämmen, Trauerſchmuck, Taffen, chirurgiſchen Spritzen u. ſ. w. In der Pharmacie dient Kautſchuk zu Pflaſtern.

Literatur: [1] Wiesner, Rohſtoffe des Pflanzenreiches, 2. Aufl., Leipzig 1900, Bd. 1, S. 370. — [2] Hanauſek, T. F., Realencyklopädie d. geſ. Pharm., Wien 1888, Bd. 5, S. 647. — [3] Herbſt, Edgar, Die Technik des Weichkautſchuks, Vortrag u. ſ. w., Wien, ohne Jahreszahl. — [4] Höhnel, R. v., Ueber die Gewinnung und die Sorten des Kautſchuks, Kollers Neueſte Erfindungen und Erfahrungen, Wien 1887, Heft Nr. 6, 7 und 8. — [5] Semler, Die tropiſche Agrikultur, Wismar 1887, Bd. 2, S. 599. — [6] Bouchardt, Bull. soc. chim. 24, S. 108 (Ber. der Deutſchen Chem. Geſellſch. 8, S. 904). — [7] Hanauſek, T. F., Ueber die Löslichkeitsverhältniſſe des Kautſchuks, Zeitſchr. d. Allg. Oeſterr. Apoth.-Ver. 1885, Nr. 31. — [8] Heinzerling, Die Fabrikation der Kautſchuk- und Guttaperchawaren, Berlin 1883. — [9] Hoffer, Raimund, Kautſchuk und Guttapercha, 2. Aufl., Wien 1892. — [10] Heeren, Ueber Kautſchuklöſungen, in „Mitteilungen des Gewerbevereins in Hannover“ 1876. — [11] Henriques, Vulkaniſation des Kautſchuks, Chem.-Ztg. 1894, Bd. 18, S. 701, 1155. — [12] Weber, C. O., ebend. 1894, Bd. 18, S. 837. — [13] Derſ., Zeitſchr. f. angew. Chemie 1894, S. 112. — [14] Stohmann, in Muspratts Chemie, 4, S. 1053. — [15] Chapel, E., Le Caoutchuc et la Guttapercha, Paris 1892, S. 363. — [16] Lobry de Bruyn und van Leent, Chem.-Ztg. 1894, Bd. 18, S. 309. — [17] Heinzerling, in Dammers „Lexikon der Verfälſchungen“, Leipzig 1887, S. 459. — [18] Henriques, Chem.-Ztg. 1895, 19, S. 484. — [19] Warburg, Die Kautſchukmiſteln, Tropenpflanzer 1903, Nr. 11, S. 633. — [20] Reintgen, Peter, Die Kautſchukpflanzen, Beihefte zum Tropenpflanzer 1905, Nr. 2/3. — [21] Tropenpflanzer, Berlin 1905, S. 539. — [22] Ebend. 1905, S. 99. — [23] Ebend. 1905, S. 150. — [24] Koſchny, Zur Caſtilloakultur, ebend. 1905, S. 690. — [25] Ule, Kautſchukgewinnung und Kautſchukhandel am Amazonenſtrom. Beihefte zum Tropenpflanzer 1905, Nr. 1. — [26] Tropenpflanzer 1905, S. 590. — [27] Henriques, Der Kautſchuk und ſeine Quellen, Dresden 1899. — [28] Ditmar, R., Ueber die Chemie des Kautſchuks u. ſ. w., Oeſterr. Chem.-Ztg. 1904, S. 570. — [29] Dieterich, Karl, Der Kautſchuk, ſeine Herkunft, Gewinnung, Eigenſchaften u. ſ. w., Pharm. Poſt 1904, Nr. 19 (Auszug). — [30] Preuß, Ueber Kautſchuk und Guttaperchakultur in deutſchen Kolonien, Tropenpflanzer 1905, S. 297. — Die Marktberichte über Kautſchuk in folgenden Fachzeitſchriften: Gummi-Zeitung, Dresden-Blaſewitz; The India Rubber and Gutta Percha and Electrical Trade Journal, London E C. 19,21 Wilson Street; India Rubber World, New York U. S. A., Times Building; Le Moniteur du Caoutchouc et des autres gommes lactifères, Revue mensuelle illustrée publiée sous la direction de A. Van den Kerkhove, Bruxelles.

T. F. Hanauſek.

Kautſchukemail, Löſung von Kautſchuk in Benzin, Terpentin- oder Kautſchuköl, welcher neben etwas gepulvertem Bimsſtein, Feldſpat oder Gips auf 1 kg Kautſchuk $^1/_2$ kg Schwefel zugeſetzt wird.

Die gewünſchte Farbe wird der Maſſe durch Beimengung einer anorganiſchen Körperfarbe gegeben. Das Präparat beſitzt politurartigen Glanz und dient zum Ueberziehen metallener Gegenſtände, welche mit dem Brei überſtrichen und dann einer Temperatur von 110—160° C. ausgeſetzt werden. Der Ueberzug haftet ſehr feſt auf Metall. *Andés.*

Kautſchukerſatzmittel, die verſchiedenartigſten Produkte, meiſt patentierte Erzeugniſſe, hergeſtellt durch Entvulkaniſieren von Gummi- und Kautſchukabfällen (Reclaimed Rubber) oder durch Zuſammenkneten von ſolchen mit Leinöl oder Firnis (Rubber compound) oder durch Vermiſchen von nitriertem Leinöl oder Rizinusöl mit ſchwach nitrierter Celluloſe (Velvril) u. a. m. Die eigentlichen Erſatzmittel ſind jedoch die Faktis (ſ. S. 415).

Literatur: Chem. Ztg., Köthen, 2. Halbjahr 1899; Chem. Revue 1900, 113; Oeſterreichiſche Chem. Ztg. 1900, 9.

Bujard.

Kautſchukgewebe, ſ. Weberei.

Kautſchukkitt, zum Kitten von Glas, Leder, Kautſchuk, Holz und Leder auf Metall dienende Löſung von Kautſchuk allein oder in Verbindung mit Harzen in Kautſchuklöſungsmitteln. *Andés.*

Kautſchukleder, ſ. Kautſchuk.

Kautſchwalzen (Gautſchwalzen), ſ. Papierfabrikation.

Kavel, ſ. Deichgenoſſenſchaft.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Keel, ein Raummaß = rund 24 cbm, das bei Befrachtung und Ladung von Schiffen Anwendung findet.

Literatur: Döring, W., Der Befrachter, Papenburg 1878. *T. Schwarz.*

Keep, eine Einkerbung am Gehäuse eines Blocks oder am Umfang einer Jungfer zur Aufnahme des Stropps oder Tamps, ferner eine Höhlung der Kausche zu gleichem Zweck. *T. Schwarz.*

Kefyr (Kefir, Kephir, Kapir), ein von kaukasischen Bergvölkern durch Vergärung von Kuhmilch vermittelst eines spezifischen Fermentes, des Kefyrpilzes oder der Kefyrkörner, hergestelltes alkoholisches Getränk, welches eine schäumende weißliche Flüssigkeit von Rahmkonsistenz und angenehmem süßsäuerlichen Geschmack darstellt.

Durch das Kefyrferment wird der Milchzucker der Milch zu Alkohol und Kohlensäure vergoren und das Kasein zum Teil in niedrigere Eiweißstoffe, wie Peptone (s. d.), zerlegt. Der Kefyr wird auch in der Medizin als Heilmittel bei Magen- und Darmstörungen verwendet, da er sich als ein leichtverdauliches und erfrischendes Nahrungsmittel erwiesen hat. Dem Kefyr nahe verwandt ist der Kumys, welcher von den kirgisischen Steppenvölkern durch Gärung von Stutenmilch bereitet wird und ebenfalls in die Medizin zu ähnlichen Zwecken wie der Kefyr eingeführt worden ist. Hierhin gehört auch die gegorene Milch, welche die Eingeborenen des deutschen südwestafrikanischen Schutzgebietes darstellen und Omeire nennen, eine dickliche Flüssigkeit vom Ansehen der Buttermilch, schwach säuerlichem Geschmack und angenehm weinartigem Geruch (s. a. Gärung und Fermente). *Bujard.*

Kegel (gerader Kreiskegel), ein stereometrischer Körper, der durch Drehung eines rechtwinkligen Dreiecks um eine Kathete h entsteht.

Die andre Kathete r beschreibt dabei den Grundkreis, die Hypotenuse s den krummflächigen Mantel des Kegels. Der Winkel zwischen Achse und Hypotenuse heißt erzeugender Winkel, die Spitze dieses Winkels Kegelspitze, die Länge der Achse Höhe h des Kegels. Jede Lage der Hypotenuse heißt Mantellinie. Ist ferner p die Länge des Mittenlots einer Mantellinie bis zur Achse, so ist der Inhalt des Kegels $\frac{1}{3} r^2 \pi h$, die Mantelfläche $r \pi s = 2 p \pi h$, die ganze Oberfläche $r \pi (r + s)$. Schneidet man einen Kegel längs einer Mantellinie auf, wickelt ihn ab und breitet ihn in der Ebene aus, so entsteht ein Sektor, dessen Radius gleich der Mantellinie und dessen Bogen gleich dem Umfang des Grundkreises ist. Wird der obere Teil des Kegels durch eine Ebene parallel zur Grundkreisebene im Abstand h_1 abgeschnitten, so entsteht ein gerader Kegelrumpf. Derselbe ist oben von einem Kreis vom Radius r_1 begrenzt. Dann ist die Mantellinie desselben $s_1 = \sqrt{h_1^2 + (r - r_1)^2}$, und wenn p_1 das Mittenlot der Mantellinie bis zur Achse ist, so ist der Inhalt des Kegelrumpfs $\frac{\pi h_1}{3} (r^2 + r r_1 + r_1^2)$, seine Mantelfläche $(r + r_1) \pi s_1 = 2 p_1 \pi h_1$, seine ganze Oberfläche $[r_1^2 + (r + r_1) s + r_1^2] \pi$.

Der **schiefe Kreiskegel** entsteht durch Verbindung aller Punkte eines Kreises mit einem Punkt, der nicht in der Normale des Kreismittelpunkts liegt. Die Schnitte der (geraden oder schiefen) Kreiskegel mit Ebenen heißen Kegelschnitte (s. d. und Kegelfläche).

Ein **Kegel im weiteren Sinn** wird erzeugt durch die Verbindungslinien eines Punktes (Spitze) mit sämtlichen Punkten einer ebenen geschlossenen Kurve. Der Inhalt eines allgemeinen Kegels ist der dritte Teil des Produkts aus Grundfläche und Höhe. *Wölffing.*

Kegel (Schriftkegel), s. Schriftarten.

Kegelbahn, eine zu dem in Deutschland beliebten Kegelspiel bestimmte lange Bahn, welche entweder frei im Garten, besser mit leichtem Dach überdeckt, oder für den Gebrauch im Winter in einem mit Fenstern verschlossenen Gebäude, oft auch im Keller erstellt werden kann.

Die Bahn erhält eine Länge von 16,0—25,0 m, eine Breite von 1,60—2,0 m und ist genau wagerecht zu legen, nur bei ganz kurzen Bahnen nach hinten schwach ansteigend. Der Belag des Bodens kann sehr verschieden erstellt werden: aus festem Sand, Lehmestrich, Asphalt- oder Zementestrich, Plattenbelag aus Marmor, Schiefer oder Sandstein, Holzboden aus schmalen Riemen. Zu Seiten der Bahn sind 15—20 cm hohe Borden und je eine Rinne zur Aufnahme der Fehlwürfe (Pudel) anzubringen. Zu Anfang der Bahn ist das 35 cm breite und 3,5—4,5 m lange Anwurfbrett aus 10 cm starkem Eichenholz, aus zwei oder mehr verschraubten Stücken zusammengesetzt, einzulegen; in neuerer Zeit dient auch ein [-Eisen von derselben Größe. Am andern Ende befindet sich der Kegelstand, eine über Eck gelegte Platte aus Sandstein oder ein Rahmen von Holz oder Eisenguß, auf welchem die neun Kegel des Spiels ihren vorgezeichneten Platz erhalten. Zwischen diesem und der mit Polsterung zu versehenden Rückwand ist eine 1,2 m breite Vertiefung anzuordnen, in welche die Kugeln fallen und am Rückspringen verhindert werden. An einer Längsseite der Bahn führt in schwachem Gefäll der Kugellauf aus Brettern oder Latten mit Polsterung oder aus Eisenstäben erstellt, auf welchem die Kugeln nach dem Kugelkasten am Standplatz zurückgeleitet werden. Um das starke Geräusch des Kegelns zu vermindern, werden um die Kegel je zwei Kautschukringe in Falz eingelegt, auch können die Kugeln aus diesem Stoff genommen werden. — Der an die Bahn sich anschließende Gesellschaftsraum sei geräumig, etwa von 40—50 qm Bodenfläche. Von letzterer sollte das letzte Drittel um drei bis vier Stufen über der Bahn erhöht liegen, um geeignete Plätze für Zuschauende zu bieten. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kegelfläche (Kegel), der Ort einer Geraden (Erzeugenden), die immer durch einen feften Punkt (Spitze) geht und eine gegebene Kurve (Leitkurve) fchneidet. Jede einzelne Lage der Geraden heißt Mantellinie. Die Kegelfläche hat zwei Mäntel, die in der Spitze zufammenhängen.

Die Gleichung einer beliebigen Kegelfläche n-Ordnung mit den Koordinaten a, b, c der Spitze ift $F\left(\frac{x-a}{z-c}, \frac{y-b}{z-c}\right)=0$, wo F eine Funktion n-Ordnung; ihre Differentialgleichung ift

$$(x-a)\frac{\partial z}{\partial x}+(y-b)\frac{\partial z}{\partial y}=z-c.$$

Die Tangentialebene in jedem Punkt geht durch die Spitze und berührt die Fläche längs der ganzen Mantellinie. Die Gleichung der Kegelfläche mit Spitze (a, b, c) und Leitkurve $\left\{\begin{matrix}F(x,y,z)=0\\G(x,y,z)=0\end{matrix}\right\}$ erhält man durch Elimination von x, y, z aus diefen Gleichungen und $\left\{\begin{matrix}x-a=\mu(z-c)\\y-b=\nu(z-c)\end{matrix}\right\}$ fowie Elimination von μ und ν aus der entftehenden Refultante und den beiden eben genannten Gleichungen. Die Tangenten an eine Fläche n-Ordnung $F(x,y,z)=0$ von einem Punkt $(a\,b\,c)$ außerhalb derfelben bilden einen Kegel $n(n-1)$-ter Ordnung mit der Leitkurve $\left\{\begin{matrix}F=0\\(x-a)\frac{\partial F}{\partial x}+(y-b)\frac{\partial F}{\partial y}+(z-c)\frac{\partial F}{\partial z}=0\end{matrix}\right\}$. Die Fläche $F=0$ ift ein Kegel mit Spitze (a, b, c), wenn $(x-a)\frac{\partial F}{\partial x}+(y-b)\frac{\partial F}{\partial y}+(z-c)\frac{\partial F}{\partial z}=0$ unabhängig von x, y, z.

Die Kegelflächen find dualiftifch zu den ebenen Kurven; fie werden daher in Ebenenkoordinaten durch zwei Gleichungen (darunter eine lineare) dargeftellt. Ein Kegel zweiter Ordnung kann durch zwei projektivifche Ebenenbüfchel erzeugt werden, deren Achfen fich fchneiden. Als Fläche zweiter Ordnung befitzt der Kegel zweiter Ordnung drei Hauptachfen. Mit diefen als Koordinatenachfen ift feine Gleichung $\lambda(x-a)^2+\mu(y-b)^2+\nu(z-c)^2=0$; der Kegel ift imaginär oder reell, je nachdem λ, μ, ν alle gleiche Zeichen haben oder nicht. $\lambda=\mu$ liefert den Drehungskegel um die z-Achfe; $\lambda=\mu=\nu$ den Kegel, deffen Leitlinie der imaginäre Kugelkreis ift. Die Fläche zweiter Ordnung $a_{11}x^2+2a_{12}xy+\ldots+a_{44}=0$ ift eine Kegelfläche, wenn $\begin{vmatrix}a_{11}&a_{12}&\ldots&a_{14}\\a_{12}&a_{22}&\ldots&a_{24}\\\vdots&\vdots&\ddots&\vdots\\a_{14}&a_{24}&\ldots&a_{44}\end{vmatrix}=0$. Ein Flächenbüfchel zweiter Ordnung enthält vier Kegelflächen, die teilweife zufammenfallen, wenn die Flächen des Büfchels einander berühren. Die Schnittkurve eines Kegels zweiter Ordnung mit einer Ebene ift eine Kurve zweiter Ordnung (Kegelfchnitt), und zwar eine Ellipfe oder Hyperbel, je nachdem die Schnittebene einen oder beide Kegelmäntel trifft, eine Parabel, wenn die Ebene einer Mantellinie parallel ift, ein Geradenpaar, wenn fie durch die Spitze geht. Parallele Kegelfchnitte find ähnlich. Für jeden Kegel zweiter Ordnung gibt es zwei Stellungen von Ebenen, welche Kreisfchnitte liefern; beim Drehungskegel fallen diefe zufammen. Der Teil der Kegelfläche von der Spitze bis zu einem Kreisfchnitt ift ein ftereometrifcher Kegel (im allgemeinen ein fchiefer, beim Drehungskegel ein gerader, f. Kegel). Die Schnittkurven eines Kegels zweiter Ordnung mit einer konzentrifchen Kugel heißen fphärifche Kegelfchnitte.

Literatur: Salmon, G., Analytifche Geometrie des Raumes, deutfch von Fiedler, 3. Aufl., Leipzig 1879, 1. Teil, Kap. 10. *Wölffing.*

Kegelhähne, Konus-, Küken-, Lilienhähne (f. Hähne), find bei der modernen Waffervorforgung im allgemeinen ausgefchloffen wegen der bei rafchem Schluffe entftehenden Stoßwirkung, finden aber bei Warmwafferleitungen und als Waffer ftandshähne bei Dampfkeffeln fowie als Entleerungshähne noch vielfach Anwendung. *Blecken.*

Kegelherd, f. Herdarbeit, S. 46.

Kegelräder, konifche Räder oder Winkelräder, dienen zur Kraftübertragung zwifchen Wellen, deren Mittellinien fich fchneiden.

Nur eine der Wellen kann über den Schnittpunkt hinaus verlängert fein (vgl. Hyperbelräder). Der Schnittpunkt der Achfen C in Fig. 1 bildet die gemeinfame Spitze der um die Achfen befchriebenen, fich berührenden Grundkegel, deren Durchmeffer D_1 und D_2 dem Ueberfetzungsverhältnis entfprechen. Die Radkränze, als Kegelftumpfe von der Breite b ausgeführt, wirken entweder mit Reibung (f. Reibräder) oder mit Verzahnung aufeinander. Der Zahnkranz wird außen und innen durch die Ergänzungskegel begrenzt, die fenkrecht auf den Grundkegeln ftehen. In der Abwicklung des äußeren Ergänzungskegels, alfo für einen Kreisbogen vom Radius R^1, konftruiert man die Zahnform (gewöhnlich Evolventen) mit der Teilung t und der Zahnhöhe 0,7 t. Die Zahnform konvergiert nach der Kegelfpitze C. Meiftens verjüngt man, um ähnliche Querfchnitte zu erhalten, auch den Radkranz nach innen. Seine Stärke beträgt außen etwa 0,55 t für Eifenräder, und 15 mm $+\,t$ für Holzzahnräder.

Für die Verzahnung berechnet man die äußere Teilung t cm aus dem Drehmoment M cmkg der einen Welle, nachdem man die Zähnezahl z ihres Rades angenommen hat, aus $t/\pi=\sqrt[3]{2M/sz}$. Bei Holzeifenrädern (f. d.) ift 2,5 M ftatt 2 M zu fetzen. Die Beanfpruchung s wird wegen der Verjüngung der Zähne nach innen um 20 % kleiner als für Stirn-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

räder gewählt, und zwar für Gußeiſenzähne zu 300—200 kg/qcm für Umfangsgeſchwindigkeiten u von 0—5 m/s und weiter abnehmend für größere Geſchwindigkeiten. Aus Teilung und Zähnezahl iſt die Größe des äußeren Teilkreiſes beſtimmt, $D = z\,t/\pi$. Die Zahnbreite, $b = 2\,t$ für langſamen oder unterbrochenen Gang bis $3\,t$ und mehr für ſchnellen Gang, ergibt die Lage des inneren Teilkreiſes. Man kann die Berechnung auch mit Hilfe der Formel für den Zahndruck $P = 75\,N/u = k\,b\,t$ durchführen, wobei die Konſtante $k = 0{,}055\,s = 150/(7{,}5 + u)$ geſetzt werden kann. Die Bearbeitung der Zähne geſchieht durch Hobeln mittels beſonderer Vorrichtungen; kleine Kegelräder für Nähmaſchinen werden gefräſt, indem der Fräſer die Zahnlücke längs des Bodens

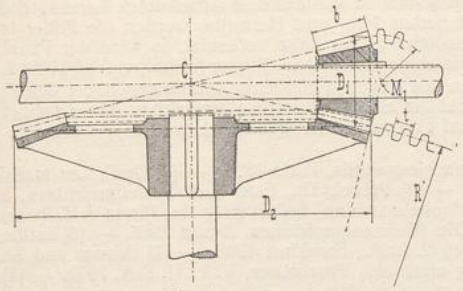


Fig. 1.

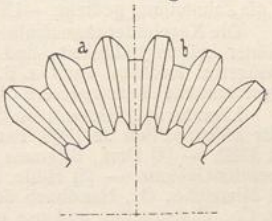


Fig. 2.

von außen nach innen in gleicher Breite durchfräſt, ſo daß, in der Richtung der Radachſe geſehen, die Zahnform a Fig. 2 anſtatt der normalen Zahnform b entſteht. Nachträglich läßt man dieſe Rädchen ohne Spielraum mit Schmirgel einlaufen. — Kegelräder wiegen ungefähr 0,9mal ſo viel als Stirnräder (ſ. d.) von gleicher Zähnezahl, Teilung, Breite und Armzahl, und koſten ca. 15% mehr für 100 kg als Stirnräder. *Lindner.*

Kegelräderbearbeitung. Die Bearbeitung der Zahnflanken von Kegelrädern geſchieht entweder durch Hobeln oder Fräſen.

Bei den **Kegelräderhobelmaſchinen** kann man zwei Gruppen unterſcheiden: 1. Maſchinen, welche die Zahnflanken mit Hilfe von Schablonen bearbeiten, und 2. Maſchinen, welche die Zahnform auf mechaniſchem Weg durch Abwälzen ſelbſt erzeugen. Die Kegelräderhobelmaſchinen der erſten Art [3] arbeiten in der Regel in der Weiſe, daß ein Hobelſtahl entlang der Zahnbreite mit Hilfe einer Schlittenführung ſich nach der Spitze des Kegelrades hin und her bewegt, wobei die Schlittenführung einerſeits um einen feſten Punkt ſich dreht und auf der andern außerhalb des Kegelrads liegenden Seite an einer vergrößerten Zahnſchablone entlang geſchaltet wird. Für jede Flanke iſt ein beſonderer Stahl und eine beſondere Schablone erforderlich. Die Kegelräderhobelmaſchinen werden auch mit zwei Schlitten ausgeſtattet, ſo daß die beiden Flanken eines Zahns gleichzeitig bearbeitet werden. Die Zahnlücken müſſen roh vorgearbeitet ſein. Für kleinere Kegelräder werden nach demſelben Prinzip Kegelräderhobelapparate gebaut, die ſich an Feilmaſchinen (ſ. Stoßmaſchinen) anbringen laſſen, z. B. D.R.P. Nr. 125080 [5]. — Ein Kegelräderhobelapparat, bei dem für Kegelräder verſchiedener Art nur eine Schablone benutzt wird, iſt in [10] 1907, S. 148 f., beſchrieben. Die Bildung der Zahnflanken erfolgt durch einen geradlinig hin- und hergehenden Stichel in der Weiſe, daß die Schaltung des Kegelrads ſich aus zwei Schaltbewegungen zuſammenſetzt, einer Schaltung des Radkörpers in ſenkrechter Richtung um die Kegelſpitze und einer Drehung um ſeine Achſe. Beide Schaltbewegungen erfolgen zwangläufig miteinander. Die Drehung des Radkörpers um ſeine Achſe geſchieht mit Hilfe eines Hebels, der ſich gegen die ſpiralförmig verlaufende, bei jeder Schaltung ſich drehende Schablone anlegt. Die Einſtellung des Apparats für Kegelräder verſchiedener Art erfolgt mit Hilfe von Wechſelrädern.

Von den Kegelräderhobelmaſchinen der zweiten Art iſt am bekannteſten die Kegelräderhobelmaſchine von Bilgram, die von J. E. Reinecker in Chemnitz hergeſtellt wird. Das Prinzip dieſer Maſchine beſteht darin, daß ein Hobelſtahl mit geradliniger Schneide mit Hilfe einer Schlittenführung hin und her bewegt wird, wobei das zu bearbeitende Kegelrad ruckweiſe ſo weitergewälzt wird, wie wenn es im Eingriff mit einem Plankegelrad wäre. Die entſtehende Zahnform iſt eine angenäherte Evolvente. Die Zahnlücke muß roh vorgearbeitet ſein und die Bearbeitung der beiden Flanken eines Zahns nacheinander erfolgen. Eine eingehende Beſchreibung der Maſchine iſt enthalten in [4]. Weitere zu dieſer Klaſſe gehörige Maſchinen ſind die Kegelräderhobelmaſchine der Werkſtätte für Maſchinenbau vorm. Ducommun in Mülhauſen i. E. [9] 1906, S. 359, der Gleaſon Works in Rocheſter u. a. [9] 1906, S. 193.

Die **Kegelräderfräsmaſchinen** zerfallen in drei Gruppen: 1. Kegelräderfräsmaſchinen mit Profilfräſern, mit denen ſich indeſſen nur Verzahnungen herſtellen laſſen, an die keine höheren Anſprüche gemacht werden. Ueber die dabei üblichen Annäherungsverfahren ſ. [6], [7]. Das Fräſen geſchieht entweder auf den für dieſen Zweck mit beſonderen Einrichtungen (ſchräg einſtellbarem Werkzeugſupport) verſehenen Zahnräderfräsmaſchinen oder für kleinere Kegelräder auch auf den Univerſalfräsmaſchinen (Aufſpannen des Kegelrads auf dem Teilkopf). 2. Kegelräderfräsmaſchinen, die nach einem vergrößerten Modellrad arbeiten. Hierher gehört die Maſchine der Rice Gear Co. [2], [8], [9] 1901, S. 447. 3. Kegelräderfräsmaſchinen, bei denen die Herſtellung der Verzahnung nach dem Abwälzverfahren ſtattfindet. Für genaue Verzahnungen, die durch Fräſen hergeſtellt werden ſollen, iſt dieſes Verfahren allein brauchbar. Die in dieſe Klaſſe gehörige Maſchine von Warren D.R.P. Nr. 89644 (Ludwig Löwe & Co., Berlin) arbeitet nach

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

folgendem Prinzip: Man denke ſich zwei ineinander greifende Kegelräder, von denen das eine das zu bearbeitende Rad, das andre ein Planrad (Kegelrad von 180°) iſt. Von dieſem letzteren ſind jedoch nur zwei Zahnflanken in Geſtalt zweier Fräſer vorhanden. Da ein Planrad auch als kreisförmige Zahnſtange gedacht werden kann, ohne daß man einen praktiſch meßbaren Fehler begeht und die Zahnſtangenzähne bei Evolventenverzahnungen ſtets geradlinig ſind, ſo beſitzen auch die Fräſer geradlinige Schneiden. Beim Arbeiten der Maſchine rollen entſprechend dem Abrollen des Plankegels auf dem zu bearbeitenden Kegelrad die beiden ſich umdrehenden Fräſer hin und her und ſchneiden dabei jedesmal ſo viel aus dem Arbeitsſtück heraus, daß die richtig geformte Zahnlücke entſteht. Nach jedem Hin- und Herrollen werden die Fräſer in der Richtung nach der Kegelſpitze weitergeſchaltet. Iſt ein Zahn vollendet, ſo wird der Radkörper um die Zahnteilung gedreht. — Ueber die Maſchine von Beale (Brown & Sharpe) ſ. [9] 1906, S. 194.

Die Kegelräderfräsmaſchinen beſitzen den Kegelräderhobelmaſchinen gegenüber den Vorteil erhöhter Leiſtungsfähigkeit, ſind aber nicht für alle Arbeitsſtücke brauchbar (ein Kegelrad mit verlängerter Radnabe kann z. B. nicht auf Fräsmaſchinen bearbeitet werden), außerdem ſind vorgeſchnittene Radkörper erforderlich.

Literatur: [1] Richard, M. G., Les machines-outils, Paris 1896. — [2] Derſ., Les machines-outils à l'exposition de 1900, Paris 1902. — [3] Prégel, Th., Fräs- und Schleifmaſchinen, Stuttgart 1892. — [4] Derſ., Bilgrams Kegelradhobelmaſchine, Selbſtverlag der Firma J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz. — [5] Hülle, Fr. W., Die Werkzeugmaſchinen, Berlin 1906. — [6] Jurthe, E., und Mietzſche, O., Handbuch der Fräſerei, 2. Aufl., Frankfurt 1903. — [7] Brown and Sharpe Mfg. Co., Construction and use of milling machines, Providence, R. J., U. S. A. 1902. — [8] Berichte über die Weltausſtellung 1900, herausgegeben vom k. k. öſterr. Generalkommiſſariat, Bd. 6, Wien 1901. — [9] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. — [10] Zeitſchr. für Werkzeuge und Werkzeugmaſchinen. — [11] Kataloge einzelner Werkzeugmaſchinenfabriken und -händler. *A. Widmaier.*

Kegelſchnitte, Kurven zweiter Ordnung, welche von jeder Geraden in zwei Punkten geſchnitten werden. Ein Kegelſchnitt iſt durch fünf Punkte beſtimmt. Die allgemeine Gleichung eines ſolchen iſt: $a_{11}x^2+2a_{12}xy+a_{22}y^2+2a_{13}x+2a_{23}y+a_{33}=0$. Je nachdem der Kegelſchnitt mit der unendlich fernen Geraden zwei komplex-konjugierte, zuſammenfallende, reelle getrennte Punkte gemein hat, alſo je nachdem $a_{11}a_{22}-a_{12}^2 \gtreqless 0$ heißt er Ellipſe, Parabel (apolloniſche Parabel), Hyperbel.

Allgemeines. Iſt $\xi\,\eta$ ein Punkt, der nicht dem Kegelſchnitt angehört, ſo iſt die Gerade

$$(a_{11}\xi+a_{12}\eta+a_{13})x+(a_{12}\xi+a_{22}\eta+a_{23})y+(a_{13}\xi+a_{23}\eta+a_{33})=0$$

der Ort der vierten harmoniſchen Punkte auf jedem Strahl durch $\xi\,\eta$ zu dieſem Punkt und den Schnittpunkten des Strahls mit dem Kegelſchnitt. Die Gerade heißt Polare von $\xi\,\eta$ in bezug auf den Kegelſchnitt, dieſer Punkt ſelbſt ihr Pol. Die Polare jedes Punkts der Polare geht durch den Pol. Schneiden ſich zwei Tangenten auf der Polare, ſo werden ſie von dieſer und der Verbindungslinie des Schnittpunkts mit dem Pol harmoniſch getrennt. Zwei Punkte, von denen jeder auf der Polare des andern liegt, heißen konjugiert, ebenſo zwei Gerade, von denen jede durch den Pol der andern geht. Ein Dreieck, deſſen Ecken Pole ihrer Gegenſeiten ſind, heißt Polardreieck. Die Polare iſt die Berührungsſehne des von (ξ,η) an den Kegelſchnitt gelegten Tangentenpaares mit der Gleichung:

$$(a_{11}\xi^2+2a_{12}\xi\eta+\ldots)(a_{11}x^2+2a_{12}xy+\ldots)-(a_{11}\xi x+a_{12}[\eta x+\xi y]+\ldots)^2=0.$$

Ein Kegelſchnitt kann erzeugt werden durch den Schnittpunkt zweier entſprechenden Strahlen in projektiviſchen Strahlenbüſcheln oder auch nach Newton durch den Schnittpunkt je eines Schenkels von zwei Winkeln, deren Spitzen feſt ſind und deren andre Schenkel ſich fortwährend auf einer Geraden ſchneiden. Verbindet man einen Punkt P des Kegelſchnitts mit vier andern Punkten desſelben, ſo iſt das Doppelverhältnis der vier Strahlen von der Lage des Punktes P unabhängig. Satz von Maclaurin: Wenn die Seiten eines Dreiecks ſich um feſte Punkte drehen und zwei Ecken ſich auf feſten Geraden bewegen, ſo beſchreibt der dritte Eckpunkt einen Kegelſchnitt. Satz des Pappus: Iſt einem Kegelſchnitt ein Viereck einbeſchrieben, ſo iſt das Verhältnis des Produkts der Abſtände eines Kegelſchnittpunkts P von zwei Gegenſeiten des Vierecks zum Produkt ſeiner Abſtände von den beiden andern von der Wahl von P unabhängig. Satz von Deſargues: Iſt einem Kegelſchnitt ein vollſtändiges Viereck einbeſchrieben, ſo bilden die Schnittpunkte einer beliebigen Geraden g mit dem Kegelſchnitt ein Punktepaar einer Involution, welche durch die Schnittpunkte von g mit je zwei Gegenſeiten des Vierecks beſtimmt iſt. Satz von Pascal: Iſt einem Kegelſchnitt ein Sechseck einbeſchrieben, ſo ſchneiden ſich die drei Paare von Gegenſeiten auf einer Geraden. Satz von Brianchon: Iſt einem Kegelſchnitt ein Sechseck umbeſchrieben, ſo gehen die Verbindungslinien der drei Paare von Gegenecken durch einen Punkt. Satz von Carnot: Iſt ABC ein Dreieck, deſſen Seiten BC, CA, AB den Kegelſchnitt reſp. in den Punktepaaren A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2 ſchneiden, ſo iſt:

$$AB_1\cdot AB_2\cdot BC_1\cdot BC_2\cdot CA_1\cdot CA_2=AC_1\,AC_2\cdot CB_1\cdot CB_2\cdot BA_1\cdot BA_2.$$

Der Pol der unendlich fernen Geraden in Beziehung auf den Kegelſchnitt heißt Mittelpunkt desſelben. Wird er als Urſprung gewählt, ſo iſt in der allgemeinen Gleichung $a_{13}=a_{23}=0$. Eine Gerade durch den Mittelpunkt heißt Durchmeſſer (ſ. d.). Zwei Durchmeſſer heißen konjugiert, wenn jeder durch den Pol des andern geht. Die einzigen zwei konjugierten Durchmeſſer, die aufeinander ſenkrecht ſtehen, heißen Hauptachſen, die Endpunkte derſelben Scheitel, die Entfernungen der Scheitel vom Mittelpunkt Halbachſen. Werden die Hauptachſen zu Koordinatenachſen gewählt, ſo iſt in der allgemeinen Gleichung $a_{12}=0$. Die beiden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

imaginären Tangentenpaare, welche von den unendlich fernen Kreispunkten an den Kegelſchnitt gehen, ſchneiden ſich in vier Punkten, welche Brennpunkte genannt werden. Von denſelben liegen zwei auf der einen (ſogenannten kleinen) Hauptachſe und ſind imaginär; die beiden andern ſind reell und liegen auf der andern (großen) Hauptachſe ſymmetriſch zum Mittelpunkt. Ihre Entfernung von dieſem heißt Exzentrizität. Die Polare eines Brennpunkts heißt Leitlinie oder Directrix (ſ. d.). Das Verhältnis der Abſtände der Kegelſchnittpunkte von einem Brennpunkt und der zugehörigen Directrix iſt konſtant, es iſt $\lessgtr 1$ bei der Ellipſe, Parabel, Hyperbel. Eine Gerade durch den Brennpunkt heißt Leitſtrahl, eine Sehne durch denſelben Brennſehne. Zieht man von einem Kegelſchnittpunkt die Leitſtrahlen nach den beiden Brennpunkten, ſo wird der Winkel derſelben durch die Normale reſp. die Tangente halbiert. Die Strecke, welche auf einer beweglichen Tangente von zwei feſten Tangenten begrenzt wird, erſcheint, vom Brennpunkt aus geſehen, unter konſtantem Winkel. Der Winkel, unter welchem eine Sehne vom Brennpunkt aus erſcheint, wird von dem Leitſtrahl durch ihren Pol halbiert. Zwei aufeinander ſenkrechte Leitſtrahlen ſind konjugierte Gerade in bezug auf den Kegelſchnitt. Die Projektion der Normalen auf den Leitſtrahl iſt gleich der Ordinate des Brennpunkts (wenn die große Halbachſe Abſziſſen-, die kleine Ordinatenachſe); dieſelbe heißt auch Halbparameter p und iſt gleich der mittleren Proportionale aus den beiden Abſchnitten, in welche eine beliebige Brennſehne durch den Brennſtrahl geteilt wird. Konſtruktion des Krümmungsmittelpunkts C für einen Punkt P des Kegelſchnitts (Fig. 1): Ziehe die Normale PA bis zur großen Hauptachſe, errichte auf derſelben das Lot AB bis zum Leitſtrahl FP (F Brennpunkt), errichte auf BP das Lot BC bis zur Normale. Zwei Kegelſchnitte, $K=0$ und $K'=0$, ſchneiden ſich in vier Punkten, durch dieſe (Grundpunkte) geht ein Kegelſchnittbüſchel $K+\lambda K'=0$. Die Kegelſchnitte desſelben ſchneiden jede Gerade in Punktepaaren einer Involution. Zu ihnen gehören drei Geradenpaare, die Gegenſeitenpaare des von den Grundpunkten gebildeten vollſtändigen Vierſeits. Die Diagonalpunkte desſelben bilden ein Dreieck, das für alle Kegelſchnitte des Büſchels Polardreieck iſt. Zwei Kegelſchnitte berühren ſich, wenn von ihren Schnittpunkten zwei zuſammenfallen; ſie oskulieren ſich reſp. berühren ſich vierpunktig, wenn drei reſp. vier Schnittpunkte zuſammenfallen; ſie ſtehen in doppelter Berührung, wenn die Schnittpunkte paarweiſe zuſammenfallen. Zwei Kegelſchnitte ſind konfokal, wenn ſie dieſelben Brennpunkte beſitzen. Zu zwei gegebenen Brennpunkten gehört eine Schar konfokaler Kegelſchnitte. Von dieſen gehen durch jeden Punkt der Ebene zwei, eine Ellipſe und eine Hyperbel, die ſich rechtwinklig durchſchneiden. Iſt ein einfach-unendliches Syſtem von Kegelſchnitten durch vier Bedingungen gegeben, ſo nennt man Charakteriſtiken die Zahl μ der Syſtemkurven, die durch einen gegebenen Punkt gehen, und die Zahl ν der Syſtemkurven, welche eine gegebene Gerade berühren. Beiſpiel: Für das Kegelſchnittſyſtem, welches vier gegebene Geraden berührt, iſt $\mu=2$; $\nu=1$. Näheres ſ. [4], S. 390 ff.

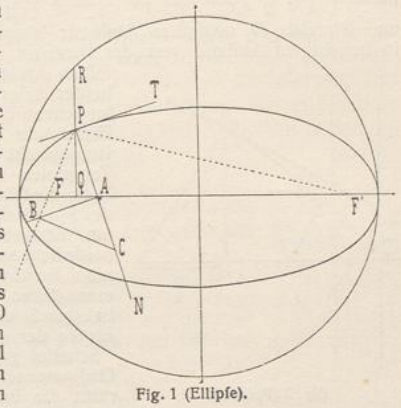


Fig. 1 (Ellipſe).

Diskuſſion der allgemeinen Kegelſchnittsgleichung:

$$a_{11}x^2+2a_{12}xy+a_{22}y^2+2a_{13}x+2a_{23}y+a_{33}=0.$$

Mit $\Delta=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{12} & a_{22} & a_{23} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{vmatrix}$; $A_{33}=\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{12} & a_{22} \end{vmatrix}$ wird:

I. $\Delta \neq 0$ (eigentliche Kegelſchnitte). 1. $A_{33}>0$ Ellipſe a) a_{11} und Δ haben gleiche Vorzeichen: imaginäre Ellipſe (kein reeller Punkt); b) a_{11} und Δ haben verſchiedene Vorzeichen: reelle Ellipſe (ſpeziell $a_{11}=a_{22}$; $a_{12}=0$ Kreis). 2. $A_{33}=0$ Parabel. 3. $A_{33}<0$ Hyperbel.

II. $\Delta=0$ (zerfallende Kegelſchnitte). 1. $A_{33}\neq 0$ Geradenpaare; a) $A_{33}>0$ imaginäres Geradenpaar; b) $A_{33}<0$ reelles Geradenpaar. 2. $A_{33}=0$ Doppelgerade.

Die **Ellipſe** beſitzt keine reellen unendlich fernen Punkte; ſie iſt eine in bezug auf die Hauptachſen ſymmetriſche, geſchloſſene Kurve von länglicher Form und beſitzt vier reelle Scheitel. Ihre Gleichung iſt $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$, wobei a die große, b die kleine Hauptachſe, $a>b$. Die Exzentrizität iſt $e=\sqrt{a^2-b^2}$. Die Ellipſe (Fig. 1) kann als affine Umbildung des Kreiſes über der großen Achſe als Durchmeſſer angeſehen werden. Einfachſte Konſtruktion der Ellipſe durch Verkleinerung der Ordinaten dieſes Kreiſes im Verhältnis $PQ:RQ=b:a$. Die Brennpunkte F und F' liegen innerhalb der Kurve. Die Summe der Leitſtrahlen $PF+PF'$ eines Ellipſenpunkts iſt konſtant gleich der großen Hauptachſe $2a$. Bewegen ſich zwei Punkte einer Geraden je auf den Schenkeln eines Winkels, ſo beſchreibt jeder andre Punkt der Geraden eine Ellipſe; der Ellipſenzirkel (ſ. d.) beruht hierauf. Polargleichung in bezug auf den Mittelpunkt: $r=\frac{b}{\sqrt{1-\frac{e^2}{a^2}\cos\varphi^2}}$, in bezug auf den Brennpunkt $r=\frac{b^2}{a}\frac{1}{1+\frac{e}{a}\cos\varphi}$. Dabei iſt $\frac{b_2}{a}=p$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Halbparameter. Der Krümmungshalbmeſſer im Punkt (ξ, η) iſt $\frac{(\xi^2 b^4 + \eta^2 a^4)^{\frac{3}{2}}}{a^4 b^4}$; in den Endpunkten der großen Achſe $\frac{b^2}{a}$; in denen der kleinen $\frac{a^2}{b}$. Die Evolute $(a x)^{\frac{2}{3}} + (b y)^{\frac{2}{3}} = (a^2 - b^2)^{\frac{2}{3}}$ hat vier Spitzen. Der Flächeninhalt der Ellipſe iſt $a b \pi$. Ihre Fußpunktkurve mit dem Mittelpunkt als Pol $(x^2 + y^2)^2 = a^2 x^2 + b^2 y^2$.

Die **Parabel** iſt eine ins Unendliche verlängerte Ellipſe; ſie berührt die unendlich ferne Gerade (Fig. 2). Sie iſt ſymmetriſch in bezug auf die durch den unendlich fernen Punkt gehende Achſe. Der Endpunkt derſelben heißt Scheitel; die Tangente in demſelben Scheiteltangente. Da der Mittelpunkt unendlich fern iſt, ſind alle Durchmeſſer zur Achſe parallel. Die Scheitelgleichung der Parabel iſt $y^2 = 2 p x$. Die Subtangente iſt gleich der doppelten Abſziſſe, die Subnormale konſtant gleich dem Halbparameter p. Die Parabel beſitzt nur einen reellen Brennpunkt $F\left(0, \frac{p}{2}\right)$ mit der Directrix $x + \frac{p}{2} = 0$. Alle ihre Punkte haben von Brennpunkt F und Directrix D denſelben Abſtand; hierauf beruht ihre punktweiſe Konſtruktion: man zieht in beliebigem Abſtand von der Directrix eine Parallele zu letzterer und beſchreibt mit demſelben Abſtand von F aus einen Kreisbogen; der Schnittpunkt beider liefert ſodann einen Punkt P der Parabel. Die Scheiteltangente iſt Ort der Fußpunkte der vom Brennpunkt auf die Tangenten gefällten Lote, die Directrix Ort der Spitze eines rechten Winkels, deſſen beide Schenkel die Parabel berühren. Zieht man daher einen beliebigen Strahl durch F bis zu der durch den Scheitel gehenden Ordinatenachſe, ſo berührt die im Schnittpunkt auf demſelben errichtete Senkrechte die Parabel im Punkte P'. Läßt man alſo einen rechten Winkel an der Ordinatenachſe ſo gleiten, daß der eine Schenkel immer durch den Brennpunkt geht, ſo bildet der andre Schenkel ſtets eine Parabeltangente, woraus ſich eine einfache Konſtruktion der Kurve ergibt. Der Umkreis eines beliebigen der Parabel umbeſchriebenen Dreiecks geht durch den Brennpunkt. Die Polargleichung in bezug auf den Brennpunkt als Pol iſt $r(1 + \cos\varphi) = p$.

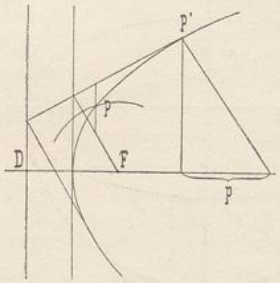


Fig. 2 (Parabel).

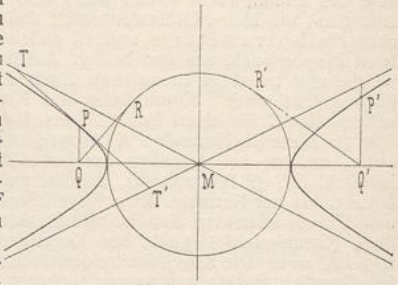


Fig. 3 (Hyperbel).

Krümmungsradius im Punkt (ξ, η) iſt $\frac{(y^2 + p^2)^{\frac{3}{2}}}{p^2}$; im Scheitel hat er den Wert p. Die Evolute iſt eine Neilſche Parabel: $27 p y^2 = 8 (x - p)^3$. Der Flächeninhalt der Parabel bis zum Punkt (ξ, η) iſt $\frac{1}{3}\xi\eta$; die Länge des Parabelbogens $\frac{1}{2}\left\{\frac{\eta\sqrt{p^2 + \eta^2}}{p} + p\, l\left(\frac{\eta + \sqrt{p^2 + \eta^2}}{p}\right)\right\}$.

Die **Hyperbel** beſitzt in ihren beiden unendlich fernen Punkten Tangenten, welche ſich im Mittelpunkt ſchneiden und Aſymptoten heißen (Fig. 3). Die Kurve beſteht ſcheinbar aus zwei Teilen, welche jedoch im Unendlichen zuſammenhängen. Sie beſitzt eine große Halbachſe, auf welcher die reellen Scheitel liegen, und eine kleine, welche die Kurve in imaginären Punkten trifft. Die Hyperbel iſt in bezug auf beide ſymmetriſch. Ihre Gleichung iſt $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$. Die Brennpunkte liegen auf der großen Achſe auf der konkaven Seite der einzelnen Zweige. Die Exzentrizität iſt $e = \sqrt{a^2 + b^2}$. Die Differenz der Leitſtrahlen iſt für alle Hyperbelpunkte konſtant gleich der großen Achſe (Entfernung der reellen Scheitel). Konſtruktion der Hyperbel: Beſchreibe über der großen Achſe als Durchmeſſer einen Kreis; ziehe an ihn vom Endpunkt Q einer Abſziſſe eine Tangente QR und verkleinere ſie im Verhältnis $b : a$, ſo erhält man die Ordinate PQ der Hyperbel. Die Abſchnitte einer Sekante zwiſchen Kurve und Aſymptote ſind einander gleich, daher halbiert der Berührungspunkt P das zwiſchen die Aſymptoten fallende Stück TT' der Tangente. Der Inhalt des Dreiecks $TT'M$, welches eine Tangente mit den Aſymptoten bildet, iſt konſtant. Auf die Aſymptoten als Koordinatenachſen bezogen, lautet die Gleichung der Hyperbel $xy = c^2$, Polargleichung in bezug auf den Mittelpunkt $r = \frac{b}{\sqrt{\frac{e^2}{a^2}\cos^2\varphi - 1}}$, in bezug auf einen Brennpunkt als Pol

$$r = \frac{b^2}{a} \cdot \frac{1}{1 + \frac{e}{a}\cos\varphi} \left(\text{wo } \frac{b^2}{a} \text{ der Halbparameter}\right).$$

Krümmungsradius im Punkt (ξ, η): $\frac{(\xi^2 b^4 + \eta^2 a^4)^{\frac{3}{2}}}{a^4 b^4}$; in den Endpunkten der großen Achſe $\frac{b^2}{a}$. Die Evolute iſt $(a x)^{\frac{2}{3}} - (b y)^{\frac{2}{3}} = (a^2 + b^2)^{\frac{2}{3}}$. Die Hyperbel heißt gleichſeitig mit $a = b$, alſo

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$x^2 - y^2 = a^2$; bei einer folchen ftehen die Afymptoten aufeinander fenkrecht, und konjugierte Durchmeffer haben gleiche Länge. Ihre Fußpunktkurve ift eine Lemniskate.

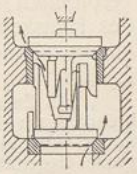
Kegelfchnitte, kubifche, f. Raumkurven. Vg. a. Kurvenabfteckung.

Literatur: [1] Salmon, G., Analytifche Geometrie der Kegelfchnitte, deutfch von Fiedler, 6. Aufl., Leipzig 1903. — [2] Gundelfinger, S., Vorlefungen aus der analytifchen Geometrie der Kegelfchnitte, herausg. von Dingeldey, Leipzig 1895. — [3] Heffe, O., Sieben Vorlefungen aus der analytifchen Geometrie der Kegelfchnitte, Leipzig 1874. — [4] Clebfch, A., Vorlefungen über Geometrie, herausg. von Lindemann, Abt. 2, Bd. 1, Leipzig 1876. — [5] Steiner, J., Vorlefungen über fynthetifche Geometrie, 1. Teil, Die Theorie der Kegelfchnitte in elementarer Darftellung, bearbeitet von Geifer; 2. Teil, Die Theorie der Kegelfchnitte, geftützt auf projektivifche Eigenfchaften, bearbeitet von Schröter, 3. Aufl., Leipzig 1898. — [6] Seeger, H., Die Fundamentaltheorien der neueren Geometrie und die Elemente der Lehre von den Kegelfchnitten, Braunfchweig 1880. — [7] Zeuthen, H. G., Grundriß einer elementar-geometrifchen Kegelfchnittslehre, Leipzig 1882. — [8] Erler, W., Die Elemente der Kegelfchnitte in fynthetifcher Behandlung, 6. Aufl., Leipzig 1903. — [9] Lange, Synthetifche Geometrie der Kegelfchnitte, 2. Aufl., Berlin 1900. — [10] Schlotke, Die Kegelfchnitte und ihre wichtigften Eigenfchaften, Dresden 1903. — [11] Thomae, Die Kegelfchnitte in rein projektiver Behandlung, Halle 1894. *Wölffing.*

Kegelftoffmühle, jene in der Papierfabrikation zur letzten Zerfaferung des Papierzeuges in Anwendung gebrachte mühlenähnliche Mafchine, die aus einem fchienenbefetzten Vollkegel befteht, der in einem ebenfalls mit Schienen befetzten kegelförmigen Gehäufe rotiert; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

Kegelftuhl, f. Weberei.

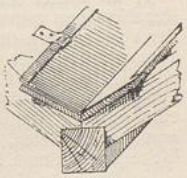
Kegelventile enthalten eine kegelförmige Abdichtungsfläche von geringer Breite im Gegenfatz zu Tellerventilen mit ebenem Abdichtungsringe.



Sie werden allgemein bei Abfchlußventilen (f. Durchgangsventile, Fig. 1—3) und kleinen Pumpen mit hohem Druck angewendet. Die Figur zeigt ein Druckventil mit unterer Führung durch drei Flügel im Ventilfitz und darunter ein Saugventil mit oberer Führung durch drei Flügel und durch drei feitwärts vom Ventilkegel ftehende Stege. *Lindner.*

Kehlbalken, -dach, f. Dachftuhl, Bd. 2, S. 514.

Kehlblech, Blechverwahrung der Dachkehle (f. d.) aus flachgebogenen Metallftreifen, am beften aus Zinkblech Nr. 14. Die Befeftigung erfolgt an den etwa 2 cm breit umgefalzten Rändern mittels Heftblechen (f. d.). Je nach der Sparrenbildung des Daches, bezw. des Kehlfparrens, befteht die Unterlage des Kehlbleches nur aus jenem oder wird aus rauhen Kehlbrettern gebildet (f. die Figur). *Weinbrenner.*



Kehlbrett, 1. Unterlage der Kehlbleche (f. d.); 2. Brett, an beiden Seiten mit Leiften verfehen, zwifchen welchen der Schreiner das zu kehlende Holz mit Keilen einfpannt (f. Zulage); 3. Brett, zwifchen Wand und Decke fchräg befeftigt, um beim Ziehen der Deckenkehlen den Auftrag von Gipsmörtel zu verringern.

Kehle, im Bauwefen, f. v. w. Hohlkehle (f. d.). *Weinbrenner.*

Kehleifen (Kehlmeffer), f. v. w. profilierte Hobeleifen für Kehlhobel und Holzhobelmafchinen, f. Hobeln, S. 68 und 76.

Kehlen, Aushobeln bezw. Ausftoßen von Kehlen oder andern Gliedern aus einem Holze; f. Auskehlung.

Kehlgebälke, f. Balkenlage.

Kehlleifte, 1. eine Holzleifte, an welcher eine oder zwei Kehlen ausgeftoßen find; fie dient hauptfächlich zur Ueberdeckung von Fugen an Schalungen; 2. Kehlftoß, eine bei den Schreinern übliche Bezeichnung für den Karnies (f. d.) oder die verkehrt ftei gende Welle. *Weinbrenner.*

Kehlmafchinen, f. Hobelmafchinen (für Holz), S. 76 und 77.

Kehlrinne, 1. Dachrinne (f. Bd. 2, S. 508) in Form einer Hohlkehle; 2. f. v. w. Kehlblech.

Kehlrifpe (Halbrifpe), Stütze des Kehlbalkens bei dem einfachen ftehenden Stuhl; vgl. Dachftuhl, Bd. 2, S. 513 ff.

Kehlfchiftsfparren (Reiter), f. Dachftuhl, Bd. 2, S. 513.

Kehlfeite, jede der Dachfeiten, welche zufammen die Dachkehle bilden.

Kehlfims, das fich ausbauchende Gefimfe zwifchen Decke und Wand, das namentlich in der franzöfifchen Renaiffance angewendet wurde (f. Deckengefims, Bd. 2, S. 688). Auch das Gefimfe an der Bruchftelle der Manfardendächer wird fo genannt. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kehlſparren, ſ. Dachſtuhl, Bd. 2, S. 513.

Kehlſtoß, 1. ſ. v. w. Kehlleiſte (ſ. d.); 2. ein mittels des Kehlhobels ausgeſtoßenes Holzſtück.

Kehlung, Profilierung eines Bauteils aus Holz oder Stein in Form einer Kehle, auch eines Karnieſes u. dergl.

Kehlzeug, zuſammenfaſſende Bezeichnung für die verſchiedenen Arten von Kehlhobeln (ſ. Hobeln, S. 68).

Kehlziegel, zur Deckung von Dachkehlen verwendet, bilden in der Regel eine nach oben offene Rinne, nach welcher die übrigen Dachziegel (ſ. d.), ſoweit dieſelben an die Dachkehle ſtoßen, ihr Waſſer abgeben. *K. Dümmler.*

Kehrherd, ſ. Herdarbeit, S. 42.

Kehrichtverbrennung (Müllverbrennung) wurde zuerſt in Amerika und England vorgenommen. Schon in den ſiebziger Jahren entſtanden in England Kehrichtverbrennungsanlagen (Paddington-London 1870, Manchefter 1877); bis 1893 waren in England 72 Verbrennungsanlagen in 55 Städten im Betrieb [1], S. 4; Verbreitung fanden hauptſächlich die Fryerſchen Oefen, ferner der Warner- und der Horsfall-Ofen. Abgeſehen von einigen Verbrennungsanſtalten, welche mit dem Hauskehricht Fäkalien und Kanalſchlamm miſchen und das Gemenge verbrennen (in Ealing), beſchränken ſich die meiſten Anlagen auf die Verbrennung des Hauskehrichts und dazwiſchenhinein der Abgänge von Märkten, aus Warenlagern, Läden, in Hafenplätzen auch der Abgänge aus den Auswandererſchiffen u. ſ. w.

Ein Zuſatz irgend welchen Brennmaterials findet in England nicht ſtatt. Der Kehricht brennt durch ſich ſelbſt. In die Oefen gelangt der Kehricht, wie er aus den Häufern kommt, ſortiert wird nichts, höchſtens werden größere Stücke, z. B. Faßreifen, Blechkaniſter und andre große Gegenſtände ausgeleſen. Erfahrungsgemäß lieferte der engliſche Kehricht beim Verbrennen etwa 30% an Schlacken, eine Zahl, die aber immerhin ſehr wechſeln kann, je nach den Einwohnern und der Lebenshaltung in den Städten. Die Leiſtungen der einzelnen Oefen ſchwanken nach den Angaben der engliſchen Ingenieure bedeutend. Die Menge Kehricht, welche binnen 24 Stunden in einer Ofenzelle verbrannt werden kann, ſchwankt zwiſchen 4 bis 10 t, im Mittel leiſtete der Horsfall-Ofen 6½ t, der Warner-Ofen bis zu 8 t. Wird Kanalſchlamm mitverbrannt (wie z. B. in Ealing) ſo ſinkt die Leiſtung auf ca. 4½ t. Die Menge der Verbrennungsrückſtände gibt Warner zwiſchen 15 bis 50% an. Die in den Oefen herrſchenden Temperaturen ſind ſehr auseinandergehend. Codrington hat in 8 Fryer-Ofenzellen in Whitechapel 120—538° C., im Mittel 254° C., gefunden; bei nahezu abgebranntem Feuer zeigte die Temperatur 143—149° C. Bei dem zum Hauptfuchs führenden Feuerzug zeigte das Pyrometer eine mittlere Temperatur von 210—282° C. Höhere Temperaturen liefern die mit Gebläſe arbeitenden Oefen, 655° C. (kirſchrot glühend), bis 725° C. (hellrot glühend). Zahlreiche engliſche Ofenſyſteme ſind in [1] abgebildet, worauf wir verweiſen.

Die erſte Kehrichtverbrennungsanlage in Deutſchland hat man in Hamburg errichtet; ſie iſt von A. Meyer den engliſchen Anſtalten nachgebildet [2]. 1895 waren 6 Oefen im Betrieb, 1896 weitere 30. Man hat in Hamburg den etwas abgeänderten Horsfall-Ofen gewählt. Die einzelnen Ofenzellen ſtehen mit den Rücken gegeneinander zur Vermeidung von Wärmeverluſten. Die Einfüllöffnung, gemeinſchaftlich für zwei gegeneinander liegende Zellen, befindet ſich oben auf der Plattform. Der Kehricht rutſcht von da aus auf eine Roſtfläche, wo er verbrannt wird. Zur Aufrechterhaltung der Verbrennung wird Unterwind angewendet, und zwar entweder durch Dampfgebläſe oder, wie in Hamburg durch mittels Ventilation bewegte Luft. Die Roſtfläche pro Ofenzelle beträgt in Hamburg 3,4 qm, Leiſtung ca. 7,2 t Kehricht in 24 Stunden. Jede Zelle hat zwei Schlackentüren, und alle 1½ Stunden wird geſchlackt, und ebenſo etwa alle 1½ Stunden wird jede Zelle mit Kehricht neu beſchickt. Ein Arbeiter bedient in Hamburg 6 Oefen oben bei der Füllung und ein Arbeiter 3 Oefen unten beim Schlacken. In neueren Anſtalten fällt das Beſchicken von Hand weg (Cöln, Wiesbaden). Es geſchieht da durch Fülltrichter mit Schiebern, ſo daß der Arbeiter mit dem Kehricht nicht in Berührung kommt. Die geſchloſſenen, vom Radgeſtell abnehmbaren Kehrichtwagen werden mit elektriſchem Laufkran gehoben und über die Plattform oder über den Fülltrichter mittels elektriſcher Windevorrichtung entleert.

Wie ſchon erwähnt, brennt in der Regel der Kehricht nicht nur allein, ſondern er entwickelt mehr Wärme als zur Erzeugung der zum Betrieb der Dampfkeſſel, Dampfmaſchinen, Elektromotoren nötigen Kraft gebraucht wird. Die überſchüſſige Kraft bildet neben dem Erlös für die Schlacken eine Einnahmequelle der Verbrennungsanſtalten. Mit den Verbrennungsgaſen heizt man Dampfkeſſel, welche hinter den Oefen oder, wie bei den Ofenanlagen von Manlove, Alliot & Cie., zwiſchen den Ofenzellen angeordnet ſind. Schieber ermöglichen die Verteilung der Heizgaſe, ſo daß man die einzelnen Dampfkeſſel ausſchalten kann. In den Rauchkanal ſind Notfeuerungen eingebaut, um, wenn es ſein muß, auch ohne Kehrichtverbrennung die Keſſel unter Dampf halten zu können. In Deutſchland ſind dieſe ganzen Verhältniſſe der Kehrichtverbrennung hauptſächlich in der Hamburger Anlage ſtudiert worden. Die größte Erfahrung hat Hamburg; allein auch die Städte Eſſen, Stuttgart, Berlin, München, Dortmund, Elberfeld, Cöln, Poſen, Kaſſel und Wiesbaden haben in Hamburg verſuchsweiſe ihren Kehricht verbrennen laſſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen wird angenommen, daß 1 kg Kehricht 0,75 kg Dampf erzeugt. Während man in Hamburg den abgeänderten Horsfall-Ofen benutzt, wählte man in Wiesbaden den Dörrſchen Ofen, welcher im Gegenſatz zu den niedrigen engliſchen Roſtöfen einem Hochofen ähnlich konſtruiert iſt, wobei Eiſenteile im Feuerraum ſelbſt vermieden ſind [3]. In Dörrſchen Oefen findet ein ununterbrochener Dauerbetrieb ſtatt, während bei den andern Oefen der Verbrennungsprozeß während des Schlackenziehens mehr oder weniger unterbrochen iſt. Der Kehricht gelangt bei der Dörrſchen Einrichtung in üblicher Weiſe zunächſt auf den Ofen und von da in den Verbrennungsſchacht, rutſcht dann allmählich tiefer, gelangt ſo von ſelbſt in immer heißere Schichten, um ſchließlich im Brandherd ſelbſt verbrannt und weiter unten auf der Schlackenbrücke als Schlacke entfernt zu werden, deren Wärme für die von unten in den Verbrennungsſchacht einſtrömende Gebläſeluft nach Möglichkeit noch ausgenutzt wird. Laut Wiesbadener Betriebsberichten herrſchen in den Oefen Temperaturen von 1000—1500°; die mittlere Temperatur im Fuchſe beträgt bei Dauerbetrieb 950—1000°. Die Verdampfung iſt eine $^2/_3$—$^3/_4$fache. Der Kohlenſäuregehalt der Verbrennungsgaſe beträgt 12—14 Vol.-Proz. gegen 4—8 Vol.-Proz. bei den ſonſtigen Oefen. Wie in [4] ausgeführt iſt, beträgt die tägliche Leiſtung eines ſolchen Ofens 16—18 t Kehricht gegenüber 5—8 t der engliſchen Oefen.

Die Schlacken werden zur Straßenbefeſtigung, zu Beton und in Hamburg auch als Erſatz von Koks zur Füllung von Kläranlagen nach dem ſogenannten biologiſchen Verfahren verwendet. Die Wärme wird, wie eingangs ſchon erwähnt, verwertet. In Wiesbaden beträgt das Anlagekapital 400000 ℳ. Die Anſtalt iſt ſeit 1906 im Betrieb. Schätzungsweiſe ſind für 1 t verbrannten Kehricht 1,75—2 ℳ. Perſonalkoſten, an ſonſtigen Unkoſten (ohne die Koſten für Waſſer, Oel und Putzſtoffe) 0,4—0,5 ℳ. erforderlich. Der Erlös aus Schlacken, Eiſen, Aſche wird zu 0,5—0,6 ℳ., derjenige für elektriſche Energie für 2,50 ℳ. für 1 t verbrannten Kehrichts gerechnet, bei einem Preiſe von 4—5 ₰. für die Kilowattſtunde. Aufzubringender Aufwand einſchließlich Verzinſung und Amortiſation des Anlagekapitals u. ſ. w. ca. 1,1—1,3 ℳ. für jede Tonne des verbrannten Kehrichts, ein Betrag, den die Stadt Wiesbaden ſeither als Sortierungskoſten auch hat aufwenden müſſen.

Der Vollſtändigkeit halber verweiſen wir noch auf zwei andre Methoden der Kehrichtbeſeitigung, nämlich auf das Schneiderſche Schmelzverfahren und auf die Vergaſung (Entgaſung). Das erſtere Verfahren verfolgt den Zweck, den Kehricht durch Zugabe von Kohlen und eventuell andern Zuſchlägen, wie Kalk, in geeigneten Schmelzöfen bei ſehr hoher Temperatur zu verbrennen, die Rückſtände zu ſchmelzen und ſie in geeignete Formen zu gießen. Nach den Angaben Schneiders ſollen nur etwa 10% Rückſtand als ein lavaähnliches Material verbleiben, das in Form von Steinen, Ziegeln oder Blöcken als ein gutes, waſſer- und witterungsbeſtändiges Material leicht verkäuflich iſt und zu Bauzwecken verwendet werden ſoll. Die in Berlin mit einem ſolchen Kehrichtſchmelzofen in größerem Umfang und mit dem Kehricht von verſchiedenen Städten vorgenommenen Verſuche ermunterten übrigens nicht zur Aufnahme des Verfahrens durch die betreffenden Stadtverwaltungen [5]. Die Kehrichtvergaſung wurde von Ottermann & Cie. in Wien aufgenommen. Nach deren Syſtem wird der Kehricht mit Kohle gemiſcht, in Retorten, wie man ſie in den Gasfabriken benutzt, vergaſt, das Gas wie das Steinkohlengas gereinigt und als Heiz- und Motorengas und zu Beleuchtungszwecken gebraucht. Im letzteren Falle müßte es karburiert (ſ. Leuchtgas) werden, da es eigne Leuchtkraft nicht beſitzt. Nach den Wiener Verſuchen ſoll 1 kg Kehricht 75 l gereinigtes Gas geben, mit einem Heizwert von ca. 3000 W.E. pro Kubikmeter. Verfaſſer [6] hat im Stuttgarter Gaswerk ebenfalls eine größere Verſuchsreihe vorgenommen und für den Stuttgarter Kehricht gefunden, daß die Gasausbeute in weiten Grenzen ſchwankt, daß das Gas ſehr ſtark kohlenſäurehaltig iſt, einen Heizwert von ca. 2800 W.E. pro 1 cbm hat, und daß es nur mit ſchwachgelblicher Flamme brennt. Nachteile dieſes Syſtems ſind höhere Anlagekoſten (Retortenöfen, Gasreinigungsapparate, Gasbehälter), größere Betriebskoſten wegen der Unterfeuerung (Koks) und die Maſſen von ſchlecht zu verwertenden Rückſtänden, insbeſondere aus den Reinigungsapparaten, da man wegen des großen Kohlenſäuregehaltes (17—26 Vol.-Proz.) die aus den Gaswerken verſchwundene Kalkreinigung in früherer Zeit in größerem Maßſtab wieder aufnehmen müßte.

Gegenüber der früher auch in großen Städten üblichen Anhäufung des Kehrichts auf Lagerplätzen bedeutet die Kehrichtverbrennung einen hygieniſchen Fortſchritt, und dieſelbe gewinnt in neueſter Zeit eine immer größer werdende Verbreitung. Die Ergebniſſe — Aſche, Schlacken u. ſ. w. — ſind ſelbſtverſtändlich hygieniſch einwandfrei. Der Kehricht verbrennt um ſo vollkommener, je mehr demſelben brennbare Stoffe, wie Holzſtücke, Steinkohlenabfälle u. dergl., beigemiſcht ſind; daher geſtalten ſich die Verhältniſſe am günſtigſten in jenen Städten, in welchen man die Stubenöfen u. ſ. w. vorzugsweiſe mit Steinkohlen heizt (vgl. [1], [2], [7]). Weniger günſtig liegen die Verhältniſſe dort, wo hauptſächlich Braunkohlenbriketts, Torf u. dergl., die viel Aſche und wenig unverbranntes Material als Abfall liefern, zu den Ofenheizungen verwendet werden. Dieſe Aſche wirkt nachteilig, weil ſie ſelbſt unverbrennlich iſt und die Verbrennung der von ihr eingehüllten, ſonſt brennbaren Beſtandteile des Kehrichts verhindert (vgl. [8], S. 52 und 129). Verſchiedene Städte hatten deshalb auch bei den in Hamburg angeſtellten Probeverſuchen mit ihrem Kehricht Mißerfolg. Abſieben des Kehrichts und Kohlenzuſatz ermöglichen die Verbrennung, erhöhen aber ſelbſtverſtändlich die Koſten. Auf dem Lande findet die Kehrichtverbrennung keinen Eingang.

Vgl. a. Abfallſtoffe, Mülltransport und Maſſentransport.

Literatur: [1] Bohm und Grohn, Ueber die Müllverbrennung in England, Berlin 1894 (mit ausführlichem Verzeichnis der älteren engliſchen Literatur und Zeichnungen von Oefen). — [2] Meyer, A., Die ſtädtiſche Verbrennungsanſtalt für Abfallſtoffe von Bullerdeich in Hamburg, 1899. — [3] Koepper, G., Die Entwicklung der Müllverbrennung und der Dörrſchen Oefen zur Verbrennung von Hausmüll und Straßenkehricht, Dresden 1906. — [4] Denkſchrift der Stadt Wiesbaden, 1906. — [5] Kapf, S., Die Beſeitigung des ſtädtiſchen Mülls, Aachen 1905. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[6] Bujard, Dingl. Polyt. Journ. 1900, Bd. 315. — [7] Leurs, M. J., La nouvelle usine des immondices de la ville Bruxelles, Gesundheitsingenieur 1906, S. 537. — [8] Bohm und Grohn, Die Müllverbrennungsversuche in Berlin, 1897. — Vgl. a. Weyls Handbuch der Hygiene, Jena 1894, Bd. 2, 2. Abt., S. 205; Büsing, Städtereinigung, Stuttgart 1897. *Bujard.*

Kehrichtvergafung, s. Kehrichtverbrennung.

Kehrmaschine, s. Straßenreinigung.

Kehrpflug, s. Pflug.

Kehrrad und Kehrturbine, ein Wasserrad bezw. eine Turbine zur Schachtförderung (s. d.) mit zwei entgegengesetzt geschaufelten Kränzen, von denen abwechselnd der eine oder der andre beaufschlagt wird, um einmal rechtsinnige, das andre Mal widersinnige Drehung zu erzeugen. *Treptow.*

Keilapparate und Keilarbeit, s. Hereintreibearbeit.

Keile sind entweder Stellkeile oder Befestigungskeile.

Als **Stellkeile** benutzt man sie in Lagern zur Nachstellung der Lagerschalen, besonders in Kurbellagern (s. d.), Pleuelstangenköpfen (s. d.), auch an Führungen, Kreuzkopfschuhen u. s. w. Zur Verschiebung und Festhaltung des Keiles dienen Schrauben; man bemißt diese für eine Kraft $P = Q \cdot \operatorname{tg} \alpha$, entsprechend dem Anzugwinkel des Keiles, als ob er reibungslos wäre, sofern die Schrauben nicht unter dem Betriebsdruck angezogen werden. Andernfalls sind nach Fig. 1 die Reibungen bei Q, R und F zu berücksichtigen; wenn die Reibziffer an den drei Stellen gleich $\operatorname{tg} \varrho$ gesetzt wird, ist $P = Q \operatorname{tg}(\alpha + 2\varrho)$. Die Kraft zum Lösen des Keiles unter Belastung ist $Q \cdot \operatorname{tg}(2\varrho - \alpha)$.

Befestigungskeile erhalten so geringen Anzug, daß sie sich nicht von selbst lösen, 1 : 20 bis 1 : 100, allenfalls Sicherung durch Splinte oder Schrauben (Fig. 3 und 4). Wenn ein Keil durch Hammerschläge eingetrieben wird, so durchläuft ihn bei jedem Schlage eine elastische Welle, so daß er trotz der Reibung weiter vordringt. Dadurch entsteht eine „Spannungsverbindung", bei der die Betriebskräfte keine weiteren elastischen Formänderungen hervorrufen.

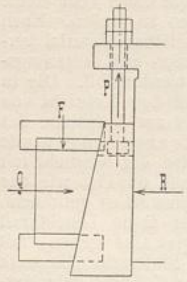


Fig. 1.

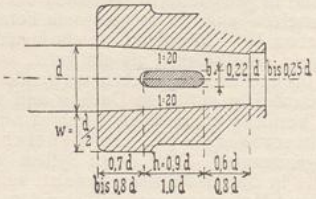


Fig. 2.

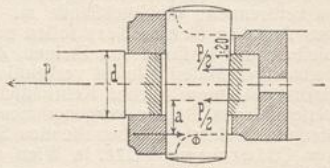


Fig. 3.

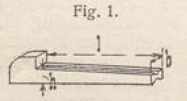


Fig. 5.

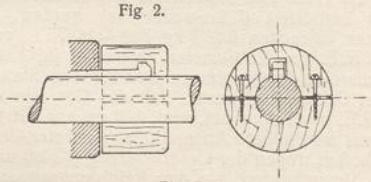


Fig. 6.

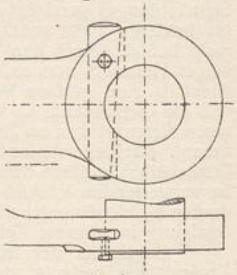


Fig. 4.

Querkeile durchdringen diametral ein Stangenende, das in einer Hülse nach Fig. 2 mit Kegelform von 5—6° ganzem Spitzenwinkel eingeschliffen ist, oder nach Fig. 3 zylindrisch eingepaßt und mit dem Stirnende (oder außen mit einer Schulter) anliegt. Für eine Kolbenstange kann man die in Fig. 2 gegebenen Verhältnisse annehmen und danach rechnen: Die Zugspannung des Stangenquerschnittes neben dem Keilloch $s = P/(\pi d^2/4 - b d)$ muß unterhalb des normalen Wertes von etwa 500 kg/qcm bleiben. Der Keil wird durch die Stangenkraft P im wesentlichen auf Biegung beansprucht, wobei man die Kraft zu beiden Seiten der Mittellinie verteilt denken kann (Fig. 3). Aus der Biegungsformel $P a/2 = s b h^2/6$ ergibt sich die Spannung s, die bis 1500 kg/qcm für den Gußstahlkeil betragen darf. Die Schubspannung $t = P/2 b h$ wird daneben gering. Der Flächendruck zwischen dem Keilrücken und der Laibung des Keilloches in der Stange $p = P/b d$ kommt auf etwa 1000 kg/qcm. Ebenso ist der Flächendruck in der Hülse $p = P/2 b w$ innerhalb der zulässigen Druckspannung, z. B. 900 für Gußeisen, zu halten, und die Wandstärke w der Hülse am Keilauflager danach zu bemessen. Zum Austreiben der Stange sieht man eine Oeffnung des Kreuzkopfes in der Achsenrichtung vor. — **Streifkeile,** Fig. 4, in den Enden einer gegabelten Pleuelstange streifen den Kreuzkopfbolzen an einer angefeilten ebenen Fläche und liegen am Rücken über die ganze Länge auf; Lochränder und Keilrücken sind halbkreisförmig abgerundet.

Nabenkeile zur Befestigung von Naben auf Wellen tragen die schräg geneigte Keilfläche außen an der Nabenseite; der Anzug beträgt 1 : 40 bei bequemer Handarbeit, bis 1 : 100 bei maschinenmäßiger Herstellung. Ueber **Federkeile** ohne Anzug s. Bd. 3, S. 654. — **Nasenkeile,** Fig. 5, verwendet man nur, wo die hintere Nabenseite zum Austreiben des Keiles nicht zugänglich ist, überdeckt aber die Nase zum Schutz der Arbeiter mit runden Hülsen, Fig. 6. Die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Herſtellung der Naſenkeile erfolgt nicht durch Anſtauchen, ſondern durch Ausſtrecken eines Stahlſtabes von der Höhe der Naſe.

Nutkeile, Fig. 7, dienen ganz allgemein zur Befeſtigung von Zahnrädern, Kupplungen, Riemſcheiben, kleinen Schwungrädern u. ſ. w. Sie liegen mit der Breite b paſſend in Nuten der Welle und Nabe, und zwar ſo tief, daß der Mittelpunkt ihres Querſchnittes gerade in den Wellenumfang fällt. Die Keilhöhe, am dicken Ende gemeſſen, iſt $h = 0{,}6\,b$. Die Breite wird nach der Welle oder Bohrung d beſtimmt, wenn dieſe normal, d. h. dem von der Nabe zu übertragenden Moment gerade angemeſſen iſt; $b = \frac{1}{5}\,d + 5$ mm bis $\frac{1}{4}\,d + 4$ mm. — **Flachkeile,** Fig. 8, die auf einer ebenen Fläche der Welle aufliegen, bieten etwas größere Sicherheit der Kraftübertragung als die dem Wellenumfang angepaßten **Hohlkeile,** Fig. 9, die für leichte Riementriebe genügen. Sie erhalten beide $h = 0{,}5\,b$.

Jul. Roemmele in Freiburg i. B. fertigt Flußſtahlkeile mit Rillen längs der Mitte der Druckflächen (Fig. 5—9) zur beſſeren Anlage der ſeitlichen Flächenteile und zur Einflößung von Petroleum beim Löſen. Seine bewährten Normalmaße gibt folgende Tabelle wieder:

Wellenſtärke . .	$d =$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110 mm
Keilbreite	$b =$	7	8	10	11	12	13	15	16	17	18	20	21	22	24	25	26	28	30 „
Höhe { Nutkeils	$h =$	5	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	13	13	14	14	15	16	17 „
des { Flach- u. Hohlkeils	$h =$	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	15 „

100 Stück Nutkeile von b cm Breite und l cm Länge koſten ungefähr $b(l + 6)$ ℳ., Naſenkeile $1{,}4\,b(l + 10)$ ℳ.; Flachkeile 5 % weniger, Hohlkeile 10 % mehr. Stahlblechlehren zum Vorreißen der Nuten an Welle und Nabe koſten für $d = 20$—200 mm oder 300—500 mm 80 ℳ., für 20—100 oder 200—300 mm 50 ℳ.

Quadratkeile, Fig. 10, finden ſich ſeltener, z. B. an ſchweren Waſſerrädern und auch bei kleinen Modellen; $b = h = 0{,}1\,d + 10$ mm. — Rundkeile, Fig. 11, für Kurbelnaben laſſen ſich nur an Stirnenden und bei gleicher Härte von Welle und Nabe anbringen, weil das Loch erſt nach dem Aufziehen der Nabe gebohrt und koniſch aufgerieben wird. Keilſtärke $= 0{,}1\,d + 10$ mm.

Fig. 16.

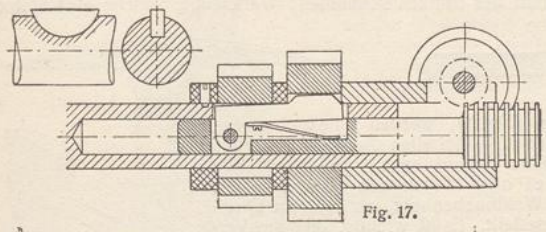


Fig. 17.

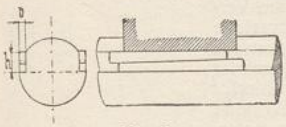


Fig. 12.

Fig. 10.

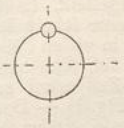


Fig. 11.

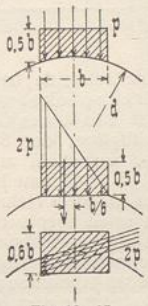


Fig. 13—15.

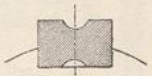


Fig. 7.

Fig. 8.

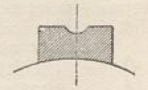


Fig. 9.

Doppelkeile benutzt man, um ſtarke Momente an Schwungrädern, Seilſcheiben und großen Zahnrädern zu übertragen und um einſeitiges Verſpannen der Räder durch einen Keil zu vermeiden, und zwar: einen Nutkeil und einen Flachkeil mit Verſetzung um 90° am Wellenumfang, und bei geteilten Naben vorzugsweiſe die **Tangentialkeile,** Fig. 12; hierbei liegen zwei Paar Keile, deren Symmetrieachſe in die Nabenfuge fällt, je mit ſchräger Fläche aneinander zwiſchen parallelen Druckflächen von Welle und Nabe. Die ganze Keilhöhe iſt $h = \frac{1}{4}\,d + 4$ mm, die Breite $b = 0{,}3\,h + (1$—$2)$ mm.

Die Keile ſind in dreierlei Art wirkſam: 1. durch Reibung, die beim Hohlkeil ausſchließlich wirkt, Fig. 13. Die Kraft $p\,l\,b$ drückt ſowohl zwiſchen Keil und Welle als auch am gegenüber liegenden Wellenumfang auf die Nabe und überträgt das Moment $p\,l\,b\,\mu\,2\,d/2 = M_1$, entſprechend einem Torſionsmoment der Welle $0{,}2\,d^3\,t_1$. Mit $p = 600$ kg/qcm Flächendruck, $l = 1{,}33\,d$, $b = 0{,}3\,d$, $\mu = \frac{1}{6}$ wird $t_1 = 200$ kg/qcm. — Wenn die Welle nur einen Teil M_0 des ihrer Stärke zukommenden Torſionsmomentes an der Nabe abſetzt, hätte man den Keil für den Durchmeſſer d_0 zu bemeſſen, der ſich aus $M_0 = 0{,}2\,d^3\,t$ mit $t = 200$ ergibt und nach den vorſtehenden Annahmen zu ſetzen $b = 0{,}3\,d_0\sqrt{d_0/d}$. — 2. Einſeitige Klemmung des Keiles [1] kommt beſonders dem Flachkeil zu, Fig. 14. Unter Annahme von Dreiecksbelaſtung mit $2\,p = 1200$ kg/qcm Druck längs der einen Kante geht die Reſultierende der Kraft $2\,p\,l\,b/2$ im Schwerpunktsabſtande $b/6$ neben der Mitte hin und äußert das Moment $M_2 = p\,l\,b^2/6$. Im günſtigſten Falle kann man hier die Reaktion am gegenüber liegenden Wellenumfang wieder um $b/6$ jenſeits der Mittellinie wirkſam annehmen und erhält dabei $M_2 = 2\,p\,l\,b^2/6 = 0{,}2\,d^3\,t_2$; daraus $t_2 = 60$—120 kg/qcm $= 0{,}3\,t_1$ bis $0{,}6\,t_1$. — 3. Seitlicher Flankendruck [2] iſt bei Federkeilen ausſchließlich wirkſam, bei Tangentialkeilen hauptſächlich und tritt auch bei Nutkeilen auf, Fig. 15. Setzt man den Druck gleich $2\,p$ und die Höhe des Nutrandes an der Welle $\frac{1}{3}\,h = 0{,}2\,b$, ſo wirkt die Kraft $2\,p\,l\,0{,}2\,b$ mit dem Hebelarm $d/2$, ſo daß $M_3 = 2\,p\,l\,0{,}2\,b\,d/2 = 0{,}2\,d^3\,t_3$ wird, und $t_3 = 240$ kg/qcm $= 1{,}2\,t_1$. — Ein Nutkeil wirkt hiernach, ohne Sicherheit für den Betrieb gerechnet, bis zu einem Moment, das $t = 200$ entſpricht, nur mit Reibung, darüber hinaus, bis etwa $t = 300$, auch mit Klemmung und ſchließlich, bis $t = 500$, noch mit Flankendruck.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Segmentkeile, Fig. 16, nach Woodruff werden durch Abſägen von einem in Segmentprofil gezogenen Stahlſtabe hergeſtellt, und die Nut wird durch einen paſſenden Fräſer mit radialem Vorſchub in die Welle eingeſchnitten. In langen Naben liegen zwei ſolche Keile hintereinander.

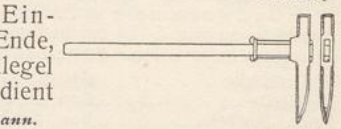
Ziehkeile, Fig. 17 [3], laſſen ſich durch eine Stange innerhalb einer hohlen Welle ſo verſchieben, daß ſie eines von mehreren loſen Zahnrädern mit der Welle kuppeln, um verſchiedene Geſchwindigkeit auf den Vorſchub einer Werkzeugmaſchine zu übertragen. Zur Erleichterung des Eingreifens erhält jedes Rad mehrere Nuten.

Halbrunde, durch Verdrehung **ausrückbare Keile** ſ. bei Kupplungen.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1888, S. 1029; 1889, S. 492 — [2] Ebend. 1906, S. 1634. — [3] Ebend. 1904, S. 546.

Lindner.

Keilhaue, eine Art Spitzhacke oder Einſpitze (ſ. d.) mit hammerartig überſtehendem Ende, auf das zum Eintreiben der Haue mit einem Schlegel aufgeſchlagen werden kann (ſ. die Figur). Sie dient zum Löſen feſterer Bodenarten (ſ. d.). *L. v. Willmann.*



Keilhauenarbeit, im Erd-, Tunnel- und Bergbau die Gewinnung, das iſt die Loslöſung und Zerkleinerung des Gebirges mittels eines Werkzeuges (Gezähes), welches Keilhaue, auch Pickel, Krampen und im beſonderen Spitz- und Breithaue genannt wird.

Die Spitzhaue erhält meiſt die in Fig. 1 angegebene Form und entweder an beiden Seiten oder nur an einer Seite pyramidale Spitzen; die erſtere Anordnung erleichtert die Arbeit und vermindert die erforderlichen Auswechſlungen zum Zwecke des Schärfens, ſie iſt aber in engen Räumen oft hinderlich, daher in ſolchen Fällen die Haue mit nur einer Spitze vorgezogen wird. Die Breithaue (Fig. 2) hat ſtatt der Spitzen Schneiden; Werkzeuge, welche eine Spitze

Fig. 2.

und eine Schneide haben (Fig. 3), werden Kreuzhauen, auch Kreuzpickel genannt. — Bei allen dieſen Werkzeugen wird das Blatt aus Gußſtahl, wohl auch aus Schweißeiſen mit Stahlſpitze, der Stiel oder Helm aus Hickory- oder Eſchen-, auch wohl aus Weißbuchenholz mit ovalem Querſchnitt (35 × 45 mm) hergeſtellt. Es iſt wichtig, daß die Verbindung des Blattes mit dem Helm eine ſehr feſte ſei, damit Kraftverluſte vermieden werden; es iſt aber auch in vielen Fällen ſehr wünſchenswert, daß dieſelbe leicht und raſch lösbar ſei, um Auswechſlungen abgenutzter Blätter ohne nennenswerten Zeitverluſt zu ermöglichen; hierfür eignet ſich etwa Anordnung Fig. 1. — Das Blatt muß gekrümmt ſein ungefähr nach einem Kreiſe, deſſen Mittelpunkt etwas unterhalb der Schulter des Arbeiters liegt, damit wirkungsvolle Schläge erzielt und Prellungen vermieden werden. Die Längen der Blätter betragen meiſt 0,3 – 0,6 m, die Längen der Helme gehen in der Regel über 0,9 m nicht hinaus; das Gewicht der Werkzeuge ſchwankt zwiſchen 2 bis 6 kg; nur ſelten findet man noch ein etwas höheres Gewicht. — Das Loshacken des Gebirges mit der Keilhaue iſt nur im Gebirge von geringem Zuſammenhang, alſo geringer Feſtigkeit zweckmäßig. Aber auch das Zerkleinern des mit Bohr- und Sprengarbeit gelöſten Geſteins geſchieht mit der Spitzhaue. Die Keilhauenarbeit kann in der Weiſe erfolgen, daß man kleine Teile des Gebirges unmittelbar losſchlägt oder indem man die Spitze bezw. Schneide des Werkzeugs keilförmig in das Geſtein eintreibt und dann dasſelbe erſt durch Hebelwirkung, Anheben des Stiels, losbricht. Es iſt ſelbſtverſtändlich, daß das Eindringen des Werkzeuges in das Geſtein der Feſtigkeit desſelben entſprechend erfolgen muß, damit einerſeits ein genügender Wirkungsgrad erzielt, anderſeits das Steckenbleiben der Haue vermieden wird. Sowohl Gewicht wie Spitze der Haue werden der Feſtigkeit des Gebirges anzupaſſen ſein; im recht weichen Gebirge wird man ein leichtes Werkzeug und meiſt auch die Breithaue mit Vorteil verwenden. Der Ausbruch wird in der Weiſe ausgeführt, daß man vorerſt in die Geſteinswand eine Vertiefung (Einbruch) ſchlägt und von derſelben aus die Arbeit fortſetzt; bei geſchichtetem Geſtein wird man auf die Lagerung der Schichten Rückſicht nehmen, denn es iſt klar, daß man namentlich dünnere Schichten am zweckmäßigſten ſenkrecht zur Lagerfläche lostrennt. — Man kann aber auch, wie das im Bergbau vielfach geſchieht, mit der Keilhaue Schlitze (Schräme) in der Geſteinswand herſtellen, deren Tiefe von der Feſtigkeit des Geſteins abhängt; das zwiſchen den Schlitzen verbleibende Geſtein wird dann leicht mit der Keilhaue losgetrennt. Letztere Art der Keilhauenarbeit wird auch maſchinell betrieben, und zwar mittels Schrämmaſchinen (ſ. d.).

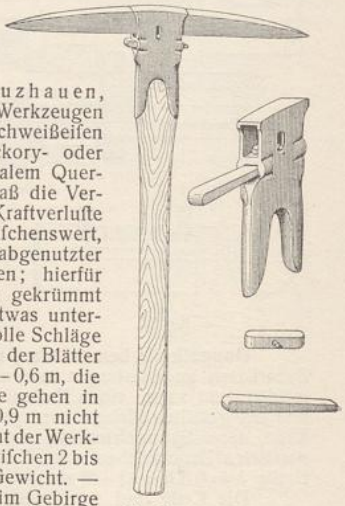


Fig. 1.

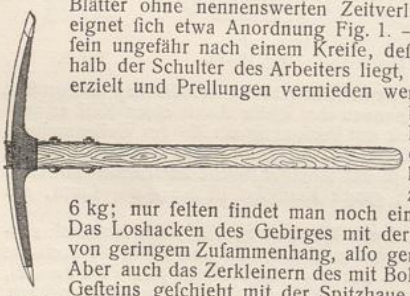


Fig. 3.

Dolezalek.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Keilkette, ſ. Richtmechanismus.

Keilklaue, ſ. Greifzeuge.

Keilloch, ſ. Geſchütze, Schiffsgeſchütze, Verſchlüſſe.

Keilnutenherſtellung. A. Zur Herſtellung der Keilnuten in Naben von Riemenſcheiben, Zahnrädern, Kupplungen u. dergl. benutzt man Räummaſchinen (ſ. d.) und Stoß- und Feilmaſchinen (ſ. Stoßmaſchinen). Dem beſonderen Zweck dienen die Keilnutenhobel- (Keilnutenſtoß-, Keilnutenzieh-) Maſchinen, die als feſtſtehende oder transportable Maſchinen gebaut werden.

Fig. 1 ſtellt die Keilnutenhobelmaſchine von Colburn dar. Das Arbeitsſtück (Riemenſcheibe u. ſ. w.) wird auf dem Tiſch *a* befeſtigt, der entſprechend der Neigung (Anzug) der Keilnut ſchräg eingeſtellt werden kann. Der Hobelſtahl *b* iſt an der Spindel *c* mit der Schneide nach unten befeſtigt. Die Spanabnahme erfolgt bei der Bewegung der Spindel nach abwärts. Die Spindel iſt unten in einem vierkantigen Schlitten befeſtigt und wird oben mit der zur Führung dienenden Stange *e* verſchraubt, nachdem das Arbeitsſtück über die Werkzeugſpindel geſchoben iſt. Die Schaltung erfolgt durch Verſchieben des Tiſches [1]. Eine neuere Konſtruktion einer Keilnutenziehmaſchine bringt Dreyer in Berlin in den Handel. Die Werkzeugſpindel findet in der Nabe ſelbſt ihre Führung, ſo daß der übergreifende Arm der Colburn-Maſchine (ſ. o.) entbehrlich wird. Zum raſchen Zentrieren finden Zentrierbüchſen Verwendung.

Von transportabeln Maſchinen iſt die Keilnutenſtoßmaſchine von Morton in Fig. 2 dargeſtellt, die für beſonders große und ſchwere Arbeitsſtücke beſtimmt iſt. *a* iſt das Arbeitsſtück, an deſſen Nabe die Maſchine durch Vorſprünge an der Grundfläche mit Hilfe einer Druckſchraube befeſtigt wird. *c* iſt der Schlitten, an dem das Werkzeug *b* mit der Schneide nach oben angebracht iſt. Die Maſchine nimmt den Span beim Hochgehen des Schlittens ab. Die Schaltung des Werkzeugs geſchieht durch Verſchieben der Schlittenführung *d*. Die Bewegung der Maſchine erfolgt von einem Deckenvorgelege oder einem Elektromotor mit Hilfe der Antriebsſcheibe *e*. Die Umſteuerung je am Hubende iſt ſelbſttätig [1].

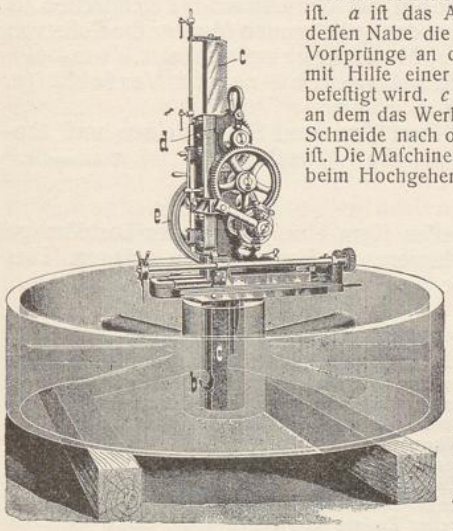


Fig. 2.

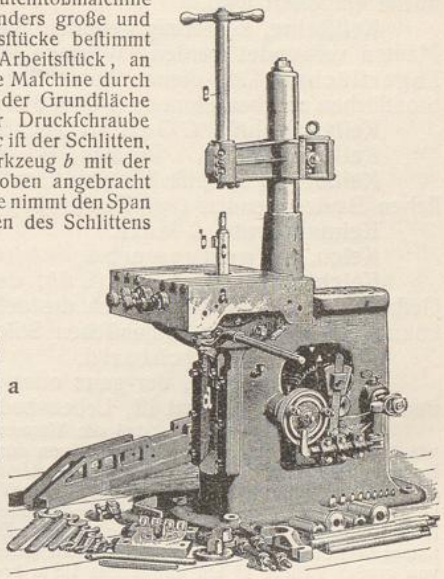


Fig. 1.

Für Handbetrieb beſtimmt und vielfach verwendet iſt die in Fig. 3 dargeſtellte Keilnutenſtoßmaſchine von C. Weitmann (D.R.P. Nr. 26898 und [1]). Das Arbeitsſtück wird an der Aufſpannplatte *a* befeſtigt, die dem Anzug entſprechend ſchräg eingeſtellt werden kann. Der Stößel *c*, der vorn das Werkzeug *b* trägt, iſt als Zahnſtange ausgebildet, deren Triebrad auf der Kurbelwelle ſitzt. Beim Rücklauf hebt ſich das Werkzeug ſelbſttätig von der Schnittfläche ab. Die Maſchinen werden für Nuten bis zu 90 mm Breite und 750 mm Länge für Hand- und mechaniſchen Antrieb gebaut; ſ. Schmiernutenherſtellung.

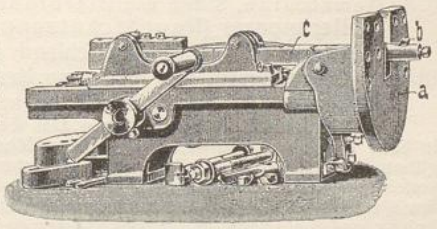


Fig. 3.

B. Zur Herſtellung der Nuten in Wellen u. dergl. dienen Hobelmaſchinen (ſ. S. 69), Nutenfräsmaſchinen (ſ. Fräsmaſchinen, Bd. 4, S. 171) und Langlochbohrmaſchinen (ſ. d.).

Die Keilnutenfräsmaſchinen werden auch mit zwei Spindeln ausgeführt. Die horizontale Spindel trägt den Nutenfräſer (Schlitzfräſer), der zur Herſtellung der eigentlichen Nut dient

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

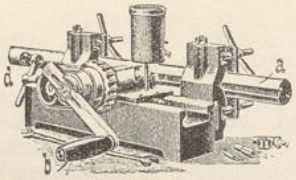


Fig. 4.

und die vertikale Spindel den Vertikalfräfer (Fingerfräfer), der zum Wegnehmen der nach dem Radius des Fräfers auslaufenden Enden der Nut dient (Mafchine der Newton Machine Tool Works, Philadelphia).

Auch für diefen Zweck gibt es transportable Mafchinen, von denen Fig. 4 eine übliche Bauart für Handbetrieb zeigt. *a* ift das Arbeitsftück, welches an dem Apparat mit Hilfe von Klemmen feftgefchraubt wird. Das Werkzeug (Langlochbohrer, Nutenfräfer) wird mit Hilfe der Handkurbel *b* in Umdrehung verfetzt. Die Werkzeugfpindel ift in dem Schlitten *c* gelagert, der von der Handkurbel *d* aus mit Schraubenfpindel und -mutter gefchaltet wird. Die Mafchinen werden auch für mechanifchen Antrieb ausgeführt. Der größte Wellendurchmeffer, für den diefe Mafchinen Verwendung finden können, ift 200 mm, die größte Nutenbreite 48 mm.

Literatur: Fifcher, Hermann, Die Werkzeugmafchinen, Berlin 1905, 2. Aufl., Bd. 1; Derf., Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1898, S. 203 u. 235. *A. Widmaier.*

Keilräder, f. Reibräder.

Keilfchnitt, f. Steinfchnitt.

Keilfpitt, keilförmige, fchmale Rinne am Fuße der Außenböfchung der Flußdeiche, in welche die unterfte Reihe der zur Abdeckung dienenden Rafenftücke eingefetzt wird. *Frühling.*

Keilfteine, keilförmig gebildete Steine, wie fie für Gewölbe und gekrümmte Mauern verwendet werden. Während jedoch bei den erfteren die Keilflächen als Lagerflächen (f. d.) dienen, haben fie bei den gekrümmten Mauern die Rolle von Stoßflächen zu übernehmen; f. Gewölbe, Mauern, gekrümmte. *L. v. Willmann.*

Keilverfchluß, f. Gefchütze, Schiffsgefchütze und Verfchlüffe.

Keilverfpünden, f. Damm, Bd. 2, S. 534.

Keilziegel, hauptfächlich zu Gewölben, Brunnen, Schornfteinen und ähnlichen Bauten benutzt (vgl. Formziegel, Gewölbefteine). *K. Dümmler.*

Keimapparate, f. Malz.

Kelch, f. Kunftgewerbe.

Kelchkapitäl, Kapitäl (f. d.), deffen Kern eine kelch- oder korbförmige Geftalt annimmt, an welche fich die dekorierenden Formen nahe anlegen. Dies kommt namentlich im romanifchen Stile vor. *Weinbrenner.*

Kelen, f. Aethylchlorid.

Keller, ein Raum, der ganz oder größtenteils unter der Erdoberfläche liegt und meift dazu beftimmt ift, Lebensbedürfniffe aufzubewahren und zu erhalten.

Diefer Zweck erfordert, daß die Wärmeverhältniffe des Raumes mäßige und im Winter wie im Sommer diefelben feien, d. h. von der äußeren Temperatur nicht beeinflußt werden. Es kann dies erreicht werden durch ftarke Umfaffungsmauern mit Ifolierfchichten, wenige und nicht zu große Lichtöffnungen und eine Einwölbung des Raumes. Der Keller foll trocken und luftig fein, es muß deshalb der Kellerboden über der Grundwafferhöhe liegen und Gefälle fowie Entwäfferung erhalten (f. Kellerdehl). Den Zugang bildet die Kellertreppe, welche am beften immer von Stein ift und in Wohngebäuden unter der Stocktreppe liegt. Bei Kellern für Lagerung von großen Fäffern ift ein mindeftens 1,5 m breiter Zugang von außen nötig, deffen Verfchluß gut und dicht fein muß (f. Kellerhals). Zur Beleuchtung und Luftzuführung dienen die Kellerfenfter (f. d.) und Kellerlöcher (f. d.). Die Höhe des Kellers ift je nach den Zwecken eine verfchiedene; fie follte jedoch mindeftens fo groß fein, daß man vor dem Gewölbeanfang noch aufrecht ftehen kann. In neuerer Zeit wird in den Kellern für beftimmte Zwecke eine nahezu konftante Temperatur verlangt, die man durch befondere Kühleinrichtungen (f. Kältemafchine, S. 272, und Bierbrauerei) erreicht. *Weinbrenner.*

Kellerapparat (Rauchfchutzapparat), f. Feuerfchutz, Bd. 3, S. 767.

Kellerdehl, in Norddeutfchland Bezeichnung für einen an den Kellermauern hingeführten, zur Ableitung des Waffers dienenden Kanal (oder Rinne).

Kellerfenfter, zur Erleuchtung, auch zur Lüftung der Kellerräume.

Man unterfcheidet zwei Arten: 1. Das ftehende Kellerfenfter im Unterbau des Gebäudes, in einer Breite von 0,80—1,0 m und einer Höhe von 30—60 cm, ift gegen Einfteigen mit Eifengittern, zur Abhaltung der äußeren Temperatur mit Schiebefenftern und äußeren Holzladen zu verfehen. Die Einführung des Tageslichts erfordert eine Abfchrägung der äußeren Kellermauern fowie eine Durchbrechung des Kellergewölbes mit Einfügung von Kellerlichtkappen (f. Kappenkranz und Kellerhals). 2. Das liegende Kellerfenfter ift da anzuwenden, wo der Fußboden des Erdgefchoffes nur etwa um ein bis zwei Tritte höher liegt als der Straßenboden, fo daß die Lichtöffnung in dem letzteren als eine Art Lichtfchacht anzuordnen ift, welcher oben durch ein enges Eifengitter abgefchloffen wird. *Weinbrenner.*

Kellerhals, fteigendes Gewölbe über einem Kellerfenfter (f. d.) oder einer Kellertreppe, befonders wenn diefe den Zugang von außen bildet wie bei großen Weinkellern. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kellerloch, auch Kellerzug, dient zur Ab- und Zuführung der äußeren Luft in den Keller und wird meist von der Höhe der Kellerfenster als Kanal oder Schlauch in der Mauer bis zum Kellerboden herabgeführt; s. Lüftung geschlossener Räume. *Weinbrenner.*

Kellowaygruppe, in der Geologie eine dem oberen braunen Jura oder Dogger in England angehörige Schichtenreihe, die vorwiegend aus bituminös tonigen und sandig-kalkigen gelben Schichten besteht. *Leppla.*

Kelp, s. Jod.

Kelterhaus, süddeutsch Trotte, Torkel (torculum), meist in der Nähe der Rebgelände erstelltes Gebäude, in welchem die zur Auspressung der Weintrauben nötigen Vorrichtungen und Geräte sich befinden.

Es muß Raum vorhanden sein zur Aufstellung von großen Holzgefäßen (Eimer, Zuber u. dergl.), in welchen die Trauben sowie der Most gesammelt werden. Die Kelter besteht aus einem aus Bohlen gefertigten Kasten, welcher auf festem Holzgerüste aufruht. Die Trauben werden durch einen darauf gelegten, eingepaßten Deckel dadurch zusammengepreßt, daß von oben eine Schraube oder ein großer schwerer Holzstamm, der Kelterbaum, einwirkt.

Kemnate (Kemenade), in begrifflicher Verbindung mit Kamin (caminata) ursprünglich ein heizbares Zimmer einer Burg, später das Wohnhaus innerhalb der Ringmauer einer Burg. *Weinbrenner.*

Kentern, Umschlagen beim Strom, wenn der Flutstrom in Ebbestrom übergeht; beim Schiff, Boot, wenn dasselbe durch den Winddruck auf die Segel oder beim Rollen in See umschlägt; s. Stabilität der Schiffe. *T. Schwarz.*

Keplers Gesetze. Durch sorgfältige, mit bewunderungswürdiger Ausdauer fortgesetzte Vergleichung der Beobachtungen von Tycho de Brahe am Planeten Mars fand Kepler für die Bewegung der Mittelpunkte der Planeten um den Mittelpunkt der Sonne folgende drei Gesetze (Fig. 1): 1. Die Bahnen der Mittelpunkte (M) der Planeten sind ebene Kurven, deren Ebenen den Mittelpunkt (F) der Sonne enthalten, und der Radiusvektor (FM) vom Sonnenmittelpunkt nach dem Mittelpunkt eines Planeten gezogen, durchstreicht eine der Zeit proportionale Fläche; 2. diese Bahnen sind Ellipsen und der Mittelpunkt der Sonne ist ein Brennpunkt derselben; 3. die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne sind den Kuben der großen Halbachsen ihrer Bahnen proportional. Newton hat den Zusammenhang dieser Sätze mit dem Gesetze der allgemeinen Massenanziehung gefunden, welches die Grundlage der heutigen Astronomie, Physik und Mechanik bildet. Wir wollen diesen Zusammenhang möglichst elementar entwickeln.

Das erste Keplersche Gesetz ergibt $dS = c\,dt$, wo (Fig. 1) $dS = FM\,M'$ der in der Zeit dt vom Radiusvektor $FM = r$ durchstrichene Sektor ist. Wird das von F auf die Tangente in M gefällte Lot mit p bezeichnet, so ist: $dS = \frac{1}{2}\,p\,v\,dt = \frac{1}{2}\,r^2\,d\vartheta$, wo v die Geschwindigkeit von M und $d\vartheta$ den Drehwinkel von FM in der Zeit dt bedeuten. Ist die Winkelgeschwindigkeit der Drehung $\frac{d\vartheta}{dt} = w$ (Fig. 2), so ergibt sich $w = \frac{2c}{r^2}$ und $p\,v = 2c$. Nach dem Prinzip der Flächen (s. d.) ist der Differentialquotient des Momentes der Bewegungsgröße $[\mathrm{d}(p\,v) : dt]$ nach der Zeit gleich dem Moment der bewegenden Kraft, beide bezogen auf F. Da jener Differentialquotient nach dem ersten Keplerschen Gesetz gleich Null ist, so verschwindet auch das Moment der bewegenden Kraft, und diese geht dauernd durch den Bezugspunkt F, in dem die Sonne steht. Da bei der Ellipse das Produkt der Abstände $p\,p'$ der Brennpunkte von der Tangente gleich dem Quadrat der kleinen Achse b ist ($p\,p' = b^2$), so wird die Geschwindigkeit $v = \frac{2c}{p} = \frac{2c}{b^2}\,p' = \frac{c}{b^2}\,F'H$, wo H der Gegenpunkt zu F' in bezug auf die Tangente in M ist. In gleicher Weise ist die Geschwindigkeit v' im Punkte M': $v' = \frac{c}{b^2}\,F'H'$, daher $v : v' = F'H : F'H'$. Ziehen wir von irgend einem Punkt O aus Parallele zu den Tangenten in M und M' und tragen wir auf ihnen die Geschwindigkeiten $OV = v$ und $OV' = v'$ auf,

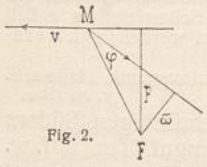


Fig. 2.

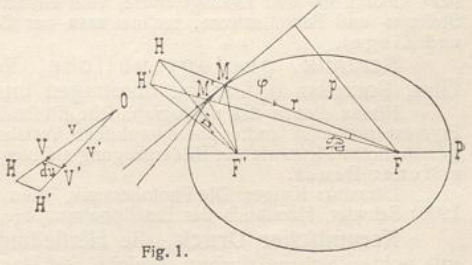


Fig. 1.

ſo ſtellt die unendlich kleine Strecke $VV' = du$ die Elementarbeſchleunigung in der Zeit dt dar, und die Beſchleunigung ſelbſt wird: $\varphi = du : dt$. Das Dreieck OVV' iſt aber dem Dreieck $F'HH'$ ähnlich und daher wird $du = \frac{c}{b^2} HH'$. Nun iſt aber $FH = FM + F'M = 2a$ gleich der großen Achſe der Ellipſe; daher wird $HH' = 2a\,d\vartheta$ und demnach

$$\varphi = \frac{du}{dt} = \frac{2ac}{b^2}\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{2ac}{b^2} w = \frac{4ac^2}{b^2}\frac{1}{r^2},$$

da wir oben ſahen, daß $w = \frac{2c}{r^2}$ wird; d. h. die Beſchleunigung des Planeten iſt umgekehrt proportional dem Quadrate ſeines Abſtandes vom Sonnenmittelpunkt. Stellt T die Umlaufszeit des Planeten dar, ſo iſt, da die Konſtante c der vom Radiusvektor in der Zeiteinheit durchſtrichene Raum iſt, cT die ganze Fläche $\pi a b$ der Ellipſe, d. h. man hat $cT = \pi a b$, und indem man hiermit aus der Gleichung für φ die Größe c eliminiert, erhält man $\varphi = 4\pi^2 \cdot \frac{a^3}{T^2} \cdot \frac{1}{r_2}$. Hieraus ergibt ſich als Wert, welchen die Beſchleunigung φ in der Einheit der Entfernung vom Sonnenmittelpunkte beſitzt: $4\pi^2 \cdot \frac{a^3}{T^2}$. Nach dem dritten Keplerſchen Satze iſt aber $\frac{a^3}{T^2}$ eine Konſtante für alle Planeten. Dieſe Konſtante bedeutet daher, daß die Beſchleunigung im Planetenſyſtem in der Einheit der Entfernung vom Mittelpunkt der Sonne für alle Planeten dieſelbe iſt. Man überſieht aus dem Vorſtehenden leicht den Zuſammenhang der Keplerſchen Geſetze der Planetenbewegung. Aus dem erſten von ihnen folgt, daß die Planetenbewegung eine Zentralbewegung um den Sonnenmittelpunkt iſt mit einer Winkelgeſchwindigkeit, welche umgekehrt proportional dem Quadrate des Radiusvektors iſt; aus dem zweiten ergibt ſich, daß die Beſchleunigung des Planeten gleichfalls dem umgekehrten Quadrate des Abſtandes vom Sonnenmittelpunkte proportional iſt; endlich das dritte ſagt aus, daß für alle Planetenbewegungen die Beſchleunigung im Abſtande gleich der Einheit vom Sonnenmittelpunkte denſelben Wert hat. Newton gelangte, von den Keplerſchen Sätzen ausgehend, zur Theorie der allgemeinen Gravitation, welche die Grundlage der geſamten Mechanik des Himmels iſt.

Literatur: Eine vortreffliche elementare Behandlung der Keplerſchen Geſetze bietet: Möbius, Die Elemente der Mechanik des Himmels, auf neue Weiſe ohne Hilfe höherer Rechnungsarten dargeſtellt, Leipzig 1843; in bezug auf das Hiſtoriſche der Keplerſchen Entdeckungen vgl. Günther, S., Kepler und Galilei, in der Bettelheimſchen Sammlung: Geiſteshelden, Bd. 22, Berlin 1896. *(Schell) Finſterwalder.*

Keramik, im engeren Sinne die Kunſt der Herſtellung von Geſchirren und Baumaterialien aus tonhaltigen Stoffen (Töpferkunſt); im weiteren Sinne rechnet man dazu auch die Herſtellung von Waren aus Glasmaſſe, die Fabrikation von Dinasſteinen und von Portlandzement ſowie die Erzeugung von emaillierten Metallwaren.

Es iſt dabei gleichgültig, ob die zum Formen benutzten Stoffe ſich als ſolche in der Natur vorfinden oder künſtlich zuſammengemiſcht und vorbereitet werden müſſen. Die Geſchirre nennt man, ſofern dieſelben gebrannt und noch nicht weiter dekoriert ſind, kurzweg Scherben; dieſelben können noch mit Glaſur oder Farbenanſtrich verſehen oder ohne ſolche Dekorationen verwendet werden. Letzteres iſt gewöhnlich bei den baukeramiſchen Waren der Fall, während die für Koch- und Wirtſchaftszwecke überhaupt beſtimmten Geräte ſowie die zur Ausſchmückung der Wohnungen dienenden Luxusgeſchirre meiſt eine Glaſur zeigen. Die Baukeramik umfaßt die Herſtellung der Hintermauerungsziegel, der Verblendſteine und Terrakotten, Dachziegel, Drain- und Kanaliſationsröhren, Waſſerbau- und Pflaſterklinker, Flur- und Wandplatten, Ofenkacheln und Geſimſe ſowie der feuerfeſten Ziegel und Formſteine; ſämtliche Gebrauchs- und Luxusgeſchirre, vom einfachſten tönernen Kochgeſchirr an bis zur feinſten Steingut- und Porzellanware, rechnet man zur Geſchirrkeramik. Weiteres ſ. unter Tonwaren und Ziegel. *K. Dümmler.*

Keramik, photographiſche, Verfahren, photographiſche Bilder auf Glas, Porzellan u. ſ. w. zu übertragen und einzubrennen.

Hierzu dienen das photographiſche Einſtaubverfahren, das naſſe Kollodiumverfahren, der Pigmentdruck und andre photographiſche Verfahren, bei welchen aber Schmelzfarben anſtatt gewöhnlicher Pigmente zur Bilderzeugung auf biegſamen Unterlagen benutzt werden; vgl. Keramiſcher Druck.

Literatur: Krüger, Die Photokeramik, Wien 1879; Mercator, Die Photokeramik, Halle a. S. 1900; Schwier, Handbuch der Emailphotographie, 3. Aufl., Weimar 1885. *J. M. Eder.*

Keramiſcher Druck, die Herſtellung von ein- und mehrfarbigen Bildern mit echten Schmelzfarben, welche auf Porzellan, Fayence, Steingut, Ton u. ſ. w. übertragbar und einbrennfähig ſind.

Beim keramiſchen Drucke kommen heute zumeiſt Lithographie und Steindruck (ſ. Lithographie) zur Benutzung. Mit Rückſicht auf die in der Regel gebogenen Flächen der zu dekorierenden keramiſchen Gegenſtände gelangen dünne, zähe Papierſorten für das Uebertragungspapier in Verwendung, die einer beſonderen Präparierung bedürfen. Am häufigſten benutzt man entweder 1. ein mit drei waſſerlöslichen Schichten durch Streichen verſehenes Seiden-, Japan- oder Chinapapier (35 Teile Küchengelatine, in 300 Teilen Waſſer gequollen, läßt man ſchmelzen und das Papierblatt darauf ſchwimmen; nach dem Trocknen wird es mit einem aus

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

35 Teilen Arrowroot, 10,5 Teilen Tragantgummi und 500 Teilen Waſſer hergeſtellten Kleiſter geſtrichen, abermals getrocknet und endlich Eieralbumin in Waſſer 1:3 unter Zuſatz einiger Tropfen Ammoniaks aufgetragen. Um die großen Schwierigkeiten zu vermeiden, welche beim Bedrucken des dünnen Papiers für ſich allein entſtünden, wird ſogenanntes Duplexabziehpapier fabrikmäßig (durch Kaſchierung des präparierten Seidenpapierblattes auf weiches, ſtarkes Papier, welches nach dem fertigen Bedrucken leicht abgezogen werden kann) erzeugt, welches ſeitenverkehrt bedruckt werden muß, weil das Bild beim Uebertragen geſtürzt wird, oder 2. ein mit einer glaſurartig einzubrennenden dünnen Kollodiumhaut überzogenes Papier, das ſeitenrichtig bedruckt wird, weil keine Stürzung ſpäter ſtattfindet, ſondern das Häutchen, vor dem Uebertragen in warmem Waſſer von der Unterlage abgelöſt, ſelbſt, und zwar mit dem Bilde nach oben, auf das keramiſche Objekt gelangt. Die in jeweils verſchiedenem Verhältniſſe mit dem Flußmittel (Quarzſand, Salpeter, Borax, Pottaſche u. ſ. w.) gemengten Farbſtoffe (Metalloxyde und -ſalze) werden mit möglichſt wenig Bindemittel (Dicköl, venezianiſchem Terpentin, Elemiharz, Nelkenöl, Lavendelöl) auf Glasplatten mit gläſernem „Farbläufer“ angerieben und möglichſt paſtos (körperreich) verdruckt. Um genügende Dicke der Farbſtoffſchichten zu erzielen, werden die einzelnen Farbplatten wiederholt aufgedruckt und überdies die Abdrücke jedesmal mit dem trockenen Farbſtoffgemenge noch überpudert. Ein Uebereinanderlagern verſchiedener Farbſtoffſchichten behufs Erzielung von Miſchtönen iſt in der Regel unzuläſſig. Als Klebeſubſtanz beim Uebertragen kann venezianiſcher Terpentin und Kolophonium (5:1) in franzöſiſchem Terpentinöl oder (3:1) in hochgrädigem Spiritus dienen. Aufgequetſcht wird mittels einer Gummiwalze; die Bildung von Falten an den Bugſtellen verhindert man durch Einſchneiden des Papiers. Golddruck muß von dem Farbendruck geſondert übertragen und eingebrannt werden. Beim keramiſchen Drucke benutzt man auch eigne Schnellpreſſen mit gläſernen Farbtiſchen und Lederbeſchwerwalzen, dann kombinierte Puder- und Abſtaubmaſchinen. — Für keramiſche Zwecke zieht man heute nur mehr ſelten den Tiefdruck heran, bei welchem das vertieft geſtochene Bild (radierte oder ſonſt geätzte, ſ. Kupferſtecherkunſt) der Formenplatte partiell mit den verſchiedenen Farbſtoffen (z. B. unter Verwendung von Schablonen) eingefärbt und durch einen einzigen Abdruck das fertige Schmelzfarbenbild erhalten wird. Dieſe allerdings langwierige und mühevolle Methode bietet den Vorteil, daß trotz großer Schärfe des Bildes ſehr dicke Farbſtoffſchichten auf das Papier zu bringen ſind. — Man hat auch verſucht, keramiſche Gegenſtände mit ebenen Flächen direkt mittels einer auf Kautſchuk befeſtigten Lichtdruckhaut (ſ. Lichtdruck) zu bedrucken.

Literatur: Harry Walther, Das keramiſche Druckverfahren, Dresden 1893; Freie Künſte, Wien 1899/1900; Allgem. Anzeiger für Druckereien, Frankfurt a. M. 1901; Deutſcher Buch- und Steindrucker, Berlin 1905. *A. W. Unger.*

Keramitſteine, -ziegel, beſonders feſte Ziegelſteine, die hauptſächlich als Pflaſterſteine Verwendung finden.

Sie wurden zuerſt in Budapeſt hergeſtellt. Nach der chemiſchen Analyſe eines Budapeſter Keramitſteins enthält die Rohmaſſe 54,11 Teile Kieſelſäure, 18,63 Teile Aluminiumoxyd, 5,55 Teile Eiſenoxyd, 16,38 Teile Calciumoxyd, 4,52 Teile Magneſia und 0,81 Teile Alkalien. Dieſe Maſſe wird fein zerkleinert, dann in Trockenpreſſen in Ziegel umgeformt (Format 20:10:10 cm) und hierauf in Ringöfen gebrannt (ſ. a. Pflaſterklinker). *K. Dümmler.*

Kerargyrit, Kerat, ſ. v. w. Chlorſilber (ſ. d.).

Keraſin, ſ. v. w. Bleihornerz (ſ. d.).

Kerbenfügung, Holzverbindung, bei welcher in das eine Stück eine Kerbe eingeſchnitten, in dem andern aber ein entſprechender keilförmiger Zapfen ausgearbeitet wird; ſ. Schlitzzapfen. *Weinbrenner.*

Kermes (Alkermes, Kermes- oder Purpurkörner, Scharlachkörner), die getrockneten weiblichen Inſekten von Coccus ilicis, auf den Blättern der Steineiche im ſüdlichen Europa lebend, häutige, runde, glatte, oft beſtäubte Körner von braunroter Farbe, ungefähr erbſengroß und innen mit körniger Subſtanz gefüllt, liefern einen roten, nach Laſſaigne mit der Cochenille identiſchen Farbſtoff. Polniſche Kermes oder deutſche Cochenille, Johannisblut ſind die getrockneten Weibchen von Coccus polonicus, in Deutſchland, Polen, im ſüdlichen Rußland auf den Wurzeln des Knallkrautes lebend, beſitzen unter allen Coccusarten am wenigſten Farbſtoff. Mineraliſcher Kermes iſt durch Behandeln von Antimonzinnober mit Alkalien erhaltene rotbraune Mineralfarbe. *Andés.*

Kermesbeeren (Pflanzenkermes), ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 640.

Kern, 1. Kernholz, der innere und feſtere Teil des Stammholzes; 2. der mittlere feſte Teil eines Bauteils, auf welchem die Zierform aufgebracht werden ſoll, z. B. Mauerkern; 3. beim Gießen von Metall der Stoff, aus welchem die Kernform beſteht (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 358); 4. ein Eiſenſtück, aus welchem das Geſenke (ſ. Schmieden) ausgearbeitet wird; 5. beim Glaſerblei der feſte Teil zwiſchen den Nuten; 6. am korinthiſchen Kapitäl der von der Platte bedeckte, nach oben ſich erweiternde, tragende Teil, auf welchem das Ranken- und Blattwerk aufgelegt iſt. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kern (Zentralkern) bedeutet den Teil einer Querſchnittsfläche, innerhalb deſſen der Angriffspunkt einer Normalkraft P liegen muß, damit alle im Querſchnitt auftretenden Spannungen dasſelbe Vorzeichen haben wie die Kraft P.

Es iſt dies von Bedeutung bei Bauſtoffen, deren Feſtigkeiten auf Zug und Druck ſehr verſchieden ſind, vor allem bei gemauerten Bauwerken, weil deren Zugfeſtigkeit verhältnismäßig gering iſt. Nennt man die Linie des Querſchnitts, in der die Normalſpannung Null iſt, die Nullinie, ſo iſt nach der Lehre von der Biegung der Angriffspunkt der Normalkraft N der Antipol der Nullinie hinſichtlich der Zentralellipſe des Querſchnitts (vgl. Bd. 1, S. 198). Läßt man nun eine gerade Linie als Nullinie ſo um die Querſchnittsfigur gleiten, daß ſie dieſe beſtändig berührt, ohne ſie je zu ſchneiden, ſo beſchreibt der Antipol dieſer Linie oder der zugehörige Angriffspunkt der Kraft eine geſchloſſene Figur, die man Kern oder Zentralkern nennt. Wegen der Gegenſeitigkeit der Spannungen ergibt ſich auch der Kern als Umhüllung aller Nullinien, wenn der Angriffspunkt die Umhüllung des Querſchnitts beſchreibt.

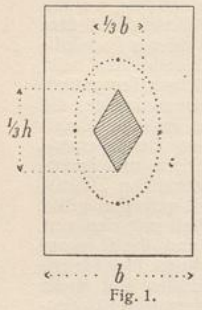


Fig. 1.

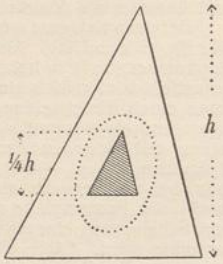


Fig. 2.

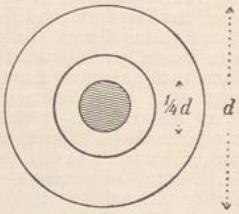


Fig. 3.

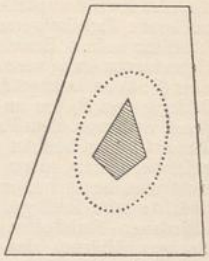


Fig. 4.

Greift alſo die Normalkraft N innerhalb des Kerns an, ſo liegt die Nullinie außerhalb der Querſchnittsfigur, und der Bauſtoff wird durchgehends in gleichem Sinne (entweder auf Zug oder auf Druck) beanſprucht. Greift dagegen die Kraft außerhalb des Kerns an, ſo ſchneidet die Nullinie die Querſchnittsfigur, folglich wird ein Teil des Querſchnitts auf Zug, der andre auf Druck in Anſpruch genommen. Die Höhe der Kernfigur nennt man Kernhöhe, den oberſten und unterſten Punkt derſelben Kernpunkte, die Entfernung des Querſchnittsſchwerpunktes von einem Punkte des Kernumfanges Kernradius oder Kernweite. Die Verbindungslinien der Kernpunkte in einem Gewölbe oder Bogen heißen Kernlinien.

Die Anwendung des Kerns iſt eine mehrfache. Sollen im Innern eines gemauerten Bogens keine Zugſpannungen vorkommen, ſo muß die Drucklinie (ſ. d.) ſo verlaufen, daß ſie an keiner Stelle aus dem Kern des Querſchnitts heraustritt. Da gemauerte Bögen (Gewölbe) in der Regel rechteckigen Querſchnitt beſitzen und die Kernhöhe bei einem Rechtecke dem dritten Teil der Rechteckhöhe gleich iſt (vgl. unten), ſo ergibt ſich die Regel, daß die Drucklinie eines Gewölbes durchgehends im inneren Drittel der Gewölbeſtärke liegen ſoll (vgl. Gewölbe, graphiſche Berechnung). Sodann können die Kernpunkte in Verbindung mit der Kämpferdrucklinie (ſ. d.) bei vollwandigen Bogenträgern, ſowohl bei gemauerten wie bei eiſernen, zur Beſtimmung der ungünſtigſten Belaſtungen dienen. Verbindet man bei einem Bogen mit Kämpfergelenken den oberen Kernpunkt eines Querſchnitts mit den Gelenkpunkten, ſo ſchneiden die Verbindungslinien auf der Kämpferdrucklinie

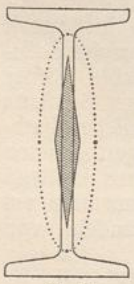


Fig. 5.

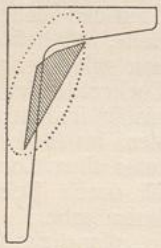


Fig. 6.

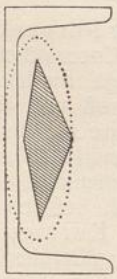


Fig. 7.

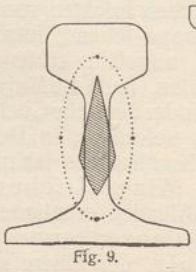


Fig. 9.

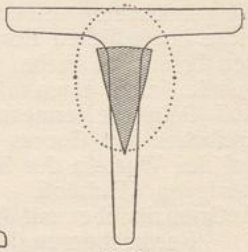


Fig. 8.

die Belaſtungsgrenzen (ſ. d.) für die untere Kante des Querſchnitts ab. Verbindet man den unteren Kernpunkt mit den Gelenkspunkten, ſo erhält man die Belaſtungsgrenzen für die obere Querſchnittskante. Bei Bogen ohne Gelenke zieht man, um die Belaſtungsgrenzen zu finden, aus den Kernpunkten Tangenten an die Umhüllungslinien des Bogens (vgl. Bd. 2, S. 146 und 157). Eine dritte Anwendung findet der Kern bei der Berechnung der größten in einem Querſchnitte auftretenden Spannungen (vgl. Kernformel). — Die Form des Kerns kann, wenn die Trägheitsellipſe bekannt iſt, leicht auf zeichneriſchem Wege gefunden werden. Rechneriſch beſtimmt man die Kernform bei ſymmetriſchen Querſchnitten mittels der Formel $k = i^2 : e$, wo k den Kernradius, i den entſprechenden Trägheitsradius und e die Entfernung der Quer-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchnittstangente vom Schwerpunkt bedeutet. Die Figuren 1—9 zeigen die Trägheitsellipſen und die Kerne für eine Anzahl in der Technik vorkommender Figuren. Das Trägheitsmoment eines Rechteckes iſt für die wagerechte Schwerpunktsachſe bekanntlich $J = {}^1/_{12}\, b\, h^3$ und die halbe Höhe der Trägheitsellipſe $i = \sqrt{J : F} = h\sqrt{{}^1/_{12}}$. Setzt man $e = {}^1/_3\, h$, ſo wird der lotrechte Kernradius $k = i^2 : e = {}^1/_6\, h$ und die Kernhöhe $= {}^1/_3\, h$. Beim Dreieck iſt der Kern ein der Querſchnittsform ähnliches Dreieck und ſeine Höhe gleich ${}^1/_4\, h$. Der Kern eines Kreiſes iſt wieder ein Kreis; ſein Durchmeſſer iſt ${}^1/_4\, d$.

Literatur: Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867/68; Culmann, Die graphiſche Statik, 2. Aufl., Zürich 1875; Ritter, W., Anwendungen der graphiſchen Statik, 1. Teil, Zürich 1888; Land, Zeitſchr. f. Bauw. 1892, S. 549; Keck, Vorträge über Elaſtizitätslehre, Hannover 1893; Lang, Zeitſchr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Ver. 1895, S. 159; Müller-Breslau, Graphiſche Statik, Bd. 1, Stuttgart 1905.

Mörſch.

Kernbaumethode, ſ. Tunnelbau.

Kernbindemittel, ſ. Kernmittel.

Kernbogen, eine in der äußeren Mauerflucht als halbkreisförmiger Mauerbogen erſcheinende, in Hauſteinen hergeſtellte Tor-, Tür- oder Fenſterüberwölbung, bei der die hinter dem Anſchlage (ſ. d.) befindliche Laibungsfläche je nach den zu erfüllenden Bedingungen als doppelt gekrümmte Fläche (Fig. 1) oder als Regelfläche (Fig. 2) ausgebildet iſt. Dabei ſind dieſe gekrümmten Flächen aus den Wölbſteinen herausgehauen, während der Steinſchnitt ſelbſt ſich in keiner Weiſe von demjenigen des Mauerbogens in Hauſteinen unterſcheidet.

Fig. 1 und 2 zeigen Beiſpiele der beiden erwähnten Fälle ſowie die verſchiedenen Anſchlußarten der Wölbſteine an die wagerechten Schichten der Mauer. In Fig. 1 wurde als Bedingung für die Bildung der hinteren Laibungsfläche angenommen, daß die halben Torflügel MED'' bezw. MEF'' ungehindert an die ſeitlichen Geläufflächen $D''H''L''$ bezw. $F''H''K''$ anſchlagen können. Deshalb wurde im Grundriß der Torflügel umgelegt, indem mit $OD' = MD''$ als Halbmeſſer ein Viertelkreis geſchlagen und damit die Ordinaten 1 2, 3 4 und LH gewonnen wurden, die, in die Aufrißfläche übertragen, die Schnittlinien $H''4''2''D''$ bezw. $H''4''2''F''$ der hinteren Laibungsfläche des Kernbogens mit den ſeitlichen Geläufflächen HDL bezw. HKF ergeben. Damit und durch die Annahme der oberen Begrenzungslinie $H''e''H''$ iſt die Geſtalt der doppelt gekrümmten hinteren Laibungsfläche des Kernbogens beſtimmt, die mit lotrechten, parallel zur Mauerflucht geſtellten Ebenen, zu $H''e''H''$ ähnliche Kurven als Schnitte ergeben wird, ſo daß, falls $H''e''H''$ ein Kreisbogen, die erwähnten Schnitte ebenfalls Kreisbögen ſein werden. Mit Hilfe ſolcher durch die Hilfsebenen 1 2 und 3 4 aus der hinteren Laibungsfläche herausgeſchnittenen Kreisbögen $4''d''4''$ und $2''c''2''$ beſtimmt ſich denn auch die Geſtalt der in vorliegendem Fall gekrümmten Lagerfugen (vgl. Fig. 1 für die Lagerfuge $a\,b\,c\,d\,e$). — In Fig. 2 wurde die hintere Laibungsfläche des Kernbogens als Regelfläche angenommen, die dadurch entſteht, daß eine Erzeugende gleichzeitig an der inneren Anſchlagkante $F''ED''$ und der oberen Begrenzungskurve $H''H''$ (hier als gerade Linie angenommen) ſo hingleitet, daß ſie ſtets die durch M gehende Achſe des Gewölbes ſchneidet. Die Lagerfugen werden ſomit in dieſem Fall als beſondere Lagen der Erzeugenden der Regelfläche zu geraden Linien. Die Schnittkurve der Regelfläche mit der ſeitlichen Geläuffläche wird durch eine Reihe von Durchſtoßpunkten 2, 5, 8 u. ſ. w. der Erzeugenden $M3$, $M6$ u. ſ. w. gefunden.

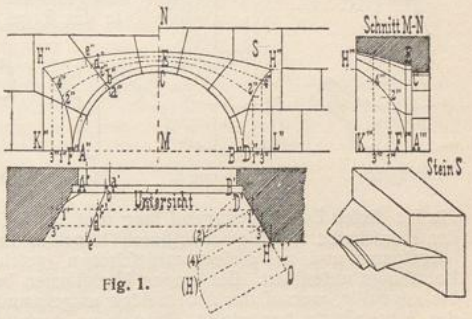


Fig. 1.

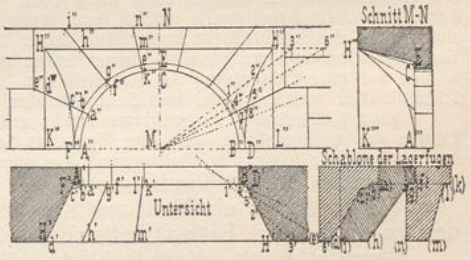


Fig. 2.

Während Fig. 1 ein Beiſpiel der Steinaustragung für den Stein S zeigt, ſind in Fig. 2 die Schablonen der Lagerfugen ausgetragen worden. Die zuſammengehörigen Punkte ſind in den verſchiedenen Projektionen durch Beifügung der entſprechenden Strichzahl, in der Umlegung oder Abwicklung durch Umklammerung in der üblichen Weiſe bezeichnet, ſo daß nach obigen Andeutungen die Konſtruktionen den Figuren entnommen werden können.

Literatur ſ. unter Steinſchnitt.

L. v. Willmann.

Kernbohren, -bohrer, -bohrmaſchinen, in der Metallbearbeitung die Herſtellung von Bohrungen in Geſchützrohren, Schiffswellen, Wellen für Fördermaſchinen, Schwungradwellen u. ſ. w. durch Ausbohren eines ringförmigen Raumes aus dem Arbeitsſtück, ſo daß in der Mitte ein Kern ſtehen bleibt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man wählt diese Art des Bohrens an Stelle des Zerspanens des ganzen zu entfernenden Materials zum Zweck der Arbeits- und vor allem der Zeitersparnis, die um so beträchtlicher sind, je größer der Durchmesser der Bohrung ist. Der geringste Bohrlochdurchmesser, bei dem das Verfahren gegenüber dem einfachen Ausbohren wirtschaftlich vorteilhaft ist, liegt bei etwa 80 mm; amerikanische und französische Werkstätten wenden das Kernbohren aber auch noch bei kleineren Bohrlochdurchmessern an.

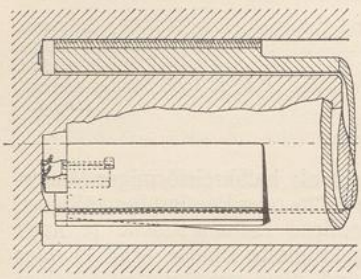


Fig. 1.

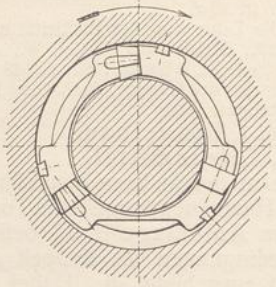


Fig. 2.

Das Werkzeug ist der **Kernbohrer** (Fig. 1 und 2), dessen Bohrkopf ein Rohrstück bildet, an dessen einer Endfläche Schneidmesser eingesetzt sind. Zur Führung dienen auswechselbare Leisten, die auf dem Bohrkopf auf genauen Abstand ihrer Führungsfläche von der Bohrerachse geschliffen werden. Das Rohrstück besteht aus Schmiedeeisen, Stahl oder Stahlguß, bei Kernbohrern für größere Lochdurchmesser und geringere Lochtiefe auch aus Gußeisen. An der andern Endfläche des Bohrkopfs sind hohle Bohrstangen von entsprechender Länge angeschraubt; hierbei ist zur Vermeidung des selbsttätigen Aufdrehens während der Arbeit die Verschraubung je nach der Drehungsrichtung mit Links- bezw. Rechtsgewinde auszuführen. Zwischen den Bohrstangen und der Lochwandung sowie dem Kern muß ein Spielraum für die Abführung der Bohrspäne übrigbleiben. — Die Befestigung der Schneidmesser erfolgt in der Regel mit Hilfe von Keilen (s. Fig. 3—6). Die einzelnen Bohrmesser (Fig 7—9) greifen an verschiedenen Stellen der Ringbreite an, um schmale Späne zu erhalten, die sich leicht entfernen lassen. Mehr als drei Werkzeuge werden selten angewendet.

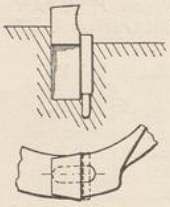


Fig. 3 und 4.

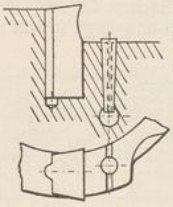


Fig. 5 und 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Zur Ausführung des Kernbohrens dienen Drehbänke, die für diesen Zweck genügend lang und kräftig gebaut sein müssen. Das Arbeitsstück wird an der Planscheibe befestigt und durch Lünetten unterstützt. Der Bohrer wird auf dem Support festgespannt und mit diesem vorgeschoben (geschaltet). Vor und hinter dem Support wird die Bohrstange unterstützt. Bei langen Werkstücken bohrt man häufig von der einen Seite zunächst bis zur Mitte, worauf das Arbeitsstück umgespannt wird und die Bohrung von der andern Seite des Arbeitsstücks her erfolgt. Man kann auch von beiden Seiten gleichzeitig bohren. Drehbänke für diese Arbeitsweise müssen dann derart eingerichtet sein, daß das Feststpannen und der Antrieb des Arbeitsstücks in der Mitte seiner Länge erfolgt. Der Vorschub wird zur Schonung der Schneiden und zur Erzielung feiner Späne gering gewählt, in der Regel zwischen $^1/_{40}$ bis $^1/_4$ mm auf eine Umdrehung des Arbeitsstücks. Die Schnittgeschwindigkeiten betragen durchschnittlich für weichen Stahl und Schmiedeeisen 60—100 mm, für härteren Stahl 40—60 mm.

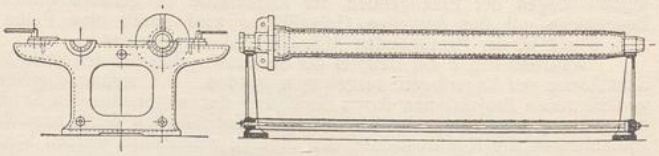
Zum Glätten des ausgebohrten Lochs erfolgt ein Nachbohren mit einem zylindrischen Bohrer, der an der Mantelfläche des Zylinders Schneiden trägt.

Literatur: Zeitschr. f. Werkzeugmasch. u. Werkzeuge, 11. Jahrg. *A. Widmaier.*

Kernbrecher, s. Tiefbohren.

Kernbrett, 1. ein Brett aus Kernholz geschnitten; 2. Modellschablone für den Formkern (vgl. Eisengießerei, Bd. 3, S. 354).

Kerndrehbank, Kerndrehlade, dient zum Herstellen von Formkernen (s. Eisengießerei, Bd. 3, S. 358), die Umdrehungskörper bilden, wie z. B. Rohrkerne u. s. w.



In einfachster Form besteht die Kerndrehbank aus zwei hölzernen Böcken von 70—80 cm Höhe, auf denen die Zapfen der Kernspindeln (s. Bd. 3, S. 358) zwischen Stiften ruhen und die gleichzeitig als Auflager für die Schablonen dienen. Obenstehende Figuren stellen eine doppelte Kerndrehbank (von Chr. Laißle in Reutlingen) dar. Die Kernschablone besteht aus T-Eisen. Die Seitenwangen sind zum Einstellen der Schablone auf den gewünschten Kerndurchmesser mit Einteilung versehen. Die Drehung der Kernspindel erfolgt von Hand oder durch mechanischen Antrieb. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kerndrücker (Kernkaſten), ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 354.

Kerneiſen, Eiſeneinlagen in Kernen (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 358), um dem Formmaterial einen Halt zu geben. Sie werden nach dem Abgießen der Form mit dem Formmaterial aus dem Gußſtück entfernt.

Kerneiſen, ſ. v. w. halbiertes Roheiſen, ſ. Roheiſen.

Kernfänger, ſ. Tiefbohren.

Kernflächen, ſ. Flächentheorie, Bd. 4, S. 72.

Kernformel. Nach der Lehre von der Biegung (ſ. d.) iſt die größte in einem Balkenquerſchnitt auftretende Normalſpannung $\sigma = P:F + eM:J$, worin P die Normalkraft, M ihr ſtatiſches Moment hinſichtlich des Schwerpunktes, F den Flächeninhalt, J das Trägheitsmoment des Querſchnittes und e die Entfernung des am ſtärkſten beanſpruchten Querſchnittselementes von der Schwerlinie bedeutet. Iſt A der Angriffspunkt der Kraft P auf einer der Hauptachſen des Querſchnitts, ſo iſt (Fig 1) $M = Pp$. Ferner iſt nach der Theorie der Trägheitsellipſe (ſ. d.) $J = Fi^2$ und nach der Theorie des Kerns (ſ. d.) $i^2 = e \cdot k$ Daraus folgt

$$\sigma = \frac{Pi^2}{J} + \frac{ePp}{J} = \frac{Pe(k+p)}{J}$$

oder wenn man noch $J:e = W = Fk$ ſetzt:

$$\sigma = \frac{P(k+p)}{Fk}.$$

Fig. 2.

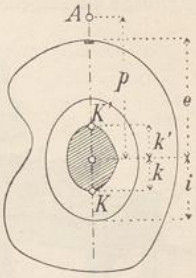


Fig. 1.

Der Zähler dieſes Bruches iſt das Moment der Kraft P hinſichtlich des Kernpunktes K; wir nennen es Kernmoment. Der Nenner wird Widerſtandsmoment genannt. Die Formel gilt auch für unſymmetriſche Querſchnitte e, wenn A nicht auf einer Hauptachſe liegt. Folglich läßt ſich ſagen: Die größte im Querſchnitt auftretende Normalſpannung iſt gleich dem Kernmoment der angreifenden Kraft, geteilt durch das Widerſtandsmoment des Querſchnitts. Vertauſcht man den unteren Kernpunkt mit dem oberen, ſo gelangt man mittels desſelben Satzes zur kleinſten Normalſpannung. Die Kernformel läßt ſich unter anderm mit Vorteil zur Berechnung der Randſpannungen in Mauerwerkskörpern verwenden. Iſt für eine Stützmauer (Fig. 2) R die Mittelkraft von Erddruck E und Mauergewicht M, ſo teilt man, um die größte Fundamentſpannung zu finden, die Breite s in drei gleiche Teile und mißt den Hebelarm r von R hinſichtlich des Kernpunktes K. Erſetzt man dann F durch s und k durch $^1/_6 s$ (vgl. Kern eines Rechteckes), ſo ergibt ſich gemäß obiger Formel die Spannung an der linken Kante $\sigma = 6Rr:s^2$. Vertauſcht man K mit K', ſo bekommt man die Spannung σ' an der rechten Kante. Eine ausgedehnte und wichtige Anwendung findet die Kernformel bei der Berechnung der Bögen. Da es dabei auf die Ermittlung der Grenzwerte der Randſpannungen ankommt und dieſe proportional den Kernmomenten ſind, ſo berechnet man bei dieſen Konſtruktionen am beſten die Grenzwerte der Randſpannungen aus den Einflußlinien für die Kernmomente.

Literatur: Ritter, W., Civilingen. 1876, S. 309; Derſ., Anwendungen der graphiſchen Statik, 1. Teil, S. 59, Zürich 1888; Müller-Breslau, Graphiſche Statik, Bd. 1, Stuttgart 1905. *Mörſch.*

Kernformmaſchinen dienen zur genaueren und raſcheren Herſtellung der in Gießereien gebrauchten Kerne (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 358).

Die hauptſächlichſten Syſteme, von denen einzelne nur für zylindriſche oder prismatiſche Kerne brauchbar ſind, ſind die folgenden:

A. Kernformmaſchinen, bei denen das Feſtſtampfen des Sandes in der Kernbüchſe von Hand erfolgt.

1. Innerhalb der Kernbüchſe befindet ſich ein Stempel, welcher der Länge des Kerns entſprechend eingeſtellt werden kann. Nach dem Aufſtampfen des Kerns wird je nach dem Syſtem der Kernformmaſchine a) der Kern aus der auf dem Tiſch befeſtigten Kernbüchſe durch den Stempel (in der Regel durch Zahnſtange bewegt) nach außen gedrückt (ſ. Fig. 1) oder b) die Kernbüchſe nach abwärts gezogen, während der Stempel und der auf ihm ſtehende Kern ſtill ſtehen oder c) die Büchſe vom Kern nach oben abgezogen. Um hierbei das Aufſtampfen von Kernen in Kernbüchſen, die nur an einer Seite offen ſind, zu ermöglichen, wird der Kernkaſten auf einer Wendeplatte (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 359, Fig. 22 und 22 a) befeſtigt. — Bei der unter a) beſchriebenen Kernformmaſchine tritt leicht die Gefahr ein, daß der untere Teil des Kerns beim Hinausſchieben zu ſtark gepreßt wird und die Kerne dadurch unbrauchbar werden bezw. zu fehlerhaften Abgüſſen Veranlaſſung geben. Man hat dieſen Uebelſtand dadurch umgangen, daß man die Kernbüchſe zweiteilig macht und ſie vor dem Hinaus-

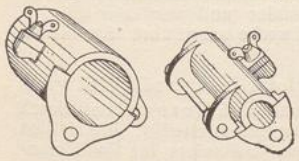


Fig. 2.

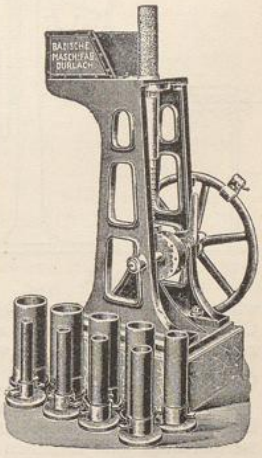


Fig. 1.

ſchieben des Kerns öffnet (Fig. 2) (D.R.G.M. Nr. 118156), ſo daß der Kern beim Hinausſchieben keinen Widerſtand an den Wänden mehr findet. Dieſe Verwendung geteilter Kernbüchſen führt über zu den

2. Kernformmaſchinen mit zweiteiligen Kernbüchſen, die in der zur Teilfuge ſenkrechten Richtung vom Kern abgezogen werden. Hierher gehört die Kernformmaſchine D.R.P. Nr. 80807. Die Kernbüchſenhälften liegen während des Aufſtampfens in einem unterhalb des Tiſches angebrachten Zylinder, aus dem ſie mitſamt dem Kern durch einen Stempel hochgehoben werden, worauf die Kernbüchſenhälften von Hand ſeitwärts von dem Kern abgezogen werden. Bei der Kernformmaſchine Fig. 3 ſind die Büchſenhälften je auf einem Schlitten befeſtigt, der durch Schraubenſpindel und -mutter verſchoben wird. Dieſe Anordnung wird auch für nur einſeitig offene Kernbüchſen (z. B. für die Herſtellung von Kernen für Töpfe) mit Wendeplatte ausgeführt. Die Kernformmaſchine von Rein (D.R.P. Nr. 116594) beſitzt ebenfalls geteilte Kernbüchſen. Die Hälften ſind in beliebiger Anzahl auf zwei durch ein Scharnier miteinander verbundenen Formplatten befeſtigt. Die Kernbüchſenhälften werden mit Formſand gefüllt und die obere Kernbüchſenplatte gedreht, ſo daß ſie auf die untere zu liegen kommt. Um ein inniges Zuſammenhaften der Kernhälften zu erzielen, beſtreicht man die untere Kernhälfte mit flüſſigem Ton. Nach dem Zurückdrehen der oberen Formplatte werden die Kerne mechaniſch aus der Kernform herausgehoben.

Fig. 3.

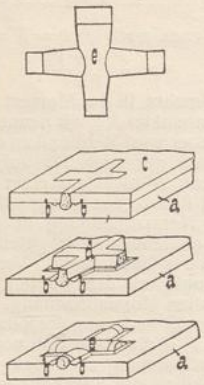


Fig. 4—7.

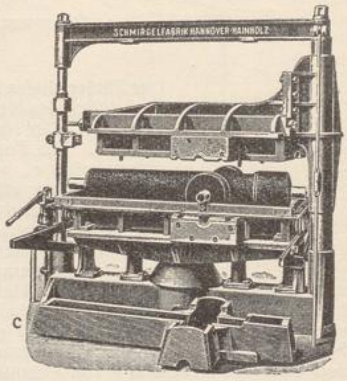


Fig. 8.

B. Kernformmaſchinen, bei denen der Sand durch Preſſen verdichtet wird.

1. Mit Kernbüchſen: Die Kernbüchſen ſind zweiteilig, und in der Regel die Hälfte mehrerer Kernbüchſen zu einer gemeinſamen Platte vereinigt. Der Vorgang bei der Herſtellung der Kerne iſt folgender: Auf die untere Kernbüchſenhälftenplatte *a* (Fig. 5—7) wird ein Sandrahmen *c* aufgeſetzt, der dem Umriß des Modells in der Teilfuge entſprechend ausgeſchnitten iſt und der eine ſolche Höhe beſitzt, daß der in die Oeffnungen und die untere Kernbüchſenplatte eingebrachte und oben abgeſtrichene Sand erfahrungsgemäß zur Herſtellung eines genügend feſten, nicht zu ſtark gepreßten Kerns ausreicht. Dieſer Sandrahmen wird darauf vorſichtig weggenommen. Man erhält ſo einen Sandkörper *d* mit der annähernden Geſtalt des fertigen Kerns *e*, der durch Aufpreſſen der oberen Kernbüchſenplatte hergeſtellt wird. Damit es nun möglich iſt, die Plattenhälften zum Aufeinanderliegen zu bringen, was durch zwiſchenliegenden Sand vereitelt würde, iſt es notwendig, rings um den äußeren Umriß des Kerns Rinnen *b* (Fig. 5—7) anzubringen, die zur Aufnahme etwa überſchüſſigen Sands dienen. Das Zuſammenpreſſen findet unter einer beliebigen, für den Zweck genügend kräftigen Preſſe ſtatt. Eine hydrauliſche Kernformmaſchine, auf der die Herſtellung der Kerne in der angegebenen Weiſe erfolgt, iſt in Fig. 8 dargeſtellt. *c* iſt der Sandrahmen zur Herſtellung der angenäherten Kernform.

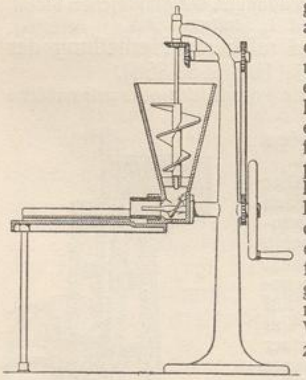


Fig. 9.

2. Für zylindriſche und prismatiſche Kerne finden Strangpreſſen Anwendung, bei denen das Kernmaterial durch eine Schnecke verdichtet und durch ein Mundſtück hindurchgepreßt wird. Dieſe Kernformmaſchinen werden entweder mit horizontaler und vertikaler (Fig. 9, Chr. Laißle, Reutlingen) oder auch nur mit horizontaler Preßſchnecke ausgeführt. Sie dienen zur Herſtellung der Kerne von etwa 10—100 mm Durchmeſſer.

C. Kernformmaſchinen, bei denen das Kernmaterial durch Rütteln verdichtet wird.

Auf dieſen Maſchinen werden Kerne aus ſogenannten Oelmaſſen (ſ. Kernmittel) durch intenſives Rütteln in vertikaler Richtung hergeſtellt. Die Kernbüchſen ſind zweiteilig; ihre Hälften werden nach dem Einfüllen des Formmaterials zuſammengeklappt. Beſonders für Radiatorenkerne angewendet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Ledebur, Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei, Leipzig 1901. — [2] „Stahl und Eisen", Düsseldorf 1905, S. 955 f. — [3] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [4] Kataloge der Fabriken für Gießereimaschinen. *A. Widmaier.*

Kerngries, aus dem Innern des Kornes stammender, daher nicht mit Schalenteilchen behafteter Gries (s. Gries und Mehlfabrikation). *Arndt.*

Kernlager, s. Eisengießerei, Bd. 3, S. 355.

Kernlinien. — Kernpunkte eines Bogenquerschnitts (s. Bogen, Bogenträger, Bd. 2, S. 141) heißen diejenigen oberhalb und unterhalb der Bogenachse in der Bogenebene gelegenen Punkte des Querschnittes, zwischen welchen die resultierende Schnittkraft R_x (Fig. 1) und damit auch ihre Komponenten, die Normalkraft N_x und Transversalkraft T_x, angreifen müssen, wenn alle Normalspannungen σ des Querschnitts von gleichem Vorzeichen sein sollen (Druck bei Sprengbogen). Durch Verbindung der oberen bezw. der unteren Kernpunkte aller einzelnen Querschnitte entstehen die beiden Kernlinien des Bogens (Fig. 2)

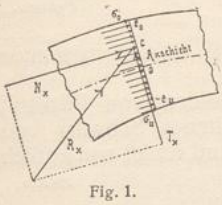


Fig. 1.

Fig. 2.

Bezeichnen F, J Flächeninhalt und Trägheitsmoment eines Querschnitts, e_o, e_u die absoluten Entfernungen des obersten und untersten Querschnittselements von der Achsschicht und r den Krümmungsradius der Achse beim fraglichen Querschnitt, so hat man die absoluten Entfernungen des oberen und unteren Kernpunktes von der Achse [4], S. 27:

$$k_0 = \frac{J}{F e_u - J r}, \qquad k_u = \frac{J}{F e_o + J r}. \tag{1.}$$

Bei Bogenbrücken sind die r so groß, daß unter Vernachlässigung von J/r gesetzt zu werden pflegen:

$$k_0 = \frac{J}{F e_u}, \qquad k_u = \frac{J}{F e_o}. \tag{2.}$$

Für rechteckige Querschnitte (Gewölbe) von der Höhe h und Breite b erhält man mit $F = b\,h$, $J = \frac{b\,h^3}{12}$, $e_o = e_u = \frac{h}{2}$ aus 2. $k_o = k_u = \frac{h}{6}$. Bei Bogen mit durchbrochenen Wandungen (Fachwerkbogen, Gitterbogen) fallen die Kernlinien annähernd mit den Gurtungsschwerlinien zusammen, bei vollwandigen Bogen liegen sie näher nach der Achse hin. Bezeichnet $c = M_x : N_x$ die Entfernung des Angriffspunktes von R_x oder N_x von der Achse, bei Sprengbogen positiv nach oben, negativ nach unten, dann lassen sich die Normalspannungen im obersten und untersten Querschnittselement, zwischen welchen die Werte aller übrigen Normalspannungen des Querschnitts liegen, ausdrücken:

$$\sigma_o = \frac{N_x}{F}\left(1 + \frac{c}{k_u}\right), \qquad \sigma_u = \frac{N_x}{F}\left(1 - \frac{c}{k_o}\right). \tag{3.}$$

Da die Verbindungslinie der durch die c bestimmten Angriffspunkte von R_x oder N_x Stützlinie heißt, so läßt sich auch aussprechen: Sämtliche Normalspannungen eines Querschnitts haben unter sich und mit ihrer Resultante N_x einerlei Vorzeichen (Druck bei Sprengbogen), wenn bei diesem Querschnitte die Stützlinie zwischen den Kernlinien liegt (bei Gewölben im mittleren Drittel). Andernfalls sind die Vorzeichen der Normalspannungen verschieden und hat für $c < -k_u$ die Normalspannung σ_o, für $c > k_o$ die Normalspannung σ_u das entgegengesetzte Vorzeichen wie N_x. Ueber die Anwendung der Kernlinien bei Bestimmung der ungünstigsten Belastungen s. Bogen, einfache, Bogenfachwerke; vgl. a. Kern.

Literatur: [1] Winkler, Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit, Prag 1867, §§ 288, 292—296. — [2] Müller-Breslau, Theorie und Berechnung der eisernen Bogenbrücken I, Berlin 1880, §§ 8, 10, 14. — [3] Krohn, Resultate aus der Theorie des Brückenbaues II, Leipzig 1883, §§ 1, 5, 11, 12, 18, 19. — [4] Weyrauch, Die elastischen Bogenträger, München 1897, §§ 8, 11, auch S. 125, 273 u. s. w. — [5] Mehrtens, Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre, I, Leipzig 1903, S. 345, 357; II, Leipzig 1904, S. 168. — [6] Handbuch der Ingenieurwissensch., II, 5, Eiserne Bogen- und Hängebrücken, Leipzig 1906, S. 69. *Weyrauch.*

Kernmarke, s. Eisengießerei, Bd. 3, S. 355.

Kernmasse, s. Eisengießerei, Bd. 3, S. 355, und Kernmittel.

Kernmittel, Kernbindemittel, werden dem zur Herstellung der Kerne (s. Eisengießerei, Bd. 3, S. 358) gebrauchten Kernsand beigemischt.

Die aus der Mischung hergestellten Kerne sollen genügend hart und porös sein. Am geeignetsten sind solche Kernmittel, die eine Kernmasse liefern, welche nach dem Abgießen der Form zerfällt, so daß der Kernsand sich leicht aus dem Gußstück entfernen läßt. Kernmittel, die Feuchtigkeit anziehen, sind nicht zu verwenden, weil dadurch der Bestand des Kerns gefährdet wird. Vorzugsweise im Gebrauch sind geringwertiges Mehl, Kartoffelmehl (D.R.P. Nr. 129930), Stärke, Kolophoniumpulver, Melasse, Bier, Fischtran, Leinöl, Teer, Sulfitabfallauge (D.R.P. Nr. 117633) u. a. Als Sand findet ein magerer (tonarmer), mehr oder weniger grobkörniger Sand Verwendung. Zur Erhöhung der Porosität können noch andre Materialien, wie getrockneter Pferdemist, Sägemehl u. s. w., beigefügt werden. Die aus den Mischungen gefertigten Kerne müssen (bei niedriger Temperatur) getrocknet werden.

Literatur: Messerschmitt, A., Die Technik in der Eisengießerei, Essen 1904. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kernmoment, f. Kernformel.

Kernnagel, f. Eisengießerei, Bd. 3, S. 359.

Kernöl (Palmkernöl), f. Palmöl.

Kernpunkte, Kernradius, f. Kern und Kernlinien.

Kernrisse, f. Nutzhölzer.

Kernrohr, ein weites, unmittelbar über der Bohrkrone befindliches Rohr, welches beim Kernbohren die Bohrkerne aufnimmt (f. Tiefbohren); f. a. Geschützfabrikation und Schiffsgeschütze. *Treptow.*

Kernschacht, f. Oefen, metallurgische.

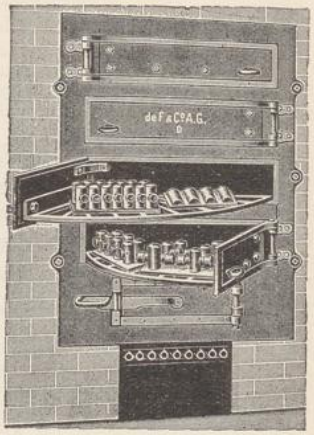
Kernschliech, f. v. w. Stirn, das bei der Herdarbeit (f. d.) sich ergebende wertvollste Produkt.

Kernschwarz (Pfirsichkernschwarz), durch Verkohlen von Pfirsich-, Pflaumen-, Mandelkernen in verschlossenen Gefäßen erhaltenes Schwarz von intensivem Ton, gibt, mit Weiß gemischt, ein rötliches Grau und findet namentlich in der Kunst- und Dekorationsmalerei Anwendung. *Andés.*

Kernspindel, -stütze, f. Eisengießerei, Bd. 3, S. 358 und 359.

Kerntransformator, f. Umformer.

Kerntrockenofen dient zum Trocknen der in Gießereien gebrauchten kleineren Kerne.



Eine übliche Einrichtung zeigt die Figur (de Fries & Co., A.-G., Düsseldorf). Der Ofen besteht aus vier Abteilungen. Jede Türe ist mit einer durchbrochenen Tischplatte zum Aufstellen der Kerne auf Unterlagen verbunden. An der hinteren Kante des Tisches ist eine senkrechte Wand angebracht, damit beim Herausdrehen einer Abteilung der Ofen abgeschlossen ist und keine Gase nach außen entweichen können. Die Feuerung befindet sich unten. Die Oefen werden transportabel oder zum Einmauern eingerichtet. Die Anzahl der Zellen schwankt zwischen drei bis fünf, ihre Höhe im Lichten gemessen zwischen 130 bis 530 mm, die Breite und Tiefe beträgt etwa 800 mm. Aeltere Kerntrockenöfen f. Ledebur, Handbuch der Eisengießerei, Leipzig 1901. *A. Widmaier.*

Kernweite, f. Kern, S. 434.

Kerographie, f. v. w. Cerographie (f. d.).

Kerosen, f. Petroleum.

Kersantit (Kersanton), ein aus Feldspat (Plagioklas und Orthoklas), Biotit, Augit, Hornblende und Quarz bestehendes dioritisches Eruptivgestein, das durch das Hervortreten größerer Biotitblättchen eine porphyrische Struktur annimmt, besonders nach den Salbändern des meist gangartig auftretenden dunkelgrauen Gesteins. Technische Verwendung ziemlich gering. Glimmerarme Gesteine eignen sich vorzüglich als Pflastersteín und Steinschlag. *Leppla.*

Kerzen sind Beleuchtungsmittel, bei welchen sich die zur Verbrennung dienenden Materialien in fester Form um ein Bündel kapillarer Gespinstfasern, den Docht, befinden. Als Materialien zur Herstellung von Kerzen dienen hauptsächlich Talg, Wachs, Stearin und Paraffin; zum Docht verwendet man jetzt ausschließlich Baumwolle. Man unterscheidet gedrehte und geflochtene Dochte. Letztere werden allgemein für Stearin- und Paraffinkerzen verwendet, während erstere noch vielfach für Talg- und Wachskerzen benutzt werden.

Die Talgkerzen werden entweder gezogen oder gegossen. Ersteres geschieht, indem man die Dochte wiederholt in das geschmolzene Fett eintaucht, bis die gewünschte Stärke erlangt ist; die Kerzen erhalten dabei eine mehr oder weniger unregelmäßige Form. Zum Gießen der Kerzen verwendet man Formen aus einer Legierung von Zinn und Blei, in deren Achse der Docht ausgespannt ist. Der Talg darf nicht zu heiß vergossen werden, da sich sonst die Kerzen nicht leicht aus der Form nehmen lassen.

Für die Verarbeitung des Wachses zu Kerzen sind drei verschiedene Verfahrungsarten gebräuchlich: das Anschütten oder Angießen des Wachses, das Kneten und das Gießen.

Beim Anschütten oder Angießen hält ein Arbeiter den über einer Pfanne aufgehängten Docht in der linken Hand und dreht ihn, während er mit einer Kelle in der Rechten ihn mit geschmolzenem Wachs begießt. Die Dochte hängen zu diesem Zweck in Häkchen an einem horizontalen, um seine Achse beweglichen Eisenreif, durch dessen Umdrehung die einzelnen Dochte über das Schmelzgefäß bewegt werden. Beim ersten Angießen wird das Wachs

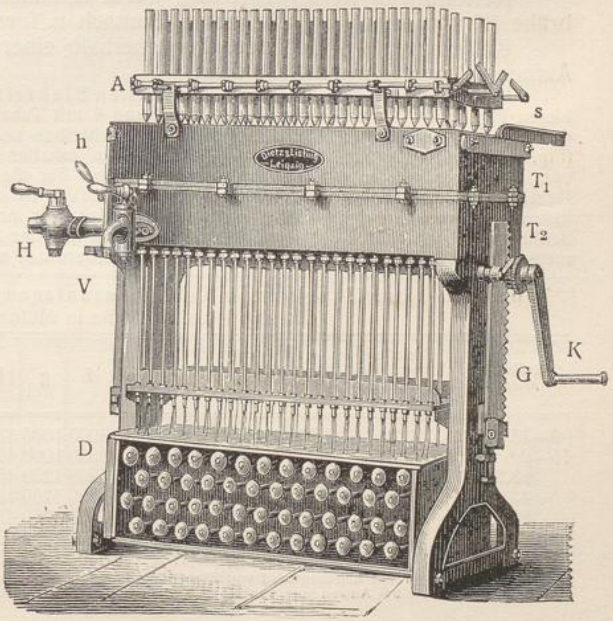
etwas heiß genommen, während beim nachfolgenden Angießen die Temperatur nur so hoch gehalten wird, daß immer noch einige ungeschmolzene Wachsschnitte in dem geschmolzenen Wachse bleiben. Das obere Ende des Dochtes zieht man durch eine Blechhülse, damit es vom Wachse frei bleibt. Nachdem die Dochte, welche an dem Reif hängen, bis zu etwa einem Drittel des zu gebenden Gewichtes angegossen sind, bringt man sie auf eine Marmortafel oder eine möglichst glatt gehobelte Holztafel, um durch Rollen mit einem glatten Brett die Unebenheiten auszugleichen. Der Rolltisch wird fortwährend durch Wasser naß gehalten. Nach dem Rollen werden die Kerzen wieder an den Reif gehängt und von neuem angegossen. Da sich beim ersten Angießen der obere Teil der Kerze durch das hier schneller erkaltende Wachs etwas dicker als der untere Teil gestaltet, so setzt man beim zweiten und dritten Angießen die Gießkelle etwas tiefer an. Das Angießen und Rollen wird abwechselnd so lange fortgesetzt, bis die Kerzen die gewünschte Stärke und zugleich eine runde Oberfläche haben. Nach dem letzten Rollen werden die Kerzen unten abgeschnitten und 8—14 Tage zum Bleichen an die Luft gehängt. — Da das Angießen mehrerer Fuß langer Dochte schwierig ist, werden die großen Kirchenkerzen nicht gegossen, sondern durch Kneten bereitet. Der mit heißem Wachs getränkte Docht wird aufgespannt, das Wachs in heißem Wasser so lange durchgeknetet, bis es keine harten Knöllchen mehr hat, dann zu länglichen Streifen geformt und diese um den Docht gewickelt. Nachher werden die Kerzen auf dem Rolltisch rund gerollt.

Das Gießen der Wachslichter erfolgt ähnlich wie bei den Talglichtern, nur mit dem Unterschied, daß der Docht vor dem Einziehen in die Form mit Wachs getränkt wird, damit keine hohlen Stellen entstehen. Da sich das Wachs wegen seiner Klebrigkeit viel schwieriger aus den Formen entfernen läßt als Talg, so muß man die Formen vor dem Herausziehen in heißem Wasser oder Dampf wärmen.

Die Wachsstöcke werden aus einem langen Dochtstück gefertigt, das durch geschmolzenes Wachs hindurchgeführt wird. Der durch Wachs gezogene Docht geht dann durch Zieheisen mit kreisrunden Oeffnungen und wird hinterher aufgerollt [2].

Stearin- und Paraffinkerzen werden stets gegossen; bei beiden Kerzensorten ist erforderlich, daß die Formen zuvor mit heißem Wasser oder Dampf angewärmt werden und nach dem Gießen eine starke Abkühlung erfolgt. Die geschmolzene Masse des Stearins läßt man gewöhnlich unter Umrühren auf 40—45° C. erkalten, bis sie zu einer rahmdicken, milchigen Flüssigkeit geworden ist, welche ein Gemenge von zahllosen sehr kleinen Kristallen in einer eben noch flüssigen Grundmasse vorstellt, die bei mäßiger Abkühlung alsbald steht. Das Paraffin dagegen wird vollkommen klar und mit höherer Temperatur als Stearin vergossen, weil die Kerzen sonst nicht aus den Formen gehen [3].

Zum Gießen der Stearin- und Paraffinkerzen bedient man sich heute meist der sogenannten amerikanischen Gießmaschinen, wie sie Figur zeigt. Die Formen, hundert an der Zahl, stehen in zwei Doppelreihen in einem geschlossenen Kasten T_1, T_2, in welchem sie im oberen und unteren Boden vollständig abgedichtet sind, sich aber einzeln aufs bequemste auswechseln lassen. Die einzelne Form ist eine an beiden Seiten offene Röhre. In dieser schiebt sich ein Piston, welches die Form für die Spitze der Kerze bildet und an einem schwachen eisernen Rohre befestigt ist. Im tiefsten Stande schließt das Piston die etwas konische Form vollständig ab. Sämtliche Pistons, welche mittels der langen Röhren in Zahnstangen geschraubt sind, werden durch eine Kurbel K mit Getriebe G und Zahnstange auf und nieder bewegt. Unten in der Maschine befindet sich der verschließbare Dochtkasten D. Er enthält 100 Dochtspulen, deren Dochte durch den Deckel in die Pistonröhrchen und durch die Pistons selbst hindurchgehen und in letzteren mittels einer einfachen Vorrichtung dicht abschließen, so daß kein Tropfen der flüssigen Masse durchlaufen kann. Ueber den beiden Trögen T_1 T_2, welche oben die Doppelreihe der Formen einschließen, befindet sich ein Apparat A, der Klemmer genannt, welcher dazu dient, die fertigen, aus den Formen gehobenen Kerzen zu halten. Dieser Klemmer läßt sich mit Hilfe von Scharnieren zur Seite der Maschine umlegen, wo er auf Stützen S zu ruhen kommt. Er wird durch kleine Kurbeln und Exzenter geöffnet und geschlossen. Die an der Maschine befindlichen Hähne sind mit den entsprechenden Rohrleitungen zu versehen. Der große horizontal angebrachte Durchgangshahn H dient zum Einlassen des Kühlwassers und ist mit der Wasserleitung zu verbinden.



Ein zweiter an derſelben Seite ſich befindender Hahn *h* iſt, je nachdem man mit heißem Waſſer oder Dampf erwärmen will, mit einem Heißwaſſerreſervoir oder mit der Dampfleitung in Verbindung zu ſetzen. An den Schnabelhahn *V*, welcher zum Entleeren des Kaſtens vom Waſſer beſtimmt iſt, ſetzt man ein Schlauch- oder Rohrſtück an. Eine oben an der Seite befindliche Flanſche wird mit einem ebenfalls abwärts führenden, aber ſchwächeren Rohre verſehen, durch welches beim Einlaſſen von Dampf oder Waſſer die Luft aus dem Kaſten entweichen, auch das Kühlwaſſer zur Herſtellung eines kontinuierlichen Durchfluſſes überlaufen kann. Um die Maſchine mit Dochten zu beziehen, werden letztere möglichſt gleichmäßig und ohne Knoten auf Rollen von Holz oder Blech geſpult. Die vollen Spulen bringt man auf die Stäbe im Dochtkaſten. Um die Dochte in die Formen einzuziehen, legt man den Klemmer zurück, dreht mittels der Kurbel die Piſtons ſo hoch, daß ſie über die Formen herausſtehen, führt die Dochtnadel durch das Piſton hindurch, bis ſie unterhalb des Röhrchens hervorreicht, wo man den Docht in das Nadelöhr ein- und die Nadel zurückzieht. Sind ſämtliche Dochte eingezogen, ſo legt man den Klemmer über die Maſchine und knüpft die Dochte an quer über die Klemmeröffnung gelegte Hölzchen (ſpäter halten die in den Klemmern ſteckenden Kerzen die Dochte oben feſt). Beim Niederlaſſen der Piſtons ſpannen ſich die Dochte entſprechend an. Unterhalb der beiden Zahnſtangen befinden ſich Stellſchrauben, mittels deren man die Tiefſtellung der Piſtons fixiert. Die Maſchine iſt zum Guſſe vorbereitet. Es erfolgt ſodann das Anwärmen durch heißes Waſſer oder Dampf und darauf das Eingießen des Stearins. Man gießt ſo viel ein, daß ſich nicht allein die Formen füllen, ſondern auch die Maſſe noch ca. 2 cm hoch in den Trögen ſteht, letzteres wegen des Nachſaugens der Kerzen. Sofort nach dem Eingießen läßt man das Kühlwaſſer einſtrömen. Sobald die Gußdecke über den Formen erkaltet iſt, wird ſie mit einem beſonders konſtruierten Meſſer ausgeſtochen. Die Kerzen werden dann durch Drehung der Kurbel aus den Formen gehoben, wobei ſich der Docht an den Spulen nachzieht. Die Kerzen ſchieben ſich durch die geöffneten Klemmer und werden, im höchſten Stande angelangt, dort feſtgeſpannt. Hierauf dreht man die Kurbel zurück, bis die Piſtons die Formen unten ſchließen. Dann erwärmt man wieder und gießt von neuem. Iſt dann die Decke wieder erkaltet, ſo werden die Dochtenden zwiſchen den oben im Klemmer ſteckenden Kerzen und dem Gußkopf mit Hilfe eines an einem Stiele befindlichen dreieckigen Meſſers abgeſchnitten und die Klemmer mit den Kerzen zur Seite der Maſchine umgelegt. Zum Tragen derſelben dienen die Stützen *S*. Durch Oeffnen der Klemmer läßt man die Kerzen in untergehaltene Käſten fallen [4].

Literatur: [1] Bolley, Beleuchtungsweſen, Braunſchweig 1862, S. 116; Deite, Induſtrie der Fette, Braunſchweig 1878, S. 310; Schädler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892, S. 1270. — [2] Bolley, a. a. O., S. 136; Deite, a. a. O., S. 320. — [3] Bolley, a. a. O., S. 122. — [4] Deite, Seifenfabrikant, Berlin 1888, S. 499. *Deite.*

Keſſel, ſ. Dampfkeſſel, Schiffskeſſel.

Keſſelbekleidung, ſ. Iſoliermaterialien für Schiffe.

Keſſelblech, ſ. Blech, Bd. 2, S. 45, und Dampfkeſſelfabrikation.

Keſſelböden, die vorderen und hinteren Begrenzungsflächen (eben oder gewölbt) an Dampfkeſſeln (ſ. Dampfkeſſelberechnung und -fabrikation).

Keſſelbraun, ſ. Caffelerbraun.

Keſſelfarben (Krappfarben), durch Eintauchen der Zeuge in die Farbbrühe (Krapp, Blauholz, Cochenille, Sumach u. ſ. w.) erzeugte Farben.

Keſſelhaus, das Gebäude, das innerhalb einer größeren Häuſergruppe zur Aufnahme von Dampfkeſſeln dient.

Beiſpiele (nach Angaben der Allgemeinen Elektrizitäts-Geſellſchaft in Berlin) bieten Fig. 1 und 2 mit Tabelle I und Fig. 3 und 4 mit Tabelle II. — Das Keſſelhaus iſt, wenn die örtlichen Verhältniſſe es irgend geſtatten, unmittelbar neben das Maſchinenhaus zu legen (Fig. 5—8), um möglichſt kurze Dampfleitungen zu erhalten und eine leichte Zugänglichkeit vom Maſchinenhaus zu den Keſſeln zu ermöglichen. Für die Anlage von Dampfkeſſeln gilt in Deutſchland bezüglich des Aufſtellungsortes (Abſatz IV § 14 der Allgemeinen polizeilichen Beſtimmungen vom 5. Auguſt 1890): Dampfkeſſel, welche für mehr als 6 Atmoſphären Ueberdruck beſtimmt ſind, und ſolche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfſpannung in Atmoſphären Ueberdruck mehr als dreißig beträgt, dürfen

Tabelle I. Abmeſſungen von Keſſelhausanlagen mit Waſſerröhrenkeſſeln.
(Zu Fig. 1 und 2; Maße in Millimetern.)

Keſſel für normal	Waſſerberührte Heizfläche in qm	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	Höhe über Werkfohle des Schornſteins in m	Obere lichte Weite in mm
9—15 PS.*)	21	2500	4150	3200	1500	150	3000	1000	3750	2900	7200	18	400
15—20 „	31	3750	4650	4500	1500	150	3500	1000	4500	3400	9750	20	500
28,5 „	44	3750	5300	4500	1500	150	3900	1250	4500	3400	9750	20	580
42 „	58	4250	5500	5000	1500	150	4100	1250	4500	3500	10750	25	650
55 „	75	5000	5500	5700	1500	150	4100	1250	4750	3750	12200	25	750
84 „	100	5000	5900	5700	1750	150	4500	1250	5000	3900	12450	30	875
108 „	116	5000	6200	5700	1750	150	4800	1250	5500	4400	12450	30	920

*) Die angegebene Leiſtung wird von Einzylinderdampfmaſchinen ohne Kondenſation erreicht; bei Verbunddampfmaſchinen oder bei Anwendung von Kondenſation können die Keſſel entſprechend kleiner gewählt werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

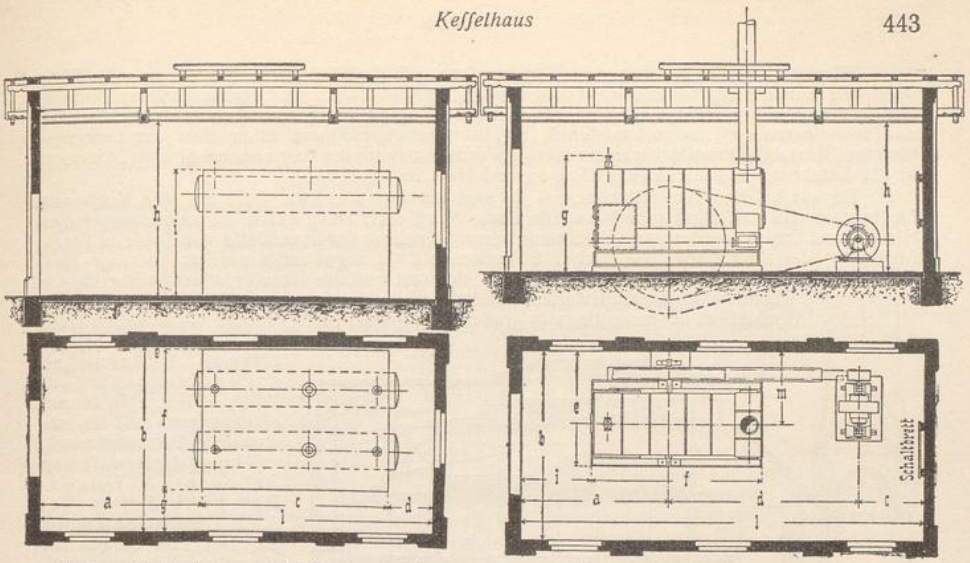


Fig. 1 und 2. Keſſelhaus mit Waſſerröhrenkeſſel (hierzu Tabelle I).

Fig. 3 und 4. Keſſelhaus mit Lokomobile (hierzu Tabelle II).

unter Räumen, in welchen Menſchen ſich aufzuhalten pflegen, nicht aufgeſtellt werden. Innerhalb ſolcher Räume iſt ihre Aufſtellung unzuläſſig, wenn dieſelben überwölbt oder mit feſter Balkendecke verſehen ſind. Daraus folgt, daß häufig bei Krafthäuſern in großen Städten die Keſſel über den Maſchinen angeordnet werden (Fig. 9) [1]. Oft werden auch (in England und Amerika) die Keſſel in mehreren übereinander gelegenen Stockwerken angeordnet [2] (vgl. Hochbehälter, S. 83, Fig. 2).

Tabelle II. Abmeſſungen von Keſſelhausanlagen mit Lokomobilen.
(Zu Fig. 3 und 4; Maße in Millimetern.)

Normale Leiſtung der Lokomobilen in effektiven Pferdeſtärken	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m
Lokomobile von 3,0 PS.	4500	3000	1500	4000	2000	3000	1500	3000	2500	10000	1000
„ „ 5,5 „	4500	3000	1500	4000	2000	3000	1500	3000	2500	10000	1000
„ „ 11,0 „	5000	3250	1500	4000	2000	3500	1750	3250	3000	10500	1100
„ „ 13,0 „	5000	3250	1800	4000	2000	3500	1750	3250	3000	10800	1100
„ „ 17,0 „	5800	3500	1800	4000	2250	3700	1900	3400	3400	11600	1200
„ „ 28,5 „	6850	4000	2000	4500	2750	4700	2300	4000	4050	13350	1500
„ „ 42,0 „	7250	4500	2000	5000	3000	4900	2500	4250	4250	14250	1600
„ „ 55,0 „	7700	5000	2000	5500	3500	5400	2750	4500	4700	15200	1900
„ „ 84,0 „	8500	5500	2500	6000	4000	6000	3100	4800	5100	17000	2100
„ „ 108,0 „	9000	5750	2500	6500	4000	6200	3200	5000	5500	18000	2100

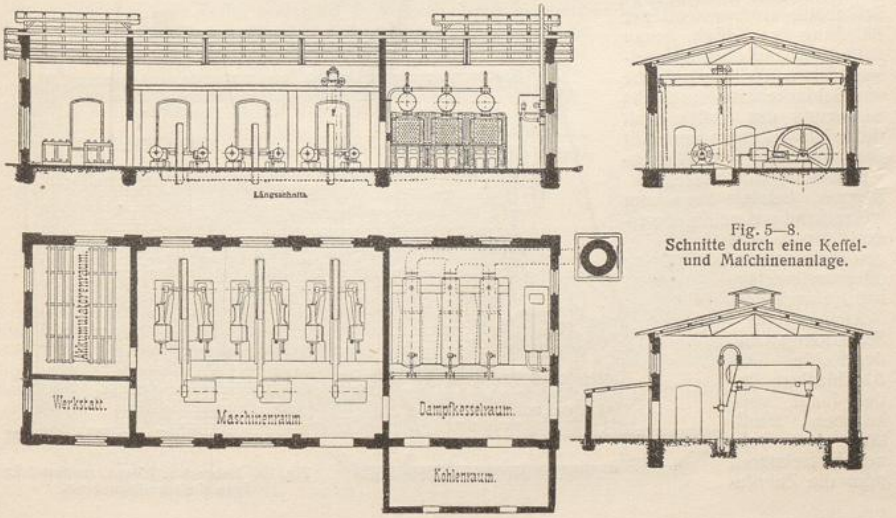


Fig. 5—8. Schnitte durch eine Keſſel- und Maſchinenanlage.

Förder- und Lageranlagen in Kraftwerken mit Keſſelhäuſern. Für die in erſter Linie durch die Entwicklung der Elektrotechnik ermöglichten, beſonders im Intereſſe größerer Betriebsbilligkeit neuerdings mehr und mehr zentraliſierten Energieerzeugungsanlagen bilden die zeit- und arbeitſparenden Transportmaſchinen (Fig. 9) wichtige Faktoren hinſichtlich der Leiſtungsfähigkeit, Rentabilität und Betriebsſicherheit (Aufrechterhaltung des Betriebes bei Streiks, Störungen in der Zufuhr u. ſ. w.; ſ. a. Haufenlager und Hochbehälter).

Da wie bei den Gasfabriken (ſ. d.) und Hüttenwerken (ſ. d.) auf den Kraft- und Lichtwerken mit Keſſelhäuſern nahezu alle unter Maſſentransport (ſ. d.) zuſammengefaßten Förder- und Lagervorrichtungen (Zuführung bezw. Stapelung der Brennſtoffe wie Kohle u. dergl., Abführung der Rückſtände, wie Aſche, Schlacken u. ſ. w.) angewendet werden, ſo möge hierneben einem Hinweis auf letzteres Stichwort und die darunter fallenden Begriffe die Angabe von bemerkenswerten derartigen Einrichtungen aus der Literatur genügen [3]. Hinſichtlich der neuerdings in großen Keſſelhäuſern mit Vorliebe verwendeten (auch hierhergehörigen) ſelbſttätigen Feuerungen (ſ. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 7 ff.; [4]) ſei nur eingegangen auf die mechaniſche Patentkettenroſtzuführung der Deutſchen Babcock- & Wilcox-Dampfkeſſelwerke, A.-G., Oberhauſen (Fig. 10) [5]. Der Roſt beſteht aus einer aus kurzen gußeiſernen Roſtſtabgliedern zuſammengeſetzten Kette, die oben und unten durch in beſtimmten Zwiſchenräumen angeordnete Walzen unterſtützt wird; letztere ſind in gußeiſernen

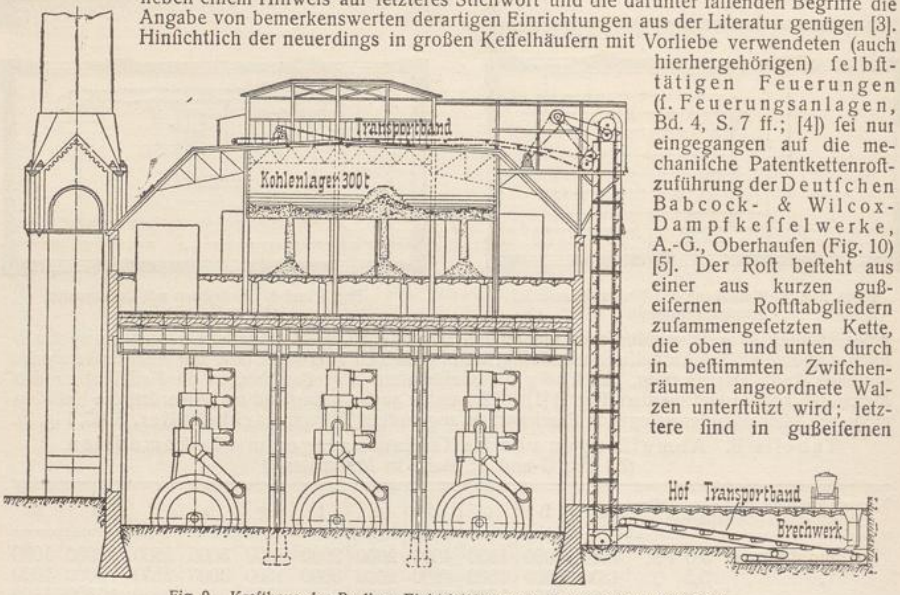


Fig. 9. Krafthaus der Berliner Elektrizitätswerke „Luiſenſtraße“ (9000 PS.).

Seitenrahmen gelagert. Dieſe auf vier Rädern ruhenden Seitenrahmen bilden den Kettenroſtwagen, der aus dem eigentlichen Feuerraum ohne Schädigung des Mauerwerkes herausgefahren werden kann. Aus dem am vorderen Ende befindlichen abſtellbaren Kohlentrichter gelangt das Brennmaterial der ganzen Roſtbreite nach auf die Kette, die durch ein regelbares Schaltwerk langſam durch den Verbrennungsraum geführt wird. Die Geſchwindigkeit der Kohlenzufuhr wird derart geregelt, daß ſie zur vollſtändigen Verbrennung der Kohle ausreicht. Die Höhe der Kohlenſchicht iſt durch eine zweiflügelige Schiebetür entſprechend der Belaſtung des Keſſels genau einſtellbar und ebenſo regelbar. Die ſich bildende Aſche und Schlacke wird durch die Bewegung des Roſtes nach rückwärts getragen und fällt dort auf eine die Aſchenfallöffnung abſchließende Klappe. Letztere kann vom Heizerſtand aus geöffnet werden, und zwar geſchieht dies ein- oder zweimal täglich, je nach dem Aſchen- und Schlackengehalte der Kohle. Das Abſchlacken findet ſomit vollkommen ſelbſttätig ohne Oeffnen der Heiztüren oder die Zuhilfe-

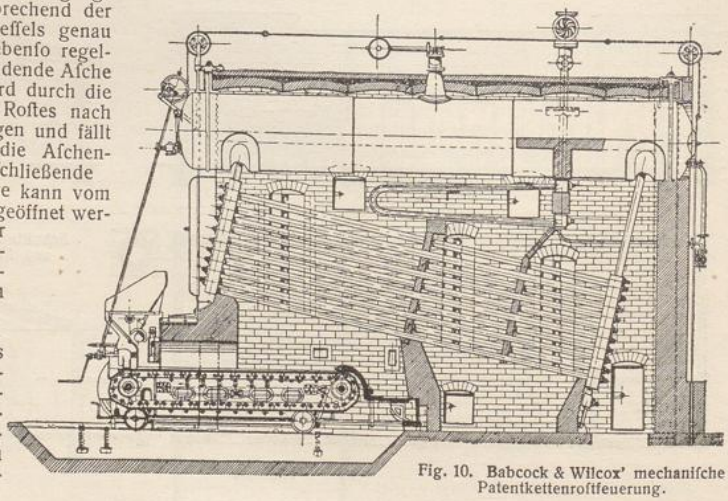


Fig. 10. Babcock & Wilcox' mechaniſche Patentkettenroſtfeuerung.

nahme von irgendwelchen Werkzeugen ſtatt. Die Umdrehzahl der Hauptantriebswelle beträgt 35 in der Minute und der Kraftbedarf für jeden Keſſel $^1/_2$ PS.; der Roſt kann jedoch auch im Falle eines Motorſtillſtandes von Hand aus bewegt und auch durch die obenerwähnte zweiflügelige Schiebetür zeitweilig von Hand aus gefeuert werden.

Literatur: [1] Buhle, Techn. Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern), 1. Teil, Berlin 1901, S. 73 ff. [Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 172 ff.]. — [2] Derſ., ebend., 3. Teil, Berlin 1906, S. 162 und Tafel 6. — [3] Derſ., Transport- u. Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 59 ff. (Glaſers Annalen 1898, II., S. 65 ff.); Derſ., Techn. Hilfsmittel u. ſ. w., 1. Teil, Berlin 1901, S. 65 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 117 ff.), S. 137 (Journal für Gasbeleuchtung 1901, S. 626); ebend., 2. Teil, Berlin 1904, S. 20, ferner S. 62 (Glaſers Annalen 1903, II, S. 220), S. 85 ff. (Glaſers Annalen 1904, I, S. 30 ff.); ebend., 3. Teil, Berlin 1906, S. 16 (Deutſche Bauztg. 1904, S. 553), S. 20 u. 97 („Glückauf" 1904, S. 859, und 1905, S. 162), S. 161 ff., ferner S. 272 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 854), S. 289 ff. bezw. 298 ff. (Elektr. Bahnen und Betriebe 1904, S. 430 ff. bezw. 1906, S. 538 ff.). — [4] Derſ., ebend., 2. Teil, S. 93 ff.; 3. Teil, S. 268 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 794 ſowie Lind, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 59 ff.). — [5] Derſ., ebend., 3. Teil, S. 193 und Tafel 6. *M. Buhle.*

Keſſelmantelbohrmaſchine, ſ. Nietlochbohrmaſchine.

Keſſeln, ſ. Wetterwirtſchaft.

Keſſelöfen, ſ. Oefen, metallurgiſche.

Keſſelprobe, ſ. Dampfkeſſelbetrieb, Bd. 2, S. 579.

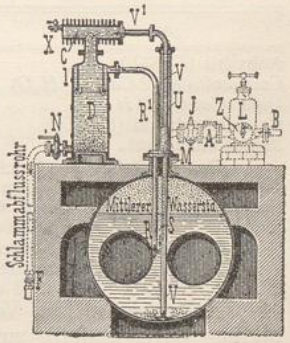
Keſſelraum an Bord der Schiffe, von waſſerdichten Quer- und Längsſchotten eingeſchloſſener Schiffsraum, in welchem die Schiffskeſſel aufgeſtellt ſind.

Die Aufſtellung der Keſſel erfolgt entweder längsſchiffs — d. h. die Längsachſe der Feuerungen bezw. der Roſte parallel der Längsrichtung des Schiffes — oder querſchiffs — d. h. die Längsachſe der Feuerungen querſchiffs. In letzterem Falle ſtehen die Keſſel mit dem Rücken an dem Mittellängsſchott über dem Kiel, und die Heizräume ſind nach der Bordwand zu angeordnet, meiſt nach außen durch Längskohlenbunker begrenzt. Neuerdings bevorzugt man die Längsſchiffsaufſtellung, da das Mittellängsſchott bei Ueberflutungen der Heizräume nur einer Schiffsſeite eine gefahrbringende Krängung des Schiffes verurſacht. Die Heizräume eines Keſſelraumes ſind dann entweder getrennt und liegen an den Enden, während die entſprechenden Keſſel Rücken an Rücken ſtehen, oder der Heizraum liegt in der Mitte und dient als Stockraum für die ganze Keſſelgruppe. Dieſe Anordnung beanſprucht etwas geringeren Längenraum. Die Keſſel müſſen bei allen Aufſtellungsarten von allen Seiten für Beſichtigungen und Reinigungen zugänglich ſein.

Literatur: Dick, C., und Kretſchmer, O., Handbuch der Seemannſchaft, Berlin 1902; Busley, Die Schiffsmaſchine, Kiel 1902. *T. Schwarz.*

Keſſelreinigung beſteht in einer äußeren Reinigung der Keſſelwände und Feuerzüge von Ruß und Flugaſche, zu welchem Zwecke in den Zügen durch Türen, Klappen oder eingeſetzte Steine verſchließbare Reinigungsöffnungen vorhanden ſind, und in einer inneren Reinigung von Schlamm und Keſſelſtein. Die Häufigkeit der letzteren hängt außer von der Beſchaffenheit des Keſſelſpeiſewaſſers und dem Syſtem des Keſſels (ob Flammrohr-, Bouilleur-, Waſſerrohr- oder Heizrohrkeſſel) von den geſetzlichen Vorſchriften ab (ſ. Dampfkeſſelbetrieb, Bd. 2, S. 578).

Um den Keſſelſchlamm, den im unteren Teil des Keſſels abgeſetzten Niederſchlag, von Zeit zu Zeit aus dem Keſſel entfernen zu können, kann man entweder den Keſſel ablaſen oder ſich eines ſelbſttätigen Apparates bedienen. Einen ſolchen Apparat letzterer Art ſtellt die nebenſtehende Figur dar (Patent Derveaux, ausgeführt von H. Reifert in Cöln). Derſelbe beſteht aus einem auf dem Keſſel oder einem Wandkonſol aufgeſtellten Schlammfänger *D* mit dem durch die Hähne *N* und *F* abſchließbaren Schlammabflußrohr. Der Apparat iſt durch zwei Rohre *R* und *V* mit dem Innern des Keſſels verbunden, deren letzteres bis nahe auf den Keſſelboden geführt und oben von einem Dampfumhüllungsrohr *U* umgeben iſt, wodurch eine Wärmeausſtrahlung der Waſſerſäule in *V* verhindert wird. Die Zirkulation erfolgt ſomit vermöge des verſchiedenen ſpezifiſchen Gewichts der Waſſerſäulen in *V* und RR_1 in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung. Der durch den aufſteigenden Waſſerſtrom in *V* mitgeriſſene Schlamm ſetzt ſich im Schlammſammler *D* am Boden ab; das Lufthähnchen *X* im oberen Rippenkörper *C* dient zum Entfernen etwaiger Luft aus dem Apparat und zur Kontrolle der Wirkungsweiſe desſelben. Der in die (punktiert gezeichnete) Speiſeleitung *ABJS* eingeſchaltete Topf *LZ* dient zur Aufnahme von Löſungs- und Reinigungsmitteln (calcinierter und kauſtiſcher Soda, Natronlauge oder dergl.) und zur Einführung derſelben in das Speiſewaſſer.



v. Ihering.

Keſſelröhren, Keſſelröhrenwerkzeuge, ſ. Siederöhren.

Keſſelſchlamm, der im unteren Teil des Keſſels abgeſetzte Niederſchlag.

Keſſelſpeiſepumpen, ſ. Dampfkeſſelſpeiſeapparate.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Keſſelſpeiſerufer, Apparate zum ſelbſttätigen Anzeigen des Sinkens des Waſſerſpiegels in Dampfkeſſeln unter das niedrigſte zuläſſige Maß, auch Warnapparate genannt, entweder Schwimmer oder durch den Dampf zur Wirkung kommende Apparate. Hierher gehören der Blackſche Warner, die Signalapparate von Krupp, Schwarzkopff u. a. (ſ. Alarmvorrichtungen, Bd. 1, S. 127).

Literatur: Roſenkranz, Vorrichtungen an Dampfkeſſeln zur Sicherung gegen Waſſermangel, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1886, S. 940; Dampfkeſſelſicherheitsvorrichtung, ebend. 1889, S. 33; Scholl, Führer des Maſchiniſten, 10. Aufl., Braunſchweig 1883, S. 235—267; Weisbach-Herrmann, Ing.-Mechanik, 5. Aufl., Braunſchweig 1883—1887, II. Teil, 2. Abt., S. 940; Vorrichtung zur Regelung der Keſſelſpeiſung, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 971; Vorrichtung zur ſelbſttätigen Rückleitung von Dampfwaſſer nach den Dampfkeſſeln, ebend. 1899, S. 1198; Selbſttätige Keſſelſpeiſevorrichtungen, ebend. 1901, S. 745. *v. Ihering.*

Keſſelſpeiſewaſſerreiniger, teils Apparate zur Abſcheidung von keſſelſteinbildenden Salzen aus dem Waſſer, bevor letzteres in den Keſſel eingeführt wird (ſ. Waſſerreinigung), teils Vorrichtungen, um durch Zuſätze von Chemikalien (Soda, Natronlauge) im Keſſel ſelbſt die obengedachten Salze in die Form von Keſſelſchlamm (ſ. d.) zu bringen und damit den feſthaftenden Keſſelſtein zu vermeiden (ſ. Keſſelſteinmittel).

Beſondere Keſſelſpeiſewaſſerreiniger werden an Bord der Schiffe verwendet, um das aus den Oberflächenkondenſatoren entnommene Speiſewaſſer von Luft und fettigen Beimengungen zu reinigen. Sie bilden meiſt zugleich einen Vorwärmer und werden entweder in der Druckrohrleitung der Speiſewaſſerpumpen — Apparate von Daniels, Howaldt, Rankine — eingeſchaltet oder innerhalb des Keſſels — Apparat von Lechner — gelagert. Sie beruhen in der Hauptſache auf der Grundlage, daß Luft und Fett nach oben ſchwimmen und von Zeit zu Zeit abgeleitet werden. Vgl. Busley, Die Entwicklung der Schiffsmaſchine, Berlin 1892.

Keſſelſtein, eine in Dampfkeſſeln ſich bildende Inkruſtation an den Keſſelwänden, welche eine Berührung derſelben durch das Keſſelwaſſer, alſo eine Wärmeabgabe der Keſſelwände an das letztere erſchweren und ſchließlich ſo ſehr verhindern, daß an den mit Keſſelſtein bedeckten Stellen die Keſſelbleche glühend werden. Die Folgen hiervon ſind Deformationen wie Einbeulen, Ausbiegungen u. ſ. w. der Keſſelwände, Röhren u. ſ. w., welche ſchließlich zum Aufreißen, Aufplatzen und dadurch zu Keſſelexploſionen führen.

Die Urſachen des Keſſelſteins ſind die im Speiſewaſſer enthaltenen Verunreinigungen. Hierher gehören vorzugsweiſe die kohlenſauren und ſchwefelſauren Verbindungen des Baryums, Calciums und Magneſiums ſowie Tonerde und Kieſelſäure, aus welchen ſich folgende Hauptarten von Keſſelſteinen bilden [1]: 1. Barytkeſſelſteine (kohlenſaurer Baryt oder Witherit $BaCO_3$ und ſchwefelſaurer Baryt oder Schwerſpat $BaSO_4$). 2. Magneſiakeſſelſteine (reine Magneſia MgO, kohlenſaure Magneſia $MgCO_3$ und Chlormagneſium $MgCl_2$). 3. Kalkkeſſelſteine (kohlenſaurer Kalk $CaCO_3$ und ſchwefelſaurer Kalk $CaSO_4$). 4. Tonerdekeſſelſteine (Al_2O_3). 5. Kieſelſäurekeſſelſteine (SiO_2). 6. Mergel- oder Feldſpatkeſſelſteine, Gemiſche aus Tonerde, Kali und Kieſelſäure $Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot (SiO_2)_6$. Die wichtigſten und am meiſten vorkommenden, das ſogenannte harte Waſſer bildenden Verunreinigungen ſind die Kalkſalze, kohlenſaurer und ſchwefelſaurer Kalk. Von beſonderer Wichtigkeit und Häufigkeit ſind die Kalk- und Magneſiakeſſelſteine. Fiſcher [2] fand bei acht Analyſen von Keſſelſteinen im weſentlichen folgende Zuſammenſetzungen in Gewichtsprozenten:

Analyſe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Anhydrit ($CaSO_4$)	—	—	49,98	31,96	50,44	90,44	1,63	9,86
Calciumſulfat ($2\,CaSO_4 \cdot H_2O$) .	50,75	67,14	29,73	—	30,30	—	—	—
Gips ($CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$)	—	—	—	—	4,27	8,60	—	—
Calciumkarbonat ($CaCO_3$) . .	44,25	14,65	8,30	55,65	8,20	—	81,45	81,10
Magneſiumhydrat	1,19	9,69	3,83	7,11	4,36	—	8,10	2,58

Das ſchwefelſaure Calcium ſcheidet ſich nach F. Fiſcher je nach der herrſchenden Temperatur und je nach dem Salzgehalt des Waſſers als Anhydrit oder mit Kriſtallwaſſer ab, Magneſia als Hydrat. Auch Calciumhydrat bildet feſte Kruſten, wenn z. B. bei der Waſſerreinigung zu viel Kalkmilch Verwendung findet.

Literatur: [1] Scholl-Brauer, Führer des Maſchiniſten, 10. Aufl., Braunſchweig 1883, S. 308 ff. — [2] Handbuch der chemiſchen Technologie, 1900, Bd. 1, S. 358; ſ. a. Artikel Keſſelſtein, Inhaltsverzeichnis 1883—1893 und 1894—1903 der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. *v. Ihering.*

Keſſelſteinmittel, Vorkehrungen zur tunlichſten Vermeidung der Keſſelſteinbildung durch Zuſätze zum Waſſer im Keſſel.

Die Abſcheidung der keſſelſteinbildenden Salze im Keſſel ſelbſt erfolgt in der Regel durch Zuſatz von Soda oder Natronhydrat. Die unter den verſchiedenſten Namen wie: Deutſcher Univerſalkeſſelſchutz, Lithoreaktiv, Antikeſſelſtein, Antikeſſelſteinmittel, Rapid u. ſ. w. in den Handel gebrachten Gemiſche enthalten als wirkſame Beſtandteile ebenfalls nur Soda, Aetznatron, kohlenſaures Natron u. ſ. w. Das Verfahren ſelbſt iſt nur ein Notbehelf und dort praktiſch, wo das Waſſer wenig Gips enthält; im allgemeinen empfiehlt es ſich nicht, dieſe Mittel anzuwenden,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die ja auch in der Neuzeit durch die Speiſewaſſerreinigung vor dem Einlaſſen des Waſſers in den Keſſel (ſ. Waſſerreinigung) verdrängt ſind. *v. Ihering.*

Keſſeltelegraph, ein meiſt elektriſch betriebener Kommandogeber an Bord der Schiffe, welcher dem wachhabenden Maſchiniſten im Maſchinenraum zur Verfügung ſteht, um bezüglich der Keſſelbedienung Befehle nach den Heizräumen zu geben. *T. Schwarz.*

Keſſelwände, ſ. Dampfkeſſelberechnung, -fabrikation.

Keſſelwagen, ſ. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 346.

Ketone, eine Gruppe von organiſchen Verbindungen, die den Aldehyden (ſ. d.) ſehr nahe ſtehen und gleich dieſen die Karbonylgruppe *CO* enthalten. Während aber in den Aldehyden dieſe Gruppe einerſeits mit einem Waſſerſtoffatom, anderſeits mit einem Alkoholradikal verbunden iſt, iſt dieſelbe in den Ketonen beiderſeits an ein Alkoholradikal gebunden. Sind die beiden Radikale gleich, ſo hat man einfache, ſind ſie ungleich, gemiſchte Ketone. Man kennt ferner Ketone der aliphatiſchen wie der aromatiſchen Reihe und ſchließlich ſolche, welche neben einem aliphatiſchen Alkoholradikal einen aromatiſchen Reſt enthalten; dieſelben werden als gemiſchte fettaromatiſche Ketone bezeichnet.

Man hat alſo folgende Typen:

Aliphatiſch einfache Ketone aromatiſch: $CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$ (Aceton); $C_6H_5 \cdot CO \cdot C_6H_5$ (Benzophenon)

Gemiſchte Ketone: $CH_3 \cdot CO \cdot C_2H_5$ (Methyläthylketon); $C_6H_5CO \cdot C_6H_4 \cdot CH_3$ (Phenyltolylketon)

und $CH_3 \cdot CO \cdot C_6C_5$

Acetophenon, gemiſcht fettaromatiſches Keton.

Das Anfangsglied der Reihe iſt das Aceton (ſ. d.), welches 3 Atome Kohlenſtoff enthält; die höheren Glieder der aliphatiſchen Reihe ſind erſt von C_{12} an, die aromatiſchen Ketone ſämtlich feſte Körper; ſämtlich ſind ſie leichter als Waſſer. Von den Bildungsweiſen der Ketone ſeien hier nur erwähnt die Oxydation ſekundärer Alkohole,

$$\underset{\text{Iſopropylalkohol}}{CH_3 \cdot CH(OH) \cdot CH_3} \longrightarrow \underset{\text{Aceton}}{CH_3 \cdot CO \cdot CH_3}$$

und die trockene Deſtillation der Kalkſalze von organiſchen Karbonſäuren unter Bildung von kohlenſaurem Kalk ($ca = {}^1/_2\,Ca$):

$$\begin{matrix} CH_3 \cdot CO\,Oca \\ CH_3 \cdot COOca \\ \text{Eſſigſaurer Kalk} \end{matrix} = \underset{\text{Aceton}}{CH_3 \cdot CO \cdot CH_3} + CaCO_3$$

$$\begin{matrix} C_6H_5 \cdot CO\,Oca \\ C_6H_5 \cdot COOca \\ \text{Benzoeſaurer Kalk} \end{matrix} = \underset{\text{Benzophenon}}{C_6H_5 \cdot CO \cdot C_6H_5} + CaCO_3$$

$$\begin{matrix} CH_3 \cdot CO\,Oca \\ CH_3 \cdot CH_2 \cdot COOca \\ \text{Eſſigſaurer und propionſaurer Kalk} \end{matrix} = \underset{\text{Methyläthylketon}}{CH_3 \cdot CO \cdot C_2H_5} + CaCO_3$$

$$\begin{matrix} CH_3 \cdot CO\,OCa \\ C_6H_5 \cdot COOCa \end{matrix} = \underset{\text{Acetophenon}}{CH_3 \cdot CO \cdot C_6H_5} + CaCO_3$$

Dieſe zweite Bildungsweiſe führt alſo zur leichten Darſtellung einer großen Reihe von Ketonen mit beliebigen Radikalen und iſt auch, wie z. B. für das Aceton (ſ. d.), die techniſche Darſtellungsmethode. Durch Reduktionsmittel gehen die Ketone in die ſekundären Alkohole zurück, aus welchen ſie entſtehen:

$$CH_3 \cdot CO \cdot CH_3 + H_2 = \underset{\text{Iſopropylalkohol.}}{CH_3 \cdot CH(OH)CH_3}$$

Durch Oxydation werden ſie geſpalten unter Entſtehung von Säuren mit weniger Kohlenſtoffatomen $CH_3 \cdot CO \cdot CH_3 + 4\,O = CH_3 \cdot COOH + CO_2 + H_2O$.

Wie die Aldehyde addieren ſie Ammoniak, wobei kompliziertere Verbindungen gebildet werden, und Blauſäure unter Entſtehung von Oxynitrilen höherer Säuren:

$$CH_3 \cdot CO \cdot CH_3 \longrightarrow \underset{\text{Nitril der } \alpha\text{-Oxyiſobutterſäure.}}{(CH_3)_2 \cdot C\!<\!\begin{matrix} OH \\ CN \end{matrix}}$$

Mit Natriumbiſulfit vereinigen ſich im allgemeinen nur die Ketone, welche die Gruppe $CO \cdot CH_3$ enthalten, zu ſchwerlöslichen kriſtalliſierten Verbindungen, z. B. Aceton zu

$$(CH_3)_2 \cdot C\!<\!\begin{matrix} OH \\ SO_3Na \end{matrix} + H_2O$$

acetonſchwefligſaurem Natrium, welche durch Sodalöſung unter Rückbildung des Ketons wieder zerfallen und daher zur Abſcheidung und Reinigung der Ketone dienen. Die Ketone kondenſieren ſich ſehr leicht unter Waſſeraustritt (ſ. Aceton), mit Hydroxylamin liefern ſie Oxime, mit Phenylhydrazin Phenylhydrazone, Verbindungen, welche für die Charakteriſierung der Ketone von großer Wichtigkeit ſind; ſ. Aceteſſigeſter, Aceton, Aldehyde.

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig, 3. Aufl. 1893, I, S. 972. *(Kerp) Bujard.*

Ketſch, Segelfahrzeug mit Schlup- oder Kuttertakelung, das hinten vor dem Ruder noch einen Befanmaſt hat mit Gaffel oder Spriet bezw. Houariſegel.

Kettelapparat, eine an Rundwirkſtühlen angebrachte Vorrichtung zum Durchnähen (Abketteln) einer Maſchenreihe mit einer Kettennaht.

Kettelgrund, ſ. Spitzen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ketten, Kettenlinien. Bei der Behandlung von Kettenlinien, Hängebrücken u. f. w. verſteht man unter vollkommenen Ketten ſtabförmige Körper mit ſtetig aufeinander folgenden reibungsloſen Gelenken in der Achſe (vgl. Gelenke bei Ingenieurkonſtruktionen). Werden ſolche Ketten in zwei oder mehreren Punkten unterſtützt, ſo entſtehen Hängebogen (ſ. Bogen, Bd. 2, S. 141, und Hängebrücken), während die Form der Kette zwiſchen zwei Stützpunkten, außer von deren Lagen, von der Länge und Belaſtung der Kette abhängt. Alle Linien, welche die Kettenachſe hierbei bilden kann, heißen Kettenlinien. Die allgemeinſten Gleichungen derſelben (für beliebige Belaſtung) wurden unter Hängebrücken a. gegeben. Nach den dortigen Beziehungen ſind die Beanſpruchungen und Stützenreaktionen einer gegebenen Kette beſtimmt, ſobald man die Belaſtung derſelben kennt.

Fig. 2.

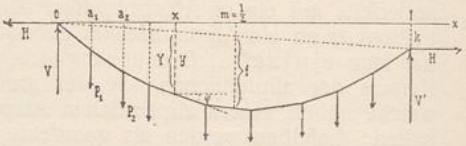


Fig. 1.

Iſt die Belaſtung auf die Horizontalprojektion (Spannweite) der Kette gleichmäßig verteilt, ſo entſteht eine paraboliſche Kettenlinie, deren Gleichungen ebenfalls unter Hängebrücken angeführt ſind. Wird die Belaſtung auf die Kettenlänge gleichmäßig verteilt, ſo erhält man die gemeine Kettenlinie (ſ. Fadenkurven) Dieſe iſt von geringerer praktiſcher Bedeutung als die paraboliſche Kettenlinie; annähernd hat man es mit ihr zu tun bei homogenen Ketten von konſtantem Querſchnitt, welche nur ihr eignes Gewicht tragen. Je flacher die Kette, deſto eher kann auch in ſolchen Fällen das Eigengewicht als gleichmäßig verteilt auf die Horizontalprojektion gelten und alſo von den einfacheren Formeln für paraboliſche Kettenlinien Gebrauch gemacht werden. Wirken neben einer auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilten Laſt von u pro Längeneinheit beliebige Laſten $P_1, P_2, \ldots$ in Entfernungen $a_1, a_2, \ldots$ vom Stützpunkt 0, ſo folgt mit den Bezeichnungen in Fig. 1 die Gleichung der Kettenlinie:

$$Y = y - \frac{k}{l}x = \frac{1}{Hl}\left[x(l-x)\frac{ul}{2} + (l-x)\sum_0^x Pa + x\sum_x^l P(l-a)\right] \quad 1.$$

und mit $\frac{dy}{dx} = tg\,\varphi$:

$$\frac{dY}{dx} = tg\,\varphi - \frac{k}{l} = \frac{1}{Hl}\left[(l-2x)\frac{ul}{2} - \sum_0^x Pa + \sum_x^l P(l-a)\right], \quad 2.$$

während der Horizontalſchub (ſ. d. und Hängebrücken) ausgedrückt iſt:

$$H = \frac{1}{2f}\left[\frac{ul^2}{4} + \sum_0^m Pa + \sum_m^l P(l-a)\right], \quad 3.$$

worin f den Wert von Y für $x = l/2 = m$ bedeutet. Mit Wegfall der P gehen dieſe Gleichungen in ſolche für paraboliſche Kettenlinien über. Bei der Navierſchen Kettenbrückenlinie (ſ. d.) werden außer dem näherungsweiſe berückſichtigten Eigengewicht der Kette (einem paraboliſchen Bogen von konſtantem Querſchnitt entſprechend) eine auf die Horizontalprojektion gleichmäßig verteilte Laſt (Fahrbahnlaſt) und eine nach den Stützen hin ſtetig zunehmende Laſt (Eigengewicht der Tragſtangen) in Rechnung gezogen [2], S. 165. Ueber Berückſichtigung beliebiger ſtetig verteilter Laſten auf Grund der allgemeinen Formeln vgl. Belaſtung der Träger, Bd. 1, S. 661. Letztere Formeln, einſchließlich 1.—3., gelten auch für die bei Hängebrücken vorkommenden Stabketten aus gelenkartig verbundenen geraden Stäben (Fig. 2), wenn die Gelenkreibung und Stabbiegung vernachläſſigt werden. Ueber Tragketten und Spannketten ſ. Hängebrücken. Vgl. Fadenkurven, Kettenlinie, Seilpolygon.

Literatur: [1] Eytelwein, Handbuch der Statik feſter Körper, Bd. 3, Berlin 1808, S. 95. — [2] Navier, Rapport et Mémoire sur les ponts suspendus, Paris 1823, S. 63. — [3] Tellkampf, Theorie der Hängebrücken, Hannover 1856, S. 16. — [4] Gretſchel, Elementare Ableitung der Haupteigenſchaften der Kettenlinien, Grunerts Archiv, 43. Teil, 1865, S. 121. — [5] Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867, S. 253. — [6] Thomſon u. Tait, Handbuch der theoretiſchen Phyſik, Bd. 1, 2. Teil, Braunſchweig 1874, S. 105. — [7] Weisbach, Lehrbuch der theoretiſchen Mechanik, Braunſchweig 1875, S. 276. — [8] Zimmermann, Ueber Seilkurven, Zentralblatt der Bauverwaltung 1883, S. 224, 231, 254. — [9] Ritter, Lehrbuch der Ingenieurmechanik, Hannover 1885, S. 328. — [10] Rühlmann, Vorträge über die Geſchichte der techniſchen Mechanik, Leipzig 1885, S 136, 369. — [11] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, A 51—53. — [12] Finger, Elemente der reinen Mechanik, Wien 1886, S. 249. — [13] Land, Neue Ableitung der Gleichung der (gemeinen) Kettenlinie und deren zeichneriſche Beſtimmung, Civilingenieur 1895, S. 501. — [14] Foeppl, Vorlefungen über techniſche Mechanik, II, Graphiſche Statik, Leipzig 1900, S. 66 (ſ. a. Zentralblatt der Bauverwaltung 1903, S. 332). — [15] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, II, 5, Eiferne Bogenbrücken und Hängebrücken, Leipzig 1906, S. 7. — [16] Heun, Lehrbuch der Mechanik, I, Kinematik, Leipzig 1906, S. 133, 301. — S. a. Hängebrücken.

Weyrauch.

Ketten, zur Aufnahme und Uebertragung von Zugkräften, bieten gegenüber Zugſtangen und Seilen vollkommene Gelenkigkeit und die Möglichkeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einer Verzahnung. Nach ihrer Verwendung in der Technik unterfcheidet man Kran-, Laft-, Anker-, Förder-, Transport- und Treibketten, nach ihrem Bau folgende Arten:

Glieder- oder Schakenketten beftehen aus ovalen Gliedern, Schaken, von Schweißeifen mit 3500 kg/qcm Zugfeftigkeit und 12—20% Dehnung. Die Rundeifenftäbe werden dazu in Längen gefchnitten, jedes Stück U-förmig gebogen, in das vorige Glied eingehängt, mit den Enden übereinandergebogen und zufammengefchweißt. Die Handarbeit der Kettenfchmiede kann durch Mafchinen [1] teilweife unterftützt werden. Die Schweißftelle liegt am Kopfende [2], bei dicken Ketten an der Seite. Genau gleiche Teilung oder Baulänge (d. i. die innere Länge eines Gliedes) erhalten die kalibrierten Ketten durch Nachfchmieden und Einfchlagen im Gefenk. Die gewöhnlichen, kurzgliedrigen Ketten, Fig. 1, wiegen 2,25 d^2 kg/m für d cm Stärke und dienen hauptfächlich als Kranketten. Die langgliedrigen Ketten, Fig. 2, wiegen 1,9 d^2 kg/m und eignen fich zu Förderketten bei Kettenbahnen und Halteketten für Seezeichen. Die in der Landwirtfchaft gebräuchlichen Ketten mit verfchränkten Gliedern laffen fich leichter, ohne zu fperren, durch Ringe ziehen.

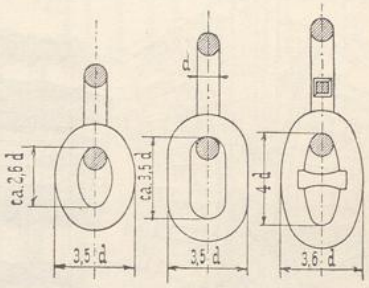


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Man berechnet die Ketten auf Zug in den beiden parallelen Schenkeln der Glieder mit dem Querfchnitt $2 \cdot \pi d^2/4$ für 637 kg/qcm Zugfpannung ohne weitere Berechnung der Biegungen [3]. Führt man die Zugkraft Q kg $= 637 \cdot 2 \pi d^2/4$ in t ein, fo erhält man die einfache Formel d cm $= \sqrt{Q_t}$. Für Abnutzung (durch Witterung und Reibung, auch in Rückficht auf jährliches Glühen zum Zweck der Unterfuchung auf Anbrüche) gibt man bis 3 mm zu dem berechneten Werte von d zu. Die Spannung bei der Prüfung der Kette in Längen von 25 m [4] beträgt 1350 kg/qcm; die Zugfeftigkeit, geprüft an Stücken von 3—5 Gliedern, ift 2400 kg/qcm. Bei der Berechnung von Ketten, die ftarken Stößen ausgefetzt find, geht man mit der Zugfpannung bis auf die Hälfte des normalen Wertes hinab, fo daß d cm $= \sqrt{2\,Q_t}$ wird. Die Eifenftärke geht von 5—26 mm um 1 mm aufwärts, von 26—30 um 2, von 33—39 und 43—52 mm um 3 mm, oder auch bis 100 um 2 mm. Man unterfcheidet im Preife: gewöhnliche Handelsketten, ungeprüfte Ketten, Beft-Kranketten, Beft-Beft-Kranketten und adjuftierte Ketten.

Tabelle über kurzgliedrige Kranketten.

Eifenftärke z. B.	5	6,5	8	10	13	16	20	25	30	40	50	mm
Gewicht für 1 m	0,6	1	1,5	2,3	4	6	9	15	20	35	55	kg/m
Tragkraft	0,2	0,4	0,6	1	1,7	2,6	4	6	9	16	25	t
Preife für 100 kg	130	100	80	70	60	55	50	45	40	35	33	ℳ/dz
Preife für 100 m	80	100	120	160	240	330	450	700	800	1200	1800	ℳ/100 m

Kalibrierte oder adjuftierte Ketten erhalten genau gleiche Teilung, damit fie fich in ein verzahntes Kettenrad paffend einlegen. Sie längen fich jedoch mit der Zeit durch Abnutzung und bleibende Streckung. Um letztere möglichft auszufchließen, beanfprucht man den Querfchnitt $2 \pi d^2/4$ der Kette nur auf 400—425 kg/qcm; hieraus folgt für Q_t Zugkraft die Eifenftärke d cm $= \sqrt{1{,}5\,Q_t}$. Um die Abnutzung an den Berührungsftellen der Glieder möglichft zu befchränken, vermeidet man gern entgegengefetzte Biegungen der Kette und befonders Ablenkungen in zweierlei Ebenen; für große Kräfte, über 4 t, wählt man trotz des höheren Preifes beffer Gelenkketten. Die Teilung fchwankt zwifchen 2,6 d und 3,7 d.

Eifenftärke z. B.	5	6,5	8	10	13	16	20	23	25	30	33 mm
Tragkraft	0,15	0,25	0,4	0,6	1,1	1,7	2,6	3,5	4	6	7 t
Mittlerer Preis ca.	1	1,2	1,5	2	3	4	5	6	8	10	12 ℳ/m

Stegketten, Fig. 3, als Ankerketten gebräuchlich, enthalten in jedem Gliede einen feft eingefetzten Steg zur Verfteifung und zur Verhütung von Knotenbildungen. Sie wiegen 2 d^2 kg/m und find 20% teurer, aber auch tragfähiger als die offenen Ketten. Für 955 kg/qcm zuläffige Zugfpannung erhält man d cm $= \sqrt{{}^2/_3\,Q_t}$ als erforderliche Eifenftärke einer Stegkette. Die Probebelaftung beträgt 1800, die Zugfeftigkeit 2700 kg/qcm.

Eifenftärke z. B.	13	16	20	25	30	40	50 mm
Gewicht für 1 m	3,5	5	8	12	18	32	50 kg/m
Tragkraft	2,5	4	6	9	13	24	38 t
Preis für 100 kg ca.	85	70	60	60	60	60	60 ℳ/dz
für 1 m ca.	3	4	5	8	10	20	30 ℳ/m.

Die **Klattefche Walzkette** ift aus Flußeifen, durch einen Walzprozeß gebildet und durch Stanzen und Preffen vollendet [5]. Fig. 4 veranfchaulicht, wie ein zuvor auf Kreuzprofil ausgewalzter Stab zwifchen vier nach der Kettenform ausgefräften Walzen, deren vorderfte in Fig. 4 weggelaffen ift, auf Kettenform gebracht wird. Die Glieder hängen noch zufammen und find von einem dünnen Grat ausgefüllt und umgeben; in den Zwickeln fitzen Materialknoten. Der Grat wird danach mit befonderen Stempeln ausgeftanzt, die Glieder durch Torfion voneinander abgetrennt. Die Enden jedes Gliedes werden darauf durch Preffen gerundet und dabei an den Enden etwas höher als breit gehalten, in Rückficht auf die Abnutzung an den Berührungsftellen. Durch Stauchen und Preffen erhalten die Glieder fchließlich ihre normale Geftalt. Aus einem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

15 m langen Rohftabe entftehen Kreuzftäbe von 30—40 m und Ketten von etwa 50 m Länge. Die Bruchfeftigkeit der Walzketten beträgt 5000—7500 kg/qcm.

Eine **Transportkette** aus Flacheifen, Fig. 5, mit Tragplatten dient zur Abführung warmer Eifenftücke [6]. Zerlegbare Treibketten, Fig. 6 und 7, von A. Stotz-Kornweftheim, be-

Fig. 5.

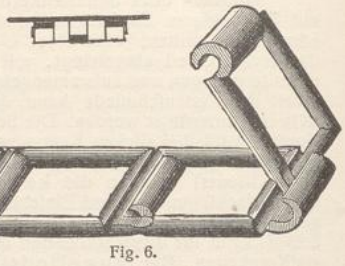


Fig. 6.

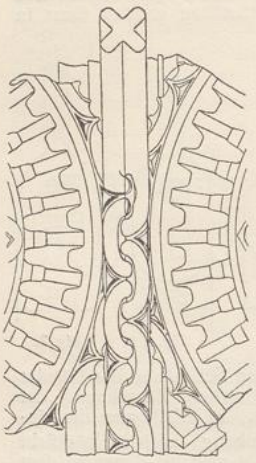


Fig. 4.

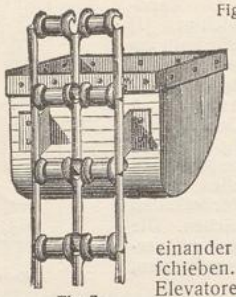


Fig. 7.

ftehen aus fchmiedbarem Guß. Die Glieder laffen fich, wenn fie auf etwa 60° gegen einander geneigt werden, nach einer Seite abfchieben. Diefe Ketten dienen als Förderketten für Elevatoren und Transporteure. Sie erhalten nach Bedarf geeignete Anfätze (Fig. 7) zur Befeftigung der Becher, Schaukeln, Trage- oder Schiebebretter u. f. w. Als Betriebskraft P von 30—1300 kg wird ein Achtel der für die Kettenart ermittelten Zugfeftigkeit gerechnet. Die Preife fchwanken um $0{,}015 \cdot P + 2$ ℳ/m.

Die Stahlbolzenkette, Fig. 8, von Stotz, enthält Schlitzlöcher zum

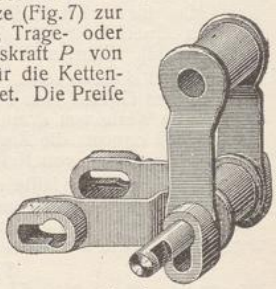


Fig. 8.

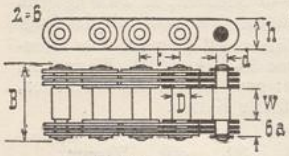


Fig. 10.

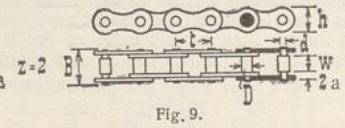


Fig. 9.

Feftha lten der eingekerbten Bolzen. Bei Schwenkung um 90° läßt fich das Kettenglied verfchieben und der Bolzen herausziehen. Sie übertragen 200—1500 kg bei achtfacher Sicherheit mit 24 bis 150 mm Teilung. Gliederketten von Gußeifen für Zäune laffen fich mit Kernftücken gießen [7].

Gelenk- oder Lafchenketten (Gallfche Ketten), Fig. 9 und 10, enthalten 2—12 eiferne Platten oder Lafchen, verfetzt auf den gedrehten Zapfen von Stahlbolzen, deren Enden mit oder ohne Unterlagfcheibe vernietet oder verfplintet find. Sie eignen fich befonders zu ftarken Kranketten. Da die Gelenke fämtlich parallel liegen, läßt fich die Kette nicht feitwärts aus der einen Ebene, in welcher fie zu führen ift, ablenken. Sie verdanken ihre Ausbildung und Einführung befonders der Firma Zobel, Neubert & Co. in Schmalkalden; mit deren Abmeffungen ziemlich übereinftimmend ift folgende ausführliche Tabelle über Gelenkketten von Otto Kötter in Barmen für Q als zuläffige Belaftung.

Q =	12	30	30	50	50	90	90	100	100	100	150	250	500	750	800	1000	1200	1500	kg
t =	5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	25	30	30	35	35	40	mm
D =	2	3,5	3,5	4	4	5	5	5	5	5	6	8	10	11	11	12	12	14	„
d =	1,5	2,5	2,5	3	3	4	4	4	4	4	5	6	8	9	9	10	10	12	„
h =	5	7	8	8	9	10	11	11	12	12	13	15	18	20	20	26	26	30	„
B =	12	13	13	17	17	19	19	23	23	23	25	28	38	45	55	48	57	56	„
w =	5	6	6	8	8	10	10	12	12	12	13	15	18	20	20	22	22	25	„
a =	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2,5	„
z =	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	„

Q =	2	3	4	5	6	7,5	8,5	10	12,5	15	17,5	20	25	30	40	50	60	75	t
t =	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	140	170	200	250	mm
D =	17	22	24	26	28	32	34	36	38	40	43	46	50	54	60	70	84	100	„
d =	14	18	21	23	25	28	30	32	34	37	39	41	44	47	52	62	72	85	„
h =	35	38	40	46	52	52	56	60	65	70	72	80	90	100	110	130	150	175	„
B =	65	88	108	115	125	150	155	160	182	190	218	225	240	300	360	410	470	530	„
w =	30	35	40	45	45	50	55	60	65	70	75	80	90	110	120	145	170	200	„
a =	3	3	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	„
z =	4	6	6	6	6	8	8	8	8	8	10	10	10	10	12	12	12	12	„

Das Gewicht beträgt für Q t Tragkraft $4\,Q$ kg/m, der Preis ca. $2{,}5\,Q + 5$ ℳ für $Q < 1$ und $2{,}5\,Q + 10$ ℳ darüber, wechfelnd mit der Ausrüftung in Material und Bolzenverfchluß. Die Spannung in den Platten feitlich vom Zapfenauge kommt auf 800—900 kg/qcm bei gleichmäßiger Laftverteilung; bei der Durchbiegung eines Bolzens unter der Wirkung des Zahndruckes am Kettenrade fteigt fie an den inneren Platten und nimmt außen ab [8].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fleyerketten, Fig. 11, die zum Tragen der Gegengewichte für die Spulenbank an Vorſpinnmaſchinen (Fleyern) benutzt werden, entbehren des mittleren Zwiſchenraumes für die Radzähne, ebenſo die **Panzerketten,** Fig. 12; ſie erhalten abwechſelnd 1 und 2 bis 4 und 5 Platten oder 2 und 2 Platten, bei 8—17 mm Teilung. **Bogenketten,** Fig. 13, mit 17—30 mm Teilung

Fig. 12.

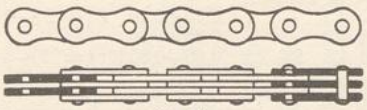


Fig. 11.

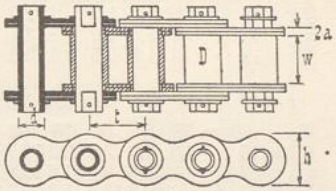


Fig. 14.

Fig. 13.

laſſen ſich über runde Zähne oder Triebſtöcke legen.

Als **Treibketten** mit fortwährender Bewegung der Gelenke für Geſchwindigkeiten bis zu 3 m/sk dienen die Ketten, Fig. 14, von Zobel, Neubert & Cie. oder von Kötter mit Büchſen über den Bolzen und dadurch vergrößerter Auflagefläche, wobei der Bolzen mit dem einen, die Büchſe mit dem folgenden Plattenpaar feſt verbunden iſt. Ketten für Zugkräfte von 2 t an erhalten hohle Bolzen- und Doppelplatten, von 4 t an dreifache Platten.

Tabelle über Treibketten von Kötter in Barmen für Q t Zugkraft

$Q=$	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7,5	t
$t=$	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	mm
$D=$	9	12	15	17	18	20	23	26	28	32	36	40	42	44	46	48	50	52	"
$d=$	5	8	10	11	12	14	17	18	20	24	28	32	32	34	35	36	36	38	"
$h=$	14	18	22	24	26	30	35	38	41	46	53	53	60	65	75	80	85	90	"
$w=$	14	16	18	20	22	25	30	35	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	"
$a=$	2	3	3	4	4	5	6	6	4	5	5	6	6	5	5	5	5	5	"

Gewicht ca. $8\,Q$ kg/m; Preis ca. $10\,Q + 10$ ℳ/m für Q t Belaſtung.

Fahrradketten ſind entweder Rollenketten, Fig. 15, mit loſe auf die Bolzenhülſe geſteckten Stahlrollen, oder Blockketten, Fig. 16, mit breiten Mittelgliedern und Laſchen, oder Doppelrollenketten, Fig. 17, mit kurzen Außenlaſchen [9]; die beiden letzten haben zwei Kettengelenke auf eine Zahnteilung.

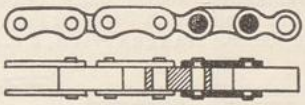


Fig. 16.

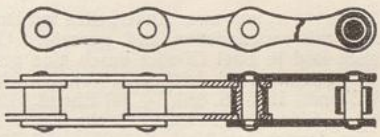


Fig. 15.

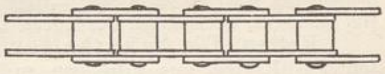


Fig. 17.

Renolds geräuſchloſe Zahnkettengetriebe, Fig. 18, werden für Deutſchland von

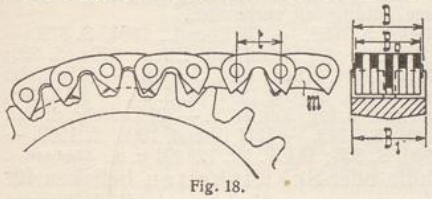


Fig. 18.

Friedrich Stolzenberg & Co. in Reinickendorf (Weſt) hergeſtellt und für jeden Einzelfall angegeben. Die Laſchen legen ſich ebenflächig in die Verzahnung der Räder [10]. Der Seitenführung durch Bordſcheiben an einem der beiden Räder wird die Mittenführung vorgezogen, wobei die mittelſten Glieder *m* der Kette auf beiden Rädern in einer Rille laufen. Sie kommen hauptſächlich zur Verwendung bei elektriſchen Antrieben an Werkzeugmaſchinen, Pumpen, Kompreſſoren u. ſ. w. Die Räder erhalten 15—90 (auch 13) Zähne und bis 6,5 m/sk Umfangsgeſchwindigkeit. Der Wellenabſtand ſoll das 1,5- bis 3,5fache des größeren Raddurchmeſſers ſein; lotrechter Kettenlauf iſt zu vermeiden. Nach dem Auflegen wird die Kette durch einen Spanner (mit Rechts- und Linksgewinde) angezogen und mit dem Schlußbolzen geſchloſſen, nötigenfalls mit einem Schlußglied mit gekröpften Doppellaſchen bei ungerader Gliederzahl.

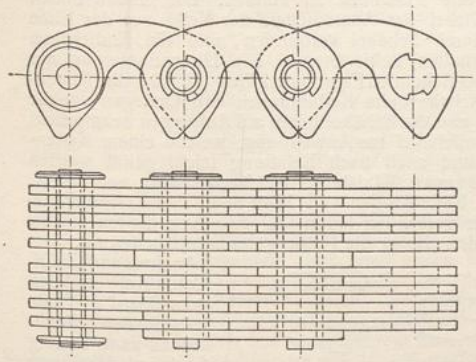
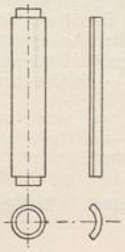


Fig. 19.



Im Betrieb ist die Kette mit dickem Oel zu schmieren, bei Staub mit Flockengraphit und in einem Gehäuse einzuschließen.

Tabelle über Renolds Zahnketten (in abgerundeten Zahlen).

Seitenführung	B_0 =	13	19	25	32	38	44	51	64	76 mm	G/K	B	B_1
	K = Bruchbelastung der Kette in Tonnen:												
	t = 13	0,87	1,3	1,8	2,2	2,6	—	3,5	—	— t	0,85—0,80	$B_0+2\sim4$	$B_0+13\sim16$ mm
	16	—	1,5	2,0	2,6	3,1	3,6	4,2	—	— „	0,85—0,80		
	19	—	1,8	2,5	3,0	3,6	4,0	4,8	5,6	7,2 „	0,90—0,85 für t = 25 ∼ 44:	$B_0+16\sim23$	„
	Ketten mit Mittenführung:												
	t = 19	—	1,6	2,2	3,0	3,8	4,0	4,8	6,2	7,2 t	0,95—0,90		
Mittenführung	B_0 =	38	51	64	76	102	127	152 mm	—				
	t = 25	4,3	5,9	7,6	9,2	12,5	15,7	18,9 t	—	—	0,95—0,90	$B_0+4\sim8$	$B_0+8\sim10$ „
	32	—	7,5	9,6	11,6	15,8	19,9	23,9 „	—	—	0,95—0,90		
	38	—	9,8	12,6	15,3	20,7	26,2	31,4 „	—	—	0,83		
	44	—	12,6	15,9	19,6	26,6	33,5	40,2 „	—	—	0,75 kg/m : K.		

Renolds neue Zahnkette, Fig. 19, enthält an jedem Bolzen zwei gehärtete Lagerschalen, die über die ganze Breite anliegen und je in einer Gliedschar festsitzen, wodurch ihre Leistung und Dauer erhöht wird. — Die **Morsekette,** Fig. 20, von der Westinghouse-Brems-Gesellschaft in Hannover ersetzt die Bolzenzapfen durch Schneide und Pfanne, die im gerade gestreckten Kettenlauf mit Flächenberührung anliegen [11].

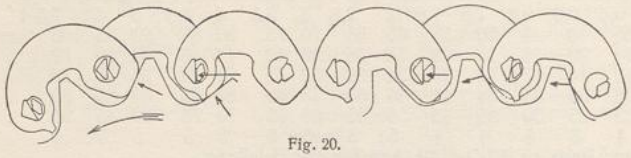


Fig. 20.

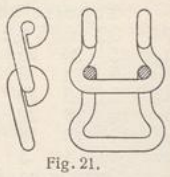


Fig. 21.

Drahtketten werden durch besondere Maschinen [12] hergestellt. Die Ketten der Wanduhren mit seitlich liegender Fuge sind nur ein Drittel bis ein Viertel so tragfähig als geschlossene Ketten. Hakenketten, Fig. 21 (nach Vaucanson), tragen $4\,d^2$ kg bei d mm Drahtstärke und haben $4\,d$ Baulänge bei $7\,d$ äußerer Breite. Fester sind die geknoteten Ketten, z. B. die Triumphkette, Fig. 22, und die Schleifenkette, Fig. 23, von Schlieper. Uhrketten, und zwar Ankerketten mit länglichen Gliedern, Erbsketten mit kreisrunden, Panzerketten mit verwundenen und gepreßten Gliedern sind gelötet; bei den „gefangen gelöteten" Ketten sind je zwei Glieder durch eine gemeinsame Lötung fest verbunden.

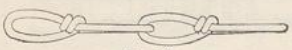


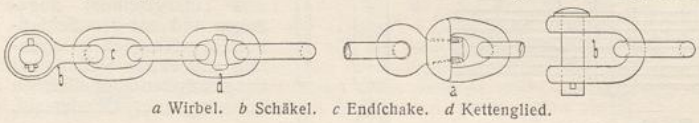
Fig. 23.

Fig. 22.

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1651. — [2] Ebend., 1891, S. 879. — [3] Ebend., 1903, S. 888. — [4] Ebend., 1905, S. 2054. — [5] „Stahl und Eisen" 1894, S. 660; 1895, S. 564; 1896, S. 152; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 944; 1895, S. 1146. — [6] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1407. — [7] Dürre, Eisenhütten, Leipzig 1891, III, S. 19. — [8] Keller, Triebwerke, München 1904, und Zeitschr. d. Oesterr. Arch.- u. Ing.-Ver. 1878. — [9] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 340 u. 342. — [10] Ebend. 1904, S. 1742. — [11] Ebend. 1905, S. 1567. — [12] Haedicke, Technologie des Eisens, Leipzig 1900, S. 305; D.R.P. Nr. 128491 u. a. *Lindner.*

Ketten. Die Ankerketten der Schiffe oder Schiffsketten bestehen für schwere Ketten aus Gliedern mit gußeisernem, neuerdings auch flußeisernem Steg, für leichte Ketten ohne Steg. S. a. „Stegketten", S. 449.

Sie kommen in Längen von 25 m in Anwendung, und man benutzt für einen Anker 7—9 Längen. Etwa 6 m vom Anker entfernt und in der Mitte der letzten Kettenlänge ist ein Wirbel eingeschaltet, um die Törns aus der Kette ausdrehen zu können. Die runden Enden ihrer Glieder weisen nach vorne, damit die Wirbel das Ausrauschen der Kette aus der Klüse nicht behindern. Die Kettenenden werden durch Schäkel verbunden, und die Endschaken der Kette für den Durchgang der Schäkel erhalten keine Stege. Die Dimensionierung der Kettenschaken, Wirbel und Schäkel sind aus untenstehender Figur ersichtlich [1]. Da die Kettenschäkel in Verbindung mit der größeren Längsschake beim Kettenhieven und Umlegen um die Kettenscheibe des Spills Störungen verursachen und die Schäkel leicht auf Aufbiegen beansprucht werden, so kommen neuerdings besondere Patentschäkel zur Anwendung, welche einem Kettengliede mit Steg in der Form gleichkommen und auch nach Belastung leicht gelöst werden können. — Patentschäkel von Bechem & Keetman, Duisburg. Bei Verwendung von Patentschäkeln ist eine Gliederung der Ankerkette in Kettenlängen von 25 m nicht mehr erforderlich, da die Patentschäkel die normalen Kettenglieder verbinden lassen [3]. Alle Ankerketten müssen auf Festigkeit geprüft werden. — In Großbritannien erfolgt die Prüfung der Schiffsketten nach der „Anchors and Chain-Cable Act" und den vom Board of Trade festgesetzten „Regulations as to Testing Scale of Maximum



a Wirbel. *b* Schäkel. *c* Endschake. *d* Kettenglied.

Charges" in öffentlichen Kettenprüfungsanſtalten. In Deutſchland liegt die Prüfung der auf deutſchen Schiffen benutzten Anker und Ketten neben dem Germaniſchen Lloyd der Seeberufsgenoſſenſchaft ob. Die Bruchbelaſtung beträgt bei 25 mm ſtarken Gliedern 27 kg/qmm, die Belaſtung bei der Reckprobe 18 kg/qmm. Mit zunehmender Kettenſtärke nimmt die Belaſtung bei der Bruch- bezw. Reckprobe bis auf 15 kg/qmm bezw. 11 kg/qmm ab. In den verſchiedenen Kriegsmarinen beſtehen beſondere Prüfungsvorſchriften für Ankerketten [2]. Kalibrierte oder Gelenkketten kommen an Bord der Schiffe nur für maſchinelle Einrichtungen — Steuerapparate — in Anwendung.

Literatur: [1] Dick und Kretſchmer, Handbuch der Seemannſchaft, Berlin 1902. — [2] Schwarz, T., Die Schiffbauinduſtrie (Die Kettenprüfungsanſtalten), Berlin 1902. — [3] Kettenverbindungsſchäkel, Schiffbau, Berlin 1904, S. 497. *T. Schwarz.*

Kettenbahnen. Ein geſchloſſener Kettenring (eine Kette ohne Ende) wird durch einen Motor bewegt; hierbei werden die auf geraden oder gekrümmten, auf wagerechten oder geneigten Schienengleiſen laufenden Fahrzeuge, die mit dieſer Kette irgendwie verbunden ſind, mitgenommen.

Die Kettenbahnen finden vornehmlich im Bergbau Verwendung und ſind in der Regel zweigleiſig, ſo daß auf einem Gleis die beladenen Wagen hin-, auf dem andern die leeren zurücklaufen. Ausnahmsweiſe ſind Kettenbahnen für andre Zwecke auch für Perſonenbeförderung in Anwendung. Die Kette kann über oder unter dem Fahrzeug ſich befinden, man nennt ſie dann ſchwebende oder Oberkette und unterlaufende oder Unterkette; erſtere Anordnung iſt im Bergbau die gebräuchlichere (Fig. 1). Hierin bezeichnen *M* den Motor, *T* die Antriebrolle, *K* die Kette, *R* die Rückleitungs- oder Spannrolle, *r* die Tragrollen, *S* die Förderbahn, *A* die beladenen und *B* die leeren Wagen. Die Oberkette ruht entweder unmittelbar auf den Wagen, die in dieſem Falle lediglich durch die Reibung mitgenommen werden, oder ſie wird mit Mitnehmern der Wagen verbunden. Bei den Anordnungen mit Unterkette enthält dieſelbe zumeiſt ſelbſt die Mitnehmer, die auf die Wagen wirken. Die Kette wird einerſeits um die Triebrolle, anderſeits um die Rückleitungsrolle geſchlungen und durch eine beſondere Vorrichtung, die entweder mit der Rückleitungsrolle verbunden oder in der Nähe der Triebrolle in die Leitung geſchaltet iſt, in der erforderlichen Spannung erhalten. Die verwendeten Motoren ſind: Dampf, der bei unterirdiſchen Anlagen oberirdiſch erzeugt und durch entſprechend geſchützte Röhren den Maſchinen zugeführt wird; Preßluft, die nach den unterirdiſch aufgeſtellten Bewegungsmaſchinen geleitet wird; Waſſer unter Druck, namentlich wenn im Bergbau Waſſer mit genügendem Gefälle vorhanden iſt, das ohnehin gehoben werden muß und zur Bewegung von Waſſerſäulenmaſchinen oder Turbinen verwendet werden kann; Elektrizität, wobei zumeiſt die Primärmaſchinen ober-, die Sekundärmaſchinen unterirdiſch aufgeſtellt werden; die dünne und leichtbewegliche Leitung iſt ein beſonderer Vorteil der elektriſchen Kraftübertragung. Am meiſten ſind Dampf und Elektrizität in Verwendung. Der Kraftbedarf der Kettenbahnen iſt von der Länge, den Steigungs- und Krümmungsverhältniſſen der Bahn ſowie von den Belaſtungen abhängig und beträgt etwa 10—30 PS.

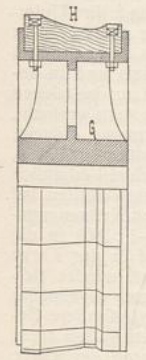


Fig. 2.

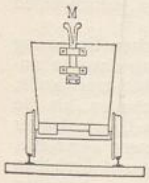


Fig. 3.

Die Kraftübertragung von der Maſchine auf die Antriebsrolle erfolgt durch Riemen (wenn keine Feuchtigkeit), durch Zahnräder (Phosphorbronze und Gußeiſen oder Rohhaut) oder Schneckenräder (Stahlſchnecke und Phosphorbronzerad), wobei das Ueberſetzungsverhältnis der gewünſchten Geſchwindigkeitsverminderung entſprechend gewählt wird. Die Antriebsrolle, um welche die Kette behufs Verhinderung des Gleitens je nach Größe der Belaſtung $1\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$ mal geſchlungen wird, erhält meiſt 1,5—2 m Durchmeſſer und wird aus Gußeiſen *G* mit einem abgedrehten und abgeſchrägten Holzkranz *H* ausgeführt (Fig. 2). Außerdem ſind noch andre Bauarten, allerdings mit geringem Erfolg, im Gebrauch, die meiſt darauf hinauslaufen, das Gleiten der Kette ſchon bei einer halbmaligen Umſchlingung derſelben durch einen gezahnten oder mit Dornen verſehenen Umfang zu verhindern.

Die Ketten werden aus ſchweißbarem Eiſen der Belaſtung und Länge entſprechend meiſt aus Gliedern von 15—25 mm Stärke und mit 4—10 kg/m

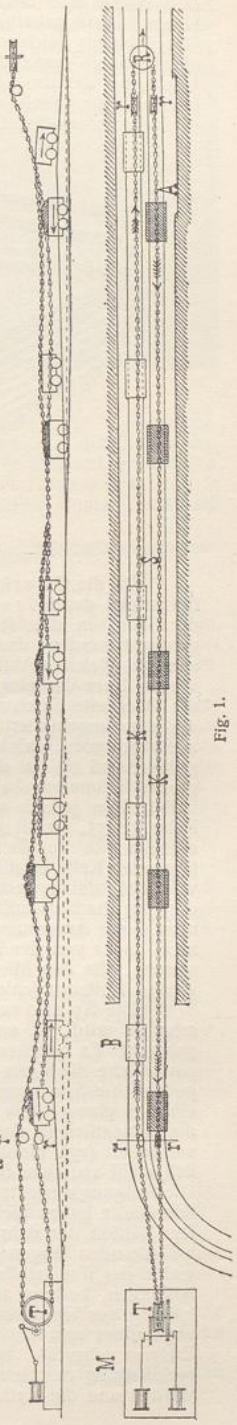


Fig. 1.

hergeſtellt; die Kettengeſchwindigkeit bewegt ſich meiſt von 0,5—2,5 m/sec. Die Dauer der Ketten hängt namentlich von der Belaſtung und den Krümmungsverhältniſſen der Bahn ab und beträgt etwa 9—15 Jahre. Bei Verwendung einer Oberkette liegt dieſelbe entweder unmittelbar auf dem Wagen oder deſſen Ladung, der durch die Reibung mitgenommen wird, oder ſie liegt in einem zumeiſt gabelförmigen Mitnehmer *M* (Fig 3), der abnehmbar, auch wohl mit drehbarer Gabel behufs leichteren Ein- und Auslegens der Kette angeordnet wird; letztere Anordnung iſt allerdings umſtändlicher, namentlich in gekrümmten Gleiſen, aber beſſer und ſicherer als erſtere, bei der die Kette ein zur Erzeugung der Reibung entſprechend großes Gewicht erhalten muß und die Gefahr vorliegt, daß durch ſie die Ladung des Wagens beſchädigt oder zerſtreut wird. Trotzdem findet man erſtere Anordnung wegen einfacherer Bedienung häufiger als letztere.

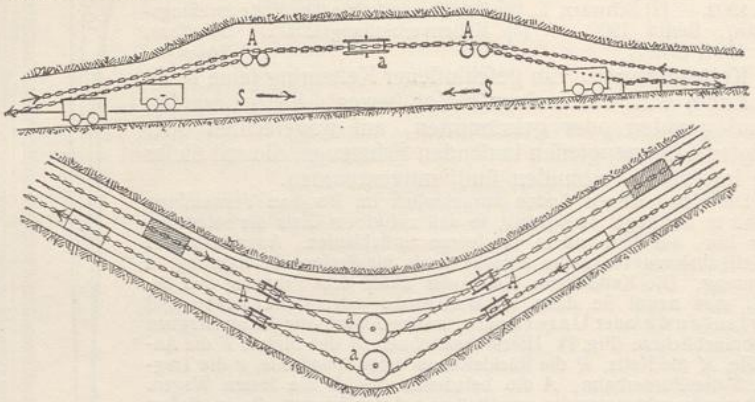


Fig. 4.

Da die Oberkette auf den Wagen oder in deſſen Mitnehmern liegt, ſo ſind ihre Unterſtützungen durch Tragrollen mit 0,5—0,6 m Durchmeſſer und Holzfütterung nur an den Enden der Bahn, in den ſchärferen Kurven und dort angeordnet, wo Wagen in oder aus der Bahn gebracht werden; dieſe Anordnung iſt einfach, bedingt aber auch, daß Wagen ſtets und in annähernd gleichen Abſtänden unter der Kette ſich befinden und bei einem Mangel an beladenen Wagen leere darunter geſchoben werden müſſen. Aus dieſem Grunde hat man auch verſucht, die Oberkette durchweg auf Tragrollen zu legen und verſchiedene Anordnungen erdacht, die den ungehinderten Durchgang des in ſolchem Falle erforderlichen Mitnehmers geſtatten, allein gefunden, daß bei umſtändlicherer und koſtſpieligerer Anlage der Kettenverſchleiß erheblich größer wird als bei der auf den Wagen liegenden Oberkette. Die Bögen der Bahn werden bei großen Krümmungshalbmeſſern mit aufliegender Oberkette durchfahren; bei kleinen Krümmungshalbmeſſern jedoch werden, wie Fig. 4 zeigt, ſchiefe Ebenen *S* (Gefäll 1 : 50—1 : 100) in die Bahn gelegt, damit die Wagen nach Hochhebung der Kette durch Tragrollen *A* in der Kurve ablaufen, in der ſie durch Leitrollen *a* geführt wird, um am Ende von der dort wieder tiefliegenden Kette erfaßt und weitergezogen zu werden, was ſich allerdings nicht immer regelmäßig vollzieht, daher verkehrſtörende Wagenanhäufungen ſtattfinden, wenn nicht für beſondere Bedienung der Kurvenſtrecken geſorgt iſt. Die hierdurch entſtehenden nicht geringen Koſten ſucht man durch Anordnungen zu vermeiden, bei welchen der Wagen beim Durchfahren der Kurve nicht mehr von der Kette getrennt wird, daher Leitrollen mit ſenkrechter Achſe erforderlich werden, die den Mitnehmern nicht hinderlich ſind; dieſe Anordnungen ergeben jedoch einen großen Kettenverſchleiß.

Die Spannvorrichtung der Kette, wodurch ſie ſtets in der erforderlichen Spannung erhalten wird, iſt entweder an der Rückleitungsrolle oder in der Nähe der Antriebsrolle angebracht. Es beſtehen hierfür verſchiedene Anordnungen, und zwar wird die Achſe einer Rolle, um welche die Kette geſchlungen iſt, durch eine Schraubenſpindel ſo weit verſchoben, bis die gewünſchte Spannung erreicht iſt, oder es bewirkt ein an der Rolle angehängtes Gewicht oder ein auf einem Gleis laufender Spannwagen mit Gewicht die ſelbſttätige Spannung der Kette, die namentlich in der Nähe der Umtriebsrolle angebracht, ein Gleiten der Kette auf derſelben verhindert (vgl. hierüber Seilbahnen). Die Längen der ausgeführten Kettenbahnen bewegen ſich meiſt zwiſchen 500 und 2500 m; bei kleineren Längen werden die Anlagen unvorteilhaft. Die Steigungsverhältniſſe gehen bis 1 : 5; die kleinſten Krümmungshalbmeſſer betragen 5—10 m. Die Gleiſe haben meiſt 0,5—0,8 m Spurweite, die Schienen bis zu höchſtens 20 kg/m Gewicht. Der Betrieb der Bahnen mit Oberkette wird in der Regel in der Weiſe gehandhabt, daß die zu befördernden Wagen in möglichſt gleichen Zwiſchenräumen unter die Kette geſchoben werden, wobei der Wagenabſtand 15—25 m beträgt; ein kleiner Wagenabſtand ermöglicht große Förderleiſtungen, bedingt aber auch große Kräfte und ſtarke Ketten. Zur Signaliſierung für die Einhaltung des Wagenabſtandes dienen Lampen oder Glocken; letztere werden im Wagenabſtande angeordnet und durch Anſtoßen der Wagen oder durch einen Schienenkontaktapparat zum Ertönen gebracht. Wenn die Oberkette durch Tragrollen nicht unterſtützt iſt, müſſen zur Aufrechthaltung des Betriebes ſo viele Wagen vorhanden ſein, daß die Abſtände nicht zu groß werden und die Kette nicht ſchleift. Vorteile der für den Bergbau zumeiſt gebrauchten Ketten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bahnen mit Oberkette sind einfacher Betrieb, leichte Anpassung an die Transportbedürfnisse, Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Verwendung bei starken Steigungen. Nachteile sind die verhältnismäßig hohen Anlagekosten sowie der Umstand, daß bei vielen und scharfen Kurven der Betrieb schwerfällig, teuer und unvorteilhaft wird, so daß in solchen Fällen von reinen Kettenbahnen abgesehen wird. In jüngster Zeit ist die Kette durch das Drahtseil ersetzt worden. Der Ersatz der Kette durch das Seil erfolgt vielfach in der Weise, daß man in das Seil etwa alle 20—50 m kurze Kettenstückchen von $^1/_5$—$^1/_3$ m Länge einschaltet, die in die gabelförmigen Mitnehmer eingelegt werden (Fig. 5). Das Seil wächst konisch zu der Stärke an, die für die Hülse der Kette erforderlich ist (Fig. 6). Hierbei sind die Vorteile der Kette und des Seiles vereinigt, daher diese Förderungsart namentlich für sehr stark steigende und gekrümmte Bahnen geeignet erscheint. Aehnliche Anordnungen nach Patent Glinz führt G. Heckel in St. Johann-Saarbrücken aus.

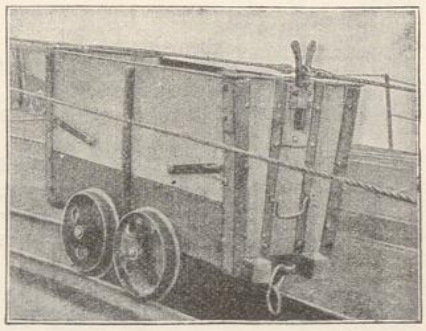


Fig. 5.

Bahnen mit Unterkette sind in geringer Zahl, für kurze Längen und für oberirdischen Betrieb ausgeführt; hierbei sind durchweg Trag- und Leitrollen in den Kurven erforderlich, die zwischen die Schienenstränge der Bahn verlegt werden. Die Mitnehmer sind entweder am Wagen befestigt und fassen die Kette oder sie sind mit letzterer verbunden und greifen in die Zugringe oder Achsen des Wagens. Auch sind Bahnen ausgeführt, wobei die Kette nicht bewegt wird, sondern festliegt und das in diese eingreifende Motorrad die Fortbewegung des Zuges bewerkstelligt. Die Firma A. Koppel in Berlin hat interessante Anlagen in Rußland, namentlich für den Langholztransport an der Wolga, ausgeführt. Auch für den Personenverkehr sind in Amerika Bahnen mit Unterkette in Verwendung. So wird in Südamerika Punta Ciudad am Fuße der Kordilleren mit dem 1600 m höher liegenden Hochplateau von Santa Genoveve mittels einer 5 km langen Kettenbahn verbunden. Hierbei liegt zwischen den Schienen eine Gallsche Kette, die in Abständen von 10 m durch Stühle unterstützt wird. Die Verbindung und Loslösung des Motorwagens mit und von der Kette erfolgt mittels eines Kettenrades. Sowohl für die Bergfahrt wie auch für die Talfahrt steht das vom Motor angetriebene Kettenrad in Verbindung mit der festgelagerten, nicht beweglichen Kette.

Fig. 6.

Literatur: Brüll, Mémoire sur la chaîne flottante des mines de fer de Dicido, Paris 1884; Hauer, v., Die Fördermaschinen der Bergwerke, Leipzig 1885; Braun, Die Kettenförderung auf horizontaler und geneigter Schienenbahn, Freiberg 1886; Stein, Die verschiedenen Methoden der mechanischen Streckenförderungen, Gelsenkirchen 1896; Koppel, A., Ueber Kettenaufzüge, Berlin 1896.

Dolezalek.

Kettenbahnen ähneln in der Gesamtanordnung den Seilbahnen (s. d.) und werden hauptsächlich verwendet zur Ueberwindung starker Steigungen mit keinen oder nur wenigen Krümmungen.

Die Kettenbahnen eignen sich zum Massentransport (s. d.) namentlich auf Hüttenwerken (s. a. Grubenbahnen), in Zementfabriken, Tonwerken, Steinbrüchen, Ziegeleien, Sandgruben, chemischen Fabriken, Zuckerfabriken und ähnlichen industriellen Betrieben (s. a. Fabrikbahnen). Die Beförderung erfolgt auf Schienen; in besonderen Fällen können die Einrichtungen auch als Hängebahnen (s. d., Kettenhängebahnen) ausgebildet werden. Während die Förderkosten bei Pferdebetrieb z. B. in Westfalen 15—25 ₰/tkm betragen, stellt sich der Preis bei Kettenförderung bis zu 3 ₰/tkm. Bei Fortfall von etwa 30 Pferden in der Grube werden minutlich 300 cbm Luft erspart, d. h. es dürfen bei Lieferung der gleichen Luftmenge rund 150 Arbeiter mehr beschäftigt werden. Weitere Vorteile: Gleichmäßige Förderung von Einzelwagen, die sich der Schachtförderung anpaßt; große Leistungsfähigkeit, die stündlich bis zu 400 Wagen betragen kann. Bei den Antrieben der Kettenbahnen finden neuerdings vielfach Greiferscheiben (mit stehenden Wellen) Anwendung (C. W. Hafenclever Söhne, Düsseldorf), bei denen eine Anzahl verstellbarer Stahlgreifer (Fig. 1 und 2) [1] die Kette so umfassen, daß in bestimmter Entfernung ein Kettenglied gegriffen wird. Der Kraftverbrauch ist durch die halbe Umschlingung der Kette um die Antriebsscheibe und den Fortfall von Gegenscheiben auf das Mindestmaß beschränkt. Bei einem Zugwiderstand der Förderwagen einschließlich Kette von z. B. 6000 kg und einem Spanngewicht von 500 kg berechnet sich die Gesamtbelastung der Antriebswelle auf nur rund 6500 kg; entsprechend dieser geringen Belastung werden Welle, Lager und Verlagerungsteile wenig beansprucht.

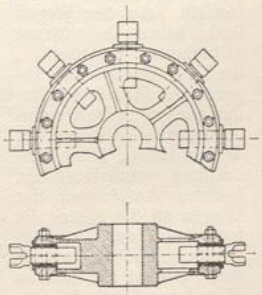


Fig. 1 und 2. Greiferscheibe von C. W. Hafenclever Söhne, Düsseldorf.

Je nach den örtlichen Verhältnissen werden oben- oder untenliegende Ketten gewählt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

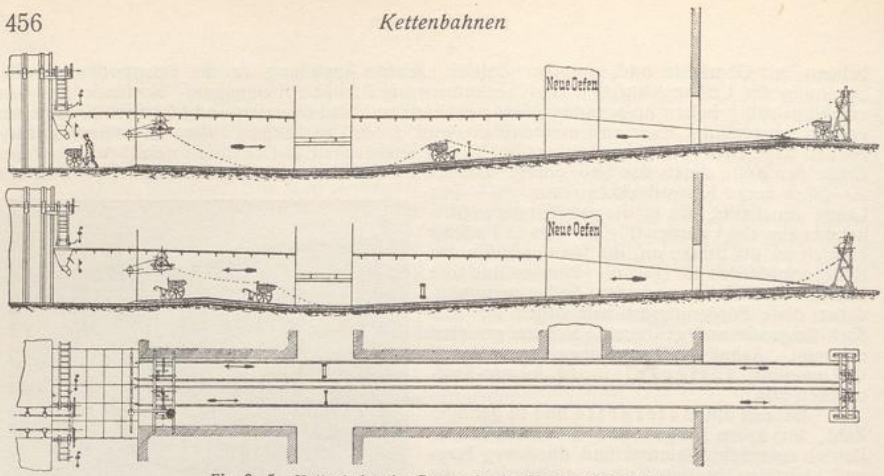


Fig. 3—5. Kettenbahn der Bamag in der Haager Gasanſtalt.

Eine Oberkette bietet bei Steigungen bis 1 : 4 vollkommene Sicherheit für guten Betrieb, da die Möglichkeit ausgeſchloſſen iſt, daß ſich die Wagen vom Zugmittel löſen, wenn man der Kette entſprechend ausgebildete Mitnehmer (ſ. Grubenbahnen) verwendet, in die ſich die Kette einfach einlegt; die Wagen ſchlagen ſich ohne Bedienung an die Kette, wenn ihnen etwas Gefälle gegeben wird. Nur ſchwache Kurven laſſen ſich mit am Zugmittel bleibenden Wagen durchfahren. Bei großen Kurven ſchafft man einen ſelbſttätigen Betrieb, indem man die Wagen auf entſprechend geneigten Schienen von der Kette ab und wieder unter die Kette laufen läßt. Die Kette wird an dieſen Stellen ſowie vorteilhaft auch an den Anſchlagspunkten hochgeführt, damit der die Wagen anſchlagende Arbeiter nicht erſt die verhältnismäßig ſchwere Kette zu heben braucht. — Eine 750 m lange Kette in Helmſtedt (Braunſchweig) beſitzt beiſpielsweiſe 24 mm Gliedſtärke, eine ſolche von 1600 m Länge in Zauckerode (Königreich Sachſen) 23 mm. Verſchleiß äußerſt gering. — Für die Gasanſtalt im Haag ſind von der Bamag zwei derartige Kettenbahnen (Fig 3—5) [2] ausgeführt. Die vor den Oefen liegenden Brouwerſchen Längsrinnen *f* (ſ. Kratzer) entleeren den gelöſchten Koks durch einen unter dem Flur liegenden Trichter *t* in bereitſtehende Wagen, deren Ueberführung nach dem Koksplatz auf dem Gleis I und deren Rückleitung nach dem Ofenhaus auf dem Gleis II mit Hilfe einer Oberkette ſelbſttätig erfolgt. Die gefüllten Wagen laufen frei auf einem Gefälle (Fig. 3), welches ſich bis zu einer Bahnunterführung erſtreckt, hängen ſich dann in die Kette ein, werden von dieſer eine ziemlich lange und bedeutende Steigung hinaufgezogen, löſen ſich am höchſten Punkte wieder aus und werden von Hand nach einer beliebigen Stelle des Koksplatzes gefahren und hier geleert. Auf dem Gleis II (Fig. 4) verhindert die Kette zunächſt auf der langen Gefällſtrecke, daß die leeren Wagen eine zu große Geſchwindigkeit annehmen; auf der Steigung hinter dem tiefſten Punkt an der Unterführung zieht ſie dieſelben dann empor bis zu einem höher gelegenen Punkt, wo die Auslöſung erfolgt, und von wo die Wagen auf einem Gefälle wieder vor die Oefen gelangen. — Eine Unterkette iſt beſonders bei ſtarken Förderungen auf kurzen Strecken geeignet. Fig. 6 und 7 [3] zeigen eine derartige hydrauliſch betriebene geneigte Kettenbahn für Gepäckbeförderung auf dem Bahnhof St. Lazare in Paris. Die Unterkette geſtattet eine vollſtändige Ausnutzung des Weges, da das eine beſtimmte Länge in Anſpruch nehmende Einfallen der obenliegenden Kette fortfällt. An den Wagen ſind keine beſonderen Mitnehmer erforderlich, die Kette ſelbſt erhält ſogenannte Mitnehmerglieder, die gegen die Wagenachſen oder in Ringe der Wagen faſſen. Dieſe Einrichtung ermöglicht ein leichtes Anſchlagen der Wagen an die Kette; ſie brauchen nur in das Gleiſe geſchoben zu werden, worauf ein ſicheres Mitnehmen ſtattfindet. Das Abſchlagen erfolgt ſelbſttätig. Mit der Unterkette können bei kurzen Strecken ſtarke Steigungen und Kurven genommen werden. Um ein Senken der Kette in der Bahn zu

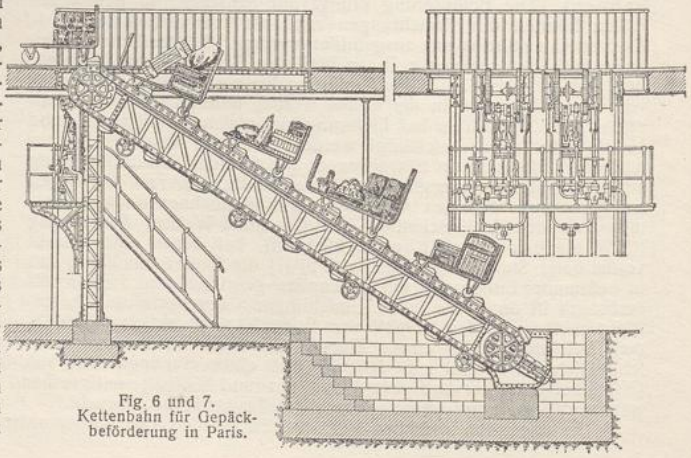


Fig. 6 und 7. Kettenbahn für Gepäckbeförderung in Paris.

vermeiden, wodurch ein Löſen der Wagen vom Zugmittel erfolgen würde, müſſen Fußrollen in kurzen Entfernungen eingebaut und kräftige Spannmittel verwendet werden. Aus dieſem Grunde ſind auch Unterketten für längere Bahnen nicht geeignet. — Im übrigen vgl. a. Elevator, Kratzer und Konveyor.

Literatur: [1] Buhle, Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern), 3. Teil, Berlin 1906, S. 246 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 648). — [2] Derſ., ebend., 1. Teil, Berlin 1901, S. 125 (Journ. f. Gasbel. 1901, S. 548). — [3] Derſ., ebend., S. 225 (Deutſche Bauztg. 1906, S. 281). *M. Buhle.*

Kettenbaum, ſ. Weberei.

Kettenbrüche heißen Ausdrücke von der Form $x = \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 + \dots}}}$ Ein ſolcher iſt endlich oder unendlich, je nachdem x eine rationale oder irrationale Zahl iſt.

Die Größen $a_1\ a_2\ a_3 \dots$ heißen Partialnenner; der Kettenbruch wird auch kurz geſchrieben $(a_1\ a_2\ a_3 \dots)$. Alsdann werden die Brüche $\frac{P_0}{Q_0} = \frac{1}{0}$; $\frac{P_1}{Q_1} = \frac{0}{1}$; $\frac{P_2}{Q_2} = (a_1) = \frac{1}{a_1}$; $\frac{P_3}{Q_3} = (a_1\ a_2) = \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2}} = \frac{a_2}{a_1\ a_2 + 1}$; $\frac{P_4}{Q_4} = (a_1\ a_2\ a_3) = \frac{a_2\ a_3 + 1}{a_1\ a_2\ a_3 + a_1 + a_3}$ ... Näherungsbrüche genannt. Man erhält dieſelben mittels der Rekurſionsformeln: $P_n = P_{n-1}\ a_{n-1} + P_{n-2}$; $Q_n = Q_{n-1}\ a_{n-1} + Q_{n-2}$. Beiſpiel: $^{37}/_{65} = (1, 1, 3, 9)$ Näherungsbrüche: $P_0 = \infty$; $P_1 = 0$; $P_2 = 1$; $P_3 = {}^1/_2$; $P_4 = {}^4/_7$. Die Differenz zweier aufeinander folgenden Näherungsbrüche iſt ein Bruch, deſſen Zähler die Einheit und deſſen Nenner das Produkt der Nenner der Näherungsbrüche iſt, z. B. ${}^4/_7 - {}^1/_2 = {}^1/_{14}$. Die Reihe der Näherungsbrüche nähert ſich immer mehr der Zahl x; ſie ſind abwechſelnd größer und kleiner als x. Wird an Stelle von x ein Näherungsbruch geſetzt, ſo iſt der begangene Fehler kleiner als die Einheit dividiert durch das Quadrat des Nenners des Näherungsbruchs, z. B. ${}^{37}/_{66} - {}^1/_2 = {}^9/_{130} < {}^1/_4$. Jeder Näherungsbruch iſt von x weniger verſchieden als jeder andre Bruch, deſſen Nenner kleiner iſt als derjenige des Näherungsbruchs. — Die endlichen Kettenbrüche dienen zur Auflöſung diophantiſcher Gleichungen (ſ. d.) und zur Erſetzung von Brüchen durch ſolche mit kleineren Zahlen. Ein unendlicher Kettenbruch heißt periodiſch, wenn (von einer gewiſſen Stelle an) die Partialnenner eine immer wiederkehrende endliche Reihe bilden. Ein ſolcher Kettenbruch kann als irrationale Wurzel einer Gleichung zweiten Grads dargeſtellt werden, z. B.:

$x = (1, 2, 1, 2 \dots) = \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{x}}}$ iſt die poſitive Wurzel der Gleichung $x^2 + 2x - 2 = 0$, alſo $x = -1 + \sqrt{3}$.

Literatur: [1] Serret, Handbuch der höheren Algebra, deutſch von Wertheim, Bd. 1, 2. Aufl., Leipzig 1878, S. 7—70. — [2] Scheffler, Die unbeſtimmte Analytik, Hannover 1854. — [3] Kämpe, Die allgemeinen Kettenbrüche und ihre wichtigſten Eigenſchaften, Siegen 1875. *Wölffing.*

Kettenbrücken, ſ. Hängebrücken.

Kettenbrückenlinien wurden mitunter diejenigen Kettenlinien genannt, welche die Achſen der Tragketten von Hängebrücken bilden. Beiſpiel: Navierſche Kettenbrückenlinie (ſ. d.); vgl. Ketten, S. 448, Hängebrücken.

Kettendaumenrad, ſ. Kettenräder.

Kettendruck iſt eine Abart des Zeugdruckes, bei welchem die paſſend verdickten Farben mittels Maſchinen auf die Ketten ein- oder mehrfarbig aufgedruckt werden. Die bedruckte Kette wird mit weißem, farbigem oder auch bedrucktem Garne verwebt, wodurch ſolche Effekte erzielt werden, wie ſie durch normale Buntweberei nicht oder nur ſchwer erhalten werden können.

Die größte Verwendung findet der Kettendruck in der Teppichfabrikation. — Nach dem zu bedruckenden Faſermateriale (Wolle, Seide, Baumwolle) richten ſich auch die zur Anwendung kommenden Farbſtoffe und deren Fixierung durch Dämpfen u. ſ. w., ganz wie es auch bei dem Zeugdruck der Fall iſt. Hingegen beſtehen in der maſchinellen Einrichtung weſentliche Unterſchiede, und die Herſtellung mehrfarbiger Druckmuſter war bis vor wenigen Jahren ziemlich umſtändlich und zeitraubend. In der letzten Zeit aber ſind wichtige Neuerungen und Verbeſſerungen in den Maſchinen und Druckverfahren patentiert worden.

Literatur: Oeſterr. Wollen- und Leineninduſtrie 1896, S. 905; 1901, S. 1344, 1345; 1905, S. 153, 288, 289, 433, 1090, 1091, 1412, 1413; 1906, S. 536; Lehne, A., Färberzeitung, Berlin 1906, S. 265, 281; Glafey, H., Ueber das Bedrucken von Kettengarnen. *Singer.*

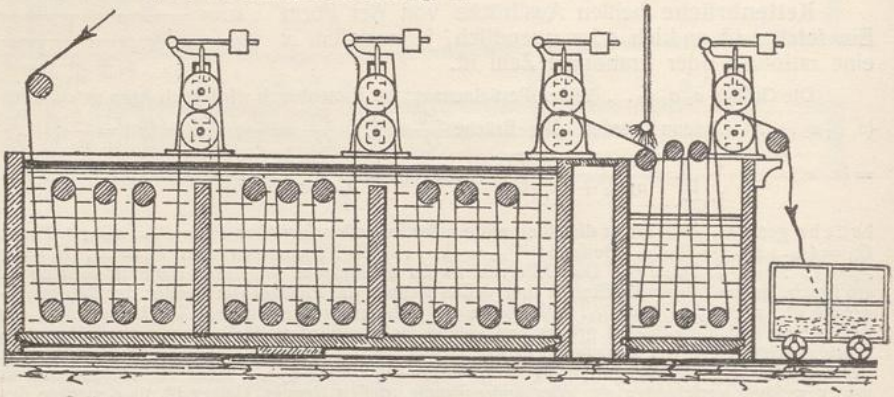
Kettenfäden (Kette), ſ. Weberei.

Kettenfärbemaſchine dient zum Färben reſp. Waſchen, Bleichen, Beizen von Garnen, beſonders Baumwollgarnen in Kettenform.

Die gebräuchlichſte Maſchine beſteht im weſentlichen aus zwei oder mehreren aneinander geſetzten Kufen, in denen Leitrollen zur leichteren Führung der Ketten angebracht ſind. Die Kufen dienen zur Aufnahme der Farb- oder Beizflotte reſp. der Fixier- und Waſchbäder. In manchen Fällen iſt nur ein einziger langer Trog vorhanden, der durch perforierte Scheidewände

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in mehrere Abteilungen geteilt ist, wobei eine Kommunikation der Farb- resp. Beiz- oder Fixierbäder herbeigeführt wird. Die einzelnen Bäder können entweder durch direkten oder indirekten Dampf erhitzt werden. Zwischen jeder der Kufen resp. Abteilungen befindet sich ein Quetschwalzenpaar, welches überschüssige Flüssigkeit aus den Ketten auspreßt, ehe dieselben in die nächste Kufe eintreten. Auch nach dem Verlassen der letzten Kufe werden die Ketten durch Abquetschwalzen geführt und gelangen dann durch eine Ablegevorrichtung in bereitstehende Wagen und hierauf zum Trocknen, oder wenn erforderlich, läßt man die Ketten über verschiedene Leitrollen, Spannstäbe und einen Rechen noch ein- oder mehreremal durch die Maschine laufen, bis der Färbeprozeß beendigt ist.



Seit einer Reihe von Jahren stehen auch verschiedene Systeme von Cops- und Garnfärbemaschinen zum Kettenfärben im Gebrauche (s. Copsfärberei und Garnfärbemaschine), darunter auch solche, bei denen die Ketten auf hohlen, perforierten eisernen Kettbäumen aufgewickelt sind. Die letztere Methode bietet den Vorteil, daß die gefärbten und getrockneten Ketten, falls sie nicht mehr geschlichtet werden müssen, direkt in den Webstuhl zur weiteren Verarbeitung eingelegt werden können. *Singer.*

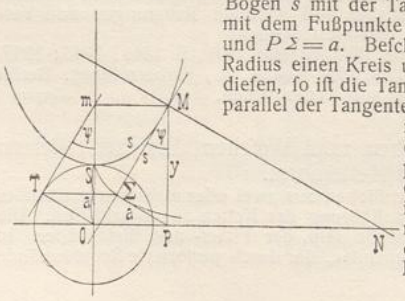
Kettengabel dient bei der Förderung (s. Streckenförderung) mittels Kette ohne Ende zur Befestigung der Förderwagen an der Kette.

Kettengebläse (Paternostergebläse), s. Gebläse.

Kettenkasten, Stauraum für die Ankerketten an Bord von Schiffen. Um beim Ankern ein Ausraufchen der Kette zu verhindern, ist ihr hinterer Tamp mit einem am Boden des Kettenkastens befestigten Kettenende mittels Schlippschäkel verbunden. *T. Schwarz.*

Kettenlinie ist die Gleichgewichtsfigur eines homogenen schweren Fadens (s. Fadenkurven).

Sie ist eine transzendente Kurve, deren Gleichung in rechtwinkligen Koordinaten $y = \frac{1}{2} a \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)$ ist, worin die Konstante a der Parameter der Kurve heißt. Die Achse der y ist eine Symmetrielinie derselben, während sie selbst nur auf der einen Seite der x-Achse liegt. Die Symmetrielinie wird Achse, die x-Achse aber Leitgerade der Kettenlinie genannt. Die Ordinate y wächst für positive wie für negative x ins Unendliche und hat ein Minimum $y = a$ für $x = 0$. Der Punkt des Minimums der Ordinate heißt der Scheitel S (s. die Figur). Die Länge s des vom Scheitel an gerechneten Bogens ist: $s = \frac{1}{2} a \left(e^{\frac{x}{a}} - e^{-\frac{x}{a}} \right)$. Man erkennt leicht, daß $y^2 - s^2 = a^2$ und $\frac{s}{a} = \frac{dy}{dx} = \operatorname{cotg} \psi$ ist, wenn ψ den Winkel bezeichnet, den die Tangente der Kurve mit der Richtung der Ordinaten bildet. Wickelt man daher den Bogen s mit der Tangente ab, so ist $\Sigma M = s$, und verbindet man Σ mit dem Fußpunkte P der Ordinate, so ist $\triangle MP\Sigma$ bei Σ rechtwinklig und $P\Sigma = a$. Beschreibt man daher um den Ursprung O mit a als Radius einen Kreis und projiziert den Punkt Σ parallel der x-Achse auf diesen, so ist die Tangente Tm dieses Kreises in dem Projektionspunkte T parallel der Tangente der Kettenlinie in M. Der Krümmungshalbmesser ϱ in M genügt der Gleichung $\varrho \sin^2 \psi = a$. Daher ist derselbe gleich der Normalen MN vom Kurvenpunkte bis zur Leitgeraden. Der Punkt Σ beschreibt eine Evolvente der Kettenlinie, deren Tangente $\Sigma P = a$ ist. Diese Evolvente ist daher eine Tractrixkurve mit ON als Leitgeraden, d. h. eine Kurve, für welche die Länge der Tangente, vom Berührpunkt bis zur Leitgeraden gerechnet, konstant ist.



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

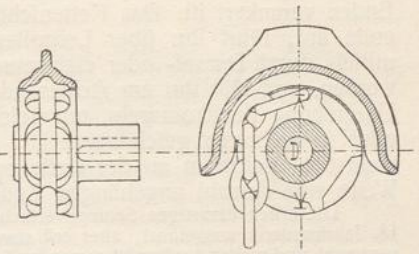
Kettenlinie gleicher Beanſpruchung. Bei der gewöhnlichen Kettenlinie iſt die Spannung im Scheitel am geringſten, und zwar gleich dem Gewicht eines Stücks der Kette von der Länge a. Im Punkte M iſt die Spannung gleich dem Gewicht eines Stücks Kette von der Länge $\sqrt{s^2 + a^2}$. Wird die Kette an den verſchiedenen Stellen — der infolge ihres Gewichtes und Durchhanges dort herrſchenden Spannung entſprechend — verſchieden ſtark gemacht, ſo nimmt ſie die Form einer Kettenlinie gleicher Beanſpruchung an, deren Gleichung lautet: $y = -b \log\text{n} \cos \frac{x}{b}$, wo b die zuläſſige Reißlänge der Kette bedeutet. *(Schell) Finſterwalder.*

Kettenmaſchine, Fadenführervorrichtung für die Kettenfäden eines Wirkſtuhles.

Kettenmeſſung, Kettennagel, ſ. Längenmeſſung.

Kettennietung, ſ. Nietverbindungen.

Kettennuß, ein kleines Kettenrad von ſolcher Verzahnungsform, daß ſich eine Gliederkette von paſſender Stärke und Teilung bei halber Umſchlingung des Rädchens feſt anſchmiegt, ſo daß die Kette mit der Laſt durch Drehung der Radwelle angezogen werden kann.



Vor der Kettentrommel hat die Nuß den Vorzug, einen kleineren Laſthebelarm zu bieten und die Kette immer nach demſelben Punkte ohne ſeitliche Ablenkung zu führen; ſie erfordert allerdings kalibrierte, teurere Ketten. Die Zähnezahl z beträgt mindeſtens vier, meiſtens fünf, auch mehr. Die Kette legt ſich im Polygon auf mit $2z$ Seiten, abwechſelnd von der Länge $l + d$ und $l - d$. Für die Kettenſtärke d und ihre Baulänge $l = \lambda d$ kann man den Durchmeſſer des umſchriebenen Kreiſes (ſ. nebenſtehende Figur) berechnen zu $D = d\sqrt{(\lambda/\sin 90/z)^2 + (1/\cos 90/z)^2}$ oder den Durchmeſſer des eingeſchriebenen Kreiſes zu $D_0 = d(\lambda \operatorname{ctg} 90/z - \operatorname{tg} 90/z)$. Ein dem erſteren naheliegender Mittelwert ergibt ſich aus $\pi D = 2zl$. Das Verhältnis $\lambda = l/d$ ſchwankt von 2,6 bis 3,7. Zum Ausheben der Kette aus der Verzahnung dient ein feſtſtehender, in die Ringnut der Nuß hineinragender Abſtreifdorn oder die Ausbildung der hinter der Nuß liegenden Führungsrolle der Kette als Nuß mit Zahnradantrieb. — Der Wirkungsgrad der Kettennuß mag bezüglich der Kettenreibung 95 % und einſchließlich der Zapfenreibung 93 % betragen. *Lindner.*

Kettenräder ſind mit Verzahnung am Umfang gegoſſen, ſo daß ſich eine Kette feſt einlegen kann; ſ. a. Kettenrollen.

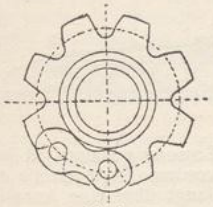


Fig. 1.

Sie ſtehen zwiſchen der kleineren Kettennuß und dem größeren Haſpelrad. Kettendaumenräder nennt man beſonders die für Gelenkketten paſſenden Räder, Fig. 1 und 2, deren kleinſte etwa acht Zähne bekommen und dabei für eine gegebene Laſt nur halb ſo großen Hebelarm haben als eine Kettennuß mit Gliederkette. Die Zahnform ſchmiegt ſich im Grunde dem Kettenbolzen an und verläuft nach außen mit einem Kreisbogen, deſſen Radius etwas kleiner als die Kettenteilung L iſt. Auch an den Seiten werden die Zähne abgeſchrägt. Mitunter liegen die Laſchen auf ſeitlichen Rändern der Räder auf. Der Teilkreisdurchmeſſer, in dem die Mitten der Bolzen liegen, iſt $D = L/\sin(180/z)$ für z Zähne oder näherungsweiſe $D \geq zL/\pi$; die Nabenlänge $n = B + 0{,}07D$. Kettengreifräder, die mit beweglichen Zähnen die Kette vom Auflauf- bis zum Ablaufpunkte faſſen, haben ſich bewährt [1].

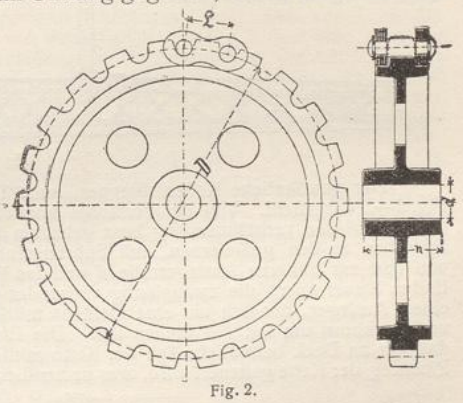


Fig. 2.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ingen. 1895, S. 705; 1903, S. 448 u. 1420. *Lindner.*

Kettenreibung findet zwiſchen den einzelnen Gliedern beim Auf- und Ablaufen infolge der gegenſeitigen Gleitung der Kettenglieder ſtatt.

Unter der Laſt Q kg und mit dem Reibungskoeffizienten $f = 0{,}2$—$0{,}3$ beträgt das Reibungsmoment für d cm Kettenſtärke $fQ \cdot {}^1/_2 d$, und die zu ſeiner Ueberwindung am Rollenradius ${}^1/_2 D$ erforderliche Zuſatzkraft $fQ\,{}^1/_2 d/{}^1/_2 D$, d. i. für Auf- und Ablaufſtelle zuſammen $2 \cdot fQd/D$ oder $0{,}02\,Q$ bis $0{,}03\,Q$ kg. Die Zapfenreibung erfordert noch etwa $0{,}02\,Q$ für 90^0 und $0{,}03\,Q$ für 180^0 Umſpannung der Rolle. Es ſteigert ſich alſo die Kraft in der Kette bei jeder Rolle, über die ſie läuft, um ungefähr 5—6 % der Kraft. — Hängt die Laſt Q an einer loſen Rolle, ſo müſſen die beiden Kettenſpannungen $S_1 + S_2 = Q$ ſein und $S_1 = 1{,}05\,S_2$; daher wird $S_1 = 0{,}51\,Q$, $S_2 = 0{,}49\,Q$. Der Wirkungsgrad der loſen Kettenrolle wird demnach 0,50 0,51 oder 98 %. *Lindner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kettenrollen führen Ketten als loſe Rollen oder als Leitrollen mit unverzahntem Kranzprofil.

Der Durchmeſſer iſt normal das Zwanzigfache der Ketteneiſenſtärke. Das bei Haken (ſ. d.) gezeichnete Kranzprofil eignet ſich für ſtarke, ruhig laufende Ketten; die flachliegenden Glieder legen ſich auf den abgedrehten Abſchrägungen (von 1 : 4) nicht mit der Mitte, ſondern nahe ihren Enden auf. Das Profil Fig. 1 bietet beſſere Führung. Das halbrunde oder nach Fig. 2 mit einer mittleren Kante verſehene Profil iſt für loſe und unruhig laufende Ketten geeignet. Der Wirkungsgrad einer Kettenleitrolle beträgt etwa 95%. *Lindner.*

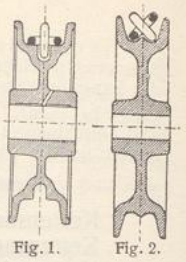


Fig. 1. Fig. 2.

Kettenſcheren, Kettenſchermaſchine, ſ. Weberei.

Kettenſchleppſchiffahrt, Kettenſchiffahrt, auch Tauerei, Touage (ſ. Seilſchleppſchiffahrt) genannt, iſt die Fortbewegung von Schiffen auf Kanälen, Flüſſen und Binnenſeen an einer Kette oder einem Seil, das über den Boden des zu befahrenden Waſſerweges ununterbrochen geſpannt und an beiden Enden verankert iſt. Das Kettenſchiff nimmt einen Teil dieſer Kette am Vorderende auf, führt ihn über Leitrollen zu Trommeln oder Kettengreifrädern, die mittels durch Dampf- oder elektromotoriſche Kraft betriebene Maſchinen gedreht werden, und läßt ihn am Achterende des Schiffes wieder zu Waſſer. Durch die Umdrehung der Trommeln, um welche die Kette oder das Seil in einer Windung oder in mehreren geſchlungen iſt, bewegt ſich das Kettenſchiff vorwärts. Es zieht ſich gleichſam an der Kette entlang durch das Waſſer und kann auf dieſe Weiſe eine Anzahl angehängter Ladekähne mitführen.

Die erſten derartigen Schleppverſuche ſollen in Deutſchland in den dreißiger Jahren des 18. Jahrhunderts ausgeführt, aber erſt etwa 100 Jahre ſpäter von den Franzoſen nutzbringend verwertet und weiter durchgeführt worden ſein. Den Franzoſen ſchloſſen ſich bald die Belgier und Holländer an. Erſt 1866 entſchloß ſich in Deutſchland die Hamburg-Magdeburger Dampfſchiffahrtgeſellſchaft, eine Kettenſchiffahrt zwiſchen Neuſtadt an der Elbe und Buckau auszuführen, welche Strecke 1871 infolge der großen Rentabilität dieſes Unternehmens von Magdeburg bis zur böhmiſchen Grenze erweitert wurde. Es dürfte ohne weiteres einleuchten, daß Kettenſchiffe bei geringen Waſſertiefen, für die Schraubenſchiffe überhaupt nicht mehr in Frage kommen, den Raddampfern überlegen ſind, ſobald die durch das Gefälle bedingte Strömung eine gewiſſe Geſchwindigkeit überſchreitet.

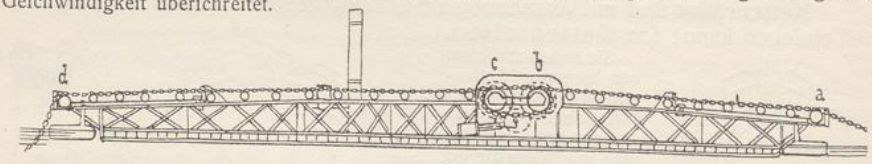


Fig. 1.

Der gewöhnliche Kettenſchlepper, auch Tauer, Tauerſchiff, Toueur genannt, iſt in Fig. 1—2 dargeſtellt. Von der Flußſohle kommt die Kette über die vordere Auslegerrolle *a* (Fig. 1) auf den verhältnismäßig kurz gebauten Kettenſchlepper und gelangt über eine Anzahl Leitrollen zu den gußeiſernen, mit Führungsfurchen verſehenen Kettentrommeln *b* und *c* und von dort zur hinteren Auslegerrolle *d* und ins Waſſer zurück. Das Kettenſchiff führt an beiden Enden Steuerruder, die zwangläufig verbunden ſind und gemeinſam bedient werden, ſowie je einen Ausleger, der ſich um eine meiſtens mittſchiffs ſitzende vertikale Drehachſe nach Steuer- und Backbord um faſt 90° drehen läßt. Die Enden dieſer Ausleger haben Führungsrollen, ſo daß der an Deck befindliche Teil der Kette mittſchiffs bleibt, wenn auch der Schlepper aus der Richtung der Kette geſteuert wird, was namentlich bei ſtark gekrümmten Waſſerwegen erforderlich

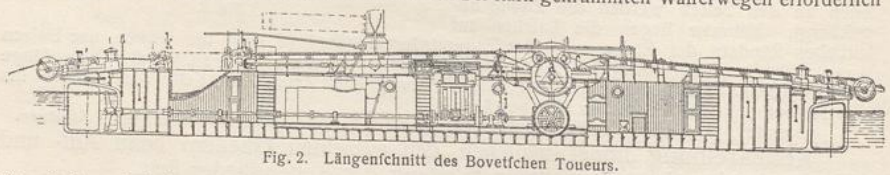


Fig. 2. Längenſchnitt des Bovetſchen Toueurs.

iſt. Oefter wird der Kettendampfer mit Schiffsſchrauben verſehen, ſo daß er im Bedarfsfalle, namentlich ſtromab, ſelbſtändig fahren kann. Das Aufnehmen ſowie das Ablegen der Kette oder des Seils von den Trommeln bezw. das An- und Abketten des Tauers iſt in jedem Fall eine lange und mühſame Arbeit. Dieſe erſcheint ſehr erleichtert beim ſchlankgebauten Bovetſchen elektromagnetiſchen Kettenſchlepper, bei dem durch magnetiſche Adhäſion die Kette an der Trommel haftet. Hier liegt die Kette nur mit einer dreiviertel Umwindung an der Zugrolle *a* an (Fig. 2—6), welche die Stelle der ſonſtigen Windetrommeln vertritt. Dieſelbe Rolle iſt aus zwei, durch bronzene Schraubenbolzen *b b* (Fig. 6) miteinander verbundenen, gußſtählernen

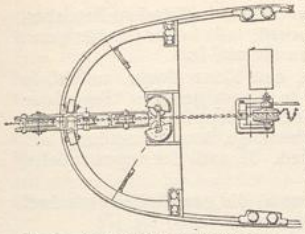


Fig. 3. Grundriß vom Schiffsende.

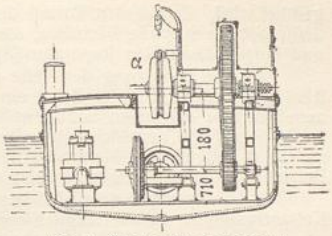


Fig. 4. Querſchnitt des Toueurs.

Scheiben *c* und *d* zuſammengeſetzt. In dem von den letzteren frei gelaſſenen ringförmigen Hohlraum iſt eine Drahtſpule angeordnet, zu welcher die Leitungsverbindung durch eine zentrale Bohrung in der Rollenwelle und einen Kanal *f* geführt iſt. Vermittelſt eines eignen Motors wird ein ca. 3 PS.-Dynamo betrieben, deſſen Strom, durch die erwähnte Drahtſpule geleitet, die Zugrolle *a* magnetiſiert. Hierdurch erfährt die Tauerkette eine ſtarke magnetiſche Anziehung an die Rolle und haftet. Bei einem Verſuche mit einer alten, 9 kg pro Meter ſchweren Kette ergab ſich eine Haltkraft von rund 6000 kg. Die Sperrklinke *z* (Fig. 5) aus nichtmagnetiſchem Metall bewirkt das Abheben der Kette von der Zugrolle, die dann über eine aus magnetiſchem Metall beſtehende Leitrolle *g* nach dem Hinterteil des Schiffes geführt wird. Dieſes Zurücklaufen der Kette geſchieht durch den Zug der gleichfalls magnetiſierten Rolle *h* (Fig. 2), welche ſich, durch die Transmiſſion *i i* getrieben, mit der gleichen Umfangsgeſchwindigkeit dreht wie die Zugrolle *a*. Von *h* fällt die Kette in den für ca. 25 m derſelben Platz gewährenden Kettenkaſten, wo gewöhnlich etwas Kette zurückgehalten iſt. Wenn der Kettenſchlepper ſich einer Krümmung nähert, ſo zieht ſich vorne die Kette in die kürzere Sehnenrichtung, und es würde ſich im Fluſſe unmittelbar hinter dem Tauer ein ungeſpannter, überſchüſſiger, loſer Kettenteil, eine Loſe, bilden; deshalb wird jetzt über die verſtellbare Bremsrolle *k* weniger Kette abgelaſſen, als über die Zugrolle heraufläuft, und erſt in der Krümmung gibt man die an Bord angeſammelte Loſe nach und nach durch entſprechend ſchnelleres Laufenlaſſen von *k* an die Flußſohle ab. *l l* ſind Kammern zur Aufnahme von Waſſerballaſt. In Fig. 2 ſieht man ebenfalls an beiden Schiffsenden je ein Steuerruder. Veranlaſſung zur Nutzanwendung der Adhäſionskraft einer magnetiſierten Zugtrommel ſind die vielen Kettenbrüche geweſen, mit denen die Kettenſchiffahrt lange zu kämpfen hatte. Dieſe Brüche wurden nicht etwa durch Ueberlaſtung der Wegkette durch die Schleppzüge verurſacht, ſondern durch die ungleichmäßige, die Elaſtizitätsgrenze überſchreitende Beanſpruchung der einzelnen Kettenglieder infolge der ungleichen Abnutzung der Zugtrommeln. Sobald aber deren Durchmeſſer ungleich ſind, wickelt ſich auf der einen Trommel mehr auf, als auf der andern abgewickelt wird, wodurch Zugbeanſpruchungen der Kettenglieder entſtehen, die bis zur Bruchgrenze führen können. Erhöht wird dieſe Gefahr durch Kanten- oder Knotenbildungen der Kette. Um eine mehrfache Umwicklung der Kette um die Zugtrommel zu vermeiden, konſtruierte Bellingrath ein neues Kettengreifrad mit nur teilweiſe ſtattfindender Umwicklung und loſen Greifzähnen. Trotz der Befürchtung, daß die vielen im Umfange dieſes Rades ſitzenden, beweglichen Einzelteile raſch abgenutzt würden, hat die mehrjährige Nutzanwendung die Brauchbarkeit dieſer Konſtruktion erwieſen.

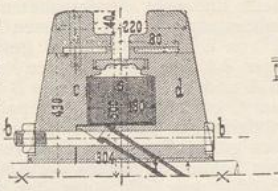


Fig. 6. Querſchnitt der Zugrolle.

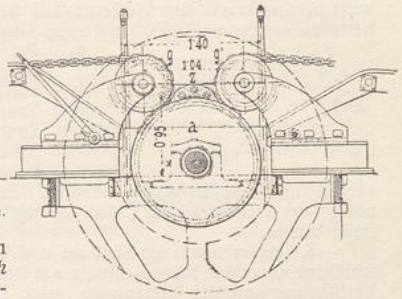


Fig. 5. Anſicht.

Die Arbeitsleiſtung der Maſchine wird bei der Kettenſchleppſchiffahrt zum größten Teil auf die Fortbewegung verwendet. So vermag z. B. bei mittleren Verhältniſſen auf der Donau ein Kettenſchlepper von 50 PS. den nämlichen Anhang mit noch größerer Geſchwindigkeit bergauf zu fördern als ein freier Raddampfer — Remorqueur — von 200 PS. In der Regel wird bei der Flußſchiffahrt die Kette nur bei der Bergfahrt benutzt, bei der Talfahrt allenfalls von einigen Kettenſchiffen, welche die Aufgabe haben, die in ſtärkeren Flußkrümmungen aus ihrer richtigen Lage gekommene Kette wieder in die Fahrrinne zurückzubringen. In gewiſſen Entfernungen beſitzt die Kette ſogenannte Kettenſchlöſſer, d. h. je ein Paar halboffener Glieder, welche vermittelſt loſer Bolzen geſchloſſen ſind. An dieſen Stellen läßt ſich die Kette leicht öffnen und ſchließen behufs Aufnehmens und Abwerfens auf die bezw. von der Kettentrommel. Soll aber das Schiff ſtets an der Kette bleiben, ſo hat man das ſogenannte Troquage- oder Tauſchſyſtem; hierbei fährt es nur eine beſtimmte Strecke auf und ab und übergibt oben den Zug dem nächſten Kettenſchlepper. Die Anwendung der Kette wird auf breiteren Flüſſen erſt bei ſtärkerer Strömung, etwa von 1,0 m Stromſtrichgeſchwindigkeit pro Sekunde angefangen, vorteilhaft, alſo, entſprechend einer mittleren Tiefe von 1,8 m bei einem Gefälle von und über 0,3 ‰. Unterhalb dieſer Grenze vermögen noch die freien Schlepper zu konkurrieren, was bei einer Gegenſtrömung von 1,5 m und darüber und einem Gefälle von und größer als 0,5 ‰ nicht mehr möglich iſt. Die Kettenſchleppſchiffahrt iſt noch bei kleinerer Waſſertiefe ſtatthaft als die Remorquage; bei Tiefen über 3 m iſt die Verwendung der Kette aber ſchon ſchwierig und bei zu ſehr beweglicher Flußſohle wegen raſcher Verſandung und Verſchotterung derſelben untunlich. Manchmal wird ſtatt der Kette ein Seil verwendet, das ſeitlich mittſchiffs an der Bordwand

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

geführt wird. Es hat den Vorteil der Leichtigkeit und des weniger lauten (raſſelnden) Betriebes, dafür aber auch große Nachteile, die teils in der kürzeren Brauchbarkeit, teils in der ſchwierigeren und länger dauernden Reparatur (Spliſſung ſtatt Ausſchäkelung) zu ſuchen ſind.

Da die Benutzung der Kette nur dem Eigentümer derſelben, dem Konzeſſionär, zuſteht, ſo ſtellt die Kettenſchleppſchiffahrt eine Art Monopol dar, welches in einem gewiſſen Gegenſatze zum Prinzipe der freien Schiffahrt ſteht; dafür wird aber der Kettenſchleppſchiffunternehmung in der Regel die Verpflichtung auferlegt, alle Schiffe nach der Reihenfolge ihrer Anmeldung und zu einem feſtgeſetzten Maximaltarife zur Beförderung zu übernehmen. Je nach der angewendeten Betriebskraft und Betriebsart kann man unterſcheiden:

1. Die Dampfkettenſchleppſchiffahrt [1]—[3], und zwar a) die gewöhnliche mit zwei Kettentrommeln; b) mit magnetiſcher Adhäſion der Kette nach Bovet (ſ. oben) [3], [7].

2. Die elektriſche Kettenſchleppſchiffahrt, Syſtem „Galliot“ [6]. Dieſes iſt ſeit dem 15. Juli 1893 auf der 5400 m langen Scheitelſtrecke, wovon 3300 m im Tunnel von Pouilly, des Burgunder Kanals, welcher die Seine mit der Saône verbindet, mit beſtem Erfolg eingeführt. Durch Turbinen an den beiden Schleuſenenden der Scheitelſtrecke werden aus der verfügbaren Waſſerkraft von zuſammen 35 PS. je ein Dynamogenerator *A* und *B* (Fig. 7) betrieben, und zwar wird hierbei auch der Waſſerausfluß beim Entleeren der genannten Schleuſen zum Turbinenbetriebe ausgenutzt. Es geht eine Drahtleitung *a a* vom poſitiven Pol von *A* zum negativen Pol von *B*; ferner ſind in freie Enden auslaufende Leitungen *b b* und *c c* vorhanden, welche vom negativen Pol von *A* und vom poſitiven von *B* abzweigen. Der elektriſche Tauer *C* beſitzt je eine Schleppkontaktvorrichtung zu den Drahtleitungen *b b* und *c c*; hierdurch wird der elektriſche Strom geſchloſſen, ſo daß er vermittelſt des auf *C* befindlichen Sekundärdynamos die Kettentrommel in Umdrehung verſetzt und den Schiffszug bewirkt. Es ſind hier alſo längs des Kanals drei Drahtleitungen nötig, derart aufgeſpannt, daß ſie die Kanten eines Prismas von 0,1 m Höhe und 0,2—0,3 m Baſis bilden.

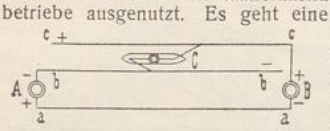


Fig. 7.

3. Derzeit noch im Stadium von Vorſchlägen befinden ſich [3]: a) Die elektriſche Kettenſchiffahrt einzelner Kähne mittels auf dieſelben aufzuſetzender transportabler Elektromotoren in Verbindung mit der Kettenrolle, nach Bovet und Molinos ſowie nach Büßer, ſ. Kanalſchiffahrt. Die oberirdiſche Stromzuführung ſoll in ähnlicher Weiſe wie bei elektriſchen Straßenbahnen erfolgen; b) die Kettenſchiffahrt mittels Kette (oder Seiles) ohne Ende, welche für die Rhone projektiert iſt. Nur der Kettenteil, unmittelbar unterhalb des Schiffes liegend, müßte durch ſeine Reibung auf der Flußſohle die Zugkraft aufnehmen, welche von der am hinteren Ende des Schiffes befindlichen Antriebstrommel oder -rolle ausginge. Von einer Auslegerrolle am vorderen Schiffsende würde die Kette wieder aufgenommen und über dem Schiffe zurückgeführt werden.

Literatur: [1] Deutſche Bauztg. 1877, S. 191. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1880, S. 561. — [3] Weber v. Ebenhof, Bau, Betrieb u. ſ. w. der Waſſerſtraßen, Wien 1895, S. 186, 313. — [4] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 77. — [5] Ebend. 1893, S. 23. — [6] Annales des ponts et chaussées 1894/2, S. 577. — [7] VI. Internationaler Binnenſchiffahrtskongreß, Haag 1894, Bericht von Hirſch und de Mas zur 4. Frage: Ziehen und Fortbewegen der Schiffe. — [8] Dinglers Polytechn. Journ. 1896, S. 256.

(Kresnik) Schütte.

Kettenſchloß, entweder ein teilbares Kettenglied oder eine Kettenbefeſtigung.

Erſteres kann nach Fig. 1 aus zwei je einſeitig offenen Hälften beſtehen, die nach dem Einſetzen mit vier Stiften vernietet werden; es iſt aber ſchwächer als die Kette. Von faſt gleicher Stärke mit der Kette ſind die Schäkel mit verſtiftetem Bolzen (Fig. 2), die man bei der Kettenſchiffahrt verwendet. — Zur Feſthaltung einer Kette an beliebiger Stelle legt man eine zweihälftig gegoſſene, innen nach der Kettenform verzahnte Muffe (Kettenſchloß) an, die mehrere Kettenglieder faßt und ihrerſeits wieder feſtgelegt wird. *Lindner.*

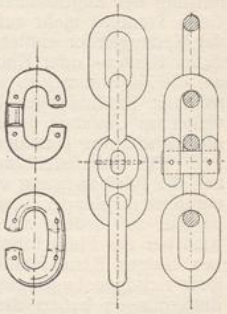


Fig. 1.

Fig. 2.

Kettenſchluß, ſ. Kinematiſche Kette.

Kettenſchranken, ſ. Wegeſchranken.

Kettenſpitze, im Oberharz die Kette (ſonſt auch Schurzkette, Zwieſelkette), welche Fördertonne und Förderſeil verbindet (ſ. Schachtförderung).

Kettenſpulmaſchine, ſ. Weberei.

Kettenſtich (einfacher und doppelter), ſ. Nähmaſchinen und Sticken.

Kettenſtopper, ſ. Ankergeſchirr.

Kettenſtreckkopf, ſ. Wergſpinnerei.

Kettentrommeln dienen zum Aufwickeln einer Krankette, möglichſt mit nur einmaliger Bewicklung. Lange Ketten erfordern Friktionstrommeln, von denen ſie nach einigen Umſchlingungen fogleich wieder ablaufen; ſ. a. Kettennuß.

Die Trommeln der Kettenwinden, Fig. 1—3, nehmen die Kette in ſchraubenförmigen Windungen auf. Die für die aufrechten Glieder im Guß ausgeſparte Furche dient dabei zur Führung bei ſeitlicher Ablenkung der Kette, die bis zu 1° zuläſſig iſt. Den Kern der Trommel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit schraubenförmiger Wulst nach Fig. 1 zu versehen entspricht nur dann dem Zweck, gleiche Wandstärke anzustreben, wenn er richtig in die Form gelegt wird. Die Trommeln erhalten $D = 10\,d - 20\,d$ als Manteldurchmesser für die Ketteneisenstärke d, wobei $(D + d)/2$ der Lasthebelarm ist. Die Wandstärke wird 12—25 mm. Die Länge L der Trommel ergibt sich aus der aufzuwickelnden Kettenlänge H in Verbindung mit der Ganghöhe der Windungen von $3{,}5\,d + 3-5$ mm zu $L = 1{,}2\,H\,d/D, < 4\,D$. Vor der Endbefestigung der Kette (Fig. 3) soll möglichst ein Umgang stets aufgewickelt bleiben. An Bauwinden wählt man glatte Trommeln (ohne Rillen) mit Bordrändern, um verschieden starke Ketten und auch Hanfseile aufwickeln zu können, mit dem Manteldurchmesser $D = 4\sqrt{Q} + 10$ cm für $Q\,t$ Tragkraft der Winde, gegen $12\sqrt{Q} + 10$ cm für Drahtseile, und mit der Trommellänge $3\,D - 4\,D$. Die Kette legt sich auf der glatten Trommel über Eck, wie bei Fig. 4. Die Trommelwelle wird zweckmäßig in der einen Nabe mit Feder und in der andern mit Keil, der fest in die Welle eingelassen ist, in der Trommel befestigt. Das antreibende Zahnrad kann auf der Verlängerung der einen Trommelnabe aufgekeilt sein. Die Trommelwelle erhält meist 6—10 cm Stärke, die Vorgelegwelle 4—6 cm, die Handkurbelwelle 3—4,5 cm. Die Aufwicklung der Kette verursacht einen Kraftaufwand zur Ueberwindung der Kettenreibung (s. d.) im Betrage von $f\,Q\,d/D$ oder 0,01—0,02 Q. Einschließlich der Zapfenreibung kann man den Wirkungsgrad der Kettentrommel zu etwa 97 % annehmen.

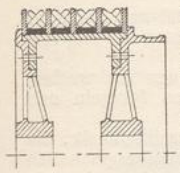


Fig. 4.

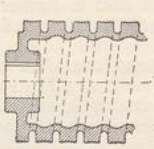


Fig. 1.

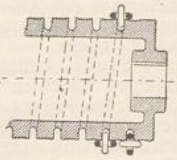


Fig. 2.

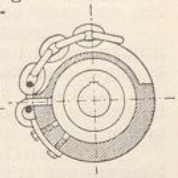


Fig. 3.

Bei der Kettenschleppschiffahrt werden sogenannte Friktionstrommeln angewendet (Fig. 4). Der gußeiserne Trommelboden ist mit Stahlreifen bezogen und durch schmiedeeiserne Ringe in vier Rillen abgeteilt; am rechten Armstern sitzt der Bremsring. *Lindner.*

Kettentuch, -ware, s. Wirkerei.

Kettenwirbel, s. Kettennuß.

Kettenwirkstuhl, s. Wirkerei.

Keuperformation, oder kurzweg Keuper, überlagert die Muschelkalkformation und wird von dem schwarzen Jura oder Lias bedeckt. Die Gesteine sind im allgemeinen mehr sandig-toniger als kalkiger Natur; es sind Sandsteine in verschiedenen Horizonten (ganz allgemein als Keupersandsteine bezeichnet), Tone und Schiefertone, Mergel (Keupermergel), Dolomite und Kalksteine. Untergeordnet sind Gips, Anhydrit und Steinsalz, auch Steinkohle, sogenannte Keuperkohle. Im Gegensatz zu diesen für die außeralpine Keuperformation wichtigen und charakteristischen Gesteinen setzt sich der Keuper in den Alpen vorwiegend aus Kalksteinen und Dolomiten zusammen; hier sind auch massige Gesteine zum Ausbruch gelangt (Melaphyre, Augitporphyrite, Syenite, Diabase, Porphyre u. s. w. [Südtirol]).

Aus diesen Verschiedenheiten ergibt sich auch die Eigenart in der Entstehung der beiden gleichalterigen Schichtengruppen; der außeralpine Keuper in Zentraleuropa stellt eine am Ufer oder im Binnenmeer, also im seichten Meer gebildete, der alpine Keuper dagegen eine in der Tiefsee entstandene Schichtengruppe dar. Die ausgestorbene Pflanzenwelt des Keupers zeichnet sich durch das Vorherrschen von Koniferen und Cycadeen aus; auch Farne von baumartigem Wuchs sind reich entwickelt. In der Tierwelt der außeralpinen Schichten macht sich das Aussterben der aus dem voraufgehenden Muschelkalk bekannten Tiefseebewohner bemerkbar. In den alpinen Schichten jedoch beginnt sich in den zahlreich erscheinenden Ammoniten ein neuer Formenkreis von Bewohnern des tiefen Meeres zu entwickeln, während Muscheln und Schnecken nichts eingebüßt haben. Korallen sind untergeordnet. Unter den Wirbeltieren fallen riesige Saurier und vor allem die ersten Formen von Säugetieren (Beuteltieren) auf.

Außerhalb der Alpen liegen die Schichten fast durchgängig horizontal oder zeigen die Form sehr flacher Mulden und Sättel. Die mittlere Mächtigkeit läßt sich hier zu etwa 300 m bestimmen. Man gliedert hier, d. h. im Hauptverbreitungsgebiet des Keupers (Franken, Schwaben, Thüringen), die Schichten in drei Abteilungen.

I. Oberer Keuper oder Rhät, auch gelber Keuper. Meist hellfarbige, weiße und gelbe, feinkörnige Sandsteine mit meist grauen Schiefertonen. Die Sandsteine werden, wenn dickbankig, als Werkstein verwendet (Bayreuth und Bamberg), wenn quarzitisch, auch als Pflasterstein und Kleinschlag (Mitteldeutschland). Ein dünnes Flöz magerer Kohle kommt hier vor.

II. Mittlerer oder bunter Keuper. Vorwiegend rote und grünlichgraue Mergel, Schiefertone und Sandsteine, auch Gips und Steinsalz. Hierher gehört der weiße oder bunte, rötlich gefleckte und gestreifte, meist grobkörnige Bausandstein von Nürnberg, der bei dolomitischem oder kieseligem Bindemittel sehr fest wird und als Mühl-, Schleif- und Pflasterstein Verwendung findet, ferner der grünlichgraue oder gelbe, braungefleckte, gestreifte oder geflammte, feinkörnige Schilfsandstein, welcher namentlich in Stuttgart als Werkstein benutzt wird. Gewisse Sandsteine sind reich an kaolinisiertem Feldspat, aus dem durch Schlemmen Porzellanerde gewonnen wird (Oberpfalz). Bleiglanz stellt sich neben Weiß-, Gelb- und Grünbleierz in manchen Sandsteinen in abbauwürdiger Menge ein (Freihung in der Oberpfalz). Zu Töpferwaren lassen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſich manche Tone zwiſchen den Sandſteinen verwenden. Als Pflaſtermaterial dienen weiße Dolomite und Kalkſteine. Steinſalz iſt beſonders im mittleren Keuper von Lothringen und England viel vertreten und wird gewonnen.

III. Unterer oder grauer Keuper, auch Lettenkohle oder Lettenkeuper. Meiſt graue ſandige Schiefertone, Sandſteine und Dolomite. Die Sandſteine (Lettenkohlenſandſtein) ſind grünlichgrau oder blaßgelb gefärbt, feinkörnig, beſitzen toniges Bindemittel und werden, wenn hinreichend mächtig, als Werkſtein benutzt (Würzburg), ohne indes allen Anforderungen der Wetterbeſtändigkeit zu genügen. Der Sandſtein wird (meiſt im Hangenden) von einer unreinen, tonigen und ſchwefelkiesreichen Kohle begleitet, die gewöhnlich nicht eine abbauwürdige Beſchaffenheit und Mächtigkeit erreicht; nur im polniſchen Keuper iſt ein Flöz von 1 m Mächtigkeit und mehr bei Siewierz im Abbau.

Die Keuperſchichten der Alpen ſind in ſtarker Weiſe gefaltet, aufgerichtet und aus ihrer urſprünglichen Lagerung gerückt worden. Sie gliedern ſich von oben nach unten in drei Abteilungen, und zwar zu oberſt

I. Rhätiſche Stufe, beſtehend aus dem oberen Dachſteinkalk, grauen bis weißen, mergeligen bis kalkigen Schichten und den Köſſener Schichten, ebenfalls aus Mergeln und breccienartigen oolithiſchen Kalken ſich zuſammenſetzend.

II. Karniſche Stufe, beſtehend aus 1. Hauptdolomit und unterm Dachſteinkalk, die bitumen- und erdölreiche, ſchwarze, mergelige ſogenannte Aſphaltſchiefer führen (bergmänniſch bei Seefeld u. a. O. gewonnen); 2. Raibler Schichten, vorwiegend graue Mergel- und groß-oolithiſche Kalkſteine.

III. Noriſche Stufe, beſtehend aus 1. Wetterſtein- und Hallſtädter Kalk (weiße bis rötliche, marmorartige, dickbankige Kalkſteine und Dolomite), die in den bayriſchen und Nordtiroler Alpen zahlreiche Vorkommen von Bleierzen und Zinkblende einſchließen; 2. Wengener und Kaſſianer Schichten, meiſt grauer Mergel und Schieferton mit Tuffen von Eruptivgeſteinen. In den dieſen Schichten entſprechenden Schiefertonen bei Idria ſind Queckſilbererze (Zinnober und gediegen Queckſilber) in abbauwürdiger Menge imprägniert.

Die mergeligen und tonigen Keupergeſteine liefern meiſt zähe, ſchwere, wenig durchläſſige, aber immerhin ſehr ergiebige, die ſandigen dagegen ſehr leichte und wenig fruchtbare Böden. Die rein kalkigen Gebiete (Alpen) leiden landwirtſchaftlich unter dem Mangel einer Vegetationserde überhaupt; hier ſind nur die mergeligen Schichten für die Wieſenkultur und für Weide von einiger Bedeutung. Im außeralpinen Gebiet finden manche Mergel zur Verbeſſerung kalkarmer Böden viel Verwendung. Waſſerführende Schichten ſind im allgemeinen im Keuper wenig mächtig und daher nicht ſehr ergiebig; ſie beſchränken ſich auf gewiſſe Sandſteine der unteren und mittleren Abteilung, die ihr Waſſer an der Grenze gegen unterlagernde Mergel und Tone durch Quellen abgeben. Die Waſſer des mittleren Keupers ſind meiſt reich an Kalk und Gips, von den nur im Sandſtein (Stuben- und Schilfſandſtein) ſich ſammelnden abgeſehen.

Literatur: v. Gümbel, Grundzüge der Geologie, Kaſſel 1888, S. 681 ff.; Derſ., Geognoſtiſche Beſchreibung des Königr. Bayern, 4. Abt., Kaſſel 1891; Begleitworte zu den geognoſtiſchen Spezialkarten von Württemberg; Loretz, H., Jahrb. preuß. geol. Landesanſtalt f. 1894, Berlin 1895, S. 139; Thürach, H., Geogn. Jahreshefte 1888/89, Kaſſel 1889/90; Kayſer, E., Geolog. Formationskunde, 2. Aufl., Stuttgart 1902; Gredner, H., Elemente der Geologie, 9. Aufl., Leipzig 1902. *Leppla.*

Keuter, ſ. Triften.

kg, in Deutſchland amtliche Abkürzung für Kilogramm.

Kickſches Geſetz, ſ. Proportionale Widerſtände feſter Körper.

Kidleder (vom engliſchen kid: Böckchen, Zickel abgeleitet), ein Leder für feineres Schuhwerk, welches, ebenſo wie Glacéleder, mit Alaun, Kochſalz, Mehl und Eidotter gegerbt wird und meiſtens ſchwarz gefärbt iſt. Man unterſcheidet Kalbkid, Schafkid, Ziegenkid u. ſ. w., von welchen das erſtere am meiſten hergeſtellt wird, beſonders in Deutſchland (München, Dresden). Dieſe Lederart iſt jetzt faſt vollſtändig von dem Chromleder verdrängt worden. *Päßler.*

Kiel, der unterſte Längsträger des Schiffsrumpfes, gewiſſermaßen das Rückgrat desſelben, an welchem als Rippen die Querſpanten anſetzen; ſ. Schiffbau.

Kielbogen, ſ. Mauerbögen.

Kielgang, der am Balken- oder Plattenkiel anſtoßende Plattengang der Außenhaut eines Schiffes.

Kielholen, ein Schiff zur Reviſion bezw. Reparatur des Schiffsbodens krängen, d. h. mittels Giens von Land aus ſo weit überholen, daß die Außenhaut einer Schiffsſeite bis zum Kiel über Waſſer kommt. *T. Schwarz.*

Kielholplatz, diejenige Stelle in einem Seehafen, welche eingerichtet iſt, um kleinere Schiffe umzulegen, damit deren obenliegende Seite gereinigt, ausgebeſſert und neu bemalt werden kann.

Die Einrichtung beſteht darin, daß, meiſt nahe dem Ufer, von Stelle zu Stelle feſte Punkte erſtellt werden, gegen welche man mittels Flaſchenzügen, die an den oberen Teil der unteren Maſten laufen, die Schiffe anholt, bis ſie ſich ſo weit flach gelegt haben, daß eine Seite derſelben bis zum Kiele frei liegt. Iſt dieſe Seite inſtand geſetzt, ſo richtet man das Schiff auf, dreht es um und wiederholt das Verfahren auf der andern Seite. — Die feſten Punkte werden meiſt durch eine Reihe von Pfählen gebildet, die dem Ufer parallel laufen und welche durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zangen oder Kappenhölzer verbunden werden, an welche man die Flaſchenzüge befeſtigt. Längs dieſen Pfählen läuft auf der Landſeite gewöhnlich ein Steg, und am Ufer ſtehen Winden, um die Flaſchenzüge anzuziehen. Häufig ſtehen die feſten Punkte und die Winden direkt auf einer zu dieſem Zwecke niedriger gehaltenen Kaimauer. — In Fluthäfen muß der Kielholplatz entweder in einem Flutbaſſin liegen, da ſich anders bei ſteigender oder fallender See die Lage des umgelegten Schiffes zum Waſſerſpiegel ſtetig ändern würde, oder man beſitzt ſchwere und tiefgehende eigne Schwimmer, welche mit langen und ſchweren Ketten verankert ſind und auf welchen ſich die Vorrichtungen befinden, um die Schiffe anholen zu können. Beim Steigen und Fallen der See verſchiebt ſich derart wohl die Lage des Schwimmers gegenüber ſeinen Ankern, nicht aber die Lage der umgelegten Schiffe gegenüber dem jeweiligen Waſſerſpiegel. — Das Kielholen beſchränkt ſich nunmehr nur noch auf Schiffe mit geringem Tiefgang, meiſt bloß auf hölzerne Segelſchiffe, und kommt ſtets mehr außer Gebrauch, zunächſt wohl, weil der ganze Vorgang die einzelnen Teile der Schiffe in ungünſtiger Weiſe beanſprucht. Namentlich Flußhäfen beſitzen für kleinere Schiffe ſo wie ſo hinreichende einfache Mittel, um die Schiffe trocken legen zu können, ohne zu dieſem Verfahren greifen zu müſſen. *Zſchokke.*

Kielplatte, Außenhautplatte unter dem Mittelkiel bei Schiffen mit flachem Kiel; vgl. Schiffbau. *T. Schwarz.*

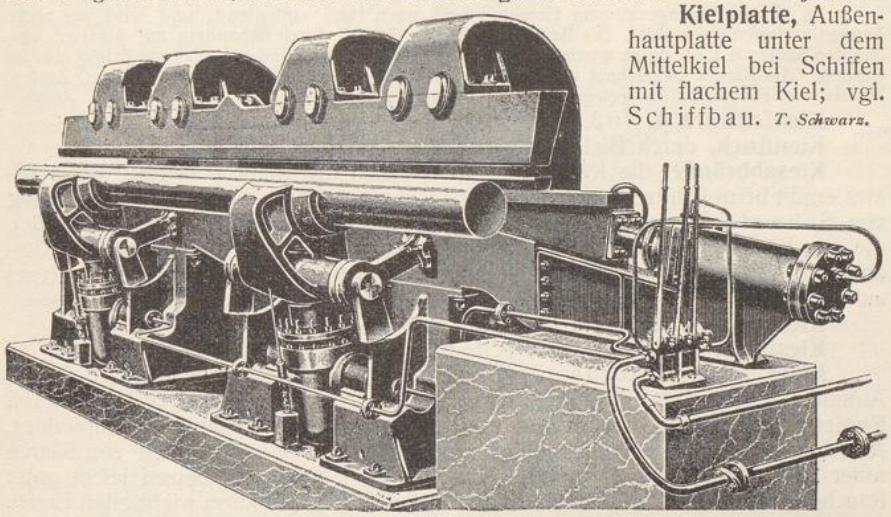


Fig. 1.

Kielplattenbiegemaſchinen dienen zum Biegen der Kielplatten eiſerner Schiffe. Die Kielplatten beſitzen einen ebenen Flanſch, mit dem ſie an den Kiel angenietet werden, und ſind nach der Form des Schiffs abgebogen.

Eine Kielplattenbiegemaſchine der Firma Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln ſtellt Fig. 1 dar. Der Blechrand, welcher als Flanſch dienen ſoll, wird zwiſchen einem feſtſtehenden oberen und einem unteren beweglichen Balken feſtgeſpannt. Dieſer iſt unten mit Keilflächen verſehen und wird durch einen horizontalen Waſſerdruckkolben verſchoben. Das Abbiegen der Platte geſchieht mit einer Walze, die in Armen gelagert iſt, die je an einem Waſſerdruckkolben ſitzen und durch Zugſtangen mit dem Geſtell der Maſchine in Verbindung ſtehen. — Fielding & Platt in Glouceſter (England)

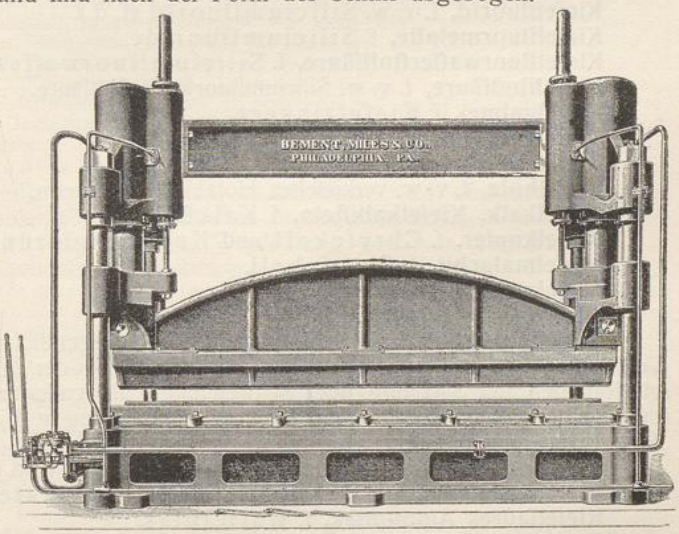


Fig. 2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wenden zwei kürzere Walzen mit je zwei Wafferdruckkolben an [1]. — Fig. 2 ift eine Kielplattenbiegemafchine der Firma Bement, Miles & Co., Philadelphia, mit einem Preßbalken, der durch zwei Preßkolben betätigt wird. Der Preßbalken ift drehbar und verfchiebbar an den Druckwafferkolben aufgehängt, fo daß je nach Bedarf der Preßbalken auch fchräg eingeftellt werden kann. Die Länge des Preßbalkens beträgt bis zu 8 m, der Maximaldruck 400 t.

[1] Fifcher, H., Die Werkzeugmafchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. *A. Widmaier.*

Kielfchwein, Längsträger zur Verftärkung des Kiels im Innern des Schiffsrumpfes oberhalb der Spanten bezw. der Bodenwrangen. Liegt der Träger feitlich vom Kiel, fo heißt er Seitenkielfchwein; f. Schiffbau. *T. Schwarz.*

Kielfponnung, eine Rinne im Holzkiel zur Aufnahme der Kielplanke; f. Schiffbau.

Kienöl, Holzterpentinöl, durch Deftillation der Wurzelftöcke von Fichten und Föhren in Deutfchland, Ruffifch-Polen und Nordamerika gewonnen.

Es ift von unangenehmem Geruch, meift noch Harz enthaltend, und wird wie andre Terpentinölforten verwendet. Die Bemühungen, den Geruch durch Behandeln mit Alkalien, verdünnten Säuren u. f. w., durch wiederholte Deftillation zu mildern, find erft jetzt von Erfolg gekrönt worden. Als Kienöl bezeichnet man auch durch Deftillation des Holzes, der Zweige, Zapfen, Nadeln von Pinus Pumilio gewonnenes Oel (Templinöl). *Andés.*

Kienfchwarz, f. Ruß.

Kienftock, durch Blei entfilbertes Schwarzkupfer.

Kiesabbrände, die Rückftände vom Röften des Schwefelkiefes. Schwefelkies ergibt beim Erhitzen unter Luftzutritt fchweflige Säure, welche zur Erzeugung von Schwefelfäure (f. d.) verwendet wird, und feite Rückftände (Abbrände), die aus Eifenoxyd (meift noch mit etwas Schwefel) beftehen. Wenn die Kiesabbrände auch Kupfer enthalten, fo gewinnt man dasfelbe daraus in der Regel auf naffem Wege (f. Kupfer). *Beckert.*

Kiesbänke, f. Sinkftoffe.

Kiesdach, f. Kiespappedächer.

Kiefe oder Pyritoide, in der Mineralogie diejenigen Schwefel-, Arfen-, Antimon-, Selen- oder Tellurverbindungen der fchweren Metalle (Eifen, Nickel, Kupfer), die metallglänzend und hellgefärbt find, z. B. Eifenkies, Kupferkies, Arfenkies u. f. w. Sie find meift fpezififch fehr fchwer und werden von Säuren unter Abfcheidung des Schwefels, Arfens u. f. w. gelöft, fchmelzen leicht unter Rauchentwicklung und gehören zu den für die Metallproduktion wichtigften Erzen.

Kiefel, chemifches Element, f. v. w. Silicium (f. d.). *Leppla.*

Kiefel, Mineral, f. Quarz.

Kiefeleifenftein, f. Brauneifenerz.

Kiefelerde, f. v. w. Kiefelfäureanhydrid; f. Siliciumdioxyd.

Kiefelfluorid, f. v. w. Siliciumfluorid (f. d.).

Kiefelfluormetalle, f. Siliciumfluoride.

Kiefelfluorwafferftofffäure, f. Siliciumfluorwafferftoff.

Kiefelflußfäure, f. v. w. Siliciumfluorwafferftofffäure.

Kiefelgalmei, f. Kiefelzinkerz.

Kiefelgur, f. Infuforienerde.

Kiefelgur-Dynamit, f. Sprengftoffe.

Kiefelholz, f. v. w. verkiefeltes Holz; f. Holzftein.

Kiefelkalk, Kiefelkalkftein, f. Kalkftein.

Kiefelkupfer, f. Chryfokoll und Kupferlegierungen.

Kiefelmalachit, f. Chryfokoll.

Kiefelmehl, f. Infuforienerde.

Kiefelöl, f. v. w. Waffergias.

Kiefelfäure, Siliciumdioxyd (f. d.). Die eigentliche Kiefelfäure ift eine Verbindung von der Formel H_4SiO_4. Sie bildet fich bei der Zerfetzung von Waffergiaslöfungen mit Salzfäure oder Schwefelfäure als gallertartige farblofe Maffe. Letztere zerfetzt fich leicht fchon innerhalb der Löfung in H_2SiO_3 und fchließlich SiO_2 (Kiefelfäureanhydrid). *Bujard.*

Kiefelfäureanhydrid, f. v. w. Siliciumdioxyd (f. d.).

Kiefelfäurefeuchtigkeit, Kiefelfäurefalze, f. Silikate.

Kiefelfaures Ammoniak, f. Waffergias.

Kiefelfaures Blei, f. Bleifilikate.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kieſelſchiefer, Lydit, Lydiſcher Stein, Phthanit, ein weſentlich aus mikrokriſtalliner, für das unbewaffnete Auge ganz dichter Quarzmaſſe beſtehendes Geſtein.

Dieſer iſt durch Beimengungen von Ton, Eiſenoxyd, Eiſenoxydhydrat oder Kohlenteilchen verunreinigt; die Farbe der Kieſelſchiefer iſt daher meiſt gelb, braun oder (bei den reinen Lyditen faſt ausnahmslos) ſchwarz, in der Regel dunkel. Durch lagenweiſe erfolgende Bildung von feinverteiltem Brauneiſenerz werden die Geſteine auch geſtreift oder gebändert. Durch Glühen werden die kohlenſtoffreichen ſchwarzen Kieſelſchiefer heller, ebenſo auch durch Verwitterung, beſonders von den Klüften aus. Vielfach ſind die Kieſelſchiefer von Adern weißen Quarzes oder auch von weicherem Tonſchiefer durchzogen, enthalten häufig auch Schwefelkies. Sie haben die Eigenſchaften des derben Quarzes, aus dem ſie zu 95—97 % beſtehen; der Reſt verteilt ſich auf etwas Tonerde, Eiſenoxyd und Kohlenſtoff. Faſt durchgängig zeigen die Kieſelſchiefer eine ſehr deutliche und dünne Schichtung, daneben eine ſehr enge und ſehr regelmäßige Zerklüftung, ſo daß die Geſteine charakteriſtiſcherweiſe in ſcharf rechteckige oder würfelartige Bruchſtücke zerfallen. Solche Ablagerungen treten vorzugsweiſe in den älteſten Formationen auf, beſonders im Silur (Harz, Voigtland, Fichtelgebirge), auch im Devon, vor allem aber in der unteren Steinkohlenformation im Kulm und Kohlenkalk in bedeutender Mächtigkeit. In jüngeren Formationen ſcheinen ſie ganz zu fehlen.

Die techniſche Verwendung beruht auf der großen Härte (6,5—7) und dichten Beſchaffenheit. Im Straßenbau werden ſie vielfach ihrer leichten Zerkleinerung wegen als Deckmaterial benutzt; zu Pflaſterſteinen und Hauſteinen ungeeignet. Gewiſſe reine Lagen werden vielfach zu Wetz- und Schleifſteinen für Stahlwaren benutzt. Reine, ſchwarze, ſehr dichte Arten dienen zur ungefähren Prüfung des Feingehaltes von Silber und Gold als ſogenannter Probierſtein oder Streichſtein, indem man den Strich des zu unterſuchenden Metalls mit demjenigen einer bekannten Legierung vergleicht oder die Wirkung beobachtet, die Salpeterſäure auf das Strichpulver erzeugt.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch d. Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, Bd. 3, S. 543. *Leppla.*

Kieſelſinter, ſ. Opal und Putzmittel.

Kieſelzinkerz, Kieſelgalmei, Kalamin, Hemimorphit, ein Mineral, waſſerhaltiges Zinkſilikat $SiO_5Zn_2H_2$ (25,0 % SiO_2, 67,5 % ZnO, 7,5 % H_2O).

Kriſtalliſiert rhombiſch unter verſchiedener Ausbildung an beiden Enden der Hauptachſe; außerdem feinkörnige und dichte, derbe, ſtrahlige und faſerige Abarten. Farblos oder weiß, auch grau, grün und blau. Durchſichtig bis undurchſichtig, glas- und auf gewiſſen Flächen perlmutterglänzend. Spaltbar nach dem Prisma; ſpröde; Härte 5; ſpez. Gew. 3,35—3,5. Verliert beim Glühen unter ſtarkem Kniſtern Waſſer, ſchmilzt aber nicht, wird von Salzſäure unter Abſcheidung von gallertartiger Kieſelſäure gelöſt. Kommt häufig mit Zinkſpat und Bleiglanz auf Gängen vor und wird mit andern Zinkerzen behufs Zinkgewinnung verhüttet. *Leppla.*

Kieſerit, Mineral, waſſerhaltige ſchwefelſaure Magneſia $MgSO_4 + H_2O$ (29,98 % MgO, 57,98 % SO_3, 13,04 % H_2O).

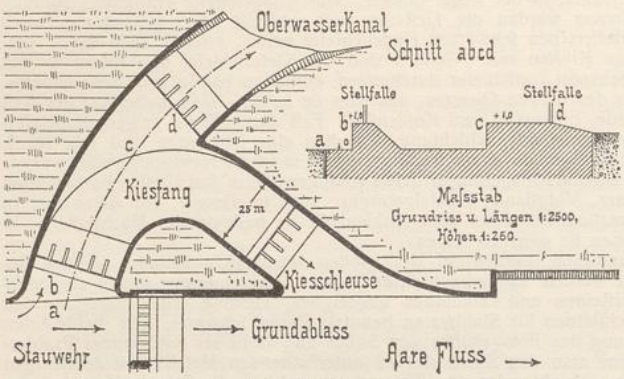
Kriſtalliſiert monoklin, meiſt aber körnig, dicht und derb. Farblos, graulich oder gelblich; blau durchſcheinend, ſchimmernd. Nach zwei Richtungen ſpaltbar. Härte 3; ſpez. Gew. 2,57; löſt ſich ſehr langſam in Waſſer auf; mit etwas Waſſer angerührt, erhärtet Kieſerit wie Gips, und darauf beruht ſeine Verwendung zur Herſtellung von einer ſteinartigen polierfähigen Maſſe (Ornamenten u. ſ. w.), wenn dem gelöſten Kieſerit noch Aetzkalk (gebrannter und gelöſchter Kalk) zugeſetzt wird. An der Luft überzieht er ſich unter begieriger Waſſeraufnahme mit einer mehligen Rinde von Bitterſalz, in das er übergeht. Aus einer Löſung von Kieſerit und Steinſalz kriſtalliſiert bei niederer Temperatur Glauberſalz (SO_4Na_2) aus und Chlormagneſium bleibt in Löſung. Der ſogenannte Blockkieſerit enthält rund 60 % Kieſerit, der Reſt iſt Ton, Gips und Steinſalz neben Waſſer. Kommt in großen Maſſen mit Steinſalz wechſellagernd in den Salzlagern von Staßfurt (Kieſeritregion) vor, wo er gewonnen und zu Bitterſalz verarbeitet wird; außerdem dient er zur Darſtellung von Glauberſalz, Kaliſulfat, Barytweiß (Blanc fixe), Kunſtdünger und in der Appretur. *Leppla.*

Kiesfang, Sandfang, Einrichtungen an Flüſſen, um bei Hochwaſſer entweder die Ablagerung von im Waſſer enthaltenem Kies und Sand an einer beſtimmten Stelle außerhalb des Flußbettes zu begünſtigen oder durch vorherige Ablagerung dieſer Materialien bezw. Wegſpülung derſelben die Verkieſung in Werkkanälen und ähnlichen Seitenabzweigungen zu verhindern.

Im erſten Falle iſt der Zweck der Anlage die Gewinnung von Kies und Sand zur Straßenunterhaltung oder für Bauausführungen. Beſonders geeignet ſind hierzu jene Flüſſe, deren Hochwaſſer in der Hauptſache lehmfreie Suspenſionen führen. Die techniſchen Einrichtungen beſtehen darin, daß man im konkaven Ufer des Fluſſes eine möglichſt breite Lücke ſchafft und deren Sohle durch ein ſolides Wehr befeſtigt. Ueber die Krone des ſo errichteten feſten Wehrs, deren Höhenlage über Flußſohle — je nachdem man auch gröberes Material oder nur Kies und Sand gewinnen will — zwiſchen 0,8—1,5 m ſchwankt, ſtrömt ſodann ein Teil der Hochflut. Ein möglichſt großes flaches, durch Dämme geſichertes Feld geſtattet die Ausbreitung des Waſſers, die Verminderung ſeiner Geſchwindigkeit und die Ablagerung der Suspenſionen. Auf die Ableitung des — bis auf geringe Trübung — von den Suspenſionen befreiten Waſſers iſt große Sorgfalt zu verwenden; insbeſondere ſind in dem Ablagerungsfeld Einriſſe zu verhindern, welche ſogenannte wilde Strömungen entſtehen laſſen. Eine gute derartige Anlage, die großen Nutzen ſtiftet, befindet ſich unterhalb der Karthäuſerbrücke an der Dreiſam bei Freiburg i. B. Vgl. a. Kolmation.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Im zweiten Falle sollen durch Kiesfänge die besonders bei langen Werkkanälen höchst lästigen und betriebsstörenden Sohlenverlagerungen, deren Entfernung große Kosten verursacht, verhindert werden (vgl. Stauanlagen). Vielfach genügt hier ein Grundablaß (s. d.). Wenn aber die Hochwasser reichliche Suspensionen führen, so sind besondere Einrichtungen am Platze, die wir am besten an Hand eines Beispiels erläutern. Nebenstehende Figur zeigt den Kiesfang am großen Stauwehr des Elektrizitätswerkes Wangen a. d. Aare [1]. Zunächst liegt hier die Einlaufschwelle *b* um 1 m höher als die Flußsohle. Der größte Teil der Geschiebe, insbesondere das grobe Geschiebe, wird sich deshalb vor dieser Schwelle ablagern und kann mit Hilfe des Grundablasses fortgespült werden. Bei Hochwasser wird jedoch auch Geschiebe mittleren und kleineren Korns über die Schwelle *b* eintreten; dieses wird durch die Schwelle *c* zurückgehalten und in den Kiesfang zur Ablagerung gebracht. Aus dem letzteren erfolgt von Zeit zu Zeit die Entfernung dieser Ablagerungen mittels der Kiesschleusen, die sich an dem unteren Ende des Kiesfangs befinden, indem man die Stellfallen *d* sperrt und den ganzen Wasserstrom so lange durch den Kiesfang leitet, bis der Zweck erreicht ist. Normal stauen selbstverständlich die Kiesschleusen auf die für den Wassereinlauf in den Oberwasserkanal erforderliche Höhe; steigt das Wasser um 40 cm über den gestauten Niederwasserspiegel, so bildet sich an den Kiesschleusen ein Ueberfall. An dem Einlauf in den Oberwasserkanal befinden sich ebenfalls noch Stellfallen *d*, die zweiteilig sind und in verschiedenen Höhenlagen eingesetzt werden können, insbesondere auch als Hochwasserschutzwand dienen. Auf diese Weise läßt sich der Eintritt von Geröllen in den Oberwasserkanal vollständig verhindern, allerdings mit recht großen Kosten, deren Aufwendung indessen durch Ausbleiben einer Sohlenverlagerung in dem ca. 8 km langen Kanale gerechtfertigt ist.



Kiesfang am Stauwehr des Elektrizitätswerkes Wangen a. d. Aare.

Literatur: [1] Meyer, K., Das Elektrizitätswerk Wangen a. d. Aare. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Bd. 50, 1906, S. 713 ff.

Lueger.

Kiesöfen, s. Kupfer, Oefen, metallurgische, Schwefelsäure.

Kiespappedächer werden in derselben Weise hergestellt wie die doppellagigen Pappedächer (s. Asphaltpappedächer), nur tritt wie beim Holzzementdach (s. Holzzement) eine Kiesschüttung hinzu.

Literatur: Baukunde des Architekten, Berlin 1890, Bd. 1, S. 347 und 348.

Kiesschleuse, die in ihrem Zweck unter Kiesfang (s. d.) beschriebene Einrichtung zum Abschluß eines für die Kiesablagerung bestimmten Beckens und zum Auslassen des Kieses bei eingerichteter Spülung. Die Vorrichtung selbst ist in der Regel ein Schleusenwehr (s. d.).

Kiesschütze, eine geteilte Schützentafel (s. Schleusenwehr) an Kanaleinlässen zur Abhaltung des Eintritts von Geschieben (Kies).

Sie kommt nur dort zur Anwendung, wo die Einlaßschwelle zu tief liegt, um den Kanal gegen die Zuschwemmung von Geschieben genügend zu sichern. In der Regel besteht die Schützentafel aus einem oberen größeren und einem unteren kleineren Teil, von welchen jeder für sich beweglich ist; ist der untere Teil, der das Geschiebe abhalten soll, abgelassen, so muß der obere geöffnete Teil noch einen genügend großen Durchflußquerschnitt für das Betriebswasser bieten.

Kiesschwelle, die in Flußbetten aus Kies bestehende, das Wasser stauende Ablagerung; bezüglich Entstehung derselben s. Sinkstoffe.

Kiesfortierungsmaschinen. Die Kiesbahnen werden aus Kiesschichten von verschiedener Korngröße hergestellt. Gröberen Kies von etwa 2 cm Korngröße nennt man Grand. Um nun Kies bezw. Grand je nach der verschiedenen Korngröße zu fortieren, werden Wurfsiebe oder Gitter, meist zwei von verschiedener Weite, geneigt hintereinander aufgestellt und mit diesem Material beworfen. Behufs Ersparnis an Zeit und Kosten hat man für das Sortieren von Kies auch Maschinen gebaut.

Eine solche Maschine von Augustin ist wie folgt eingerichtet: Das zu fortierende Material wird zunächst in einen Trichter geworfen, durch welchen es auf ein um etwa 20° gegen die

Wagerechte geneigtes, an dem einen Ende an Federn aufgehängtes, an dem andern Ende drehbar befestigtes Sieb fällt. Unter dem letzteren und mit diesem fest verbunden ist ein zweites, dem oberen entgegengesetzt geneigtes Sieb angebracht. Beide werden durch eine mit Daumen versehene Welle und eine Handkurbel in eine rüttelnde Bewegung versetzt. Die verschiedenen Kiesforten werden dann noch nach Maßgabe der lichten Weiten der Siebe getrennt.

Kiesstraßen werden häufig in Gegenden angelegt, wo es an sonstigem natürlichen Gesteinsmaterial fehlt. Der „Kies" oder „Grand" wird entweder aus Flußläufen als „Geschiebe" oder aus Gruben als „Grubenkies" gewonnen. Letzterer ist meist mit lehmigen Bestandteilen gemischt, daher weniger rein als der aus ausgewaschenen, abgerundeten Stücken bestehende Flußkies.

Die Herstellung der Kiesstraßen erfolgt in ähnlicher Weise wie diejenige der Steinschlag- oder Schotterstraßen. Sind größere Kiesstücke vorhanden, so werden diese ausgelesen und es wird mit ihnen eine Art Packlage (s. d.) von 15—20 cm Dicke mit gestellten Steinen gebildet, auf die dann die aus Kies von geringerer Korngröße (etwa 1,5—4 cm Durchmesser) gebildete Deckschicht von 10—15 cm Stärke aufgebracht und abgewalzt wird. Fehlen größere Stücke zur Bildung der Packlage, so ist es jedenfalls anzuraten, zwei Lagen zu bilden, eine untere aus gröberem und eine obere aus feinerem Kies, die beide gesondert, am besten mit der Dampfwalze abzuwalzen sind. Das Absondern der gröberen von den kleineren Kiesteilen geschieht durch eine Siebtrommel oder durch Rüttelsiebe von bestimmter Maschenweite. — Da beim Flußgeschiebe die einzelnen Kiesstücke eine abgerundete Form besitzen, so bildet sich zwischen ihnen weit schwerer eine gute unverschiebbare Verbindung als zwischen den kantigen, bei der Zusammenpressung durch die Walze ineinander greifenden Schottersteinen. Daher kommt als Bindemittel lehmiger Sand, der in Zwischenlagen eingebracht wird, zur Anwendung, wenn man es nicht vorzieht, bei sehr grobkörnigem Kies die Kieselstücke zu zerschlagen und dadurch ebenfalls eine Schotterart zu erhalten. Kiesstraßen befahren sich bei trockenem Wetter meist angenehm, bei nassem dagegen weichen sie leicht auf, und nur wo der Kies aus Trümmern von Urgebirgssteinen besteht, wie z. B. im Kanton Zürich, erhält man Straßen, die den Schotterstraßen ebenbürtig sind.

Literatur: [1] Handb. der Ing.-Wiss., Leipzig 1903, 3. Aufl., Bd. 1, 4. Abt., 8. Kap., S. 107, — [2] Ahlburg, Der Straßenbau, S. 122. — [3] Handb. der Baukunde, Berlin 1892, 3. Abt., 4. Heft. S. 186. — [4] Zöller, E., Ueber Kiesstraßen, Zentralbl. der Bauverw. 1889, S. 260. *L. v. Willmann.*

Kilé, altes, aber noch heute gebräuchliches Hohlmaß, besonders Getreidemaß. In der Türkei Kilé von Konstantinopel = 36,11 l, in Griechenland Kilo genannt = 35,27 l, in Rumänien Kila = 6,75 hl (Braila) oder 4,16 hl (Galatz). Außerdem gibt es noch eine ganze Anzahl verschiedener Kilémaße, z. B. von Smyrna, Saloniki, Tripoli, Jaffy u. s. w. *Plato.*

Killen, das Schlagen der Segel, wenn der Wind parallel zur Segelfläche weht.

Kiln, s. Kupfer, Oefen, metallurgische, Schwefelsäure.

Kilograph, s. Hektograph.

Kilogramm (kg) bildet die Einheit des Gewichtes oder zutreffender der Masse im metrischen System.

Nach den ursprünglichen Festsetzungen war das Meter (s. d.) die alleinige Einheit des Maßes und des Gewichtes, und das Kilogramm war erläutert als das Gewicht eines Kubikdezimeters destillierten Wassers bei seiner größten Dichte (+ 4° des hundertteiligen Thermometers). Bei der Schwierigkeit indessen, diese Größe mit der erforderlichen Genauigkeit herzustellen, hat man den Zusammenhang zwischen der Längen- und der Masseneinheit ebenso aufgegeben wie die Beziehungen der Längeneinheit auf die Abmessungen des Erdballs. Wie beim Meter, so ist nach den Festsetzungen der internationalen Meterkonferenz jetzt das internationale Prototyp des Kilogramm die Einheit der Masse oder „das Kilogramm". Das internationale Prototyp ist aus einer Legierung von 90% Platin mit 10% Iridium in Form eines Zylinders hergestellt, dessen Durchmesser gleich seiner Höhe ist. Bei der Verteilung der nationalen Prototype erhielt Deutschland das Kilogramm Nr. 22, das aus gleichem Material verfertigt ist wie das internationale Prototyp und die Form eines geraden Zylinders von 39 mm Durchmesser bei gleicher Höhe hat. Die Masse ergab sich zu: Urgewicht Nr. 22 = 1 kg + 0,053 mg ± 0,002 mg. Die Dichte des Urgewichts wurde in reinem Wasser zu 21,5504, sein Volumen bei 0° zu 46,403 ml bestimmt. Als Ausdehnungskoeffizient ist angenommen $k \cdot 10-9\,(25707 + 8{,}6\,t)$. *Plato.*

Kilometer, Längenmaß im metrischen System = 1000 m.

Kilometerphotographie (Rotationsphotographie), Verfahren zur Herstellung von Massenauflagen photographischer Bilder auf Bromsilbergelatinepapier (Chlorbromsilbergelatinepapier u. s. w.) mittels Maschinen.

Als Erfinder der Kilometerphotographie ist wohl der Ingenieur Schlotterhoß in Wien zu betrachten, welcher 1883 den ersten Kopierautomaten für moderne Emulsionspapiere konstruierte. Das Verfahren wird heute in besonderen Fabrikbetrieben (die hervorragendsten deutschen sind: Neue photographische Gesellschaft in Berlin-Steglitz, Rotophot in Berlin, Aristophot in Leipzig-Taucha, Neue photographische Gesellschaft in Wien) zur Anfertigung von Ansichtskarten, Buchbeilagen, Städtebildern, Kunstblättern (Gemäldereproduktionen u. s. w.), ferner von Reklameplakaten, Bildern für gewerbliche Zwecke (für Bonbonnieren, Zigaretten- und Schokoladeemballagen u. s. w.) durchgeführt, und man bedarf hierbei eines umfangreichen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Apparates. Die Rotationsphotographie iſt ferner ſehr wohl geeignet, mit einzelnen graphiſchen Druckverfahren (z. B. mit dem Lichtdruck, ſ. d.) bei der Anfertigung monochromer Bilder erfolgreich in Wettbewerb zu treten. — Bei der Durchführung der Kilometerphotographie müſſen zunächſt möglichſt vollkommene Negative hergeſtellt und einer äußerſt ſorgfältigen Retuſche unterzogen werden, die ſich hauptſächlich auf das Arbeiten mit dem Schabmeſſer (das Ausſpellen) erſtreckt. Sodann werden die Negative, nach Glasdicke und Größe geordnet, mit ſchwarzen geleimten Papierſtreifen, mit der Schichtſeite nach oben, auf einer großen Spiegelglasplatte vom Aufſpanner aufgeklebt. Dieſe Form, der Rahmen, wandert nun zum Ausgleicher, welcher nach Probekopien behufs Erzielung gleicher Kopierreſultate durch Aufkleben von Seidenpapierblättern die Verſchiedenheit in der Dichte der einzelnen Negative ausgleicht. Dadurch können in derſelben Expoſitionszeitſpanne gleich kräftige Kopien erhalten werden. Der Rahmen gelangt hierauf in die gewöhnlich elektromotoriſch angetriebene Belichtungsmaſchine. In dieſer läuft von einer etwa $^3/_4$ m breiten Rolle ein ungefähr 1000 m langer Strang von Bromſilbergelatinepapier intermittierend ab. Während des Stillſtands der Rolle wird ein entſprechendes Stück gegen die (zum Schutze gegen das Verſcheuern mit hartem Zaponlack überzogenen) Negative gepreßt (mittels elaſtiſcher Kiſſen, Stahlplatten, Luftpolſtern, federnden Preßplatten u. ſ. w.), wobei durch gleichzeitiges Aufleuchten (in bezug auf die Dauer regulierbar) elektriſcher Glühlampen (bezw. bei dem weniger empfindlichen Chlorbromſilbergelatinepapier durch die periodiſche Entblendung des Lichtes von kontinuierlich brennenden ſtarken Bogenlampen) die Expoſition erfolgt, worauf der Papierſtrang auf einem Haſpel wieder aufgerollt wird. Die Rolle kann auch unmittelbar in die Entwicklungsmaſchine einlaufen. Das belichtete Papierband paſſiert hier zunächſt Entwicklerbäder (z. B. mit Eiſenentwickler, aber auch organiſche Entwickler, wie Metholhydrochinon, Edinolentwickler), dann eventuell Unterbrechungsbäder (mit verdünnter Eſſigſäure) und Waſchvorrichtungen, in welchen durch Brauſen der Papierſtrang auf beiden Seiten energiſch abgeſpritzt wird. Schließlich iſt eine Trockenvorrichtung vorgeſehen. Der Papierſtrang wird ſtellenweiſe von Holzſtäben, die auf einer endloſen Kette laufen, ſo unterfangen, daß ſich einige Meter lange herabhängende Schleifen bilden, welche während des Weitertransportes von heißer Luft beſtrichen werden, ſo daß am Ende des Arbeitsraumes das Papierband, vollkommen trocken, aufgerollt werden kann. Die Bilder brauchen dann nur mehr zerſchnitten und ſortiert, eventuell vorher durch Gelatinieren oder in andrer Weiſe mit Hochglanz verſehen zu werden. — Es exiſtieren übrigens heute auch ſchon zahlreiche Schnellkopierapparate für den Handbetrieb. Sie dienen allerdings nur zum Kopieren (zumeiſt kleiner Bilder); die Entwicklung, das Fixieren u. ſ. w. muß wie gewöhnlich vorgenommen werden. *A. W. Unger.*

Kilometerſteine (auch Pfähle aus Holz oder Eiſen) dienen an Straßen und Eiſenbahnen zur Streckeneinteilung für Zwecke der baulichen Unterhaltung und (bei Eiſenbahnen) des Betriebes. S. a. Abteilungszeichen.

In Deutſchland müſſen nach der Betriebsordnung (§ 17) die Haupteiſenbahnen in 100 m, die Nebeneiſenbahnen in 1000 m Abſtand mit Abteilungszeichen verſehen ſein. Für die Bahnen des Vereins deutſcher Eiſenbahnverwaltungen iſt die erſtere Zahl durch die Techniſchen Vereinbarungen (§ 23) gleichfalls vorgeſchrieben, die zweite empfohlen. *Cauer.*

Kilometerzeiger, ein Verzeichnis der gegenſeitigen Entfernungen zwiſchen den Stationen einer Eiſenbahnverwaltung zur Berechnung der Wagenmieten (ſ. Eiſenbahnbetrieb, Bd. 3, S. 301) oder der Beförderungspreiſe. Der Kilometerzeiger hat in der Regel die Form ([1], Bd. 2, S. 559) einer Zahlentabelle, bei der die Stationsnamen ſowohl den (wagerechten) Reihen vor- wie den (lotrechten) Spalten übergeſchrieben ſind. An der Kreuzungsſtelle einer Reihe und Spalte findet man die Entfernung der betreffenden beiden Stationen.

Literatur: [1] Cauer, Betrieb und Verkehr der Preußiſchen Staatsbahnen, Bd. 1 und 2, Berlin 1897 und 1903. *Cauer.*

Kilovoltampère, ſ. Wechſelſtrom.

Kilowatt, ſ. Arbeit.

Kimm nennt man beſonders in der Nautik die Trennungslinie zwiſchen der Erdoberfläche und dem ſcheinbaren Himmelsgewölbe. Dieſe Linie ſtellt alſo die Abgrenzung des von einem Beobachtungsorte aus ſichtbaren Teiles der Erdoberfläche dar, wenn der Horizont überall frei ſein würde. Danach iſt die Kimmlinie auch zugleich die Schnittlinie des ſcheinbaren (natürlichen) Horizonts mit der Sphäre.

Die Kimm hat eine beſondere Bedeutung bei den nautiſchen Meſſungen, ſpeziell den aſtronomiſchen Höhenbeſtimmungen, wie ſie der Seemann zur Beſtimmung der geographiſchen Lage des Schiffsortes ausführen muß. Bei dieſen Meſſungen werden die Elevationen der Geſtirne über der Kimm gemeſſen, alſo deren Höhen über den ſcheinbaren Horizont des Beobachtungsortes. Da nun die Höhe des Beobachtungsortes über der Meeresoberfläche die Lage der Kimm, die ſogenannte Kimmtiefe („dip of the horizon“ oder kurz „dip“, vgl. Depreſſion des Horizontes) beeinflußt, ſo muß dieſe Kimmtiefe, d. h. der anguläre Betrag der Depreſſion immer als Korrektion an die Höhenmeſſungen angebracht werden, denn in die aſtronomiſch-ſphäriſchen Formeln geht nicht die Höhe über den ſcheinbaren, ſondern über den wahren Horizont ein (vgl. a. Horizont). Die Kimmtiefe wird im allgemeinen immer ein kleiner Winkel

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fein, da die Höhe des Beobachtungsortes im Vergleich zum Erdradius immer nur fehr gering fein kann, weshalb auch auf die Verfchiedenheit des letzteren in verfchiedenen Breiten oder gar Azimuten keine Rückficht genommen zu werden braucht. Man kann deshalb leicht eine Tabelle rechnen, die mit der Höhe (h) des Beobachtungspunktes über der Meeresoberfläche die Korrektion wegen Kimmtiefe angibt; der Tafelwert ift dann immer von der über der Kimm gemeffenen Höhe abzuziehen. — Ift h die Höhe des Beobachtungsortes und R der Wert des Erdradius in Metern, fo lehrt eine einfache geometrifche Betrachtung, zu der die obenftehende Skizze dienen mag, daß die Kimmtiefe (d) fein würde:

$$d \text{ (in Bogenfekunden)} = \sqrt{\frac{2h}{R}} \cdot 205\,265''.$$

Nun aber ift der Weg des Lichtes durch die Atmofphäre kein geradliniger, fondern wegen der Brechung des Lichtes in der Luft (der fogenannten Refraktion, f. d.) ein gekrümmter; der Betrag diefer Krümmung wird durch den Refraktionskoeffizienten k (hier den der terreftrifchen Refraktion) angegeben. Berückfichtigt man diefes, fo erhält obige Formel eine verbeffefte Form, die lautet:

$$d'' = \sqrt{\frac{2\,(1-k)\,h}{R}} \cdot 205\,265'' = 107{,}8''\sqrt{h}.$$

Mit diefer Formel unter der Annahme, daß $k = 0{,}13$ ift, ift die nebenftehende Tafel I berechnet. (Sie findet fich in größerer oder geringerer Ausdehnung in allen nautifchen Tafeln und Jahrbüchern; die Tafel ift mit $1{,}779\sqrt{h}$ in Bogenminuten gerechnet.) Die Konftante der terreftrifchen Refraktion k ift aber fehr erheblichen Schwankungen unterworfen, die, wie neuere Unterfuchungen, befonders die der öfterreichifchen Seeoffiziere Koß und Thun-Hohenftein (f. Literatur) gezeigt haben, zumeift von dem Unterfchied der Temperatur der Waffero berfläche und derjenigen der zunächft darüberliegenden Luft herrühren. Dadurch kommt es, daß der Betrag der Kimmtiefe ftarke Verfchiedenheiten erleidet. Wie groß diefelben werden können, geht aus der hier beigefügten Tafel II hervor, welche die Korrektion der Kimmtiefe mit der obigen Temperaturdifferenz als Argument angibt. Es ift aus diefem Grunde leicht erfichtlich, daß alle nautifchen Höhenmeffungen, die auf der Kimm beruhen, eine gewiffe Unficherheit haben, die unter Umftänden bemerkbare Beträge erlangen kann. Deshalb ift man fchon feit langem beftrebt, die Kimmtiefenkorrektion dadurch auszufcheiden, daß man wie am Land auch die Möglichkeit der Beobachtung über künftlichen Horizont herbeiführt oder die Kimmtiefe durch die Methode der Beobachtung eliminiert, oder daß man endlich diefelbe bei den Beobachtungen felbft mitbeftimmt. Eine Reihe von dahingehörigen Vorfchlägen find in letzter Zeit gemacht worden; doch muß dieferhalb hier auf den Artikel Spiegel- und Prismeninftrumente und auf die einfchlägige Fachliteratur verwiefen werden.

Tafel I.

Tafel der Kimmtiefe	
h^m	Kimmtiefe
0,0	0′,0
1,0	1,8
2,0	2,5
3,0	3,1
4,0	3,6
5,0	4,0
6,0	4,4
7,0	4,7
8,0	5,0
9,0	5,3
10,0	5,6
12,0	6,2
14,0	6,7
16,0	7,1
18,0	7,5
20,0	8,0
25,0	8,9
30,0	9,7
40,0	11,3
50,0	12,6
100,0	17,8
200,0	25,2
500,0	39,8
1000,0	56,3

Tafel II.

Korrektion der Kimmtiefe nach ihrem mittleren Wert	
Waffertemperatur weniger Temperatur der nächften Luftfchicht	
$+10^0$	$+3'{,}7$
9	3,3
8	2,0
7	2,6
6	2,2
5	1,9
4	1,5
3	1,1
2	0,7
+1	+0,4
0	0,0
−1	−0,4
2	0,7
3	1,1
4	1,5
5	1,9
6	2,2
7	2,6
8	3,0
9	3,3
−10	−3,7

Literatur: [1] Handbuch der Navigation, herausgegeben vom Reichsmarineamt, Berlin 1901, 4. Aufl. — [2] Bolte, Neues Handbuch der Schiffahrtskunde (mit Tafelfammlung), Hamburg 1899. — [3] Breufings Nautifche Tafeln, herausgegeben von E. Schilling, Leipzig 1902. — [4] Die Hand- und Lehrbücher der fphärifchen Aftronomie, die fchon an andern Orten fpeziell aufgeführt find. — [5] Koß und Graf Thun-Hohenftein, Kimmtiefenbeobachtungen zu Verudella, Denkfchrift der Wiener Akademie der Wiffenfchaften, Mathem.-naturw. Klaffe, Bd. 70. Eine fehr ausführliche Befprechung diefer Arbeit, die vielerlei wichtige Fragen der Kimmtiefenkorrektion behandelt, findet fich in den Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1903, S. 533 ff., von Kohlfchütter.

Ambronn.

Kimm, die Rundung der Spantform eines Schiffes beim Uebergang vom flachen Boden zu der fenkrechten oberen Schiffswand. *T. Schwarz.*

Kimmeridge, in der Geologie eine Schichtenabteilung der oberen Juraformation (weißer Jura oder Malm) in England.

Sie fetzt fich vorwiegend aus dunkeln, grauen bis fchwarzen, meift dünnfchieferigen Tonen (Kimmeridgeton) oder Mergeln (Kimmeridgemergel) zufammen und enthält Zwifchenlagen eines Zementkalkfteins, der viel verwendet wird. Manche Mergel und Tone find fo reich an Bitumen, daß fie zur Gewinnung von Erdöl benutzt werden können. *Leppla.*

Kimmgang, Planken- oder Plattengang der Außenhaut an der Kimm.

Kimmhobel, Nuthobel mit gekrümmter Sohle zur Herftellung der Nut (Kimme, Kröfe) bei Faßdauben; f. Böttcherei, Bd. 2, S. 138, und Faßfabrikation, Bd. 3, S. 648. *A. Widmaier.*

Kimmkiel, ein aus Balken oder Blechen gebauter und auf der Außenhaut in der Nähe der Kimm befeftigter Seitenkiel, welcher den Zweck hat, die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Schwingungen des Schiffes ſowie die Heftigkeit der Schlingerbewegungen zu vermindern. *T. Schwarz.*

Kimmſchlitten, fahrbarer bezw. verſtellbarer Seitenſtapel in Trocken- oder Schwimmdocks zum Abſtützen des Schiffsbodens in der Nähe der Kimm beim Eindocken; ſ. Dock. *T. Schwarz.*

Kimmtiefe, ſ. Depreſſion des Horizonts und Kimm.

Kin (Katty), chineſiſches und japaniſches Gewicht = 16 Liang (Tael, Unzen). 100 Kin = 1 Tan (Pikul). Im internationalen Handel wird vertragsmäßig das Kin zu 604,8 g gerechnet, ſonſt hat es ſehr verſchiedene Werte.

Kinderſchutz, im weiteren Sinne alle auf den Schutz der Kinder vor Gefährdung in körperlicher, geiſtiger und moraliſcher Hinſicht gerichteten ſtaatlichen oder privaten Maßnahmen. Dahin gehören der ſtrafrechtliche Schutz des keimenden Lebens und der Neugeborenen, der Mutterſchutz (ſoweit er zugleich Kinderſchutz iſt), die Säuglingsfürſorge, Kleinkinderbewahrung, Fürſorgeerziehung, die Regelung des Zieh-(Koſt-, Halte-)Kinderweſens, die Waiſenfürſorge, die Sorge für gebrechliche und ſonſt anormale Kinder, die Schulgeſundheitspflege u. dergl.; ſodann die Maßnahmen zum Schutz der als Arbeitskräfte verwendeten Kinder. Hier beanſprucht der ſtaatlich gewährleiſtete Schutz der in gewerblichen Betrieben beſchäftigten Kinder beſondere Bedeutung; man pflegt daher unter Kinderſchutz in einem engeren Sinne auch nur die dieſem Schutz dienenden ſtaatlichen Maßnahmen zu verſtehen. Sie allein kommen in folgendem zur Behandlung [1]:

I. Die Verwendung von Kindern in gewerblichen Betrieben

kommt vornehmlich unter drei Geſichtspunkten in Betracht: 1. ſie gewährt eine billigere Arbeitskraft; 2. gewiſſe Verrichtungen werden erfahrungsgemäß von Kindern beſſer beſorgt als von Erwachſenen; 3. die Arbeit der Kinder bildet eine weſentliche Unterſtützung für die Beſtreitung des Lebensunterhalts der Eltern. — Die Zahl der in gewerblichen Betrieben beſchäftigten Kinder iſt eine recht große, wenn dieſelbe auch, wenigſtens was die Arbeit in Fabriken anbelangt, durch die geſetzlichen Einſchränkungen gegen früher abgenommen hat. Von der Induſtrie kommt für die Kinderarbeit vor allem die Textilinduſtrie, das Bekleidungs- und Reinigungsgewerbe, die Metallverarbeitung und die Induſtrie der Steine und Erden in Betracht. Ganz beſonders ſtark iſt die Beſchäftigung von Kindern in der Hausinduſtrie (Sachſen, Thüringen). — Die Beſchäftigung der Kinder in zu jugendlichem Alter, die übermäßige und ungeeignete Ausnutzung ihrer Arbeitskraft wirkt ſchädigend auf Leben und Geſundheit, auf die körperliche, geiſtige und moraliſche Entwicklung der Kinder. — Die Arbeiterſchutzgeſetzgebung der Kulturſtaaten beſchäftigt ſich beſonders mit der Regelung der Kinderarbeit nach ihrer Zeitdauer und nach ihrer Art. In dieſer Beziehung kommt namentlich in Betracht: die Einführung einer allgemeinen Maximalarbeitszeit, von beſtimmten Arbeitspauſen, der Ausſchluß der Nachtarbeit und der Sonntagsarbeit, ſodann der Ausſchluß der Kinder unter einem beſtimmten Lebensalter von gewerblichen Beſchäftigungen, das allgemeine Verbot beſtimmter in geſundheitlicher oder ſittlicher Beziehung ſchädigender oder ſonſt ungeeigneter Beſchäftigungsarten. Die internationale Arbeiterſchutzkonferenz in Berlin vom Jahre 1890 (ſ. Arbeiterſchutz) einigte ſich bezüglich der Kinderarbeit über folgende Wünſche: 1. Kinder beiderlei Geſchlechts, welche ein beſtimmtes Alter noch nicht erreicht haben, ſollen von der Arbeit in gewerblichen Betrieben ausgeſchloſſen ſein; 2. dieſe Altersgrenze ſoll auf 12 Jahre feſtgeſetzt werden, mit Ausnahme der ſüdlichen Länder, wo ſie auf 10 Jahre herabgeſetzt werden ſoll; 3. dieſe Altersgrenzen ſollen für alle gewerblichen Anlagen die nämlichen ſein, und es ſoll in dieſer Beziehung keine Unterſcheidung gemacht werden; 4. die Kinder ſollen den Vorſchriften über den Elementarunterricht vorher genügt haben; 5. Kinder, welche das 14. Jahr noch nicht vollendet haben, ſollen weder nachts noch Sonntags arbeiten dürfen; 6. ihre effektive Arbeitszeit ſoll die Dauer von 6 Stunden nicht überſchreiten und durch eine Pauſe von mindeſtens $^1/_2$ Stunde unterbrochen werden; 7. dieſe Kinder ſollen von ungeſunden oder gefährlichen Beſchäftigungen ausgeſchloſſen bleiben oder nur unter gewiſſen ſchützenden Beſtimmungen dabei zugelaſſen werden. In allen Kulturſtaaten iſt demgemäß die Kinderarbeit in Fabriken und andern gewerblichen Einrichtungen durch Geſetze geregelt [2]. In der Schweiz beſteht das Verbot der Beſchäftigung von Kindern unter 14 Jahren in Fabriken ſchon ſeit 1877 (Fabrikgeſetz vom 23. März 1877), in Oeſterreich unter Beſchränkung auf die regelmäßige Beſchäftigung ſeit 1885 (Geſetz vom 8. März 1885), in England verbietet das Fabrik- und Werkſtättengeſetz von 1901 die Arbeit von Kindern unter 12 Jahren u. ſ. w. In Deutſchland iſt für den Kinderſchutz im weſentlichen maßgebend die Gewerbeordnung für das Deutſche Reich, insbeſondere die Novellen vom 17. Juli 1878 und vom 1. Juni 1891 (ſ. Gewerbeordnung, 1.) und das Reichsgeſetz vom 30. März 1903, betr. Kinderarbeit in gewerblichen Betrieben, Reichsgeſetzblatt S. 113, das ſogenannte Kinderſchutzgeſetz. Bei der Bedeutung des Gegenſtandes ſollen die Schutzbeſtimmungen für Deutſchland unten ausführlicher gegeben werden. Für die Hausinduſtrie iſt übrigens die Regelung nur in beſchränktem Umfang erfolgt. Die Lage der in der Hausinduſtrie beſchäftigten Kinder iſt tatſächlich vielfach eine weſentlich ungünſtigere als diejenige der in Fabriken und ähnlichen Anlagen beſchäftigten. Aber die Notwendigkeit des Individualiſierens für die verſchiedenen Zweige

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Hausinduſtrie, die Schwierigkeit der Kontrolle, endlich die Scheu vor einem Eindringen in die Familienverhältniſſe und einer Gefährdung der wirtſchaftlichen Exiſtenz der Eltern ſtehen hier hemmend im Weg. Verſuche einer Regelung der Kinderarbeit in der Hausinduſtrie ſind übrigens ſchon in verſchiedenen Staaten gemacht, ſo in England, in der Schweiz und neuerdings in Deutſchland (ſ. unten). Weitere Ausdehnung dieſer Beſtrebungen iſt zu erwarten; in Deutſchland ſteht zunächſt eine geſetzliche Regelung der Heimarbeit in der Tabakinduſtrie bevor.

Unter Kindern im Sinne der Arbeiterſchutzgeſetze verſteht man für die Regel die (männlichen oder weiblichen) Perſonen bis zum vollendeten 14. Lebensjahr. Perſonen über 14 Jahre werden vielfach, ſo in Deutſchland, als Kinder angeſehen, wenn ſie noch zum Beſuch der Volksſchule verpflichtet ſind.

II. Kinderſchutz in Deutſchland nach der Gewerbeordnung [3].

Die Wirkſamkeit des Geſetzes erſtreckt ſich mit wenigen noch zu erwähnenden Ausnahmen nur auf „fremde Kinder", d. h. ſolche, deren Beſchäftigung regelmäßig auf einem Arbeitsvertrag beruht.

I. **Kinderſchutz in Fabriken und dieſen gleichſtehenden Betrieben** (Bergwerke, Salinen, Aufbereitungsanſtalten, unterirdiſch betriebene Brüche und Gruben, Hüttenwerke, Zimmerplätze, Bauhöfe, Werften ſowie ſolche Ziegeleien, über Tag betriebene Brüche und Gruben, welche nicht bloß vorübergehend oder in geringem Umfang betrieben werden) (§§ 135—139 a, 154 Abſ. 2, 154 a der Gewerbeordnung). 1. Kinder unter 13 Jahren und jugendliche Arbeiter über 13 Jahre, die noch volksſchulpflichtig ſind, dürfen nicht beſchäftigt werden. Ausnahmen ſind nicht zuläſſig. 2. Nicht mehr ſchulpflichtige Kinder zwiſchen 13 und 14 Jahren dürfen nicht länger als 6 Stunden täglich beſchäftigt werden. Ausnahmen können in beſtimmten Fällen geſtattet werden. 3. Die Nachtarbeit, d. h. die Arbeit zwiſchen 8½ Uhr abends und 5½ Uhr morgens iſt für die jugendlichen Arbeiter (unter 16 Jahren), alſo auch für die Kinder, verboten. Arbeiterinnen dürfen außerdem an Samstagen und an Vorabenden der Feſttage nicht nach 5½ Uhr nachmittags beſchäftigt werden. Ausnahmen unter beſtimmten Vorausſetzungen zuläſſig. 4. Zwiſchen den Arbeitsſtunden iſt den Kindern an jedem Arbeitstag eine regelmäßige Pauſe von mindeſtens ½ Stunde, weiblichen Arbeitern, die vor- und nachmittags beſchäftigt werden, iſt eine mindeſtens einſtündige Mittagspauſe zu gewähren. Während der Pauſe iſt jede Beſchäftigung in dem Gewerbebetrieb des Unternehmers verboten, der Aufenthalt in den Arbeitsräumen nur unter gewiſſen Bedingungen zuläſſig. Ausnahmen nach Maßgabe der geſetzlichen Vorſchriften geſtattet. 5. Verbot der Arbeit an Sonntagen und Feſttagen und während der für den Konfirmanden-, Beicht- und Kommunionunterricht beſtimmten Stunden. Ausnahmen auch hier nur unter beſtimmten Vorausſetzungen zuläſſig. 6. Um die Ueberwachung der Durchführung der vorſtehend genannten Arbeitsverbote und Arbeitsbeſchränkungen zu erleichtern, ſind den Arbeitgebern dreierlei Verpflichtungen auferlegt: a) zur Erſtattung einer Anzeige an die Ortspolizeibehörde über die Beſchäftigung der Kinder; b) zur Aushängung eines Verzeichniſſes der beſchäftigten Kinder in den Fabrikräumen; c) zur Aushängung einer einen Auszug aus den geſetzlichen Beſtimmungen über die Beſchäftigung jugendlicher Arbeiter enthaltenden Tafel.

II. **Kinderſchutz in Werkſtätten mit Motorbetrieb** (§ 154 Abſ. 3 der Gewerbeordnung, Kaiſerliche Verordnung vom 9. Juli 1900, Reichsgeſetzblatt S. 565, Bekanntmachung des Bundesrats vom 13. Juli 1900, Reichsgeſetzblatt S. 566):

A. Werkſtätten, in denen als Triebkraft ausſchließlich oder vorwiegend unregelmäßige Waſſerkraft benutzt wird, mit Ausnahme der Schleifer und Poliererwerkſtätten der Stein-, Glas- und Metallverarbeitung: 1. Kinder unter 13 Jahren und jugendliche Arbeiter über 13 Jahre, die noch volksſchulpflichtig ſind, dürfen nicht beſchäftigt werden; Ausnahmen ſind nicht zuläſſig. 2. Verbot der Nachtarbeit (zwiſchen 8½ Uhr abends und 5½ Uhr morgens); Ausnahmen unter beſtimmten Vorausſetzungen zuläſſig. 3. Verbot der Arbeit an Sonn- und Feſttagen und während des Konfirmanden-, Beicht- und Kommunionunterrichts; Ausnahmen auch hier nur unter beſtimmten Vorausſetzungen geſtattet. 4. Verpflichtung des Arbeitgebers zur Erſtattung einer Anzeige an die Ortspolizeibehörde über die Beſchäftigung der Kinder und zur Aushängung einer einen Auszug aus den geſetzlichen Beſtimmungen über die Beſchäftigung jugendlicher Arbeiter enthaltenden Tafel. — Die unter 2 und 4 bezeichneten Vorſchriften finden keine Anwendung auf Motorwerkſtätten des Handwerks, in denen in der Regel weniger als zehn Arbeiter beſchäftigt werden.

B. Sonſtige Werkſtätten mit zehn und mehr Arbeitern. Es gelten die durch die Gewerbeordnung für Fabriken getroffenen Beſtimmungen (oben unter I.) mit der einen Ausnahme, daß nicht mehr ſchulpflichtige Kinder zwiſchen 13 und 14 Jahren nicht bloß 6, ſondern 10 Stunden täglich beſchäftigt werden dürfen. Dieſe Ausnahme fällt jedoch weg und es tritt die für Fabriken geltende Regel (6 Stunden) wieder ein für die in Schleifer- und Poliererwerkſtätten der Glas-, Stein- und Metallverarbeitung beſchäftigten Kinder.

C. Motorwerkſtätten mit weniger als zehn Arbeitern, die nicht ausſchließlich oder vorwiegend mit unregelmäßiger Waſſerkraft betrieben werden. Hier wird unterſchieden zwiſchen handwerksmäßigen und nichthandwerksmäßigen Werkſtätten. Für erſtere gelten mildere Vorſchriften. Handwerksmäßige Betriebe ſind nur ſolche, die in dem in der Bekanntmachung enthaltenen Verzeichnis aufgeführt ſind.

a) Nichthandwerksmäßige Werkſtätten mit Motorbetrieb. Es gelten die in der Gewerbeordnung für die Beſchäftigung von Kindern in Fabriken aufgeſtellten Schutzbeſtimmungen (oben I.) mit nachſtehenden Einſchränkungen: 1. Nicht mehr ſchulpflichtige Kinder zwiſchen 13 und 14 Jahren dürfen 10 Stunden täglich beſchäftigt werden; nur für die Werk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtätten der Glas-, Stein- und Metallverarbeitung gilt auch hier die Höchſtgrenze von 6 Stunden. 2. Zwiſchen den Arbeitsſtunden müſſen an jedem Arbeitstage regelmäßige Pauſen gewährt werden; für Kinder, welche nur 6 Stunden täglich beſchäftigt werden, muß die Pauſe mindeſtens $^1/_2$ Stunde betragen; den übrigen Kindern muß mindeſtens entweder mittags eine 1ſtündige ſowie vormittags und nachmittags je eine $^1/_2$ſtündige oder mittags eine $1^1/_2$ſtündige Pauſe gewährt werden. Eine Vor- und Nachmittagspauſe braucht nicht gewährt zu werden, ſofern die Kinder täglich nicht länger als 8 Stunden beſchäftigt werden und die Dauer ihrer durch eine Pauſe nicht unterbrochenen Arbeitszeit am Vor- und Nachmittag je 4 Stunden nicht überſteigt. Während der Pauſen darf den Kindern eine Beſchäftigung im Werkſtattbetrieb nicht geſtattet werden, der bloße Aufenthalt der Kinder in den Arbeitsräumen während der Pauſen iſt nicht beſchränkt. 3. Von den Kontrollbeſtimmungen (oben I. Ziff. 6) gelten diejenigen über die polizeiliche Anzeige und über den Aushang des Auszugs aus den Schutzbeſtimmungen, nicht aber die Vorſchrift über den Aushang eines Verzeichniſſes der beſchäftigten Kinder. Ausnahmen von den unter 1. und 2. aufgeführten Vorſchriften ſind unter beſtimmten Vorausſetzungen zuläſſig.

b) Handwerksmäßige Werkſtätten mit Motorbetrieb. Soweit es ſich um die Beſchäftigung von Mädchen handelt, gelten ganz die unter a) angeführten Vorſchriften. Dagegen unterliegt die Beſchäftigung von Knaben nur folgenden Beſchränkungen: 1. Knaben unter 13 Jahren und ſchulpflichtige Knaben über 13 Jahre dürfen nicht beſchäftigt werden; 2. nicht mehr ſchulpflichtige Knaben zwiſchen 13 und 14 Jahren dürfen in Schleifer- und Poliererwerkſtätten der Glas-, Stein- und Metallverarbeitung nicht länger als 6 Stunden täglich beſchäftigt werden; die Beſchäftigung der Knaben an Sonn- und Feſttagen und während des Konfirmanden-, Beicht- und Kommunionunterrichts iſt vorbehältlich der Geſtattung in gewiſſen Ausnahmefällen verboten.

D. Die für die Motorwerkſtätten geltenden Beſtimmungen finden keine Anwendung auf die Motorwerkſtätten der Bäckereien und Konditoreien, der nicht mit Dampfkraft betriebenen Getreidemühlen, der Kleider- und Wäſchekonfektion und der Tabakinduſtrie. Abgeſehen von dem Verbot der Beſchäftigung von Kindern unter 13 Jahren und von ſchulpflichtigen Kindern über 13 Jahren (§ 135 Abſ. 1 der Gewerbeordnung) gelten für dieſe Betriebe Spezialbeſtimmungen, und zwar die Bekanntmachung vom 4. März 1896 (Reichsgeſetzblatt S. 55) für die Bäckereien und Konditoreien, die Bekanntmachung vom 26. April 1899 (Reichsgeſetzblatt S. 273) für die Getreidemühlen, die Kaiſerlichen Verordnungen vom 31. Mai 1897 (Reichsgeſetzblatt S. 459) und vom 17. Februar 1904 (Reichsgeſetzblatt S. 62) für die Werkſtätten der Kleider- und Wäſchekonfektion und die Kaiſerliche Verordnung vom 21. Februar 1907 (Reichsgeſetzblatt S. 65) ſowie die Bekanntmachung vom 27. Februar 1907 (Reichgeſetzblatt S. 66) für die Werkſtätten der Tabakinduſtrie. Keine Anwendung finden endlich alle die unter II. aufgeführten Beſtimmungen auf Werkſtätten, in welchen der Arbeitgeber ausſchließlich zu ſeiner Familie gehörige Perſonen beſchäftigt.

III. **Kinderſchutz in Werkſtätten der Kleider- und Wäſchekonfektion und der Tabakinduſtrie.** Nach § 154 Abſ. 4 der Reichsgewerbeordnung können durch Kaiſerliche Verordnung mit Zuſtimmung des Bundesrats die Fabrikarbeiterſchutzbeſtimmungen der §§ 135—139b auf andre als Motorwerkſtätten ſowie auf Bauten, jedoch mit Ausſchluß ſolcher Werkſtätten, in denen der Arbeitgeber ausſchließlich zu ſeiner Familie gehörige Perſonen beſchäftigt, ganz oder teilweiſe ausgedehnt werden. Von dieſer Ermächtigung iſt bisher durch die Kaiſerlichen Verordnungen vom 31. Mai 1897 (Reichsgeſetzblatt S. 459) und vom 17. Februar 1904 (Reichsgeſetzblatt S. 62) für die Werkſtätten der Kleider- und Wäſchekonfektion und durch die Kaiſerliche Verordnung vom 21. Februar 1907 (Reichsgeſetzblatt S. 65) für die Werkſtätten der Tabakinduſtrie Gebrauch gemacht worden. Für die in den Werkſtätten der Kleider- und Wäſchekonfektion — ohne Rückſicht darauf, ob Motoren verwendet werden oder nicht — beſchäftigten Kinder gelten die gleichen Beſtimmungen wie für die Kinder, die in Fabriken beſchäftigt ſind (oben I. Ziff. 1—6), nur iſt die Vorſchrift über die Anzeigepflicht und das Verfahren bei Zulaſſung von Ausnahmen vereinfacht. Auf die Beſchäftigung von Kindern in den Werkſtätten der Tabakinduſtrie, d. h. in Werkſtätten, in denen zur Herſtellung von Zigarren, Zigaretten, Rauch-, Kau- oder Schnupftabak erforderliche Verrichtungen vorgenommen oder fertige Tabakwaren ſortiert werden, finden ohne Rückſicht darauf, ob Motoren verwendet werden oder nicht, die Fabrikarbeiterſchutzbeſtimmungen (§§ 135 ff. der Gewerbeordnung, oben I.) voll Anwendung. Wegen der Zigarrenmachereien ſ. a. IV, am Schluß.

IV. **Kinderſchutz in Betrieben, für die der Bundesrat auf Grund der §§ 120e und 139a der Gewerbeordnung mit Rückſicht auf die Geſundheitsgefährlichkeit der Betriebe oder in denſelben vorkommende für Kinder nicht geeignete Beſchäftigungsarten beſondere Vorſchriften erlaſſen hat.** Soweit in dieſen Betrieben nach dem Kinderſchutzgeſetz (ſ. unten) ſchulpflichtige Kinder überhaupt nicht beſchäftigt werden dürfen, beſchränkt ſich das Verwendungsverbot der betreffenden Bundesratsverordnung auf die nicht mehr ſchulpflichtigen Kinder unter 14 Jahren. Im einzelnen kommen hier in Betracht: 1. § 9 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb von Anlagen zur Herſtellung von Alkalichromaten, vom 2. Februar 1897 (Reichsgeſetzblatt S. 11); 2. § 15 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb von Anlagen zur Herſtellung elektriſcher Akkumulatoren aus Blei und Bleiverbindungen, vom 11. Mai 1898 (Reichsgeſetzblatt S. 176); 3. § 14 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb gewerblicher Anlagen, in denen Thomasſchlacke gemahlen oder Thomasſchlackenmehl gelagert wird, vom 25. April 1899 (Reichsgeſetzblatt S. 267); 4. §§ 10, 11 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb der Zinkhütten, vom 6. Februar 1900 (Reichsgeſetzblatt S. 32); 5. Ziff. I der Bekanntmachung, betr. die Beſchäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Zichorienfabriken und den zur Herſtellung von Zichorie dienenden Werkſtätten mit Motorbetrieb, vom 31. Januar 1902

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Reichsgeſetzblatt S. 42); 6. § 10 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb gewerblicher Anlagen zur Vulkaniſierung von Gummiwaren, vom 1. März 1902 (Reichsgeſetzblatt S. 59); 7. Ziff. I, 1—4 der Bekanntmachung, betr. die Beſchäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Glashütten, Glasſchleifereien und Glasbeizereien ſowie Sandbläſereien, vom 5. März 1902 (Reichsgeſetzblatt S. 65); 8. Bekanntmachung, betr. die Beſchäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Rohzuckerfabriken, Zuckerraffinerien und Melaſſeentzuckerungsanſtalten, vom 5. März 1902 (Reichsgeſetzblatt S. 72); 9. § 10 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb von Steinbrüchen und Steinhauereien, vom 20. März 1902 (Reichsgeſetzblatt S. 78); 10. Ziff. I, 2 der Bekanntmachung, betr. die Beſchäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Walz- und Hammerwerken, vom 27. Mai 1902 (Reichsgeſetzblatt S. 170); 11. § 6 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb der Roßhaarſpinnereien, Haar- und Borſtenzurichtereien ſowie der Bürſten- und Pinſelmachereien, vom 22. Oktober 1902 (Reichsgeſetzblatt S. 269); 12. Bekanntmachungen vom 30. Januar 1903 (Reichsgeſetzblatt S. 3) und vom 1. April 1903 (Reichsgeſetzblatt S. 123), betr. den Betrieb von Anlagen zur Herſtellung von Präſervativs, Sicherheitspeſſarien, Suspenſorien u. dergl.; 13. Bekanntmachung, betr. die Beſchäftigung jugendlicher Arbeiter bei der Bearbeitung von Faſerſtoffen, Tierhaaren, Abfällen oder Lumpen, vom 27. Februar 1903 (Reichsgeſetzblatt S. 39); 14. § 10 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb von Anlagen zur Herſtellung von Bleifarben und andern Bleiprodukten, vom 26. Mai 1903 (Reichsgeſetzblatt S. 225); 15. Bekanntmachung, betr. die Beſchäftigung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in Ziegeleien, vom 15. November 1903 (Reichsgeſetzblatt S. 286); 16. § 11 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb der Bleihütten, vom 16. Juni 1905 (Reichsgeſetzblatt S. 545); 17. § 2 der Bekanntmachung, betr. Betriebe, in denen Maler-, Anſtreicher-, Tüncher-, Weißbinder- oder Lackiererarbeiten ausgeführt werden, vom 27. Juni 1905 (Reichsgeſetzblatt S. 555); 18. § 7 der Bekanntmachung, betr. die Einrichtung und den Betrieb der zur Anfertigung von Zigarren beſtimmten Anlagen, vom 17. Februar 1907 (Reichsgeſetzblatt S. 34).

V. Beſondere Beſtimmungen gelten für die Beſchäftigung der Kinder, und zwar ſowohl der eignen wie der fremden Kinder im Hauſierbetrieb, d. h. a) im ambulanten Gewerbebetrieb am Wohnort oder am Ort der gewerblichen Niederlaſſung und b) im Wandergewerbebetrieb (vgl. beſonders § 42 b Abſ. 5, § 60 b Abſ. 2 und 3, § 62 Abſ. 3 der Gewerbeordnung). Hervorgehoben ſei hier das Verbot des Feilbietens von Gegenſtänden durch Kinder unter 14 Jahren im ambulanten Gewerbebetrieb (a) vorbehältlich der Zulaſſung beſtimmter Ausnahmen und das Verbot der Mitführung von Kindern unter 14 Jahren zu Hilfeleiſtungen irgend welcher Art im Wandergewerbebetrieb (b).

VI. Zuwiderhandlungen gegen die Kinderſchutzbeſtimmungen der Gewerbeordnung werden nach §§ 146—149 und 151 derſelben beſtraft (ſ. a. Strafrecht).

III. Kinderſchutz in Deutſchland nach dem Kinderſchutzgeſetz [4].

Die Beſtimmungen dieſes Geſetzes treten ergänzend neben die ſonſtigen reichsgeſetzlichen Vorſchriften und gehen denſelben in Fällen der Konkurrenz beider Arten von Beſtimmungen vor. Sie gewähren den noch nicht 13 Jahre alten ſowie den (über 13 Jahre alten) noch volksſchulpflichtigen Knaben und Mädchen, die in gewerblichen Betrieben beſchäftigt ſind, einen erhöhten Schutz. Ueber das in dieſem Geſetz feſtgeſetzte Maß hinaus können die Polizeibehörden durch beſondere Verfügung eine nach den geſetzlichen Beſtimmungen zuläſſige Beſchäftigung, ſofern dabei erhebliche Mißſtände zutage getreten ſind, auf Antrag oder nach Anhörung der Schulaufſichtsbehörde für einzelne Kinder einſchränken oder unterſagen. Im Gegenſatz zu den Beſtimmungen der Gewerbeordnung gilt das Kinderſchutzgeſetz ſowohl für „fremde“ als für „eigne“ Kinder, wenn auch die Vorſchriften für die Beſchäftigung eigner Kinder weniger ſtreng ſind als diejenigen für die fremden Kinder. Als eigne Kinder im Sinne des Geſetzes gelten diejenigen Kinder, welche zum Hausſtand der Perſon gehören, die ſie beſchäftigt und welche zugleich in einem der nachbezeichneten Verhältniſſe zu derſelben ſtehen, d. h. entweder a) mit ihm oder ſeinem Ehegatten bis zum dritten Grade verwandt oder b) von ihm oder ſeinem Ehegatten an Kindesſtatt angenommen oder bevormundet oder c) ihm zur geſetzlichen Zwangserziehung überwieſen ſind und zugleich mit Kindern der unter a) und b) genannten Art beſchäftigt werden. Alle andern Kinder ſind fremde Kinder im Sinne des Geſetzes. Für Kinder, die in der Wohnung oder Werkſtätte einer Perſon, zu der ſie in einem unter a) bis c) bezeichneten Verhältnis ſtehen und zu deren Hausſtand ſie gehören, nicht für dieſe Perſon ſelbſt, ſondern für Dritte beſchäftigt werden, gelten die über die Beſchäftigung eigner Kinder getroffenen milderen Beſtimmungen, jedoch mit der Ausnahme, daß ſolche Kinder wie die fremden Kinder erſt vom zurückgelegten 12. Lebensjahr ab beſchäftigt werden dürfen. — Zum Schutz der Kinder ſind teils Verbote teils Beſchränkungen der Beſchäftigung feſtgeſetzt. Verboten iſt die Beſchäftigung ſowohl der fremden wie der eignen Kinder 1. in den in einer Anlage zum Geſetz aufgeführten 32 Werkſtätten, in denen geſundheitsſchädliche oder ſonſt für Kinder nicht geeignete Arbeiten vorgenommen werden, z. B. Steinhauereien, Töpfereien, Metallgießereien, Metallſchleifereien, Werkſtätten zur Herſtellung von Exploſivſtoffen, Färbereien, Werkſtätten, in denen Geſpinſte, Gewebe u. dergl. mittels chemiſcher Agenzien gebleicht werden, Gerbereient Roßhaarſpinnereien, chemiſche Waſchanſtalten u. ſ. w.; das Verzeichnis kann vom Bundesrat erweitert oder eingeſchränkt werden; 2. bei Bauten aller Art, bei dem Klopfen von Straßen, ſteinen, im Betrieb von Ziegeleien und über Tag betriebenen Brüchen und Gruben (ſoweit die letzteren nicht ſchon unter die Fabrikarbeiterſchutzbeſtimmungen der Gewerbeordnung fallen), im Schornſteinfegergewerbe, in dem mit dem Speditionsgeſchäft verbundenen Fuhrwerksbetrieb, beim Miſchen und Mahlen von Farben und beim Arbeiten in Kellereien; weitere

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ungeeignete Beſchäftigungen können durch Bundesratsverordnung unterſagt werden; 3. in Motorwerkſtätten, wobei zu bemerken iſt, daß für die fremden Kinder dieſes Verbot ſchon auf Grund der Gewerbeordnung gilt (ſ. oben) und daß für eigne Kinder dem Bundesrat Ausnahmen vorbehalten ſind; 4. bei öffentlichen theatraliſchen Vorſtellungen und andern Schauſtellungen, vorbehältlich der Geſtattung von Ausnahmen zugunſten ſolcher Vorſtellungen, bei denen ein höheres Intereſſe der Kunſt oder Wiſſenſchaft obwaltet.

Arbeitsbeſchränkungen gelten für die Beſchäftigung von Kindern 1. im Betrieb von Werkſtätten (ſoweit die Beſchäftigung nach dem oben Ausgeführten nicht überhaupt verboten iſt), im Handelsgewerbe und in Verkehrsgewerben, 2. im Betrieb von Gaſt- und Schankwirtſchaften, 3. beim Austragen von Waren ſowie bei ſonſtigen Botengängen in gewerblichen Betrieben aller Art. Für die Beſchäftigung von Kindern im Betrieb von Werkſtätten, im Handelsgewerbe und in Verkehrsgewerben gilt folgendes: a) Eigne Kinder dürfen erſt vom zurückgelegten 10. Lebensjahre, fremde Kinder und ſolche eigne Kinder, die in der Wohnung des Familienhauptes für Dritte beſchäftigt werden, erſt vom zurückgelegten 12. Lebensjahr an beſchäftigt werden; b) die Beſchäftigung der Kinder zwiſchen 8 Uhr abends und 8 Uhr morgens ſowie vor dem Vormittagsunterricht iſt verboten; c) desgleichen jede Beſchäftigung der Kinder an Sonn- und Feſttagen; d) den Kindern muß eine zweiſtündige ununterbrochene Mittagspauſe ſowie eine Freiſtunde nach beendigtem Nachmittagsunterricht gewährt werden; e) fremde Kinder dürfen überhaupt nicht länger als 3 bezw. während der Schulferien nicht länger als 4 Stunden täglich beſchäftigt werden. Hinſichtlich der Beſchäftigung eigner Kinder in Werkſtätten können in beſchränktem Umfang vom Bundesrat Ausnahmen zugelaſſen werden. — Für den Betrieb von Gaſt- und Schankwirtſchaften gelten die ebengenannten Beſchränkungen der Kinderarbeit gleichfalls, jedoch iſt die Sonntagsarbeit nur für fremde Kinder verboten, anderſeits dürfen hier auch eigne Kinder erſt vom 12. Lebensjahre ab beſchäftigt und Kinder weiblichen Geſchlechts zur Bedienung der Gäſte überhaupt nicht verwendet werden. Ausnahmen nur in beſchränktem Umfang für eigne Kinder zuläſſig. — Für die Beſchäftigung von Kindern beim Austragen von Waren ſowie bei ſonſtigen Botengängen in gewerblichen Betrieben aller Art ſind folgende Beſtimmungen getroffen: Hinſichtlich der fremden Kinder gelten die gleichen Beſchränkungen wie für die Beſchäftigung der Kinder in Werkſtätten ſowie im Handels- und Verkehrsgewerbe mit der Ausnahme, daß das völlige Verbot der Sonntagsbeſchäftigung hier nicht gilt; jedoch dürfen die Kinder an Sonntagen nur bis zu 2 Stunden und nicht über 1 Uhr nachmittags und nicht in der letzten halben Stunde vor Beginn des Hauptgottesdienſtes oder während desſelben beſchäftigt werden. Die Beſchäftigung eigner Kinder beim Warenaustragen und bei ſonſtigen Botengängen iſt freigegeben, ſoweit die Kinder nicht für Dritte mit dem Austragen von Zeitungen, Milch und Backwaren beſchäftigt werden, in welchem Fall dieſelben Beſchränkungen gelten wie für fremde Kinder. Durch Polizeiverordnung kann die Beſchäftigung eigner Kinder weiter eingeſchränkt werden.

Zur Sicherung der Einhaltung der Beſtimmungen des Kinderſchutzgeſetzes dienen beſondere Kontrollvorſchriften: 1. Die Beſchäftigung fremder Kinder, ſoweit ſie nicht eine bloß gelegentliche iſt, iſt vor dem Beginn der Ortspolizeibehörde des Beſchäftigungsorts von dem Arbeitgeber ſchriftlich anzuzeigen. 2. Für jedes fremde Kind iſt auf Antrag oder mit Zuſtimmung des geſetzlichen Vertreters, deſſen Erklärung im Falle der Abweſenheit durch die Gemeindebehörde ergänzt werden kann, von der Ortspolizeibehörde eine Arbeitskarte auszuſtellen und an den Arbeitgeber auszuhändigen, die an die Stelle des durch die Gewerbeordnung für minderjährige Arbeiter vorgeſchriebenen Arbeitsbuchs tritt. Die Ausſtellung der Arbeitskarte kann verweigert und eine erteilte Arbeitskarte kann eingezogen werden, wenn die Polizeibehörde wegen erheblicher Mißſtände auf Grund des § 20 Abſ. 1 des Geſetzes die Beſchäftigung unterſagen will. Bei bloß gelegentlichen Beſchäftigungen mit einzelnen Dienſtleiſtungen iſt keine Arbeitskarte erforderlich. Der Arbeitgeber hat die Arbeitskarte zu verwahren, auf amtliches Verlangen vorzulegen und nach rechtmäßiger Löſung des Arbeitsverhältniſſes dem geſetzlichen Vertreter wieder auszuhändigen. Die Beſtimmungen des § 4 des Gewerbegerichtsgeſetzes vom 29. September 1901, Reichsgeſetzblatt S. 353 (ſ. Gewerbegerichte), über die Zuſtändigkeit der Gewerbegerichte für Streitigkeiten hinſichtlich der Arbeitsbücher finden entſprechende Anwendung. 3. Inſoweit nicht durch Bundesratsbeſchluß (ein ſolcher liegt bisher nicht vor) oder durch die Landesregierungen die Aufſicht anderweitig geregelt iſt, ſteht die Aufſicht über den Vollzug des Kinderſchutzgeſetzes den Gewerbeaufſichtsbeamten (ſ. Fabrikinſpektoren) ausſchließlich oder neben den ordentlichen Polizeibehörden mit den ihnen durch die Gewerbeordnung zugewieſenen Befugniſſen zu. Jedoch dürfen in Privatwohnungen, in denen ausſchließlich eigne Kinder beſchäftigt werden, Reviſionen während der Nachtzeit nur ſtattfinden, wenn Tatſachen vorliegen, welche den Verdacht der Nachtbeſchäftigung dieſer Kinder begründen. — Zuwiderhandlungen gegen die Beſtimmungen des Kinderſchutzgeſetzes werden nach Maßgabe der §§ 23—29 desſelben beſtraft.

Literatur: [1] Schönberg, v., Handbuch der politiſchen Oekonomie, 4. Aufl., Bd. 2, 2. Halbband, Tübingen 1898, S. 60, 65, 74 ff.; Art. „Arbeiterſchutzgeſetzgebung“ und „Jugendliche Arbeiter“, im Wörterbuch der Volkswirtſchaft, herausgegeben von Elſter, 2. Aufl., Jena 1906/07, Bd. 1, S. 130 ff., Bd. 2, S. 140 ff, beide mit weiterer Literatur; Agahd, Kinderarbeit und Geſetz gegen die Ausnutzung kindlicher Arbeitskraft in Deutſchland, Jena 1902; Eſche, Der geſetzliche Arbeiterſchutz der gewerblich beſchäftigten Jugend, Dresden 1905; Bauer, Das deutſche und das engliſche Kinderſchutzgeſetz, im Archiv für Sozialwiſſenſchaft und Sozialpolitik, Tübingen 1904, Bd. 19, 3. Heft; Kraus, Kinderarbeit und geſetzlicher Kinderſchutz in Oeſterreich, Wien und Leipzig 1904; ſ. a. die unter Arbeiter, jugendliche, Arbeiter, weibliche, und Fabrikgeſetzgebung angegebene Literatur; von Zeitſchriften vor allem die Soziale Praxis und die Concordia, Zeitſchr. der Zentralſtelle für Volkswohlfahrt„ Berlin. — [2] Eine Ueberſicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

über das Zulaſſungsalter der Kinder zur gewerblichen Arbeit in den europäiſchen Induſtrieländern findet ſich in dem Verhandlungsbericht der 4. Generalverſammlung des Komitees der Internationalen Vereinigung für geſetzlichen Arbeiterſchutz, Jena 1907, S. 129. — [3] Die Kommentare zur Gewerbeordnung (ſ. d.); Moſthaf, Der Kinderſchutz in gewerblichen Betrieben, im Amtsblatt des württemb. Miniſteriums des Innern, 1903, S. 526 ff. — [4] Ausgaben mit Erläuterungen (Kommentare) von Agahd und v. Schultz (3. Aufl., Leipzig 1905), Findeiſen (Leipzig 1904), Hoffmann (Berlin 1904), v. Rohrſcheidt (Berlin 1903), Schmidt-Ernſthauſen (Stuttgart 1906), Spangenberg (Berlin 1903), Stöhſel (Ansbach 1904), Zwick (Berlin 1903) u. a.; ferner Moſthaf a. a. O.; Hertel, Die Vorſchriften des Kinderſchutzgeſetzes vom 30. März 1903, überſichtlich und leichtverſtändlich zuſammengeſtellt, 2. Aufl., Ansbach 1904. *Köhler.*

Kinematik, die Wiſſenſchaft von der durch geometriſche Bedingungen beſtimmten Bewegung geometriſcher Gebilde, welche die räumlichen Syſteme, d. h. die Geſamtheit der Punkte, Geraden, Kurven und Flächen im unendlichen Raum ſowie die ebenen Syſteme, d. h. die Geſamtheit der Punkte, Geraden, und Kurven in unendlicher Ebene, und ferner die geometriſchen Körper nebſt ebenen Figuren umfaſſen.

Dieſe geometriſchen Gebilde können während ihrer Bewegung als ſtarr oder auch als geſetzmäßig veränderlich betrachtet werden. Die geſetzmäßige Veränderung eines geometriſchen Gebildes wird durch eine eindeutige geometriſche Verwandtſchaft beſtimmt, z. B. ähnlich-veränderlich, affin-veränderlich, kollinear-veränderlich u. ſ. w. Die Kinematik behandelt die Bedingungen, welche die Bewegung eines geometriſchen Gebildes beſtimmen, und die Beziehungen bei der Bewegung; ſie behandelt ferner die Bahnen, welche die Punkte des Gebildes beſchreiben, die Flächen, welche die Geraden, Kurven und Flächen des Gebildes erzeugen, ſowie die Geſchwindigkeits- und Beſchleunigungsverhältniſſe der Punkte des bewegten Gebildes. Bei der Anwendung der Kinematik auf die Bewegung materieller Körper wird von den bewegenden Kräften und von den bewegten Maſſen abſtrahiert; die materiellen Körper werden durch geometriſche Körper erſetzt, denen die Eigenſchaft der Undurchdringlichkeit beigelegt wird. Die Bewegung einer Gruppe verbundener Körper, welche ſich bei ihrer Bewegung gegenſeitig nicht hindern, wird durch die Beſchaffenheit der Verbindung dieſer Körper untereinander geometriſch beſtimmt. Demzufolge wird die Kinematik vorzugsweiſe auf die Bewegung bei den Maſchinen angewendet und von Ampère [1] definiert als die geometriſche Bewegungslehre (ſ. d.), bezw. Geometrie der Bewegung (ſ. d.), und ihre Anwendung auf die Maſchinen. In dieſer Auffaſſung iſt auch die Benennung Maſchinenkinematik gebräuchlich. Abweichend von dieſer Auffaſſung bezeichnet Reuleaux [9] die Maſchinengetriebelehre mit Kinematik und definiert dieſelbe als die Wiſſenſchaft von derjenigen beſonderen Einrichtung der Maſchine, vermöge deren die gegenſeitigen Bewegungen in derſelben, ſoweit ſie Ortsveränderungen ſind, zu beſtimmten werden. Die Kinematik iſt teils nach praktiſcher, teils nach theoretiſcher Richtung in den verſchiedenen Werken bearbeitet. Die unten angeführten Werke [2]—[11] über Kinematik enthalten die wichtigſten Beziehungen aus der geometriſchen Bewegungslehre und beſchäftigen ſich vorzugsweiſe mit der geometriſchen Behandlung der Mechanismen. In den weiter angeführten Werken [12]—[16] tritt mehr die geometriſche Bewegungslehre, bezw. die Geometrie der Bewegung, welche in neuerer Zeit zur weiteren Entwicklung geführt wurde, hervor; und durch dieſe weitere Entwicklung wird die Unterſuchung der Mechanismen gefördert.

Literatur: [1] Ampère, Essai sur la philosophie des sciences 1834; 2me édition identique à la première 1856. I partie, p. 48. — [2] Willis, Principles of Mechanism., London 1841, sec. éd. 1870. — [3] Giulio, Elementi di cinematica applicata alle arti, Torino 1847, sec. ed. 1854. — [4] Laboulaye, Traité de cinématique, Paris 1849, 3. éd. 1878. — [5] Morin, Notions géométriques sur les mouvements et leurs transformations ou éléments de cinématique, Paris 1851, 3. éd. 1861. — [6] Resal, Traité de cinématique pure, Paris 1862. — [7] Belanger, Traité de cinématique, Paris 1864. — [8] Haton de la Goupillière, Traité de mécanismes, Paris 1864. — [9] Bour, Cours de mécaniques et machines, 1 fasc. cinématique, Paris 1865. — [10] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875. — [11] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Bd. 2, Hamburg und Leipzig 1883. — [12] Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1878. — [13] Schoenflies, Geometrie der Bewegung, Leipzig 1886. — [14] Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, mit umfaſſender Literaturangabe. — [15] Mannheim, Géométrie cinématique, Paris 1894. — [16] Koenigs, Leçons de cinématique théorique, Paris 1897. *Burmeſter.*

Kinematiſche Kette entſteht durch Aneinanderreihung von Körpern, Gliedern, welche durch kinematiſche Elementenpaare beweglich verbunden ſind.

Die kinematiſche Kette iſt demnach eine durch kinematiſche Elementenpaare bedingte Verbindung von Gliedern, bei welcher jedes Glied in ſeiner Beweglichkeit gegen jedes andre Glied beſchränkt wird. Wenn kein Glied einer kinematiſchen Kette mit mehr als zwei andern Gliedern verbunden iſt, ſo heißt ſie einfach, andernfalls zuſammengeſetzt; wenn jedes Glied mit wenigſtens zwei andern Gliedern verbunden iſt, ſo iſt die kinematiſche Kette geſchloſſen und andernfalls offen. Vollzieht jedes Glied einer kinematiſchen Kette eine beſtimmte Bewegung in bezug auf jedes andre Glied, dann heißt die kinematiſche Kette eine zwangsläufige, und es bewegen ſich die Punkte eines jeden Gliedes in bezug auf jedes andre Glied im allgemeinen in beſtimmten Bahnen. Eine zwangsläufige, geſchloſſene kinematiſche Kette, bei welcher ein Glied als feſtgeſtellt betrachtet wird, heißt ein Mechanismus (ſ. d.). Die Definition der kinematiſchen Kette und des Mechanismus ſtammt von Reuleaux [1].

Der Mechanismus heißt nach Grashof [2] ein Getriebe, wenn ein beſtimmtes ſeiner beweglichen Glieder als dasjenige vorausgeſetzt iſt, von dem die Bewegung ausgeht (ſ. Mecha-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nismen). Wenn bei der Bewegung der Glieder einer kinematiſchen Kette Unſtetigkeitslagen bezw. Totlagen auftreten, ſo kann durch Anfügung eines oder mehrerer Glieder an die kinematiſche Kette der Uebergang über dieſe Lagen vermittelt werden, und es heißt dann nach Reuleaux, ([1], S. 181), daß durch dieſe Anordnung die Bewegung durch Kettenſchluß vermittelt wird. Iſt die Verbindung zweier Glieder durch ein kinematiſches Elementenpaar nicht hinreichend geſichert und iſt zur Sicherung dieſer Verbindung noch eine Kraft erforderlich, ſo wird die in dieſer Weiſe bewirkte Verbindung mit Kraftſchluß bezeichnet. Es wird z. B. bei einem Wagen auf Schienen durch die Schwere der Kraftſchluß des Wagens bewirkt.

Literatur: [1] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875, S. 49. — [2] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Hamburg und Leipzig 1883, Bd. 2, S. 5—7. *Burmeſter.*

Kinematograph (Chronophotograph), von A. und L. Lumière in Lyon (1896) erfundener Apparat zur photographiſchen Aufnahme beziehungsweiſe zur Projektion von Serienbildern, welche bewegte Szenen darſtellen (lebende Photographien). Ein Vorläufer war das von Ediſon (1895) erfundene Kinetoſkop; auch das Elektrotachyſkop (Schnellſeher) von Anſchütz (1890) iſt zu erwähnen. Die erſten, welche photographiſche Serienaufnahmen zum Studium von Bewegungen u. ſ. w. durchführten, waren (1874) Janſſen, Muybridge, dann Marey.

Der Kinematograph ſowie deſſen ſpäter aufgetauchte Varianten (Alethorama, Animatoſkop, Biograph bezw. Bioſkop, Cynnagraph, Kammatograph, Miragraph, Theatrograph, Vitagraph u. ſ. w.) beruhen in der Hauptſache darauf, daß in einer entſprechend konſtruierten Kamera auf einem bis zu vielen Meter langen empfindlichen Filmſtreifen, der intermittierend von einer Rolle auf eine zweite oder als endloſes über Walzen gleitendes Band abläuft, in ſehr kurzen Intervallen von bewegten Szenen photographiſche Aufnahmen (15—30 pro Sekunde) gemacht werden. Die Expoſition erfolgt natürlich nur während des periodiſchen Stillſtandes des Films. Der Transport erfolgt in der Regel mittels Kammrädern ähnlichen Scheiben, deren Stifte in die an den Rändern des nur wenige Zentimeter breiten Filmſtreifens ſyſtematiſch angebrachten Löcher eingreifen. Die Unterbrechung der Expoſition beſorgen eigenartige Verſchlüſſe. Der Filmſtreifen wird ſodann entwickelt und mittels beſonderer Vorrichtungen oder im Aufnahmeapparate ſelbſt auf einen zweiten kopiert. Dieſer Diapoſitivfilm dient nun zur Projektion, wobei abermals der Streifen intermittierend abgewickelt und, nur während der Ruhepauſen belichtet, projiziert wird (auch mittels ſtroboſkopiſcher rotierender Scheiben). Im Auge des Beſchauers wird jedoch, infolge der Trägheit des Auges, die Empfindung ausgelöſt, er ſehe eine ſich kontinuierlich abwickelnde Handlung. Dieſe Empfindung wird jedoch ſehr häufig durch das Zittern (Flimmern) der projizierten Bilder beeinträchtigt, eine Erſcheinung, welche dadurch verurſacht wird, daß die Poſition der aufeinander folgenden Einzelbilder im Moment der Projektion keine genau übereinſtimmende iſt. Ferner machen ſich die durch die ſtarke Abnutzung der Films leicht entſtehenden Beſchädigungen einzelner Teilbilder ſtörend bemerkbar. Um das Flimmern unſchädlich zu machen, wird empfohlen, der Beſchauer ſolle vor ſeinem Auge einen aus ſchwarzem Stoff verfertigten, mit kleinen quadratiſchen Löchern verſehenen Schirm pendelnd hin und her bewegen. Die außerordentlich kleinen Serienaufnahmen ſind von ſolcher Schärfe, daß ſie eine ſehr bedeutende Vergrößerung vertragen. Dagegen muß durch die Anordnung von Kühlvorrichtungen der Zelluloidfilm gegen Brand geſchützt werden. — Es gibt auch Serienbilderprojektionsapparate, bei welchen das Bildband kontinuierlich fortbewegt wird. Hier muß durch die Anwendung eines in den Strahlengang eingeſchalteten rotierenden Prismas mit planparallelen Seitenflächen oder eines ununterbrochen rotierenden Kranzes von geeigneten Linſen oder endlich durch Spiegel die ſtete Wanderung des Bildbandes auf dem Projektionsſchirm durch entſprechendes Verſchieben der Teilbilder optiſch aufgehoben werden. — Es exiſtieren heute bereits zahlreiche Abarten des Kinematographen, auch ſolche zur Benutzung durch den Amateur (z. B. Kino von Ernemann), zur Vorführung von Stereoſkopbildern (z. B. Lumières Stereokinematograph), zum Studium von (in mikroſkopiſch kleinen Organen vor ſich gehenden) Lebensprozeſſen (Watkins Mikroautoſkop), zur Projektion von lebensgroßen Bildern in natürlichen Farben (mittels eines dreifachen kinematographiſchen Projektionsapparates, welcher, ähnlich dem Prinzip des Dreifarbendrucks (ſ. d.) drei in den Grundfarben Rot, Grün und Blauviolett gefärbte Films auf eine gemeinſame Fläche projiziert (Lumière, Miethe) u. ſ. w. — Auf einem ganz andern Prinzip beruhen die gleichfalls zur Vorführung von lebenden Bildern beſtimmten Apparate nach Art des Mutoſkops, wie Kinora, Kosmoſkop, Stroboſkop, Theoſkop u. ſ. w. Bei dieſen werden von den photographiſchen Serienaufnahmen Papiereinzelbilder (auf photographiſchem Wege oder auf dem eines Druckverfahrens, z. B. mittels Autotypie [ſ. d.], Lichtdruck [ſ. d.] u. ſ. w.) hergeſtellt, auf einer Trommel, Walze oder auf einem endloſen Bande mit der unteren Kante befeſtigt und in einem Apparate auf verſchiedene Weiſe in raſcher Aufeinanderfolge durch Abſchnellen der Blättchen dem durch ein Okular blickenden Auge des Beſchauers hintereinander freigegeben. Das Abſchnellen ſelbſt erfolgt ſo raſch, daß die zwiſchen dem Wandern der Blätter entſtehenden Intervalle faſt vollkommen zum Beſchauen des Einzelbildes dienen können.

Literatur: Eder, Jahrbuch f. Photogr. u. Repr., Halle a. S. 1896 u. f.; Neuhauß, R., Anleitung zur Projektion, Halle a. S. 1901; Schmidt, Anleitung zur Projektion, Berlin 1901. *A. W. Unger.*

Kinetik, chemiſche, die Lehre von der Geſchwindigkeit chemiſcher Reaktionen.

Ihre Theorie ließ ſich zunächſt entwickeln an einem homogenen, d. h. in allen ſeinen

Punkten phyſikaliſch und chemiſch gleichförmigen Syſtem, das in chemiſcher Umwandlung begriffen iſt. Das klaſſiſche Beiſpiel eines ſolchen Syſtems iſt eine wäſſerige, angeſäuerte Löſung von Rohrzucker, der ſich bekanntlich allmählich unter Aufnahme eines Moleküls Waſſer in Dextroſe und Lävuloſe ſpaltet. Der Fortſchritt dieſer Reaktion läßt ſich einfach und ſcharf durch polariſtrobometriſche Analyſe verfolgen, weil der nichtinvertierte Teil die Ebene des polariſierten Lichtes nach rechts dreht, während die Reaktionsprodukte linksdrehend ſind. Für dieſen Fall ſtellte bereits 1850 Wilhelmi das Theorem auf, daß die Reaktionsgeſchwindigkeit, d. h. die in einem kleinen Zeitmoment invertierte Zuckermenge, dividiert durch dies Zeitmoment, in jedem Augenblick proportional der nichtinvertierten Zuckermenge iſt, und er fand ſo das Geſetz $\frac{dx}{dt} = k(a-x)$, worin x die zur Zeit t umgeſetzte, a die zur Zeit $t=0$ vorhandene Zuckermenge bedeutet; k iſt der Inverſionskoeffizient und ſeine Bedeutung iſt offenbar die, daß er die in der Zeiteinheit invertierte Zuckermenge angibt, wenn a konſtant $= 1$ erhalten wird. Die Integration dieſer Gleichung liefert $k = \frac{1}{t} ln \frac{a}{a-x}$, welcher Ausdruck in dieſen und ähnlichen Fällen ausgezeichnet durch die Erfahrung beſtätigt wurde. Guldberg und Waage [1] und ſpäter van't Hoff [2] erweiterten das Theorem von Wilhelmi auf den allgemeinen Fall, daß 1. nicht nur wie bei der Rohrzuckerinverſion eine einzige Molekülgattung während des Reaktionsverlaufs ſeine Konzentration ändert und 2. die Reaktion nicht vollſtändig vor ſich geht, ſondern Halt macht, nachdem ein chemiſcher Gleichgewichtszuſtand (ſ. d.) erreicht wird. Das klaſſiſche Beiſpiel für dieſen allgemeinen Fall iſt die Eſterbildung aus Säure und Alkohol, die bei niederen Temperaturen ſo langſam vor ſich geht, daß der Fortſchritt dieſer Reaktion ſich bequem titrimetriſch verfolgen läßt. Nach Guldberg und Waage bilden ſich in dieſem und analogen Fällen in jedem Augenblick Eſter und Waſſer aus Säure und Alkohol, und anderſeits treten in jedem Augenblick die Moleküle des Eſters und Waſſers zuſammen, um Alkohol und Säure zurückzubilden. Die wirklich beobachtete Reaktionsgeſchwindigkeit ergibt ſich ſo als die Differenz zweier entgegengeſetzter Reaktionsgeſchwindigkeiten, und der Gleichgewichtszuſtand iſt alſo dadurch charakteriſiert, daß dieſe beiden entgegengeſetzten Reaktionsgeſchwindigkeiten einander gleich ſind. Falls eine Reaktion nach dem Schema $m A_1 + n A_2 = m' A'_1 + n' A_2'$ verläuft, worin A_1, A_2, A_1', A_2' die reagierenden Molekülgattungen, c_1, c_2, c_1', c_2' deren Konzentrationen und m, n, m', n' die Anzahl der in die Reaktion eintretenden Moleküle bezeichnen, ſo ergibt ſich durch kinetiſche Betrachtungen die Gleichung:

$$-\frac{dc_1}{dt} = k c_1^m \cdot c_2^n - k' \cdot c_1'^{m'}, c_2'^{n'},$$

worin dc_1 die Aenderung von c_1 in der Zeit dt bedeutet; k und k' ſind die entgegengeſetzten Reaktionsgeſchwindigkeiten für die Konzentrationen $= 1$. Für den einfacheren Fall, daß $m = n = m' = n' = 1$, kann man hiefür auch ſchreiben:

$$\frac{dx}{dt} = k(a_1 - x)\ (a_2 - x) - k'(a_1' + x)\ (a'_2 + x),$$

worin dann z. B. für das ſpezielle Beiſpiel der Eſterbildung a_1, a_2 die zur Zeit $t=0$ vorhandene Konzentration für Alkohol bezw. Säure, a'_1, a'_2 die gleichen Größen für Waſſer und Eſter bedeuten; x iſt die zur Zeit t umgeſetzte Molekülzahl des Alkohols bezw. der Säure, und Guldberg und Waage zeigten, daß die Folgerungen dieſer Gleichung mit der Erfahrung in Uebereinſtimmung ſind. Eine weſentliche Vereinfachung bietet der für die meiſten Reaktionen zutreffende Fall, daß die Reaktion faſt vollſtändig in einem Sinne der Reaktionsgleichung verläuft, d. h. alſo, daß die eine der beiden Geſchwindigkeiten groß im Vergleich zu der andern, mithin auch k groß gegenüber k' iſt, ſo daß ſich die rechte Seite der obigen Gleichung auf das erſte Glied reduziert. Man unterſcheidet uni-, bi-, trimolekulare u. ſ. w. Reaktionen, je nachdem die Größe x in der erſten, zweiten, dritten u. ſ. w. Potenz in der obigen Gleichung vorkommt, die in dem einfachſten Fall, d. h. falls $a_1 = a_2 = a$ lautet:

$$\frac{dx}{dt} = k(a-x), \quad \frac{dx}{dt} = k(a-x)^2, \quad \frac{dx}{dt} = k(a-x)^3.$$

Durch Integration ergibt ſich hieraus für die Geſchwindigkeitskoeffizienten k der uni-, bi-, trimolekularen Reaktion

$$k = \frac{1}{t} \log n \frac{a}{a-x}, \quad k = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{(a-x)a} \quad \text{und} \quad k = \frac{1}{t} \cdot \frac{x(2a-x)}{2a^2(a-x)^2}.$$

Indem man prüft, für welchen dieſer Ausdrücke die Beobachtungen eine Konſtante ergeben, kann man entſcheiden, ob die Reaktion uni-, bi- oder trimolekular iſt, und damit einen tieferen Einblick in den Reaktionsvorgang gewinnen, als es das bloße Schema der Reaktion gibt. Die Reaktionsgeſchwindigkeit wird in Löſungen durch verſchiedene Zuſätze, beſonders durch H- und OH-Ionen ſtark katalytiſch beeinflußt, vergrößert oder verkleinert, in gasförmigen Syſtemen durch die Gefäßwände oder ſonſtige feſte Körper, vor allem Platin; in letzterem Falle gelten natürlich nicht mehr die obigen Geſetze der Reaktionskinetik, da das Syſtem nicht mehr homogen iſt. Näheres ſ. Katalyſe. Es iſt ein wichtiger Satz, daß mit der Temperatur die Reaktionsgeſchwindigkeit ſehr ſtark anſteigt; van't Hoff gibt die allgemeine Regel, daß Erhöhung der Temperatur um 10° Reaktionsgeſchwindigkeiten auf den 2,5- bis 3,5fachen Betrag ſteigert. Es ſind verſchiedene Formeln für die Abhängigkeit des Geſchwindigkeitskoeffizienten k von der Temperatur T aufgeſtellt, die allgemeinſte iſt

$$\log k = AT + B - \frac{C}{T};$$

während aber nach vielen Unterſuchungen bei niedrigen Temperaturen häufig das Glied mit A gleich Null zu ſetzen, iſt nach Jellinek [1], der die Reaktion $N_2 + O_2 = 2\,NO$ zwiſchen 650—1750°

unterſuchte, bei hohen Temperaturen das Glied mit C gleich Null zu ſetzen. Aus den erwähnten Grundprinzipien läßt ſich, wie insbeſondere van't Hoff gezeigt hat, auch der Verlauf turbulenter Reaktionen, wie Exploſionen und Entflammungen, theoretiſch ableiten; es ſuperponieren ſich hier die Geſetze für den iſothermen Reaktionsverlauf und diejenigen des Einfluſſes der Temperaturſteigerung, die durch die Reaktionswärme bedingt iſt. Wird z. B. ein kleiner Teil eines exploſiven Gasgemiſches (z. B. Knallgas) auf höhere Temperatur gebracht, ſo wird die bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich minimale Reaktionsgeſchwindigkeit ungeheuer erhöht. Die durch die Reaktion erzeugte Wärmemenge bringt auch die benachbarten Teile des Reaktionsgemiſches auf höhere Temperatur und ſteigert auch hier die Reaktionsgeſchwindigkeit, und man ſieht ſo, wie es durch ſtetige Aenderungen zu einer ſcheinbar ganz plötzlich verlaufenden Exploſion oder Verpuffung kommen kann. Die Entzündungstemperatur iſt alſo derjenige Punkt, wo ſich die Reaktionsgeſchwindigkeit dermaßen ſteigert, daß durch die entwickelte Wärmemenge die Reaktion ſich fortzupflanzen imſtande iſt.

Literatur. van't Hoff, Vorleſungen über theoretiſche und phyſikaliſche Chemie, I, Braunſchweig 1898; Nernſt, Theoretiſche Chemie, 5. Aufl., Stuttgart 1907. — [1] Jellinek, Zeitſchr. für anorgan. Chemie, **49**, S. 229, 1906. *F. Krüger.*

Kinetiſche Gastheorie, ſ. Gaſe, gasförmige Körper, Bd. 4, S. 277.

Kingſtonventil, ein Bodenventil für Schiffe; ſ. Drainageeinrichtung.

Kink, Knoten oder Drehbucht in einem Tau, wodurch dasſelbe unklar wird. Kommt eine Troſſe mit Kinkenbildung zum Tragen, ſo verändern die Kardeele und Duchten die ihnen durch den Schlag gegebene Lage zueinander.

Kino, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 642, Kinematograph.

Kiosk (Chiosk), ein auf Säulen ruhendes Gartenzelt oder -häuschen, oder ein erkerartiger Ausbau der orientaliſchen Paläſte; in neuerer Zeit auch Bezeichnung für die leicht aufgebauten Muſikpavillons, Verkaufsbuden u. ſ. w. *Weinbrenner.*

Kipper dienen im allgemeinen zum Entladen von Fahrzeugen durch Neigen, ſo daß das Gut herausfließt; das Feſthalten erfolgt durch Verklammern, durch Fanghaken, Prellböcke u. dergl. — Vgl. a. Fabrikbahnen (Fig. 2 und 3), Grubenbahnen (Fig. 10), Maſſentransport, Selbſtentlader, Wipper und [1].

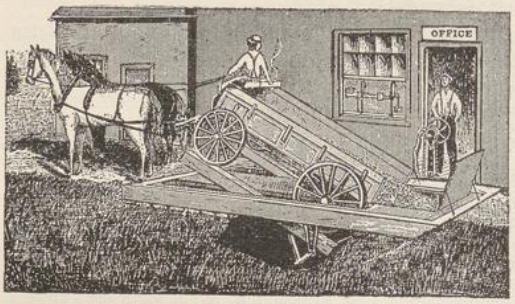


Fig. 1.

I. Kipper für kleine Schiffsgefäße.

Die aus Fördergerüſt, Fahrſtuhl, Kippwiege, Hubzylinder, Kippmaſchine und Schüttrinne beſtehenden Anlagen (Hafen von Goole) dienen zum Heben und Stürzen von eiſernen, 35 t faſſenden Kohlenſchiffen, die, zu Kohlenzügen mit beſonderem Kopfſtück und Stoßdampfer zuſammengeſetzt, die oft engen Waſſerſtraßen paſſieren [2].

II. Kipper für Geſpannwagen.

In den Vereinigten Staaten Nordamerikas werden vierräderige, deichſelloſe Kornwagen auf die bei Speichern und Mühlen gebräuchlichen Kippvorrichtungen (Fig. 1 und 2) gefahren und

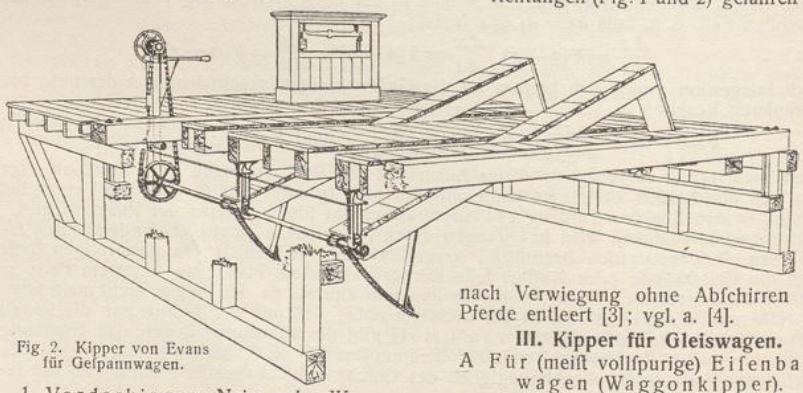


Fig. 2. Kipper von Evans für Geſpannwagen.

nach Verwiegung ohne Abſchirren der Pferde entleert [3]; vgl. a. [4].

III. Kipper für Gleiswagen.

A Für (meiſt vollſpurige) Eiſenbahnwagen (Waggonkipper).

1. Vorderkipper: Neigen des Wagens quer zu ſeiner Längsrichtung; Ausfließen des Gutes aus der geöffneten Stirnwand (Fig. 3—10).

a) Entladung in Tiefbehälter (ſ. d.) [Füllrümpfe unter Schienenhöhe]. Der Kipper Fig. 3 wird durch das Gewicht der auszuſchüttenden Nutzlaſt betätigt, indem der volle Wagen

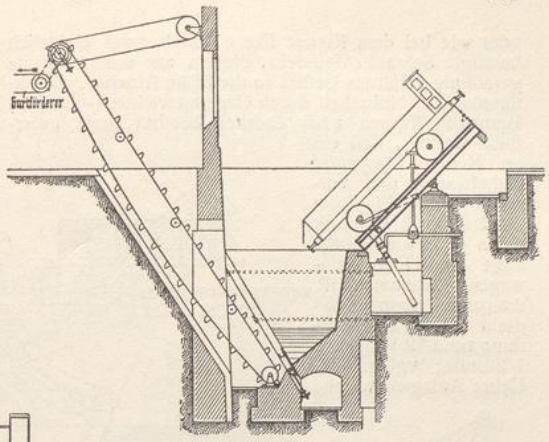


Fig. 4. Kohlenkipper von Rud. Dinglinger, Cöthen.

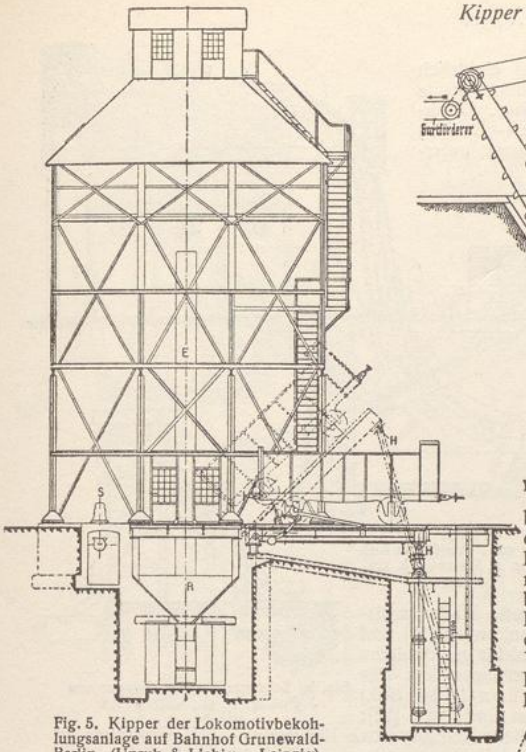


Fig. 5. Kipper der Lokomotivbekohlungsanlage auf Bahnhof Grunewald-Berlin (Unruh & Liebig, Leipzig). *E* Elevator. *H* Preßwafferftempel. *R* Rumpf. *S* Spill.

beim Niedergehen ein am hinteren Plattformende befindliches Gegengewicht hebt, das den leeren Wagen zurückfchwingt. Eine Bremfe regelt die Gefchwindigkeit diefer Pendelbewegung, und ein Windwerk ficbert in allen Fällen eine vollftändige Entladung [5]. Bei der Bauart Fig. 4 drückt der volle auffahrende Wagen den Kolben eines pendelnd gelagerten Preßwafferzylinders nieder; das Druckwaffer hebt dabei das Belaftungsgewicht eines Akkumulators, der nach Entleerung des Wagens fein Waffer an den Zylinder zurückgibt

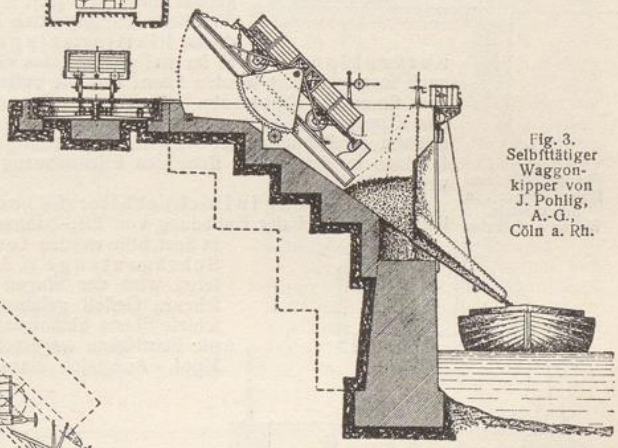


Fig. 3. Selbfttätiger Waggonkipper von J. Pohlig, A.-G., Cöln a. Rh.

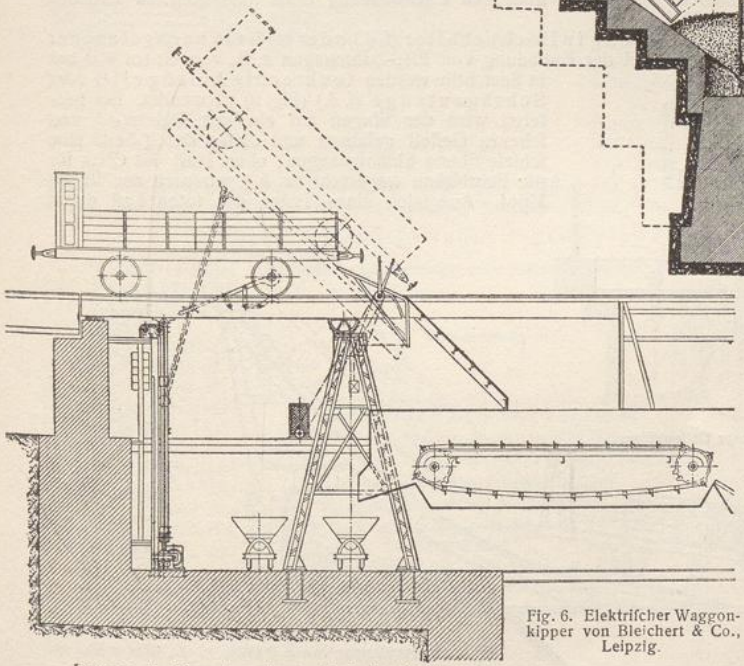


Fig. 6. Elektrifcher Waggonkipper von Bleichert & Co., Leipzig.

und die Plattform hebt [6]. Ift die zur Verfügung ftehende Ausladungstiefe nicht fehr groß, fo wird die Drehachfe des Kippers an dem vorderen Ende der Plattform angeordnet (Fig. 5); vgl. a. Hochbehälter, Fig. 1, und [7]. Das Anheben des rückwärtigen Rahmenteils kann auch durch Seile oder Ketten [8] erfolgen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder wie bei dem Kipper Fig. 6 durch zwei elektrisch betätigte Schraubenspindeln, die ein am unteren Ende geradlinig geführtes Gestell in die Höhe schieben. Unterstützung der Hubarbeit durch Gegengewichte. — Endlich kann das Kippen auch dadurch bewirkt bezw. unterstützt werden, daß ein an Ketten hängender Kübelwagen den vorderen Teil der Plattform abwärts drückt und erst, wenn er in die richtige Lage zum Eisenbahnwagen gekommen ist, das ganze System um 45° dreht (Fig. 7) [9]; Leistung rund 12 Wagen in 1 Stunde; vgl. a. [10]. Ueber Anlagen, welche

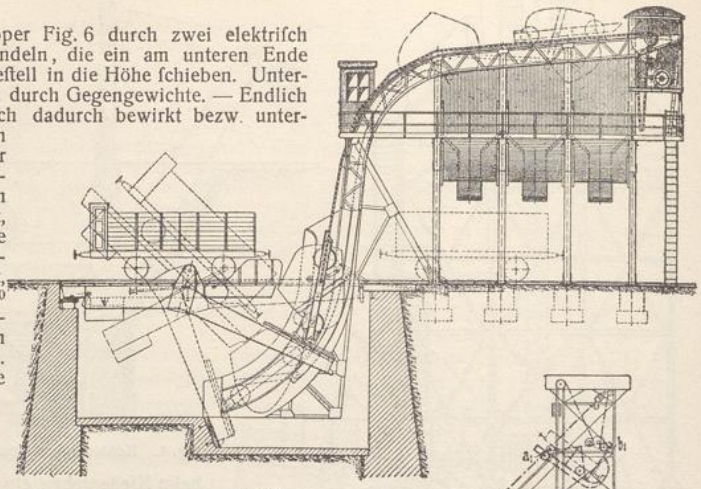


Fig. 7.
Kipper mit elektrischem Aufzug von A. Bleichert & Co., Leipzig.

für große Wasserstandsschwankungen [11] und sowohl für gewöhnliche Kohlenwagen als für Selbstentlader (s. d.) gebaut sind, vgl. [12]; stündliche Leistung etwa 10 Wagen. — Im Gegensatz zu diesen Plattformkippern besteht der Pohligsche Kurvenkipper (Fig. 8) im wesentlichen aus einer fahrbaren Vorrichtung, die auch so angeordnet werden kann, daß die entladenen Eisenbahnwagen, nachdem sie auf die Kipperbahn hinaufgezogen sind, durch Drehen des oberen Teiles des Kippers von der andern Seite wieder abgelassen werden können, so daß alsdann der Kipper auf irgend einem Hochbahngleise aufgestellt zu werden und so einen in einer Reihe stehenden Eisenbahnzug ohne Rangieren zu entladen vermag [13].

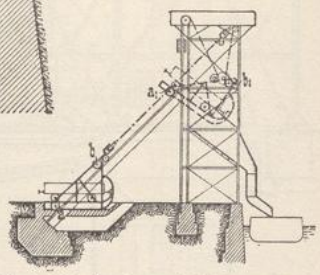


Fig. 9. Schrägaufzug mit Kipper von J. Pohlig, A.-G., Cöln a. Rh.

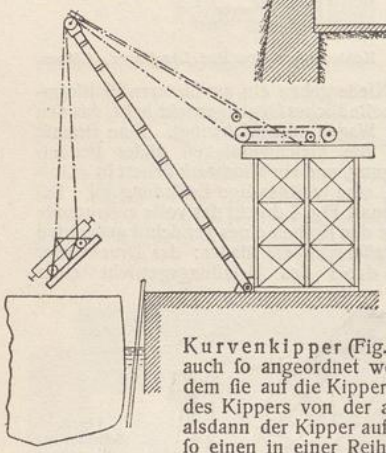


Fig. 10. Hydraulischer Kipper von Stuckenholz, Wetter a. d. Ruhr.

b) Entladung in Hochbehälter (s. d.) oder mittels hochgelegener Rutschen. Bei der Entladung von Eisenbahnwagen z. B. von einem Kai aus in Seeschiffe werden senkrechte Aufzüge [14] oder Schrägaufzüge (s. d.) (Fig. 9) verwendet. Bei letzteren wird der Wagen auf ein mit Rädern *a b* versehenes Gestell gefahren und dieses durch Seile eine schiefe Ebene hinaufgezogen; oben läuft das Gleis für die Fahrbühne wagerecht (a_1 b_1), wodurch der Wagen kippt. Ausgleich eines Teiles der toten Last durch

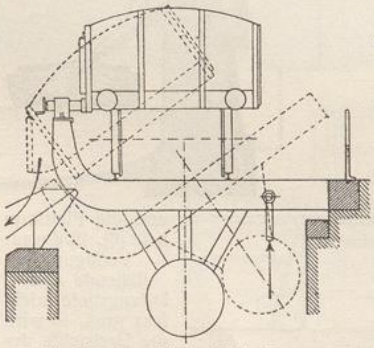


Fig. 11. Französischer Seitenkipper.

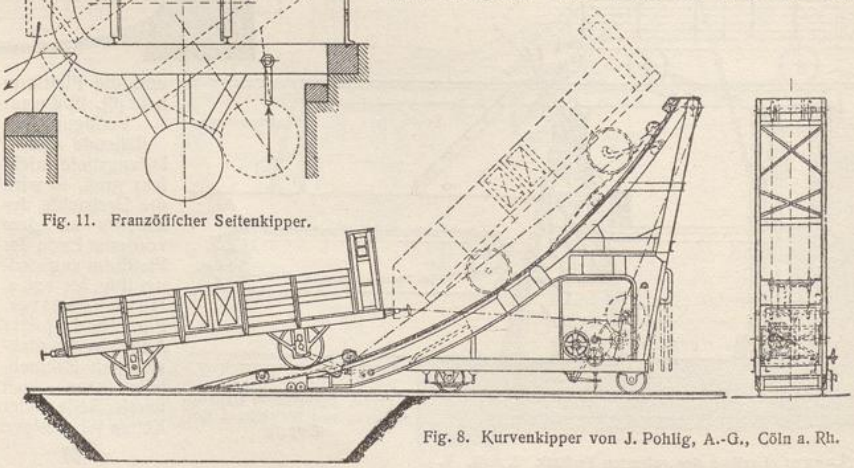


Fig. 8. Kurvenkipper von J. Pohlig, A.-G., Cöln a. Rh.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

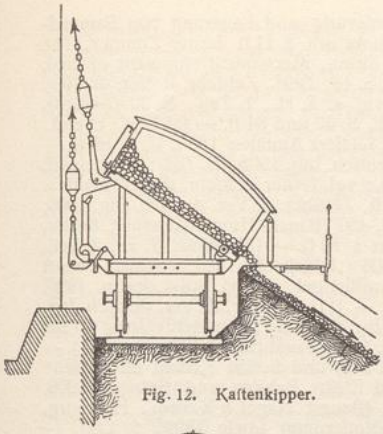


Fig. 12. Kaftenkipper.

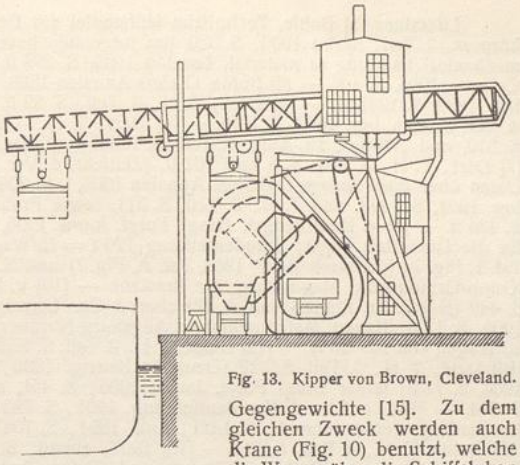


Fig. 13. Kipper von Brown, Cleveland.

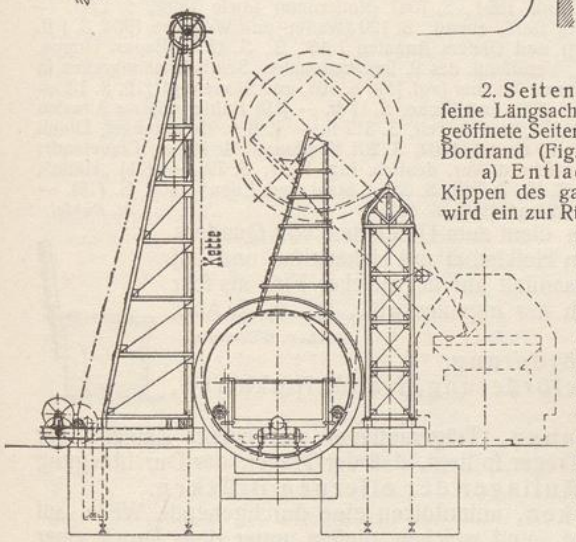


Fig. 14. Seitenkipper von Humboldt, Kalk b. Cöln.

Gegengewichte [15]. Zu dem gleichen Zweck werden auch Krane (Fig. 10) benutzt, welche die Wagen über die Schiffsluken heben und dann kippen [16].

2. Seitenkipper: Neigen des Wagens um feine Längsachfe; Ausfließen des Gutes durch die geöffnete Seitenwand (Fig. 11 und 12) oder über den Bordrand (Fig. 13 und 14) [Drehung um ~ 135°].

a) Entladung in Tiefbehälter. Beim Kippen des ganzen Wagens um feine Längsachfe wird ein zur Rückwärtsbewegung dienendes Gegengewicht gehoben (Fig. 11) [17]; bei der (ebenfalls franzöfifchen) Anordnung Fig. 12 wird nur der Kaften gekippt [18].

b) Entladung in Wagenhöhe. Von der Brownfchen Wiege (Fig. 13) werden die (30 t-)Wagen nach hydraulifcher Verklammerung mittels befonderer Tafchen in Ueberladekaften geftürzt, die mit Hilfe von Plattformwagen und beweglichen Krangeftellen mit wagerechten Auslegerbrücken in die Schiffe gefenkt und dort entleert werden. Durchfchnittsleiftung 4000 t/10 Stunden [19]. — Der Kipper Fig. 14 befteht aus einem zylindrifchen, an zwei Geftellen mit Ketten aufgehängten Rahmen, in den beifpielsweife ein fchmalfpuriger Wagen einfährt. Beim Aufwickeln der Kette hebt und dreht fich das Rahmenwagenaggregat, und es fließt das Schüttgut über eine Schurre in einen Vollbahnwagen oder dergl.; vgl. a. [20].

B. Für (fchmalfpurige) Grubenwagen (Wipper, f. d.) [21].

Betreffend Kipper zum Beladen von Eifenbahnwagen vgl. [22].

Koften: In nebenftehender Tabelle [23] find die reinen Arbeitskoften der verfchiedenen Kohlenverladungsarten in Ruhrort vergleichsweife aufgeführt. Der Verdienft eines Arbeiters im Akkord ftellt fich dabei auf 5—6 ℳ täglich.

Die Umfchlagskoften für Koks ftellen fich auf etwa das Doppelte.

Laufende Nr.	Verladungsart	Anzahl der Arbeiter	Zeitraum der Entladung eines 10 t-Wagens	Ladungsleiftung in 10 Arbeitsftunden	Ladungskoften für den 10 t-Wagen	Ladungskoften eines Kahns von 1000 t
	A. Verladung aus dem Eifenbahnwagen ins Magazin:		Minuten	t	ℳ	ℳ
1	Von der Pfeilerbahn direkt in das Magazin	4	20	300	0,8	—
2	Desgl. unter Benutzung von Schiebkarren	2	75	80	1,5	—
	B. Verladung vom Eifenbahnwagen ins Schiff:					
3	Mit Schiebkarren über Laufgänge . . .	2	100	60	2,0	200
4	Mit Kippwagen auf Gleifen über Ladebühnen	2	85	70	1,6	160
5	Mittels der Kohlentrichter	4	25	240	0,9	90
6	Mittels der Wagenkipper	5	5	1200	0,25	25
7	Mittels Dampfkran	12	10	600	1,50	150
	C. Verladung aus dem Magazin ins Schiff:					
8	Mit Schiebkarren	8	—	200	2,2	220
9	Mit Kippwagen	8	—	250	1,8	180

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Buhle, Technifche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, 3. Teil, Berlin 1906, S. 320 (im folgenden bezeichnet mit T. H.); ferner Zimmer, The mechanical handling of material, London 1905, S. 298 ff.; Stone, Mechanical shipment of coal, Calcutta 1904, S. 1 ff. — [2] Buhle, Glafers Annalen 1898, II, S. 43; Derf., Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 1247 ff. — [3] Derf., T. H., 3. Teil, S. 59 ff.; vgl. a. T. H., 1. Teil, S. 30 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 258). — [4] Derf., T. H., 3. Teil, S. 60 und 84 ff. — [5] Derf., ebend., S. 310, und „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, S. 1238. — [6] Derf., Glafers Annalen 1898, II, S. 88 ff. — [7] Derf., T. H., 3. Teil, S. 8 und 101 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 783); wirtfchaftl. Daten über diefe Anlage f. Glafers Annalen 1906, I, S. 204 ff.; vgl. ferner Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1902, S. 1328, und T. H., 3. Teil, S. 311, fowie Fröhlich, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 436 ff. — [8] v. Hanffftengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 450 (Bauart Hoppe-Gebauer, Berlin, für die Gasanftalt Tegel; Stundenleiftung 120 t = 12 Wagen à 10 t). — [9] Buhle, T. H., 3. Teil, Taf. 1, Fig. 14 („Gewerbefleiß" 1904, Taf. A, Fig. 7) und S. 208 („Glückauf" 1905, S. 1598; Bauart Krupp-Gruſonwerk, Magdeburg, für Breslau). — [10] v. Hanffftengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 449 (D.R.P. Nr. 124185 von A. Bleichert & Co., Leipzig). — [11] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 1221 (Bauart Mafchinenfabrik Augsburg-Nürnberg für Hamburg; Stundenleiftung 15 bis 20 Wagen von 10—20 t). — [12] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 253 ff. („Stahl und Eifen" 1906, S. 652 ff.). — [13] Derf., T H., 3. Teil, S. 217 (Deutfche Bauztg. 1906, S. 243) und S. 254 („Stahl und Eifen" 1906, S. 715); ferner Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 451, und Elektr. Bahnen und Betriebe 1906, S. 344. — [14] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1901, S. 793 ff. (Bauart Nagel & Kaemp, Hamburg, für Emden); ferner ebend., S. 1471, und 1894, S. 1047 (Rotterdam) fowie 1899, S. 1247. — [15] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 311. — [16] Derf., ebend., S. 120 (Waffer- und Wegebau 1904, S. 1 ff. [Bauart Stuckenholz, Wetter a. d. Ruhr]) und Glafers Annalen 1898, II, S. 42 ff. (Bauart Hoppe, Berlin, für Bremen). — [17] Gruner, Veröffentl. des 9. Internationalen Schiffahrtskongreffes in Düffeldorf 1902, I. Sektion, 3. Frage; ferner Zimmer (vgl. [1]), S. 308, und Stone (vgl. [1]), S. 13. — [18] Vgl. [17] Gruner; ferner Zimmer, S. 309, und Stone, S. 11 ff. — [19] Buhle, Glafers Annalen 1898, II, S. 42; Derf., T. H., 1. Teil, S. 157, und 3. Teil, S. 312 ff. — [20] v. Hanffftengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 452, Fig. 81; Derf., ebend. 1904, S. 201 ff. (Bauart Mc Myler, Cleveland); vgl. a. Buhle, T. H., 1. Teil, S. 55 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 72). — [21] „Hütte", 19. Aufl., I, S. 1239 ff. — [22] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 255 („Stahl und Eifen" 1906, S. 716). — [23] Derf., ebend., S. 253 („Stahl und Eifen" 1906, S. 652).

M. Buhle.

Kipphebel mit Greifhaken dient zum Umkanten von Quadern (f. die Figur), befteht aus einem Holzhebel mit Hakeneifen und hat fich beim Bau der Dresdner Gasanftalt auf der Reicker Flur als fehr praktifch erwiefen (f. Handbuch der Ingenieurwiff., Bd. 4, 2. Abt., 6. Kap., S. 24).

L. v. Willmann.

Kipphund, f. Streckenförderung.

Kippkarren, f. Bodenbeförderung, Handkippkarren, Pferdekippkarren.

Kipplager, im Brückenbau, Trägerauflager mit einem Zapfen, der zwifchen Fundamentplatte und Träger fo liegt, daß der Träger, der Durchbiegung entfprechend, kippen kann; f. Auflager der eifernen Brücken.

Kipplager, in Triebwerken, unterftützen eine durchgehende Welle, auf der fich ein Zahnrad verfchiebt, und weichen diefem unter dem Druck einer Führungsfchiene nach unten aus.

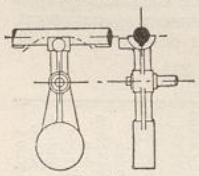


Fig. 2.

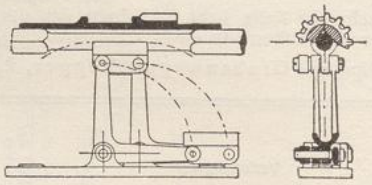


Fig. 1.

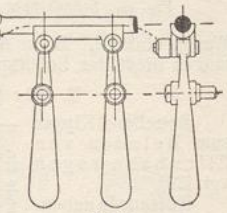


Fig. 3.

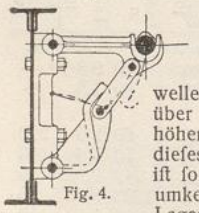


Fig. 4.

Man benutzte fie früher öfter bei Laufkranen, die durch eine längs der Bahn liegende Vierkant- oder Nut- oder Federwelle angetrieben wurden, und braucht fie noch bei Werkzeugmafchinen für Schlittenantriebwellen oder Steuerftangen. Das Zahnrad (Fig. 1 oben) reicht mit langer Nabe über die runde Lagerftelle hinweg und ift im Schlitten oder Wagen um 1—2 mm höher gelagert, um die Welle aus dem nächften Kipplager auszuheben, fo daß diefes frei aus- und einfchwenken kann. Die das Lager verdrängende Schiene ift fo zu formen, daß die Verfchiebung in jedem Punkte, ohne zu fperren, umkehrbar ift. Fig. 1 zeigt ein Doppellager, von dem eine der beiden Lagerfchalen die Welle unterftützt, je nachdem es in der einen oder andern Richtung umgelegt worden ift, während die zweite Schale der Verftaubung fehr ausgefetzt ift; für zwei Laufkranen an derfelben Welle ift es nicht anwendbar. Fig. 2 ftellt ein Pendellager dar mit kurzer Schale und Gegengewicht. Erfetzt man die Schale bei nichtumlaufenden

Steuerſtangen durch eine Rolle, ſo bleibt das Pendel nur bei ſtarkem, auch das Stangengewicht überwiegendem Gegengewicht oder entſprechend längerem Pendelarm ſenkrecht ſtehen und wirklich tragend. Dagegen brauchen die Doppelpendel (Fig. 3) nur das Schalengewicht auszugleichen, wenn ſie infolge ungleicher Zapfenabſtände etwas geſpreizt ſtehen. Die Stütze des Kipplagers (Fig. 4) von der Duisburger Maſchinenfabrik bildet einen Kniehebel, der in tragender Stellung ein wenig über die Strecklage durchgeſchlagen iſt. Der untere Schenkel trägt ein nach vorn herausragendes Gegengewicht, das zugleich die Angriffsfläche für die Streichleiſte des Kranes bildet.

Literatur: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884, S. 453—457; Ernſt, Hebezeuge, 3. Aufl., Berlin 1899, Bd. 1, S. 666—669. *Lindner.*

Kipppflug, ſ. Maſchinenpflug.

Kippregel, ein Inſtrument zum Aufzeichnen der Richtungslinien bei Meßtiſchaufnahmen; ſ. Meßtiſch.

Kippwagen, ſ. Bodenbeförderung, Erdförderwagen, Kipper.

Kips, eine Gattung getrockneter leichter Rindshäute, welche namentlich aus Oſtindien (Haut des Zebu) ſtammen und zu ihrer Konſervierung mit einem Anſtrich aus Kalk, Gips, Ton u. ſ. w. verſehen (belegte Kipſe) oder mit einem Arſenikpräparat imprägniert worden ſind (Arſenikkipſe).

Man unterſcheidet Schlachthäute (slaughtered hides), welche von geſchlachteten Tieren abſtammen, tote Häute (deads), die von gefallenen Tieren herrühren, und Ausſchuß (rejection), welcher aus den fehlerhaften Häuten beſteht. Ferner werden die verſchiedenen Kipsarten nach den Handelsplätzen oder nach den Provinzen, welchen ſie entſtammen, benannt, z. B. Kalkutta, Dacca u. ſ. w. *Päßler.*

Kirchbergergrün, ſ. Schweinfurtergrün.

Kirche, ein Gebäude, das für den öffentlichen Gottesdienſt der Chriſten beſtimmt iſt.

In den erſten Zeiten des Chriſtentums konnten die Verſammlungen der Gläubigen nicht öffentlich ſtattfinden, es wurden vielmehr hierzu meiſt die ſäulengeſtützten Feſtſäle (Oeci) in den Wohnhäuſern reicher Chriſten benutzt, Räume, zu denen noch das Atrium hinzugezogen wurde. Zu den Zeiten der Chriſtenverfolgung wurden die Gottesdienſte an geheimen Orten, ſo z. B. in den unter der Erde liegenden Katakomben (ſ. d.) bei Rom, abgehalten. Als die Verfolgungen aufhörten — etwa vom 2. Jahrhundert an —, wurden beſondere Gebäude als Kirchen errichtet, die in einer dem Gottesdienſt entſprechenden Form ausgebildet waren. Als dann das Chriſtentum zur Staatsreligion erhoben wurde, hatte man zunächſt die Tempel zu Kirchen umgeſtaltet, was ſich jedoch in der Folge als untunlich erwies, weil jene, nur zur Aufſtellung des Götterbildes beſtimmt, zur Aufnahme der ganzen Gemeinde unzureichend waren, ſo daß man für große Gemeinden die größten öffentlichen Gebäude, d. h. die alten Markt- und Gerichtshallen, die ſogenannten Baſiliken (ſ. d.) hierzu erwählte. Neben dieſen kamen noch die Taufkirchen — Baptiſterien — meiſt als vieleckige oder Rundbauten zur Ausführung, welche zur Amtshandlung der Taufe dienten und meiſt in der Nähe der großen Haupt- und Biſchofskirchen oder Kathedralen ihren Platz fanden. — Dies gilt für die Entwicklung in den Ländern des weſtrömiſchen Reiches, während im oſtrömiſchen oder griechiſchen Teile ſich eine andre Kirchenform herausbildete, bei welcher über viereckiger Grundform ſich Kuppeln erhoben, die, oft mehrfach aneinander gereiht, Innenräume von größter Wirkung bildeten. Ihre höchſte Ausbildung fand dieſe Bauart in der Sophienkirche zu Konſtantinopel, erbaut von Kaiſer Juſtinian im 6. Jahrhundert (ſ. Kuppel), und erfolgte im Kultur- und Machtbereich der ſpäteren Nachfolger nach jenem Vorbild noch mancherlei Nachahmung. — Ueber die weitere Entwicklung des Kirchenbaus in den Zeiten des Mittelalters ſ. Baſilika, Bd. 1, S. 557, ſowie die einſchlägige Literatur. In den Zeiten der Renaiſſance, d. i. im 15. und dem Anfange des 16. Jahrhunderts, entſtand in Italien eine neue Richtung im Kirchenbau, wobei außer dem Langhaus noch eine dominierende Kuppel zur Geltung kam, eine Bauform, die an Weiträumigkeit und gewaltiger Wirkung des Innenraums alle früheren Kirchenbauten übertraf. Von da aus verbreitete ſich dieſer neue Kirchenſtil nach dem übrigen Europa; er verdrängte allmählich überall die mittelalterliche Bauweiſe und fand ſelbſt in den Ländern der proteſtantiſchen Religion Eingang, wo vorher meiſtens die früher katholiſchen Kirchen den neuen Zwecken dienſtbar gemacht und ſeltener ein eigner Neubau errichtet worden war. — Erſt im Laufe des 19. Jahrhunderts trat hierin ein Umſchwung ein, wo in Zeiten der romantiſchen Richtung die alten unvollendeten Dome ihren Ausbau erfuhren und überhaupt ein Wiederaufleben der mittelalterlichen Bauſtile für den Kirchenbau Platz griff. Während dies für den katholiſchen Kirchenbau als ein natürlicher Vorgang anzuerkennen war, trat zugleich für den proteſtantiſchen Kirchenbau die Prinzipienfrage in den Vordergrund, dieſe als Predigtkirche, d. h. nicht als Langbau mit Choranlage, ſondern in zentraler Anordnung mit Emporen zu geſtalten, um ſo eine tunlichſte Annäherung der Kirchgänger an Altar und Kanzel zu bewirken. Ebenſo wurde eine Beſchränkung des Raumes angeſtrebt, um ſo für den Prediger die Möglichkeit zu geben, daß ſeine Stimme auch von den entfernteren Kirchgängern gehört werde. Anderſeits ſollten weitere Räume der Kirche angefügt werden, wie z. B. Saal für den Konfirmandenunterricht u. dergl. oder große Orgelbühne für verbeſſerten Kirchengeſang. — Abweichend hiervon ſind in England und Amerika die Gotteshäuſer der Sekten ausgeſtattet, welche, auf eine möglichſt große Aufnahmefähigkeit bei den Gottesdienſten berechnet, für mehrere tauſend Zuhörer erbaut werden. Als Anforderungen, welche an unſre neuzubauenden Kirchen gemacht werden, ſind folgende feſtzuſtellen:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

A. Im allgemeinen. Eine Kirche ſoll wenn möglich frei und auf allen Seiten von andern Gebäuden entfernt ſtehen; auch wähle man tunlichſt einen erhöhten oder weithin ſichtbaren Platz. Die Grundform ſei ein längliches Viereck, ein Vieleck oder Kreuzform. Der Altar ſtehe nach Oſten; dieſem gegenüber ſei der Haupteingang. Die Kanzel ſtehe ſo, daß man die Predigt überall in der Kirche hören kann. Die Orgel erhält ihren Platz über dem Haupteingang oder hinter Altar und Kanzel. Eine äußere Vorhalle (oder Vorhof) ſollte nicht fehlen, um den Lärm der Straße fernzuhalten. Der Bau iſt würdig und monumental durchzuführen.

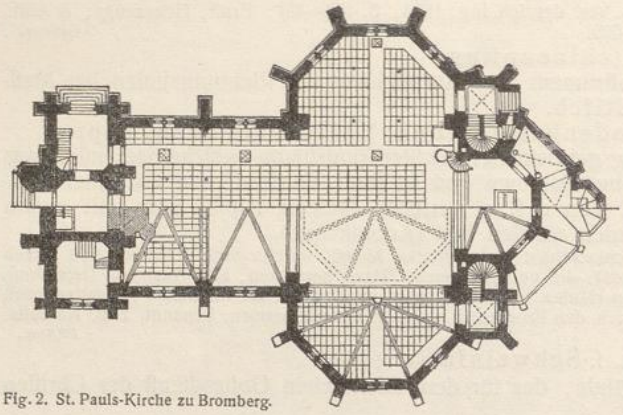


Fig. 2. St. Pauls-Kirche zu Bromberg.

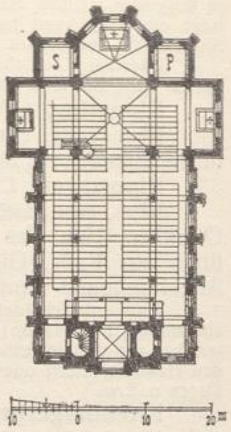


Fig. 1. Kirche zu Bräunlingen in Baden (Arch. Weinbrenner).

B. Im einzelnen. a) Für die Grundrißanlagen der katholiſchen Kirchen wird die Baſilika (ſ. d.) mit hohem Mittelſchiff und zwei niederen Seitenſchiffen die angemeſſenſte ſein, mit einem Chor für den Hochaltar als Schlußpunkt, daneben Sakriſtei und Paramentenkammer, eventuell einigen Seitenkapellen für den Taufſtein und Nebenaltäre. Bei größeren Kirchen kommt ein Querſchiff hinzu (Fig. 1). b) Für proteſtantiſche Kirchen empfiehlt ſich mehr eine zentrale Anlage, alſo ein kurzes Langhaus mit zwei Querſchiffflügeln, mit ſeitlichen Emporen (ſ. d.), Fig. 2, der Altar in der Mittelachſe, davor der Taufſtein, dahinter die Kanzel. Die nach hinten anſteigenden Emporen ſollen an der Brüſtung 3 m über dem Kirchenboden ſich erheben und etwa drei Achtel der Geſamtzahl der Kirchgänger aufnehmen. c) Die Größe des Kirchenraums wird beſtimmt nach der Anzahl der Kirchgänger, wobei auf den Kopf etwa 0,6 qm zu rechnen ſein wird. Zur Aufnahme derſelben dienen die Kirchenſtühle (Entfernung von Bank zu Bank 0,85—0,90 m), welche zu beiden Seiten des 1,5 m breiten Mittelgangs aufgeſtellt ſind und etwa 10—12 Plätze enthalten. Zu beiden Seiten vermitteln ſchmälere Seitengänge (etwa 1 m breit) den Zugang. d) Der Fußboden im Chorraum und den Gängen iſt aus Steinplatten oder Terrazzo, unter dem Geſtühl in Holz durchzuführen. e) Die Zugangstüren ſind in genügender Zahl anzubringen, ſo daß auf 100 Kirchgänger 1 m Breite kommt. Die Türflügel ſollen ſich nach außen öffnen. Wo keine Vorhalle vorhanden, ſind Windfänge anzubringen. f) Die Treppen zu Emporen und Orgel ſind feuerſicher, in geraden Läufen und bequemer Steigung anzuordnen, am beſten mit geſondertem Ausgang. g) Von einer guten Fenſteranlage hängt die günſtige Lichtwirkung des Innenraums ab; gedämpftes Licht durch farbige Fenſter iſt erwünſcht. Am beſten wirkt hohes Seitenlicht im Mittelſchiff, wobei dann Fenſter in den Seitenſchiffen entbehrlich ſind; ebenſo ſind im Rücken des Altars oder der Kanzel keine Fenſter anzuordnen. h) Die Beheizung der Kirche und der Nebenräume, z. B. der Sakriſtei, iſt wünſchenswert. Eine zentrale Heizung iſt derjenigen durch Einzelöfen vorzuziehen. i) Durch Anordnung eines oder mehrerer Türme (ſ. Glockenturm) wird die äußere Erſcheinung des Kirchenbaues weſentlich gehoben; hinſichtlich der Stellung zur Kirche entſcheiden zumeiſt lokale Verhältniſſe. Die Stellung über oder neben dem Haupteingang iſt die gewöhnliche, doch kann auch eine ſolche neben dem Chor von beſter Wirkung ſein. Oft auch erhebt ſich ein Vierungsturm (ſ. d.) über der Kreuzung von Mittel- und Querſchiff. k) Die äußere und innere Geſtaltung des Kirchenbaues wird unter Ausſchluß moderner Bau- und Kunſtformen in einer würdigen und monumentalen Bauausführung zu erreichen ſein durch eine harmoniſche und ſtilgerechte Anwendung der altchriſtlichen Bauweiſe, der mittelalterlichen Bauſtile oder des Renaiſſanceſtils in ſeinen verſchiedenen Epochen.

Literatur: [1] Hübſch, H., Die Architektur, Stuttgart 1847. — [2] Entwürfe von Kirchen, Pfarr- und Schulhäuſern der Kgl. preuß. Oberbaudeputation, Potsdam 1852. — [3] Adler, Kirchen, Baukunde des Architekten, 2. Teil, Berlin 1884, S. 232 ff. — [4] Viollet le Duc, Dictionnaire raisonnée de l'architecture française etc., Paris 1860, Bd. 1, S. 166 ff., Artikel Architecture religieuse; Bd. 2, S. 279 ff., Cathédrale. — [5] Neumeiſter u. Häberle, Deutſche Konkurrenzen, Leipzig.

Weinbrenner.

Kirchenbefried (Kirchenfried), im Mittelalter der von einer Mauer begrenzte Teil, der einen größeren Hof oder Bezirk um die Kirche herum bildete und das Aſylrecht beſaß.

Weinbrenner.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kirchendach, f. Dach, Bd. 2, S. 496.

Kirchenfenfter, f. Fenfter, Glasmalereitechnik.

Kirchengefäße, alle jene Gefäße, die bei der Liturgie gebraucht werden, insbefondere der Kelch mit feinem Zubehör, die Patenen, Hoftienbüchfen, Ciborien, Monftranzen, Meßkännchen, Gießgefäße, Weihrauchbecken, Gefäße für die heiligen Oele, Meßglöckchen und Weihwafferkeffel. Vasa sacra werden jene Gefäße genannt, die bei ihrem Gebrauche in unmittelbare Berührung mit den konfekrierten Spezies im heiligen Abendmahle kommen [1].

Literatur: [1] Otte, D. H., Handb. der kirchl. Kunftarchäologie, Leipzig 1883. *Weinbrenner.*

Kirchengemälde, Wand- und Deckenbilder zur würdigen Ausfchmückung des Innenraumes.

Die älteften Kirchengemälde waren Bilder in Mofaik (f. d.), die häufig den ganzen inneren Kirchenraum umfaßten. Auf der Apfis und auf dem Triumphbogen wurde mit Vorliebe die Geftalt Chrifti, auf einer Mandorla (f. d.) fitzend oder von den Apofteln oder Evangeliften umgeben, dargeftellt. Später, namentlich im romanifchen Stile, kamen die Freskogemälde (f. d.) auf, welche die großen Wandflächen und die Gewölbe bedeckten. In der gotifchen Periode, in der die eigentliche Wandfläche verfchwand, mußte fich die Malerei zum größten Teile auf die Gewölbe befchränken; als Erfatz für die Wandgemälde begann man die Fenfter mit fchönen Glasmalereien zu verfehen. In der Renaiffancezeit beherrfchte die Freskomalerei das Feld. Daneben begann man auch an paffenden Stellen in fchöngefchnitztem Rahmen Oelgemälde mit Darftellungen aus dem Alten und Neuen Teftamente an der Wand zu befeftigen, und kamen zur Rokokozeit als koftbarfter Wandfchmuck die dekorativ fo wirkungsvollen Gobelins (f. Teppiche) in Anwendung. *Weinbrenner.*

Kirchengeräte, außer den Kirchengefäßen (f. d.) die Altar- und Kanzelbekleidung, die Paramente, Pulte, Bifchofsftühle, Leuchter u. f. w. [1].

Literatur: [1] Otte, D. H., Handb. der kirchl. Kunftarchäologie, Leipzig 1883. *Weinbrenner.*

Kirchhöfe, f. Friedhof, Leichenverbrennung.

Kirchhoffche Gefetze. 1. An jedem Verzweigungspunkte ift die Summe aller ankommenden Ströme gleich der Summe aller abfließenden Ströme oder die algebraifche Summe aller Ströme ift gleich Null, wenn die in einem Sinne fließenden (z. B. alle ankommenden) als pofitiv, die entgegengefetzt fließenden als negativ bezeichnet werden.

2. In jedem in fich gefchloffenen Teile eines Stromnetzes ift die Summe aller elektromotorifchen Kräfte gleich der Summe aller Spannungsverlufte (Produkt aus Stromftärke und Leitungswiderftand), wobei die elektromotorifchen Kräfte mit gleichen Vorzeichen zu nehmen find, wenn fie gleichgerichtete Ströme hervorzubringen ftreben, ebenfo die Spannungsverlufte mit gleichen Vorzeichen, wenn fie durch gleichgerichtete Ströme hervorgebracht find.

Die Gefetze wurden 1847 von Kirchhoff für die Anwendung des Ohmfchen Gefetzes auf Stromverzweigungen aufgeftellt.

Literatur: [1] Heinke und Ebert, Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 1, Leipzig 1904. — [2] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Bd. 1, Leipzig 1903. *Holzt.*

Kirkfche Formel, f. Schiffswiderftand.

Kirfchäther, in der Likörfabrikation und Konditorei benutzter Fruchtäther aus 1 Teil Chloroform, 3 Teilen Effigfäureäthyläther, 3 Teilen Benzoefäureäthyläther und 150 Teilen Weingeift.

Kirfchgeift (Kirfchbranntwein), f. Branntwein.

Kirfey (Kerfey), ein grober, dicker, glatt gewobener, nach der Walke nur ausgewafchener, aber weder gerauhter noch gefchorener Stoff (alfo ein grobes unappretiertes Tuch), in einzelnen Heeren zu Soldatenmänteln u. dergl. verwendet. S. Weberei. *E. Müller.*

Kifte, in der Aufbereitung ein Werkzeug für die Herdarbeit (f. d.) und für das Siebfetzen (f. Setzarbeit).

Kiftenerzeugung. Man unterfcheidet nach der Befchaffenheit der zu den Kiften verwendeten Hölzer zwifchen rohen und gehobelten Kiften und nach der Art ihrer Verbindung zwifchen genagelten und verzinkten Kiften. Bei den verzinkten Kiften find die Hölzer der Seitenwände mit Zinken ineinander gefügt.

Zur Herftellung der rohen genagelten Kiften find erforderlich: eine Kreisfäge (Abkürz-, Ablängkreisfäge) zum Abfchneiden der Hölzer auf Länge (bisweilen verwendet man doppelte Kreisfägen mit einem feftftehenden und einem einftellbaren Sägeblatt, um die Hölzer in einem Durchgang auf die entfprechende Länge zu fchneiden). Zum Aufnageln von Leiften bei der Herftellung der Böden und Deckel und eventuell auch der Seitenwände wird entweder ein Nageltifch angewendet, der aus einer eifernen Platte mit Anfchlag und einer Exzenterklemmvorrichtung zum Zufammenpreffen der auf den Tifch nebeneinander gelegten Hölzer befteht;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach dem Auflegen der Leiſten werden die Nägel von Hand eingeſchlagen, wobei die Spitzen der Nägel ſich auf der eiſernen Tiſchplatte umbiegen. Bei Verwendung einer Nagelmaſchine (ſ. d.) werden alle Nägel in einer Leiſte gleichzeitig eingepreßt. Das Zuſammennageln der Kiſte ſelbſt erfolgt entweder von Hand oder gleichfalls mit der Nagelmaſchine. An Stelle der Nagelmaſchine verwendet man auch Klammereintreibemaſchinen [1], bei denen aus endloſem verzinnten Stahldraht in der Maſchine ſelbſt [förmige Doppelſtifte gebogen und in das Holz eingepreßt werden. Für gehobelte genagelte Kiſten iſt außer den angegebenen Einrichtungen zum Abhobeln der Hölzer eine Holzhobelmaſchine (Bd. 5, S. 73 ff.) erforderlich. Zur Herſtellung verzinkter roher Kiſten ſind eine Kreisſäge und eine Zapfenſchneidmaſchine (ſ. d.) notwendig und für gehobelte Kiſten außerdem eine Hobelmaſchine (ſ. d.) und eventuell zum Aufnageln des Bodens eine Nagelmaſchine. Die verzinkten Kiſten werden hauptſächlich als Transportkiſten für Weinflaſchen u. ſ. w. verwendet. Zur Erhöhung der Feſtigkeit verſieht man die Kiſten häufig mit Bandeiſenbeſchlag. Kiſten für Seetransporte werden innen mit Oelpapier oder Zinkblech ausgeſchlagen.

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſch. u. Werkzeuge 1907, Heft 12, S. 164. *A. Widmaier.*

Kiſtenöffner, ſ. Nagelzieher.

Kiſtenzucker, ſ. Stärkezuckerfabrikation.

Kitay, ein Kattun in Stücken von geringer Breite (ſ. Kattun).

Kittbänder, aus Fenſterkitt für Einglaſungen nach beſonderem Verfahren von der Formkittgeſellſchaft München hergeſtellte Streifen beliebigen Profils (vgl. D.R.P. Nr. 176761).

Kitte, Kompoſitionen aus ſehr verſchiedenen Materialien, in flüſſigem, halbflüſſigem oder teigartigem Zuſtande gebraucht, um Gegenſtände gleichartiger (Holz und Holz, Glas und Glas) oder ungleichartiger (Metall und Glas, Holz und Leder) Beſchaffenheit ſo miteinander zu verbinden, daß ſie als ein untrennbares Ganzes erſcheinen. Als Kitte bezeichnet man ferner auch Subſtanzen teigartiger Natur, um Fehlſtellen (Löcher, Fugen u. ſ. w.) in Holz, Metall, Ton, plaſtiſchen Maſſen u. ſ. w. damit auszubeſſern, ungleiche Stellen zu ebnen und eine glatte Oberfläche herzuſtellen.

Die Benennung der Kitte iſt verſchieden, entweder nach den Zwecken, denen ſie dienen ſollen, wie: Bernſtein-, Edelſtein-, Eiſen-, Elfenbein-, Fenſter-, Flaſchen-, Glas-, Glaſer-, Holz-, Knochen-, Leder-, Marmor-, Maſchinen-, Maſchinenriemen-, Metall-, Möbel-, Muſchel-, Ofen-, Porzellan-, Riemen-, Röhren-, Schildpatt-, Schleifſtein-, Steingut-, Waſch- und Waſſerleitungskitt, oder nach den Hauptbeſtandteilen, wie: Albumin-, Aſphalt-, Bleiweiß-, Blutaſchen-, Bluteiweiß-, Blutkalk-, Eiſenminium-, Gips-, Glätte-, Glyzerinbleioxyd-, Glyzeringelatine-, Gipsborax-, Graphit-, Guttapercha-, Harz-, Hauſenblaſen-, Kalk-, Kalkleim-, Kalkwaſſerglas-, Kaſein-, Kaſeinborax-, Kautſchuk-, Kreide-, Lack-, Leim-, Leimaſchen-, Minium-(Mennige), Oel-, Schwefel-, Schwefelharz-, Ton-, Waſſerglas-, Zement-, Zinkoxyd- und Zuckerkalkkitt, oder endlich ſie führen weder mit der Zuſammenſetzung noch mit dem Verwendungszweck im Zuſammenhang ſtehende, willkürlich gewählte Bezeichnungen, wie: Kriſtallpalace-, Diamantleim-, Diamantkitt, Froſtſpannerleim, Marineleim-, Patent-, Syderamin-, türkiſcher Kitt, Univerſalzement, Zeiodelith u. a. m.

Lehner [1] ſtellt folgende Einteilung der Kitte auf:

1. Kitte für Glas, Porzellan, Steingut, Tonwaren zum Kitten zerbrochener Gegenſtände, zum Befeſtigen von Glasbuchſtaben an Schaufenſtern u. ſ. w. Sie müſſen möglichſt raſch feſt werden, und die gekitteten Gegenſtände dürfen beim Gebrauche, auch wenn ſie ins Waſſer kommen, nicht auseinander fallen. Angewendet werden: 100 Teile Guttapercha, 100 Teile ſchwarzes Pech, 15 Teile Terpentinöl; — 100 Teile Käſequark, 50 Teile Waſſer, 20 Teile durch Ablöſchen mit Waſſer gepulverter Aetzkalk; — 10 Teile Käſequark, 60 Teile Natronwaſſerglas; — 10 Teile zu Pulver gelöſchter Kalk, 12 Teile Käſequark oder Kleber, 30 Teile Zement; — 20 Teile Leim, 10 Teile Waſſer, 5 Teile zu Pulver gelöſchter Kalk; — Löſung von Kautſchuk in Schwefelkohlenſtoff.

2. Kitte für Metalle, die keiner Temperaturerhöhung ausgeſetzt ſind, z. B. zum Dichten von Gas- und Waſſerleitungsröhren. Die Kitte (meiſtens Oelkitte) erhärten langſam, werden aber dann ſo feſt, daß ſie ſich nur durch Abſtemmen beſeitigen laſſen, und dürfen ſich durch den Druck des Gaſes oder der Flüſſigkeit nicht herausdrücken laſſen; zur Anwendung kommen Mennige und Leinölfirnis; — Braunſtein, Graphit, Kreide und Leinölfirnis (in wechſelnden Verhältniſſen); — 60 Teile Braunſtein, 60 Teile ſchwefelſaures Bleioxyd, 10 Teile Leinöl; — 75 Teile Schiffspech, 45 Teile Schwefel, 10 Teile Wachs; — 10 Teile Kolophonium, 10 Teile Baumwolle, 10 Teile zu Pulver gelöſchter Kalk, Leinölfirnis; — $^1/_2$ l Glyzerin, 5 kg Bleiglätte in Pulver.

3. Kitte für Metalle oder überhaupt Gegenſtände, die eine höhere Temperatur ertragen müſſen, wie z. B. Oefen, Dampfleitungen, Mannlöcher in Dampfkeſſeln u. ſ. w. Verwendet werden: 100 Teile Eiſenfeilſpäne, 2 Teile Salmiak, 10 Teile Waſſer; — 45 Teile Schmiedeeiſenfeilſpäne, 20 Teile Ton, 15 Teile Porzellankapſelton, 8 Teile Kochſalzlöſung; — 20 Teile Eiſenfeilſpäne, 45 Teile Lehmpulver, 5 Teile Borax, 5 Teile Kochſalz, 10 Teile Braunſtein, Waſſer; — 100 Teile Eiſenfeilſpäne, 5 Teile Ton, 10 Teile Kochſalz, 20 Teile Quarzſand, Eſſig; — 10 Teile Eiſenfeilſpäne, 30 Teile Gips, 0,5 Teile Salmiak, Eſſig; — 1 Teil Braunſteinpulver, 1 Teil Zinkweiß, Waſſerglas, ſoviel erforderlich.

4. Kitte für chemiſche Apparate; ſie müſſen der Einwirkung gewiſſer chemiſchen Agenzien Widerſtand leiſten. Entſprechende Miſchungen ſind: 10 Teile trockener Ton, 1 Teil Leinöl; —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

10 Teile Braunſtein, 20 Teile Zinkweiß, 40 Teile Ton, 7 Teile Leinölfirnis; — 2 Teile Guttapercha, 1 Teil Wachs, 2 Teile Schellack zuſammengeſchmolzen.

5. Kitte zum Verſchmieren von Fugen, Fehlſtellen in Metallen, Holz, Ton (Glaſer-, Holz-, Schleif-, Spachtelkitt u. ſ. w.), meiſtens Leim- oder Oelkitte, und zwar: Bergkreide, Leinölfirnis; — Bleiweiß, Bergkreide, gemahlene Glätte in wechſelnden Verhältniſſen, Leinölfirnis; — roter Ocker, Bleiweiß, Schleiflack, Terpentinöl; — Leimlöſung – Kreide oder Leimlöſung—Bleiweiß; — 8 Teile Leinöl, 12 Teile Bleiglätte, 88 Teile gelöſchter Kalk; — 30 Teile Bleiglätte, 20 Teile Kalk, 10 Teile Pfeifenton, 6 Teile Leinölfirnis.

6. Umhüllende Kitte oder Beſchläge zum Schutz von Glas-, Porzellan- oder Metallgefäßen gegen die Einwirkung des Feuers. Zur Anwendung kommen: für Eiſenretorten 20 Teile Ton, 30 Teile Ziegelmehl, 8 Teile Hammerſchlag, 1 Teil Kochſalz, ½ Teil Borax, 1 Teil Tierhaare, 3 Teile Waſſer; für Gasretorten: 5 Teile Glasmehl, 5 Teile Schamottemehl, 1 Teil Boraxpulver, Waſſerglas.

7. Kitte zum Auskitten hohler Zähne, für mikroſkopiſche Präparate und ſonſtige zarte Gegenſtände. Zahnkitte ſind: 500 Teile Zinkoxyd, 15 Teile Bernſteinpulver, 15 Teile gelber Ocker, 10 Teile Borax, 100 Teile Glaspulver, Zinkchlorid nach Bedarf; — 500 Teile Zinkoxyd, 15 Teile Braunſteinpulver, 35 Teile gelber Ocker, 100 Teile Glaspulver, 10 Teile Borax, — Zinkchlorid nach Bedarf.

8. Kitte, die ſpeziellen Zwecken dienen, z. B. zum Kitten von Leder, Maſchinenriemen, Meerſchaum, Schildpatt u. ſ. w. Hierher gehören: Juwelierkitt: 100 Teile Hauſenblaſe in Waſſer aufgequollen, 50 Teile Maſtix, Alkohol nach Erfordernis; — Diamantkitt für Glas: 20 Teile Hauſenblaſe, 140 Teile Waſſer, 60 Teile Weingeiſt; — Mineralien: 25 Teile Hauſenblaſe, 12 Teile Zucker, 36 Teile Waſſer; — Lederkitt: Guttapercha in Schwefelkohlenſtoff gelöſt; — für Lederriemen: 12 Teile Aſphalt, 10 Teile Kolophonium, 40 Teile Guttapercha, 150 Teile Schwefelkohlenſtoff, 60 Teile Petroleum; — Marineleim: 10 Teile Kautſchuk, 120 Teile rektifiziertes Petroleum, 20 Teile Aſphalt; — für Meerſchaum: Käſequark in Waſſerglas gelöſt und mit gepulverter gebrannter Magneſia verſetzt.

Kitte für Porzellan, Glas, Leder u. dergl. ſind Produkte einer kleinen Induſtrie; Glaſer-, Metall-, Eiſenkitte werden in großen Mengen fabrikmäßig hergeſtellt, während eine große Anzahl von Kitten, die meiſtens ſehr ſchnell erhärten, unmittelbar vor dem Gebrauche vom Konſumenten ſelbſt bereitet wird.

Literatur: [1] Lehner, Kitte und Klebemittel, 4. Aufl., Wien 1892. — [2] Leonhardts Kittfabrikation, Halle a. S. 1881. *Andés.*

Kittel, ſ. Fahrzeug.

Kladno-Phosphat iſt ein Kunſtprodukt unter den mineraliſchen Phosphaten und hat ſeinen Namen nach dem Orte Kladno in Böhmen.

Die auf der dortigen Albertinenhütte verarbeiteten Eiſenerze enthalten reichliche Mengen baſiſcher Phosphate, welche während des Schmelzprozeſſes mit Rückſicht auf die gewünſchte Haltbarkeit des darzuſtellenden Eiſens entfernt werden müſſen. Aus den zerkleinerten und geröſteten Erzen werden durch Einleiten von ſchwefliger Säure die Phosphate ausgewaſchen und aus dieſen Löſungen wird durch Erhitzen die Phosphorſäure an Tonerde gebunden, niedergeſchlagen, getrocknet und gemahlen als Kladno-Phosphat in den Handel gebracht. Dieſes Verfahren iſt indes heute durch den Thomasprozeß (ſ. Thomasſchlacke) verdrängt. *Weitz.*

Kläranlagen, Einrichtungen zur Verminderung oder Beſeitigung von Trübungen ſchmutzigen Waſſers, insbeſondere bei Kanalwäſſern; in Verbindung damit auch Entfernung gelöſter fäulnisfähiger Stoffe ſowie geſundheitsſchädlicher Beimengungen (vgl. Flußverunreinigung).

I. Mechaniſche Klärung.

Wenn getrübtes Waſſer ruhig ſteht, ſo ſinken alle die Trübung bewirkenden feſten Körper von größerem ſpezifiſchen Gewicht als das des Waſſers nach und nach zu Boden: das Waſſer klärt ſich. Dabei werden teilweiſe auch ſchwebende, ſich nicht von ſelbſt abſetzende Stoffe durch Anhängen und Anhaften an die Sinkſtoffe ſowie infolge Mitreißens oder Einhüllens durch die letzteren zum Abſetzen gebracht. Die Abklärung erfolgt auch, wenn das Waſſer ſich mit ganz geringer Geſchwindigkeit fortbewegt. Hierdurch entſteht in einer Kläranlage im Gegenſatz zum erſten Fall ein kontinuierlicher Betrieb, welcher nur behufs Beſeitigung des ſich anſammelnden Bodenſatzes, des Klärſchlammes, unterbrochen werden muß, ſofern dieſer nicht während des Betriebes entfernt werden kann. Die Waſſeraufnahmebehälter für die zu klärenden Wäſſer heißen im erſten Fall Ruhebecken, im zweiten Durchfluß- oder Dauerbecken. In beiden Fällen wird der beſchriebene Klärungsvorgang als mechaniſche Klärung oder Sedimentierung bezeichnet.

Bei ausreichend langer Klärungszeit und genügender Geſchwindigkeitsverminderung werden die ſuspendierten organiſchen Stoffe aus dem zu reinigenden Waſſer in ziemlich durchgreifender Weiſe (in der Regel 60—80 %) zur Ausſcheidung gebracht [1]—[7]. Die erforderliche Ablagerungszeit hängt ganz von der Art der vom Waſſer auszuſcheidenden Stoffe und den zu ſtellenden Anforderungen an den Kläreffekt ab; ſie beträgt gewöhnlich etwa 1—4 Stunden, dehnt ſich aber auch, beſonders bei Ruhebecken für Klärung des Waſſers zu Trinkzwecken, auf 12 und mehr Stunden Dauer aus. Die Durchflußgeſchwindigkeit in den Dauerbecken wird zwiſchen ½—5 mm, am häufigſten zwiſchen 2 und 4 mm, gewählt. Neuerdings geht man aber auch, unter entſprechender Mehrbemeſſung der Klärbeckenlängen behufs Erzielung ausreichender Klärzeit, bis zu 20 mm, ja ſelbſt bis zu 40 mm Durchflußgeſchwindigkeit hinauf. In dieſer Hinſicht hat Steuernagel grundlegende Verſuche und Unterſuchungen für Flachbecken in Cöln angeſtellt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

[124], [132]. Die Ergebniſſe dieſer Unterſuchungen ſind als ſogenannte Sedimentierungskurve zur Darſtellung gekommen, aus welcher der für das Cölner Kanalwaſſer gültige Zuſammenhang zwiſchen Sedimentierungszeit und Kläreffekt zu erſehen iſt. Es iſt dadurch der Weg gezeigt worden, wie für ein beſtimmtes Abwaſſer unter Zugrundelegung einer zu erreichenden beſtimmten Klärwirkung die hierzu erforderliche Sedimentierungszeit feſtgeſtellt werden kann und wie hiernach die Durchflußgeſchwindigkeit und die Klärbeckendimenſionen zu beſtimmen ſind. Vgl. a. die Ergebniſſe der praktiſchen Verſuche von Bock für Hannover [68], ſ. a. [133].

Die feineren Schwebekörper ſowie die gelöſten fäulnisfähigen Stoffe werden bei der mechaniſchen Klärung nicht beſeitigt. Auch die Bakterien kommen bei dieſer Klärung nicht zur Ausſcheidung [7]. Es kann ſich ſogar eine Zunahme der Keimzahl ergeben.

Die Methode der mechaniſchen Klärung hat in der letzten Zeit eine bemerkenswerte Ausbildung durch wiſſenſchaftliche Arbeiten [58], [60], [68], [69], [95], [103], [111], [117], [124], [132], [174], [179], [182] und durch ſorgfältig geplante und hervorragend gut ausgeführte ſtädtiſche Kläranlagen (ſ. unten) erfahren. Sie kommt zwar in erſter Linie zur Vorklärung des zum Trink- und Gebrauchswaſſer beſtimmten Oberflächen- und Flußwaſſers in Betracht (ſ. Ablagerungsbaſſin), hat aber für die Behandlung der ſtädtiſchen Abwäſſer eine große Bedeutung gewonnen. Für dieſe Wäſſer kann die ausſchließliche mechaniſche Klärung zur Vorbehandlung auf Rieſelfeldern — bei kalkarmem Boden mit etwas Kalkzuſatz — und im übrigen da als zweckdienlich erachtet werden, wo die Flußverhältniſſe dazu angetan ſind, zwar ein unmittelbares Einleiten der Kanalwäſſer zu geſtatten, wo aber, wie dies in der Regel der Fall iſt, auf die Zurückhaltung der Sink- und Schlammſtoffe ſowie der Schwimmkörper Wert gelegt werden muß. Der ſich auf dem Boden der Klärbehälter ſammelnde Klärſchlamm wird entweder, bei ausreichend ſchrägen, das Abgleiten des Schlammes fördernden Bodenflächen, von einem oder mehreren Tiefpunkten aus gepumpt, abgeſaugt, oder durch den Ueberdruck der zu klärenden Flüſſigkeit ohne Unterbrechung des Klärbetriebes verdünnt zum Abfluß gebracht [42], [59], [91], [127], [132]; oder aber, die über dem Schlamm ſtehende Flüſſigkeit wird zunächſt vorſichtig abgeführt und hierauf erſt der alsdann weniger waſſerreiche Schlamm beſeitigt (weiteres ſ. unten).

II. Chemiſche Klärung.

Bei der chemiſchen Klärung werden dem zu klärenden Waſſer Chemikalien zugeſetzt. Dieſe gehen mit den im Waſſer gelöſten Stoffen, namentlich mit Kalk, Ammoniak und Phosphorſäure, meiſt unlösliche oder doch ſchwerlösliche Verbindungen ein, wodurch ſich abſetzende neue Stoffe gebildet und die vorhandenen ſuspendierten Körper, auch ſolche ſchleimiger Natur, durch den gebildeten Niederſchlag teils eingehüllt, teils beſchwert und deshalb vollſtändiger und in kürzerer Zeit als auf bloß mechaniſchem Wege zur Ausſcheidung gebracht werden (Präzipitation). Die hauptſächlichſten chemiſchen Zuſatzmittel, die in der Praxis größere Bedeutung erlangten, ſind Aetzkalk (früher in Wiesbaden angewendet) [8]; Aetzkalk und ſchwefelſaure Tonerde mit Kieſelſäuregehalt (früher in Frankfurt, Dortmund) [9], [10]; dieſelben Stoffe, zum Teil in Verbindung mit Magneſia- und Eiſenſalzen (zum Teil in Eſſen angewendet, Verfahren nach Röckner-Rothe) [11]; Aetzkalk, lösliche Kieſelſäure und ſchwefelſaure Tonerde (Halle, Verfahren nach Nahnſen-Müller), [3], S. 322, [12], S. 496, [13]; ſchwefelſaure Tonerde und Eiſenſalze (engliſche Städte, auch das Geheimmittel Ferrozone der International Purifikation Comp. fällt hierunter [3], S. 325); Eiſenoxyduloxyd in Verbindung mit ſchwefelſaurer Tonerde, Magneſiaſalze u. a. (Hempels Blauſteinverfahren [3], S. 335); Gemiſch von Eiſen, Magneſia und Tonerdeverbindungen mit wechſelnder Zuſammenſetzung, je nach dem Abwaſſer und präparierte Zellfaſer (Verfahren von Hulwa, Breslau [3], S. 324); ſchwefelſaures Eiſenoxyd (in Leipzig) [132]. Außer dieſen Klärungsmitteln ſind noch viele andre, beſonders auch Chlorſalze, vorgeſchlagen und erprobt worden [2], [3], [5], [14], [15].

Bei der Kalkklärung wird der in der Form dünner Kalkmilch zugeführte Aetzkalk durch den im Waſſer gelöſten doppeltkohlenſauren Kalk und die freie Kohlenſäure zu unlöslichem Calciumkarbonat umgewandelt, die Phosphorſäure als phosphorſaurer Kalk ausgefällt und der Schwefelwaſſerſtoff durch Bildung von Schwefelcalcium gebunden. Außerdem entſtehen unlösliche Kalkſeifen.

Bei Anwendung der ſchwefelſauren Tonerde verbindet ſich die Schwefelſäure mit dem im Kanalwaſſer vorhandenen Ammoniak zu löslichem ſchwefelſauren Ammon, ſowie mit den ſonſt vorhandenen Alkalien zu ſchwefelſauren Salzen, während das frei gewordene Tonerdehydrat in Flocken niederſinkt. Bei Mitverwendung von Kalk als Klärmittel bildet ſich außerdem noch Gips, welcher als unlöslicher Körper ebenfalls bei ſeinem Abſetzen klärend wirkt.

Durch Zuſatz löslicher Kieſelſäure (Nahnſen, D.R.P. Nr. 31864), welche durch Säuren aus Silikaten abgeſchieden wird, bildet ſich teils unlösliches Calciumſilikat, teils eine Doppelverbindung von dieſem mit Aluminiumſilikat. Bei Verwendung der ſchwefelſauren Tonerde mit Kieſelſäuregehalt kommt die Kieſelſäure hauptſächlich mechaniſch zur Wirkung.

Bei Verwendung von Eiſenſalzen bildet ſich hauptſächlich unlösliches Eiſenoxydhydrat. Außerdem wird mit dem etwa vorhandenen Schwefelwaſſerſtoff Schwefeleiſen gebildet.

Vor- und Nachteile der einzelnen Fällungsmittel. Aetzkalk hat als Klärmittel den Nachteil, daß infolge Freiwerdens von Ammoniak (das im Kanalwaſſer vorhandene kohlenſaure Ammon gibt ſeine Kohlenſäure an den Kalk ab) dem geklärten Kanalwaſſer ein mehr oder minder ammoniakaliſcher Geruch anhaftet; auch übt der Aetzkalk auf die in den ſuspendierten Stoffen enthaltenen organiſchen Beſtandteile eine löſende Wirkung aus, wodurch nicht ſelten nach der Klärung mehr fäulnisfähige gelöſte Stoffe im Kanalwaſſer enthalten ſind als vorher. Endlich ergibt ſich bei Kalkklärung ein ſehr bedeutender Schlammniederſchlag (100 kg Aetzkalk geben 178 kg kohlenſauren Kalk, während 100 kg Tonerdeſulfat nur 21,4 kg Tonerdehydrat und 100 kg Eiſenvitriol 40,1 kg Eiſenoxydhydrat entſprechen). Dagegen hat Aetzkalk eine ſehr beträcht-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

liche Desinfektionswirkung, die von andern bis jetzt im großen angewendeten Klärmitteln nicht erreicht wird [1]—[6], [15]—[19]. Die schwefelsauren Salze, besonders Tonerdesulfat, besitzen den Vorteil, daß das geklärte Wasser infolge des durch Schwefelsäure gebundenen Ammoniaks fast völlig geruchlos wird und daß die ausgefällten Hydrate sehr voluminös sind, wodurch eine große Klärwirkung erzielt wird. Die Kieselsäure bewirkt eine sehr rasche Abklärung und verleiht dem Klärschlamm die Eigenschaft, daß derselbe leicht entwässerbar und preßfähig wird. Als Nachteile der letztgenannten Klärmittel ist gegenüber dem Kalk außer der als geringer anzunehmenden Desinfektionswirkung der höhere Preis zu verzeichnen [4]—[6]. Hauptsächlich wegen der bei seiner Anwendung so sehr gesteigerten Schlammerzeugung wird aber der Kalk als Klärmittel neuerdings immer seltener benutzt.

Erfolg der chemischen Klärung von städtischen Abwässern. Wenn auch durch die chemische Klärung die Kanalwässer von ihren suspendierten Stoffen — in manchen Fällen auch von einem Teil der gelösten organischen Stoffe — derart befreit werden, daß das Wasser blank, selbst farblos wird und jedenfalls eine größere Durchsichtigkeit als bei lediglich mechanischer Klärung erhält, ohne daß aber in der Regel die Fäulnisfähigkeit des geklärten Wassers beseitigt wird, so erscheint doch in den meisten Fällen, namentlich wenn es sich um eine dauernd zu bewirkende Klärung handelt, dieser Erfolg der chemischen Klärung bei den genannten Schmutzwässern zu teuer erkauft, weil die chemischen Klärmittel für jeden Kubikmeter Wasser zwischen $^1/_2$—$1^1/_2$ ₰ kosten und der Kläreffekt in bezug auf die Beseitigung der suspendierten organischen Stoffe gegenüber einer sorgfältigen mechanischen Klärung um nicht mehr als weitere 10—20 % verbessert wird.

III. Einrichtung und Betrieb der mechanisch und chemisch wirkenden Kläranlagen.

Bevor das Wasser in die eigentliche Kläranlage eintritt, werden die in ihm enthaltenen schweren Sinkstoffe, Sand, Knochen u. s. w., durch einen Sandfang (Profilerweiterung) und die Schwimm- und absiebbaren suspendierten Stoffe durch Eintauchbretter oder -platten sowie durch Siebe, Siebbänder oder Gitter und Roste ausgeschieden. Es existieren hierüber die verschiedensten Einzelkonstruktionen [20], [21], [53], [60], [90], [91], [111], [119], [132], [133], [135], [145], [151]—[154], [171]. Die Siebe können beispielsweise hochgezogen, abstreifbar oder aufkippbar (Wiesbaden) oder drehbar (Halle; Frankfurt und Stralsund, System Uhlfelder; Düsseldorf, Marburg und Dresden, System Rienſch) oder auch transportbandartig beweglich (Hamburg, Schöneberg; Göttingen) sein. Die Siebweiten wechseln von $^1/_2$—$2^1/_2$ cm.

Es sind Bestrebungen im Gange, durch weitergehende Ausbildung der Siebanlagen eine mechanische Klärung ohne Sedimentierung zu erreichen [140], [167]. Eine grobmechanische Klärung durch Aussiebung allein wird ausgeübt z. B. in Hamburg und Düsseldorf. Nach Ausscheidung der genannten gröberen Stoffe werden bei der chemischen Klärung die Chemikalien in flüssiger Form zugesetzt. Die Zumessung derselben ist für den Erfolg der Klärung von großer Bedeutung, denn es ist nicht nur ein entsprechendes Verhältnis mit der zu klärenden Wassermenge einzuhalten, sondern der jeweilige, bekanntlich bei städtischen Abwässern stark wechselnde Verunreinigungsgrad zu berücksichtigen. Die zweckmäßigsten Zusatzmengen sind durch praktische Versuche zu bestimmen. Man hat auch selbsttätige Zumessungsvorrichtungen angeordnet, z. B. vom Kanalwasser getriebene Schöpfräder (Leipzig) oder Kippgefäße (Halle). Durchschnittlich beträgt gewöhnlich der Zusatz des gebrannten Kalkes 200—500 g, der schwefelsauren Tonerde 200—250 g, derselben bei gleichzeitiger Anwendung von etwa einem Viertel Kalk 160—180 g auf 1 cbm Kanalwasser. In Halle werden 300—400 g Kalk und 40—60 g einer Mischung von Kieselsäurehydrat und Aluminiumsulfat, in Leipzig etwa 50 g Eisenoxyd in schwefelsaurer Lösung auf 1 cbm Kanalwasser angewendet. Die Kalkmilch wird durch Ablöschen von gebranntem Kalk in Bottichen, die meist mit Rührwerken ausgestattet sind, zubereitet. Schwefelsaure Tonerde und sonstige Chemikalien werden zweckmäßig in erwärmtem Wasser aufgelöst. Wesentlich für die gute Wirkung der Chemikalien ist eine besonders innige Mischung mit dem Kanalwasser. Zu diesem Zwecke werden, wie z. B. in Essen, Mischkanäle, in welchen das Wasser mit dem mit Chemikalien gemischten Wasser Zickzackbewegungen auszuführen hat, oder Aufwirbelungsvorrichtungen — Wasserräder, Luftgebläse — angeordnet, bisweilen auch die Chemikalien in zahlreichen Flüssigkeitsstrahlen oder brausenförmig verteilt dem Kanalwasser zugeführt. Nach erfolgter Mischung mit den Klärmitteln gelangt das Kanalwasser zu den eigentlichen Klärbehältern. Die Klärbehälter sind entweder Becken oder Brunnenanlagen [42], [132], [133], [183].

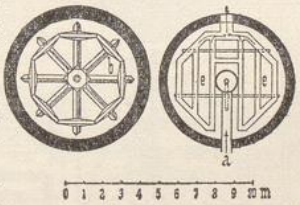


Fig. 1a. Horizontalschnitt über der Verteilungsvorrichtung *b* der Auslaufeinrichtung *e*.

Als gute Beispiele von Klärbeckenanlagen sei auf die mechanisch wirkenden Kläranlagen der Städte Frankfurt (Erbauer Lindley, Kölle-Uhlfelder), Kassel (Höpfner), Hannover (Bock), Cöln (Steuernagel) und Elberfeld (Schönfelder) hingewiesen, worüber näheres in [9], [20], [69], [117], [132], [142]. Die Becken erhalten Breiten von 5—10 m, Längen von 25—60 m und mittlere Tiefen von 2—3 m bei einem Sohlengefälle von 1 : 25 bis 1 : 100. Das Kanalwasser wird durch möglichst breite Zuflußöffnungen von einem Verteilungskanal aus in die Becken eingeführt und am Ende derselben in ebenso gleichmäßiger breiter Schicht, und zwar vorteilhaft unter Anordnung einer

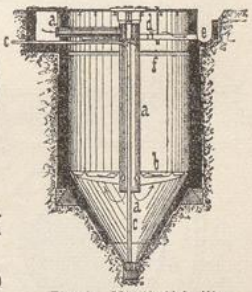
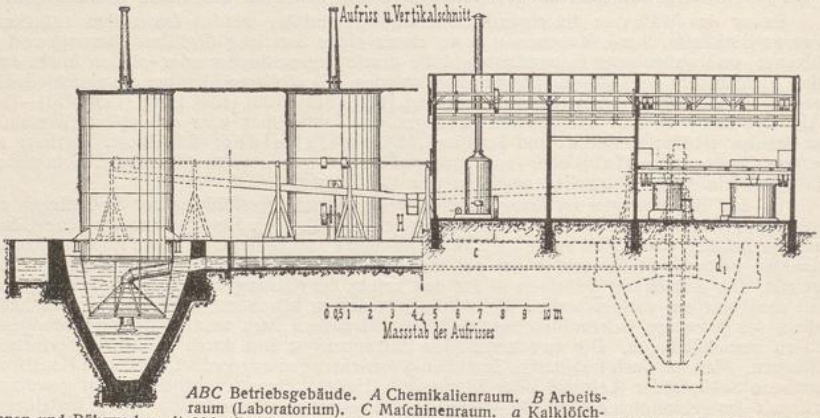


Fig. 1. Vertikalschnitt. *a* Wasserzuleitung. *b* Wasserverteiler (D.R.P. Nr. 41183). *c* Leitung für das Abpumpen des Schlammes. *d* Ueberlaufrinnen. *e* Ablauf. *f* Podium zur Aufbringung von Filtermaterial.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eintauchplatte, je nach den Temperaturdifferenzen des Waffers im Becken mehr oder weniger nahe der Oberfläche, zum Austritt gebracht. Behufs Beleitigung des Schlammes müffen die Becken alle 6—10 Tage ausgefchaltet werden, worauf nach vorfichtigem Ablaffen des über dem Schlamm ftehenden klaren Waffers der Schlamm abgepumpt wird, fofern nicht, wie z. B. in Elberfeld, Einrichtungen getroffen find, die geftatten, den Schlamm auch während des Klärbetriebs abzupumpen.

Den Uebergang zwifchen Becken und Brunnen ftellt die von E. Winter erbaute Kläranlage in Wiesbaden dar. Bei diefer find den eigentlichen Becken zwei Klärbrunnen vorgelagert, in welchen das Kanalwaffer eine auf und ab fteigende Bewegung auszuführen hat. Näheres in [8], [15], [20]. Die Klärbrunnen find im allgemeinen zylindrifche, quadratifche [103] oder auch rechteckige Behälter von 20—50 qm Horizontalquerfchnitt, in die das Waffer etwa im unteren Drittel eintritt und nach oben abfließt. Bei dem Aufftеigen fallen die Schwebekörperchen aus und finken durch das nachkommende Waffer hindurch zu Boden. In dem unteren Teil der Klärbrunnen fetzt fich der Schlamm ab und kann vom tiefften Punkte des Brunnens während des Betriebes abgepumpt werden. Die Durchflußgefchwindigkeit des zu reinigenden Waffers muß geringer fein als bei den Beckenanlagen und beträgt 0,3—2 mm. Die Durchflußdauer wird bei den Klärbrunnen zu $1^1/_2$—2 Stunden bemeffen. Die Tiefe der Brunnen wechfelt von 5 bis 10 m. Bei der Kläranlage in Dortmund (Fig. 1), an deren Stelle jetzt Riefelfelder getreten find, war auf die notwendige gleichmäßige Durchftrömung des Waffers durch den Brunnenquerfchnitt vornehmlich durch Anordnung eines zentralen Einlaufes fowie eines befonderen Wafferverteilers (D.R.P. Nr 41183) und Ablaufgerinnfyftems Rückficht genommen. Näheres [10], [20], [26]. An Stelle eines tiefen Brunnens können auch zwei Brunnen hintereinander angeordnet werden, wie dies in der von Lohmann und Bacher erbauten Kläranlage



ABC Betriebsgebäude. *A* Chemikalienraum. *B* Arbeitsraum (Laboratorium). *C* Mafchinenraum. *a* Kalklöfchpfannen und Rührwerke mit Ablaufbottich. a_1 Kalkmilchablauf. a_2 und a_3 Chemikalienrührwerk mit Ablaufbottich. a_4 Chemikalienablauf *c* Lokomobile. c_1 Luftpumpe. c_2 Kontrollftelle. c_3 Transmiffion. *D* Sieb- und Sandfanganlage. *d* Siebe. d_1 Zungenmauer. d_2 Becherwerk. *E* Zuleitungs- und Mifchkanal. *G* Klärbrunnen mit Klärturm. *g* Ueberlaufrohr mit Schieber für das geklärte Waffer. g_1 Schlammpumpe. g_2 Ueberlaufrohr für obenauf fchwimmende leichte Teile (Fett). *H* Schlammrinne, nach dem Schlammlager führend. *J* Ablaufkanal.

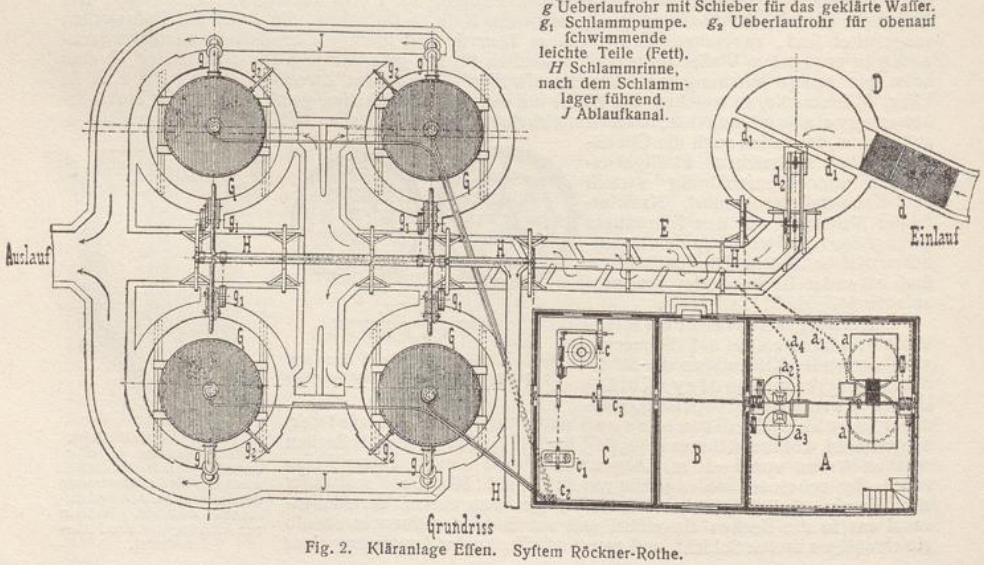


Fig. 2. Kläranlage Effen. Syftem Röckner-Rothe.

in Halle a. S. geschehen ist [5], [12], S. 496, [20]. Bei den Kläranlagen nach dem Röckner-Rothe'schen System setzt sich der Brunnen oberirdisch dadurch fort, daß in denselben ein mit dem unteren offenen Ende in das Wasser tauchender, luftdicht hergestellter Zylinder aus Eisenblech von 4—8 m Höhe und etwas geringerem Durchmesser (gewöhnlich 4—5 m) als die Brunnenweite eingebaut ist. Die in dem Zylinder enthaltene Luft wird durch ein oben abgehendes Saugrohr mittels einer Luftpumpe kontinuierlich abgesaugt. Hierdurch steigt das Wasser im Zylinder hoch; ein oben angebrachtes Ueberlaufrohr bildet mit letzterem einen großen Heber, der, einmal gefüllt, durch die Luftabsaugung dauernd im Betrieb erhalten wird. Nach diesem System sind z. B. die unter Wiebe erbaute Kläranlage in Essen (Fig. 2), auch Baden-Baden, Tegel b. Berlin, Spandau, Potsdam, ausgeführt. Die Einführung des Wassers in den Klärbrunnen geschieht hierbei zentral durch ein in den Brunnen eingeführtes, nach abwärts gerichtetes Rohr; die gleichmäßige Verteilung des austretenden Wassers in den Brunnen erfolgt durch einen besonderen Verteilschirm. Der sich im unteren Teil des Brunnens sammelnde Schlamm wird durch Absaugen während des Betriebes beseitigt [1]—[3], [5], [11], [12], [14], [20]. Die neueste Ausführung solcher Brunnen zeigt Fig. 3 [185]. Eine wiederholte Klärung durch M-förmige Heberklärbehälter und Doppelwandungen bezw. Zungen zeigt das Verfahren von Th. Hülßner in Leipzig; vgl. D.R.P. Nr. 77149.

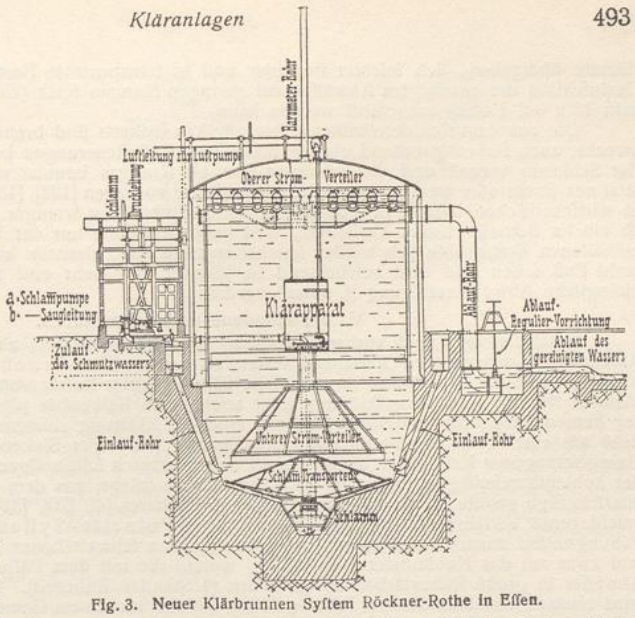


Fig. 3. Neuer Klärbrunnen System Röckner-Rothe in Essen.

Vor- und Nachteile der verschiedenen Formen der Klärbehälter. Die Becken haben den Vorteil, daß Schwankungen in der Durchflußgeschwindigkeit und somit der zu klärenden Wassermenge auf das Klärungsresultat keinen so großen Einfluß haben wie bei den Brunnen, weil es den langsam sinkenden Schlammteilchen bei ausreichender Beckenlänge doch möglich ist, den Boden vor dem Austritt des Kanalwassers zu erreichen. Die gewöhnlich bestehende Notwendigkeit der Ausschaltung der Becken bei der Schlammbeseitigung, der große Platzbedarf und die im allgemeinen höheren Kosten der Beckenanlagen, besonders wenn sie überwölbt werden, sind als Nachteile der Klärbecken zu bezeichnen. Die Klärbrunnen haben einerseits den Vorzug eines kontinuierlichen, durch die Schlammbeseitigung nicht unterbrochenen Betriebes und anderseits des geringeren Platzbedarfes und dadurch der geringeren Kosten vor den Klärbecken. Hierzu kommt noch, daß die Brunnenanlagen in viel einfacherer Weise nach außen völlig abgeschlossen werden können und es daher leichter ist, die Kläranstalt frei von unangenehmen Gerüchen zu halten. Letzteres ist namentlich ein Vorteil des Röckner-Rothe'schen Systems, indem alle aus dem Wasser ausdünstenden Ammoniakgase oder sonst über der Wasseroberfläche sich ansammelnden Gase durch das Absaugen der Luft aus dem Klärungszylinder unschädlich unter den Rost des Kesselfeuers oder nach besonderen Ventilationsschornsteinen abgeführt werden. Das Klärungsresultat ist bei zweckmäßiger Durchführung der Anlagen ziemlich unabhängig von den einzelnen Formen der Klärbehälter. Die Hauptsache ist besonders bei den Brunnen möglichst geringe Geschwindigkeit, richtige Auswahl und quantitative Bemessung des etwaigen Klärungsmittels und zweckmäßige Schlammentfernung [3]—[5], [12].

IV. Das Kohlebreiverfahren.

Bei dem Kohlebreiverfahren von Degener (System Rothe-Degener [51], [55], [56], [75], [77]) wird gemahlene, mit Wasser zu einem dünnen Brei gemischte Braunkohle, und zwar 1—2 kg auf 1 cbm Kanalwasser sowie ein schwefelsaures Salz, gewöhnlich entweder schwefelsaures Eisenoxyd oder schwefelsaure Tonerde, in einer Menge von 0,15—0,25 kg auf 1 cbm Abwasser zugesetzt. Dabei wird als Klärbehälter in der Regel der vorhin beschriebene Klärbehälter System Röckner-Rothe verwendet. Die Erfahrungen über das Kohlebreiverfahren, das unter anderm in Potsdam, Spandau, zum Teil in Essen, ferner in Tegel bei Berlin ausgeführt ist [132], [133], [171], [185], lassen sich nach den Untersuchungen von Proskauer und Elsner über dieses Verfahren in Potsdam [44] in hygienischer Hinsicht in der Hauptsache dahin zusammenfassen, daß: 1. durch das Kohlebreiverfahren eine durchaus zufriedenstellende Klärung der Abwässer erzielt wird; 2. der Reinigungseffekt in chemischer Hinsicht ein sehr großer ist; 3. eine ausreichende Menge auch der gelösten fäulnisfähigen Stoffe, gekennzeichnet durch Abnahme der Oxydierbarkeit um etwa 40—80%, beseitigt wird, so daß die gereinigten Wasser gewöhnlich nicht mehr imstande sind, in stinkende Fäulnis überzugehen, wie dies bei der rein mechanischen und der chemischen Klärung der Fall ist; 4. auch die Schlammrückstände nicht mehr in stinkende

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fäulnis übergehen, ſich leichter trocknen und in transportable Form bringen laſſen; 5. eine Desinfektion der gereinigten Abwäſſer mit geringen Mengen Kalk (250 g auf 1 cbm oder Chlorkalk 15 g auf 1 cbm) ausgeführt werden kann.

Die aus dem Kohlebreiſchlamm hergeſtellten Briketts ſind brennbar und können für Heizzwecke, auch für entſprechend eingerichtete Dampfkeſſelfeuerungen benutzt werden. Auch kann der Schlamm vergaſt und das erhaltene Gas als Kraftgas benutzt werden, worüber aber bis jetzt nur (mehr oder weniger ausgedehnte) Verſuche vorliegen [128], [132], [161], [162], [171], [181]. In wirtſchaftlicher Hinſicht iſt jedoch das Kohlebreiverfahren weniger günſtig zu beurteilen. Es iſt ein im Betriebe teures Verfahren, weil im beſten Falle nur der Wert der im Klärſchlamm enthaltenen Braunkohle ſich wieder nutzbar machen läßt; deshalb konnte es bis jetzt nicht ſo recht Fuß faſſen und wird anſcheinend in jüngſter Zeit mehr und mehr durch die künſtliche biologiſche Abwaſſerreinigung (ſ. unten) verdrängt.

V. Verſchiedene andre Verfahren.

Unter den ſonſt noch vorhandenen mehr chemiſch wirkſamen, aber nicht zu ausgedehnterer Anwendung gekommenen Verfahren wären zu nennen das Bruchſche, nach welchem die Klärung aus einer Vorklärung (mechaniſche Klärung unter Zuſatz von Aſche und ſehr geringen Mengen Kalks), einer Hauptklärung unter reichlichem Kalkzuſatz (der erhaltene Schlamm wird zur Zementerzeugung verwendet) und aus einer Nachklärung zuſammengeſetzt iſt. Letztere beſteht aus einer Traufeinrichtung mit Luftzuführung und einer Sickerungsanlage mit Koks und kleingeſchlagenen Kalkſteinen als Sickermaterial. Hierdurch ſoll, nötigenfalls noch durch Einblaſen der kohlenſäurehaltigen Feuergaſe der Schlammbrennanlage, aus dem geklärten Kanalwaſſer der überſchüſſige gelöſte Aetzkalk entfernt werden. Näheres [4], [20], [31]. Ein von Lueger vorgeſchlagenes Verfahren ſ. [28]. Das Ferrozone-Polarite-Syſtem [3], [32] verwendet als Fällungsmittel zunächſt Ferrozone, ein Gemenge von ſchwefelſaurer Tonerde mit Eiſenoxyden, und zwar auf das Kubikmeter 100—200 g, worauf die mit dem Fällungsmittel gut vermiſchten Abwäſſer in große Ruheklärbecken einfließen (4 Stunden Ruhezeit). Die abgeklärte Flüſſigkeit wird alsdann von hier aus auf Filter geleitet, welche aus einem Gemenge von Sand und Polarit beſtehen. Polarit iſt ein poröſer, grauſchwarzer, hauptſächlich aus Eiſenoxyden und Eiſenoxydul ſowie Kieſelerde beſtehender Körper. Der Schlamm wird mit Kalk vermiſcht, in Filterpreſſen entwäſſert und entweder nach Trocknung an die Landwirte verkauft oder vorher noch mit Kehricht zu Kompoſtdünger verarbeitet. — Das Hempelſche Blauſteinverfahren [3], [39] baſiert im weſentlichen auf der vorbeſchriebenen Klärungsart. Das Fällungsmittel beſteht aus 70% ſchwefelſaurer Tonerde und 30% gepulvertem Blauſtein. Letzterer, ein ſchwerer Körper von tiefblauer bis ſchwarzer Farbe, ſcheint dem Polarit ähnlich. Die Klärbecken ſollen nach Hempel Durchflußbecken ſein. Das geklärte Waſſer wird durch ein Gemiſch aus Sand und Blauſtein gefiltert. Die Filter müſſen von Zeit zu Zeit, wie auch diejenigen des vorhergenannten Verfahrens, zur Erhaltung ihrer Leiſtungsfähigkeit außer Betrieb geſetzt werden. Ferner ſind noch anzuführen: Franks Vorſchläge der Verwendung des Torfes als Filtrationsmittel [23]; ſchon früher hatte Petri Torf, aber nicht mit durchſchlagendem Erfolg, bei der Klärung verwendet [3], [5], [12], [34]; das Verfahren von Oſtermann und Rienſch [4], [20]; die Klärung mittels geſchwelter Schlammkohle von Friedrich und Glaß [22]; der Klärungsapparat von Peſchges [30]; die Klärungsanlagen von Hans Reifert-Cöln nach Syſtem Dervaux und von A. L. G. Dehne, Halle a. S. (ſ. deren Kataloge); das Verfahren der Desinfektion ſtädtiſcher Abwäſſer durch Schwefelſäure [35], die Vorſchläge bei der Konkurrenz für die Preisaufgabe über die Klärung der Leipziger Schleuſenwäſſer [33], und das Eichenſche Verfahren [57], [59], [62], [119], bei welchem eine doppelte chemiſche Fällung in beſonders geſtalteten Klärbehältern mit nachfolgender Filterung des geklärten Waſſers erfolgt.

VI. Das biologiſche Verfahren.

Ein weſentlicher Fortſchritt in der Reinigung von Schmutzwäſſern, welche fäulnisfähige, ſtickſtoffhaltige Stoffe enthalten, iſt durch das in den letzten Jahren mehr und mehr zur praktiſchen Anwendung gekommene künſtliche biologiſche Reinigungsverfahren [40], [41], [46], [48], [54], [61], [65], [67], [70]—[72], [74], [76], [79]—[83], [86], [88], [93] [94] [97], [101], [102], [112], [113], [116], [118]—[120], [125], [126], [132]—[134], [136], [146], [147], [151], [152], [155], [156], [165], [171], [172], [183], [185] erreicht worden. Durch dieſes Verfahren können aus dem Schmutzwaſſer auch die gelöſten fäulnisfähigen Verbindungen derartig beſeitigt werden, daß dem Abwaſſer ſeine Fäulnisfähigkeit genommen wird. Der Keimgehalt des Abwaſſers wird jedoch auch durch dieſes Verfahren nicht durchgreifend beeinflußt, und inſofern ſteht das biologiſche Reinigungsverfahren hinter der Berieſelung (ſ. d.) und der intermittierenden Bodenfiltration zurück [109], [137], [138], [146], [158]—[160], [163], [166]. Bei der künſtlichen biologiſchen Reinigung muß das Schmutzwaſſer zunächſt einer gründlichen mechaniſchen Vorreinigung unterzogen werden. Ein längeres Verweilen des Waſſers in offenen oder geſchloſſenen Vorreinigungsräumen (Faulbecken) mit ſich bildender Schwimmdecke [87] bis zu 48 und mehr Stunden Dauer, wodurch eine Vorfaulung und Zerſetzung der organiſchen Stoffe unter Mitwirkung von Reduktionsbakterien (Anerobien) eintritt, fördert den weiteren eigentlichen biologiſchen Reinigungsvorgang bei gleichzeitiger Verminderung des ſich bildenden Schlammes (Faulverfahren). Dieſer letztgenannte Reinigungsvorgang ſpielt ſich in den ſogenannten biologiſchen Körpern ab. Dieſelben beſtehen in der Regel aus Kleinkoks oder Schlacken, am beſten Keſſel- oder Lokomotivſchlacken von beſtimmter Korngröße [93], [94], [172]. Beim Beſchicken dieſer Körper, in welchen ſich ein reiches organiſches Leben entwickelt, wird dieſes mit dem zu reinigenden Waſſer durch mechaniſche [147], [156], aber auch durch Abſorptions- und Oxydationsvorgänge [116], [141], [157], [172], [178], unter Mitwirkung von nitrifizierenden Bakterien (Anerobien) [63], [64], [110], mehr oder minder durchgreifend gereinigt. Bei ſtädtiſchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

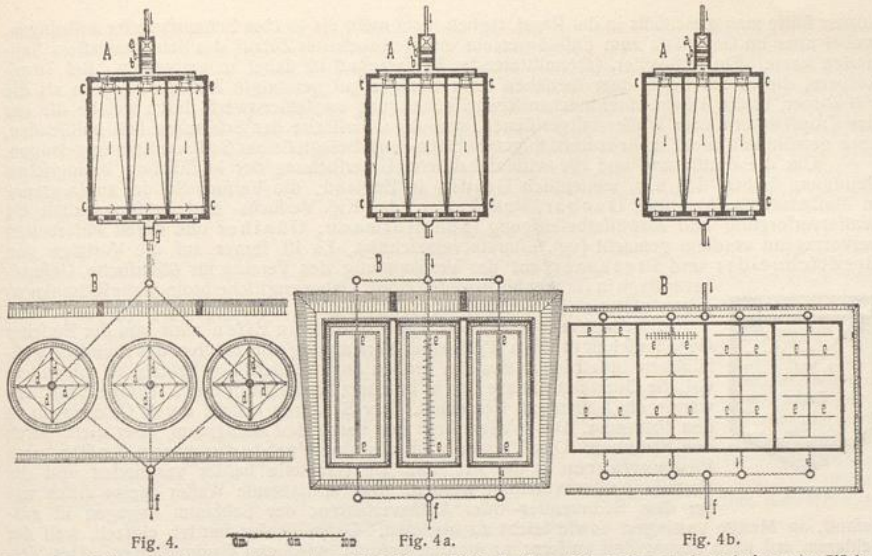
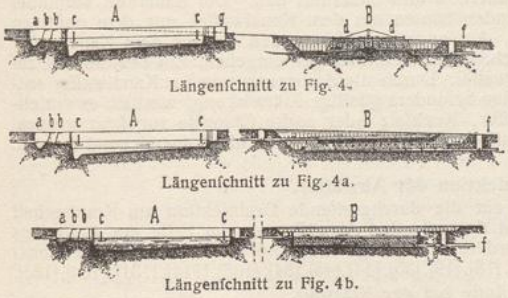


Fig. 4. Fig. 4a. Fig. 4b.

Fig. 4: Tropfſyſtem mit Waſſerverteilung durch Sprinkler; tägliche Leiſtung 0,5—1 cbm pro 1 qm beſprengter Fläche. Fig. 4a: Tropfſyſtem mit Waſſerverteilung durch eine Feinſchichtdecke; tägliche Leiſtung 0,5—1 cbm pro 1 qm Feinſchichtdecke. Fig. 4b: Füllſyſtem; tägliche Leiſtung 0,5—0,75 cbm pro 1 qm Füllkörperfläche. *A* Mechaniſche Vorklärung (Faulraum). *B* Biologiſche Oxydationskörper. *a* Sandfang für grobe Sinkſtoffe. *b* Siebe oder Gitter für gröbere Schwimm- und Schwebeſtoffe. *c* Tauchwände zur beſſeren Strömungsverteilung und Zurückhaltung der Schwimmſtoffe. *d* Sprinkler- oder Beſprengarme. *e* Waſſerverteilrinnen. *f* Abfluß des gereinigten Waſſers. *g* Raum für eine Vorrichtung zur ſtoß- oder abſatzweiſen Beſchickung der Tropfkörper.



Längenſchnitt zu Fig. 4.

Längenſchnitt zu Fig. 4a.

Längenſchnitt zu Fig. 4b.

Schmutzwäſſern kann hierbei bezüglich der gelöſten oxydierbaren Subſtanzen eine Abnahme des Oxydationsgrades um 60—80% und mehr bewirkt werden. Weſentlich iſt es, daß in die biologiſchen Körper (auch Oxydationskörper, Oxydationsfilter und Brockenkörper [156] genannt) reichlich Luft zutreten kann, wodurch allein eine Gewähr dafür gegeben iſt, daß die in denſelben zurückgehaltenen Schmutzſtoffe zerſetzt, mineraliſiert und löslich gemacht werden, ſo daß ſich die Körper von dieſen Stoffen immer wieder reinigen und eine Verſchlammung vermieden wird.

Wo beſonders ſorgfältige Reinigung erforderlich iſt, ſollten zwei Abteilungen biologiſcher Körper hintereinander geſchaltet werden, ſo daß eine zweimalige biologiſche Behandlung erfolgt. Wird in einen von dichten Wänden umgebenen biologiſchen Körper von in der Regel 1—1,3 m Höhe das Waſſer eingefüllt (Verteilungsrinnen), dies hierauf 1—3 Stunden ruhig ſtehen gelaſſen und dann in einer etwa ½—1 ſtündigen Entleerungszeit zum Ausfluß gebracht, ſo haben wir es mit einem ſogenannten Füllkörper zu tun, und man ſpricht vom künſtlichen biologiſchen Füllverfahren. Wird das Waſſer jedoch, im Gegenſatz zu dem — aus Kleinmaterial von 3—15 mm Korngröße beſtehenden — Füllkörper über einen aus Stücken von Grobſchlacke von Hühnerei- bis Straußeneigröße, oder von Koks u. dergl. beſtehenden biologiſchen Körper derart aufgebracht, daß es tropfenweiſe verteilt durch den 1—2,5 m, im Mittel 1,5 m hohen Körper hindurchſickert, ſo ſpricht man vom künſtlichen biologiſchen Tropfverfahren (Tropfkörper). Die tropfenweiſe Verteilung des Waſſers auf den Tropfkörper läßt ſich entweder durch infolge Antriebes oder ſelbſttätig kreiſende, gelochte Rohre (Sprinkler) [99], [177], ferner durch vor- und rückwärts bewegte gelochte Rinnen [184] oder durch beſonders konſtruierte Tropfrinnen (Stoddard-Rinnen) [98] oder auch, wie es Dunbar empfohlen hat, dadurch bewerkſtelligen, daß unter Anordnung einer vermittelnden Zwiſchenſchicht auf den Tropfkörper eine Feinſchlackenſchicht von 0,30—0,50 m Stärke aufgebracht wird, welche dem Durchfluß des aufſtrömenden und durch Rinnen verteilten Waſſers ſo viel Widerſtand entgegenſetzt, daß das Waſſer unter geringer Anſtauung ſich gleichmäßig auf der Oberfläche des Feinmaterials verbreitet und durch dasſelbe hindurchſickernd, die darunter liegenden Schichten gleichmäßig durchtropft. In Fig. 4, 4a und 4b ſind die genannten drei biologiſchen Reinigungsverfahren bei etwa 500 cbm täglicher Leiſtung dargeſtellt. — Gegen Ueberlaſtung ſind die biologiſchen Anlagen ſehr empfindlich. Der Reinigungseffekt geht dann raſch zurück. Man ſollte unter mittleren Verhältniſſen 1 cbm Füllkörper täglich mit nicht mehr als ½ cbm gewöhnlichen Schmutzwaſſers bei täglich zwei, mit möglichſt langen Zwiſchenpauſen voneinander getrennten Füllungen belaſten. Auf 1 cbm Tropf-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

körper sollte man gleichfalls in der Regel täglich nicht mehr als $^1/_2$ cbm Schmutzwasser aufbringen, wobei aber im Gegensatz zum Füllkörper ein ununterbrochener Zulauf des Schmutzwassers stattfinden kann. Ein stoßweiser, intermittierender Wasserzulauf ist dabei zu empfehlen. Bei Tropfkörpern, die in der Regel dem Aussehen nach weniger gut gereinigte Abflüsse ergeben als die Füllkörper, ist die Anlage einer mechanischen Nachklärung empfehlenswert, durch welche die aus den Tropfkörpern vom Wasser mitgerissenen, von der Oberfläche der Schlacken sich ablösenden, aber gewöhnlich nicht mehr fäulnisfähigen Schleim- und Belagteile zur Sedimentierung gelangen.

Um die Einführung und die wissenschaftliche Untersuchung der künstlichen biologischen Reinigung haben sich u. a. namentlich Dibdin in England, die Versuchsstation zu Lawrence in Massachusetts (Amerika), Dunbar, Proskauer, die Kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung (Schmidtmann, Günther und deren Mitarbeiter) hervorragend verdient gemacht (vgl. Literaturverzeichnis). Es ist ferner auf die Vorträge von Bredtschneider und Proskauer auf der Versammlung des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Danzig hinzuweisen [156]. Ueber englische biologische Kläranlagen geben näheres [71], [101], [126], [152], [155]. S. a. [133], [134], [136], [151].

Fig. 5.

Ein neues Verfahren nach Imhoff in Essen wird von der Emscher Genossenschaft in Essen [129] (einer Vereinigung von Städten des rheinisch-westfälischen Industriegebietes) im großen angewendet. Das Prinzip ist folgendes: vgl. die Querschnittskizze Fig. 5. In einem Faulraum ist durch schräge Zwischenwände ein Absitzraum hergestellt. Der Schlamm rutscht durch Oeffnungen in den Faulraum. Das Wasser fließt nur durch den Absitzraum, aber nicht durch den Faulraum. Das Verfahren ist also eine Verbindung von Absitz- und Faulverfahren in der Art, daß die Nachteile beider vermieden und die Vorteile beider vereinigt werden. Das abfließende Wasser bleibt frisch wie bei dem Sedimentier- oder Absitzverfahren; der Schlamm dagegen ist ausgefault, an Menge verringert sowie leicht zu trocknen. Dabei ist der Betrieb einfach, weil der Schlamm erst nach langer Zeit entfernt zu werden braucht, wie beim Faulverfahren. Das Verfahren kann sowohl als selbständiges mechanisches Klärsystem als auch in Verbindung mit biologischen Körpern zur Ausführung gebracht werden.

VII. Elektrisches Verfahren.

Bei dem elektrischen Klärungsverfahren wird ein schwacher Strom von einigen Volt Spannung durch das Kanalwasser geleitet, wobei Eisenplatten als Elektroden dienen. Hierbei findet bekanntlich Wasserzersetzung in Wasserstoff und Sauerstoff statt. Der Sauerstoff verbindet sich in Gemeinschaft mit den hinzutretenden Säuren aus dem Kanalwasser mit dem positiven Elektrodenmetall zu unlöslichen Oxyden. Am negativen Pol werden die aus dem Kanalwasser scheidenden Basen gesammelt, die weitere chemische Verbindungen eingehen. Ein Teil der elektrolytischen Gase durchlüftet auch das Kanalwasser. Durch die Zersetzung von im Kanalwasser enthaltenen Chlorverbindungen ergibt sich eine besonders günstige Klärwirkung, weshalb es vorteilhaft ist, wenn dem Kanalwasser Meerwasser, Kochsalz oder andre Chloride zugesetzt werden. Das Verfahren stellt sich teurer als die chemische Klärung und ist noch nicht ausreichend erprobt. Näheres vgl. [3]—[5], [12], [36]—[38], [107].

VIII. Desinfektion der Abwässer.

In neuerer Zeit wird großer Wert auf die durchgreifende Desinfektion am Krankenbett gelegt und in der Regel eine Desinfektion der gesamten Abwässer nur im Falle des Auftretens einer Typhus- oder Choleraepidemie gefordert. Als geeignetstes und wirksamstes Desinfektionsmittel wird Chlorkalk empfohlen. Näheres s. [18], [19], [35], [44], [45], [84], [108], [114], [131], [164], [183].

IX. Rückstände bei der Klärung.

Die Beseitigung des Rückstandes der Sandfang- und Siebanlagen bietet in der Regel keine Schwierigkeiten, da es sich nicht um große Mengen handelt und die Stoffe gewöhnlich zu brauchbarem Kompostdünger verarbeitet werden können [4], [5], [12], [20]. Eine wenig gelöste Frage ist dagegen diejenige der Verwendung des in großen Mengen sich ergebenden Klärschlammes. Aus 1 cbm Kanalwasser ergeben sich je nach der Beschaffenheit desselben und der verwendeten Klärungsmittel 4—10 l Schlamm bei durchschnittlich 90 % Wassergehalt. Der Dungwert dieses Schlammes ist außerordentlich gering, und nur bei besonders billiger Transportgelegenheit ist die Verwendung als Dünger einigermaßen lohnend. Es kommen folgende Schlammbeseitigungsarten in Betracht: das Pumpen des Schlammes von der Kläranlage nach besonderen Schlammgruben und spätere Abfuhr des ausgetrockneten Schlammes (auf Schienengleisen) behufs Düngung oder zwecks Erhöhung wertloser Terrains (Wiesbaden, Frankfurt), Fortpumpen auf durchlässigen Untergrund, Abtrocknen und Unterpflügen des Schlammes; Fortpumpen oder Schiffstransport (Frankfurt) des Schlammes nach größeren landwirtschaftlichen Bezirken, woselbst Schlammreservoire aufgestellt sind, von welchen aus der dünnflüssige Schlamm auf Feldbahngleisen durch Rollwagen auf die Felder ausgefahren wird; Verarbeitung des Schlammes in Filterpressen zu festen Scheiben oder Tafeln (Halle); Formen des entwässerten Schlammes zu Schlammziegeln, die nach dem Trocknen zu Pulver zerkleinert und als Dünger benutzt werden, wo die landwirtschaftlichen Verhältnisse dies gestatten; Brennen der Filtertafeln oder Schlammziegel gemeinschaftlich mit dem Hauskehricht in Kehrichtverbrennungsanlagen. Ein weiteres Verfahren besteht in dem Zusatz von Ton zum Klärschlamm, Abtrocknen und Brennen desselben behufs Erzeugung von Portlandzement (Scottsches Verfahren); auch unvermischter oder unter Zusatz von Magerkalk präparierter Klärschlamm kann nach erfolgter Entwässerung bei geeigneter Behandlung zu einem brauchbaren hydraulischen Kalk gebrannt werden (Verfahren von W. Bruch-Wiesbaden, D.R.P. Nr. 75835). Es ist auch eine Teilung der Klärung in eine mechanische Klärung, wobei der Schlamm frei von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Chemikalien, besonders von größeren Kalkmengen ist und höheren Dungwert aufweist, und in eine chemische Klärung empfohlen worden, deren Rückstände durch Brennen zu einem geeigneten Bau- oder Mörtelmaterial verwandelt werden. Die Schlammbeseitigung ist die schwierigste Aufgabe bei jeder Klärungsanlage; sie kann nur unter Berücksichtigung der Lokalverhältnisse in hygienischer und agrikulturchemischer Hinsicht gelöst werden. Die Wahl des Klärsystems steht mit der Schlammbeseitigungsmethode in enger Beziehung [3]—[5], [20]. Vgl. a. [42], [59], [91], [121], [128], [161], [162], [169], [170], [181]. — An dieser Stelle ist auch der Fettgewinnung aus dem Klärschlamm zu gedenken [89], [104], [122], [149]. Ein neues Klärverfahren von Kremer hat sich namentlich auch die Fettabsonderung aus dem Schmutzwasser auf mechanischem Wege zur Aufgabe gestellt [127], [171].

X. Die Anlagekosten

einer Kläranlage für Kanalwasser einschließlich der Schlammunterbringung betragen für den Tageskubikmeter zu reinigenden Abwassers zwischen 18 bis 36 ℳ. oder durchschnittlich etwa 25 ℳ. und auf den Kopf der Bevölkerung eines Entwässerungsgebietes 4—8 ℳ. oder durchschnittlich 6 ℳ. Die jährlichen Betriebskosten einschließlich Verzinsung und Amortisation betragen im Mittel 1,5—1,7 ₰ für den Kubikmeter und 0,50—1,70 ℳ., durchschnittlich 1 ℳ. für den Kopf und das Jahr. Diese Zahlen beziehen sich bezüglich der Anlagekosten auf gut durchgeführte mechanische und chemische Kläranlagen; die angegebenen auf mechanische Klärung sich beziehenden jährlichen Betriebskosten erhöhen sich bei chemischer Klärung durchschnittlich um 0,20—0,50 ℳ. für den Kopf. Biologische Kläranlagen erfordern für den Kopf der Bevölkerung 10—15 ℳ. Baukosten; auf einen Tageskubikmeter bei kleinen Anlagen 200—150 ℳ., bei mittleren Anlagen 175—120 ℳ. und bei ganz großen Anlagen etwa 120—100 ℳ., unter sehr günstigen Umständen heruntergehend bis zu 75 ℳ. Die Betriebskosten — ohne Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten — sind zu 0,25—0,60 ℳ. auf den Kopf der Bevölkerung jährlich anzuschlagen.

XI. Kleinere Klärungsanlagen für Schmutzwässer

sind am vorteilhaftesten in Brunnenform oder nach Röckner-Rothe auszuführen. Auch das Verfahren von Hulwa ist für derartige Anlagen zur Ausführung gebracht [3], S. 324, und [5]. Aber auch das biologische Verfahren ist in neuester Zeit für kleinere Anlagen namentlich zur Reinigung der Abwässer von Krankenhäusern, Genesungsheimen, Heilstätten, Kasernen, Gefängnissen, Truppenübungsplätzen, Hotels, Kuranstalten häufig angewendet worden und scheint nach und nach alle andern Reinigungsverfahren, ausgenommen die natürlichen biologischen Reinigungsarten: intermittierende Bodenfilterung und -berieselung, zu verdrängen. Vgl. a. [93], [119], [120], [123], [172].

XII. Die Klärung von Fabrik- und Industrieabwässern.

Für die Klärung von Fabrik- und Industrieabwässern kommen sinngemäß die gleichen baulichen Anlagen und Betriebseinrichtungen wie bei der Klärung von städtischen Abwässern zur Benutzung. Wesentlich hierbei ist die Wahl der Klärungsmittel, welche, wo es sich um solche Abwässer handelt, die frei von pathogenen Keimen sind, einzig und allein nach chemischen Gesichtspunkten zu erfolgen hat [1], [2], [14], [15], [27], [29], [73], [90], [105], [106], [119]; vgl. a. Flußverunreinigung. Ob das biologische Reinigungsverfahren Anwendung finden kann, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Es ist im allgemeinen nur bei solchen Fabrikabwässern am Platze, die durch organische Stoffe verunreinigt sind und nicht stark sauer reagieren. Im letzteren Fall ist zu untersuchen, ob es durch Neutralisierung gelingt, eine der biologischen Reinigung zugängliche Flüssigkeit zu erhalten. Die Errichtung biologischer Versuchskläranlagen ist im Zweifelsfalle zu empfehlen. — Vgl. a. Ablagerungsbassin, Abwasser, Berieselung, Flußverunreinigung, Wasserreinigung.

Literatur: [1] König, Ueber die Prinzipien und die Grenzen der Reinigung von Schmutzwässern, Berlin 1885. — [2] Derf., Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen, nebst Mitteln zur Reinigung von Schmutzwässern, Berlin 1887. — [3] Vogel, Die Verwertung der städt. Abfallstoffe, Berlin 1896. — [4] Behring, Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten, hygienischer Teil von Brix, Leipzig 1894. — [5] Baumeister, R., Städt. Straßenwesen u. Städtereinigung, Berlin 1890. — [6] Lepsius, Ueber den Erfolg verschiedenartiger Klärmethoden, zur Reinigung des Sielwassers in den Kläranlagen zu Frankfurt a. M., Deutsche Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1891, S. 230. — [7] Hübner, W., Ueber Kanalwasserreinigung durch einfaches Sedimentieren u. s. w., Inauguraldissertation, München 1893. — [8] Brix, J., Die Kanalisation von Wiesbaden, Wiesbaden 1887. — [9] Deutsche Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1889: Lindley, Mitteil. über die Frankfurter Kläranlage. — [10] Marx, Die Kläranlage für die Kanalisation in Dortmund, Deutsche Bauztg. 1888, S. 30. — [11] Reinigung des Kanalwassers nach Röckner-Rothe, ebend. 1884, S. 492; Gef.-Ing. 1884, S. 569; Deutsche Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1886, S. 261. — [12] Frühling, Wasserversorgung und Entwässerung der Städte, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 3. — [13] Besprechung der Kanalwasserreinigung nach Müller-Nahnsen, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1886, S. 378. — [14] Fischer, F., Die menschlichen Abfallstoffe, ihre praktische Beseitigung und ihre landwirtschaftl. Verwertung, Braunschweig 1882. — [15] Derf., Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung, 3. Aufl., Berlin 1902. — [16] Weigmann, Die Wirkung des Aetzkalkes bei der Reinigung der Abwässer, Gef.-Ing. 1890, S. 317. — [17] Zeitschr. f. Hygiene 1891, Bd. 10, S. 111, Untersuch. von Proskauer und Nocht. — [18] Pfuhl, Die Desinfektion der städt. Abwässer mit Kalk, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 12, Heft 4. — [19] Hüppe, Einige Gesichtspunkte für die hygienische Beurteilung von Kläranlagen, Archiv f. Hygiene, Bd. 9. — [20] Pfeiffer, A., Verwaltungshygiene, Berlin 1895, S. 55. — [21] Gef.-Ing. 1896, S. 193, Berger, Schwimmstoffabscheider für Kanalwasserreinigungsanlagen. — [22] Ebend., S. 244, Friedrich und Glaß, Abwasserreinigungsverfahren mittels geschwelter Schlammkohle; ebend., S. 319, Kritik dieses Verfahrens von J. Braun. — [23] Ebend., S. 345 und 361, Frank, G., Reinigung städt. Abwässer durch Torffiltration. — [24] Ebend., S. 389, Geschwind,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber die Reinigung der Abwäſſer. — [25] Ebend., S. 391, Klärung der Abwäſſer in Potsdam und Pankow. — [26] Marx, Die Einrichtungen zur Reinigung ſtädt. Abwäſſer, und König, Die Reinigung ſtädt. Kanalwäſſer, Zentralbl. f. allgem. Geſundheitspflege, Bonn 1887. — [27] Deutſche Bauztg. 1887, S. 218, Die Klärungsanlagen der Stärkefabrik in Salzuflen. — [28] Ebend. 1891, S. 80. — [29] Ebend. 1892, S. 390, Die Klärungsanlagen der Stärkefabrik in Salzuflen. — [30] Ebend. 1895, S. 426, Neuer Klär- und Reinigungsapparat von H. Peſchges. — [31] Mitteil. f. d. Gewerbeverein f. Naſſau, Wiesbaden 1894, S. 214. — [32] Geſ.-Ing. 1894, S. 367, Die Behandlung der Abwäſſer mittels Ferrozone und Polarite. — [33] Ebend., S. 90, Hofmann, Thiem und Marx, Bericht des Preisgerichts, Die Arbeiten über die Preisaufgabe „Klärung der Leipziger Schleuſenwäſſer“ betr. — [34] Reinigung der Kanalwäſſer nach Petri, Geſ.-Ing. 1882, Nr. 13. — [35] Stutzer und Burri, ſowie Iwanoff, Desinfektion der ſtädt. Abwäſſer mit Schwefelſäure, Zeitſchr. f. Hygiene, Bd. 14 und 15. — [36] Röchling, Geſ.-Ing. 1892. — [37] Heuſer, Elektriſche Reinigung ſtädt. Kanalwäſſer, Deutſche Bauztg. 1890, S. 134. — [38] Geſ.-Ing. 1895, S. 115, Droſon, Elektrolytiſche Reinigung des Waſſers; ebend., S. 180, Hermites elektrolytiſches Verfahren; S. 302, Der Hermiteprozeß. — [39] Hempel, Neuere engliſche Kanaliſationsanlagen, Berlin 1893. — [40] Zentralbl. d. Bauverwalt., Die bakteriologiſche Klärung der Abwäſſer in England, 1897. — [41] Dibdin, W. B., The purification of sewage and water, London 1897. — [42] Brix, J., Ueber die Klärung ſtädt. Abwäſſer, Zentralbl. f. allgem. Geſundheitspflege 1898. — [43] Schmidtmann, Ueber den gegenwärtigen Stand der Städtekanaliſation und der Abwäſſerreinigung, Vierteljahrſchrift f. gerichtl. Medizin und öffentl. Sanitätsweſen, 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, Berlin 1898. — [44] Proskauer und Elsner, Ueber die hygieniſche Unterſuchung des Kohlebreiverfahrens zur Reinigung von Abwäſſern, ebend., 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [45] Dunbar und Zirn, Beitrag zur Frage über die Desinfektion ſtädt. Abwäſſer, ebend., 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [46] Moore, C. S., Sanitary Engineering, London 1898. — [47] Wiebe, Klärung der Eſſener Abwäſſer mittels des Degenerſchen Kohlebreiverfahrens, Techn. Gemeindebl. 1898, Nr. 12. — [48] Schweder, Die Verſuchsanlage zur Reinigung ſtädt. Abwäſſer in Groß-Lichterfelde, Sonderabdruck aus der „Geſundheit“ 1898. — [49] Weyl, Flußverunreinigung, Klärung der Abwäſſer, Selbſtreinigung der Flüſſe, Jena 1897. — [50] Rafter und Baker, Sewage disposal in the United States, London 1894. — [51] Vogel, Das Kohlebreiverfahren zur Klärung von Abwäſſern, Berlin 1899. — [52] Schmidtmann und Proskauer, Der Stand der Städtereinigungsfrage, Berlin 1897. — [53] König, Die Verunreinigung der Gewäſſer und die Reinigung von Trink- u. Schmutzwäſſern, 2. Aufl., Berlin 1899. — [54] Bruch, Das biologiſche Verfahren zur Reinigung von Abwäſſern, Berlin 1899. — [55] Degener, Die modernen Verfahren zur Reinigung von Abwäſſern, Leipzig 1899. — [56] Derſ., Das Kohlebreiverfahren, „Geſundheit“ 1899. — [57] Schmidtmann, Gutachten, betreffend Städtekanaliſation und neue Verfahren für Abwäſſerreinigung, Vierteljahrſchrift f. gerichtl. Medizin und öffentl. Sanitätsweſen, 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [58] Rubner und Virchow, Gutachten über die Reinigung der Kanaliſationswäſſer der Stadt Hannover, ebend., 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [59] Brix, J., Das Eichenſche Verfahren, ebend., 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [60] Fränckel, Die mechaniſche Reinigung der Kanalwäſſer in Marburg a. L., ebend., 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [61] Schmidtmann, Proskauer, Elsner, Wollny und Baier, Bericht über die Prüfung der von den Firmen Schweder & Co. und E. Merten & Co. bei Groß-Lichterfelde errichteten Verſuchsreinigungsanlage für ſtädt. Spüljauche, ebend., 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [62] Proskauer und Elsner, Bericht über die Ergebniſſe der bisherigen Prüfung der Verſuchskläranlage Syſtem Eichen, ebend., 3. Folge, Suppl.-Heft, 1898. — [63] Winogradski und Omelianski, L'influence des substances organiques sur le travail des microbes nitrificateures, Arch. des sciences biol. 1899. — [64] Omelianski, Sur la nitrification de l'azote organique, ebend. 1899. — [65] Dunbar, Die Behandlung ſtädt. Spüljauche mit beſonderer Berückſichtigung neuer Methoden, Referat auf der 23. Verſammlung des Deutſchen Vereins f. öffentl. Geſundheitspflege zu Cöln, Deutſche Vierteljahrſchrift f. öffentl. Geſundheitspflege 1899, Bd. 38, 1. Heft. — [66] Röchling, Die Behandlung ſtädt. Spüljauche mit beſonderer Berückſichtigung neuer Methoden, Korreferat auf der 23. Verſammlung des Deutſchen Vereins f. öffentl. Geſundheitspflege zu Cöln, ebend. 1899, Bd. 38, 1. Heft. — [67] Dunbar, Zur Frage über die Natur und Anwendbarkeit der biolog. Abwäſſerreinigungsanlage, insbeſondere des Oxydationsverfahrens, ebend. 1899, Bd. 38, 4. Heft. — [68] Bock und Schwarz, Bericht über Verſuche zur mechaniſchen Klärung der Abwäſſer der Stadt Hannover, Vierteljahrſchrift f. gerichtl. Medizin und öffentl. Sanitätsweſen, 16. Suppl.-Heft, 1898. — [69] Höpfner und Paulmann, Die Schmutzwaſſerreinigungsanlage der Stadt Caſſel, ebend., 16. Suppl.-Heft, 1898. — [70] Heuſer, C., Die Einführung des bakteriologiſchen Reinigungsverfahrens zur Reinigung der Schmutzwaſſer der Stadt Mancheſter, Techn. Gemeindebl. 1900. — [71] Brix, J., Beſichtigung engl. Kläranlagen, welche mit Oxydationsfiltern ohne Anwendung von Chemikalien arbeiten, „Geſundheit“ 1900. — [72] Müllenbach, Zur Frage der natürlichen Abwaſſerreinigung, ebend. 1900. — [73] Kröhnke, Die Reinigung des Waſſers für häusliche und gewerbliche Zwecke, Sammlung chemiſcher und chemiſch-techniſcher Vorträge, Bd. 5, Stuttgart 1900. — [74] Brix, J., Neues über das biolog. Abwaſſerreinigungsverfahren, „Geſundheit“ 1900. — [75] Kröhnke, Entwicklung und Weſen des Kohlebreiverfahrens, ebend. 1900. — [76] Müllenbach, Zur Frage der natürlichen Abwaſſerreinigung, ebend. 1900, Referat über Rideals Abhandlung über biolog. Abwaſſerreinigung, Feildens Magazine, Bd. 2, Nr. 6 und 7, 1900. — [77] Degener, Das Kohlebreiverfahren, 2. Teil, „Geſundheit“ 1900. — [78] Schmidtmann, Gutachten, betr. Städtekanaliſation und Verfahren für Abwäſſerreinigung, Vierteljahrſchr. f. ger. Medizin u. öffentl. Sanitätsweſen, 3. Folge, 16. Suppl.-Heft, 1900. — [79] Dunbar, Beitrag zur Kenntnis des Oxydationsverfahrens für die Reinigung ſtädt. Abwäſſer, ebend., 16. Suppl.-Heft, 1900. — [80] Dunbar u. Zirn, Beitrag zur Beurteilung der Anwendbarkeit des Oxydationsverfahrens für die Reinigung ſtädt. Abwäſſer, ebend., 16. Suppl.-Heft, 1900. — [81] Schmidtmann, Proskauer, Elsner, Baier, Thieſing, Bericht über die an der Verſuchskläranlage für ſtädt. Abwäſſer auf der Pumpſtation Charlotten-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

burg angeſtellten Verſuche, ebend., 16. Suppl.-Heft, 1900. — [82] Schmidtmann, Proskauer und Stoof, Bericht über den Abbruch der Groß-Lichterfelder Verſuchsreinigungsanlage für ſtädt. Spüljauche und die hierbei gemachten Beobachtungen, ebend., 16. Suppl.-Heft, 1900. — [83] Schmidtmann, Rückblick auf den Stand der Städteaſſanierung im verfloſſenen Jahr, insbeſondere der Abwäſſerreinigung, und Ausblick auf die vorausſichtliche Weiterentwicklung, ebend., 16. Suppl.-Heft, 1900. — [84] Hueppe, Einige Geſichtspunkte für die hygieniſche Beurteilung der ſtädt. Kanalwäſſer von Kläranlagen, Archiv f. Hygiene, Bd. 9. — In Schmidtmann und Günther, Mitteil. aus der Kgl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung, Berlin 1902, 1. Heft, finden ſich u. a.: [85] Kolkwitz und Marſſon, Grundſätze für die biologiſche Beurteilung des Waſſers nach ſeiner Flora und Fauna. — [86] Emmerling, Beitrag zur Kenntnis der Reinigungseffekte in den Filtern beim biolog. Abwäſſerreinigungsverfahren. — [87] Derſ., Unterſuchung über die Beſtandteile der Schwimmſchicht und ihr Entſtehen auf den Abwäſſern in den Faulbaſſins biolog. Anlagen. — [88] Thumm, Beitrag zur Kenntnis des ſogenannten biolog. Verfahrens, insbeſondere die bei der Herſtellung und dem Betrieb biolog. Anlagen zu beobachtenden allgemeinen Geſichtspunkte. — [89] Höpfner und Paulmann, Ueber die Verarbeitung der Rückſtände aus der Schmutzwaſſerreinigungsanlage der Stadt Caſſel. — [90] Abwaſſerreinigung und Rückſtandverwertung mit der Separatorſcheibe, Patent Rienſch, in der Zuckerfabrik Wolmirſtedt. — [91] Allgemeine Städtereinigungsgeſellſchaft Berlin-Wiesbaden, Das Projekt für die Kanaliſation der Stadt Königshütte, Leipzig 1904. — [92] Kröhnke, Ueber Spülabortgruben, „Geſundheit" 1901. — [93] Thumm, Beitrag zur Kenntnis des ſogenannten biolog. Verfahrens, insbeſondere die bei der Herſtellung und dem Betrieb biolog. Abwaſſerreinigungsanlagen zu beobachtenden allgemeinen Geſichtspunkte, Mitteil. aus der Kgl. Verſuchs- und Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung, 1902, 1. Heft. — [94] Dunbar und Thumm, Beitrag zum derzeitigen Stande der Abwäſſerreinigungsfrage, mit beſonderer Berückſichtigung des biolog. Reinigungsverfahrens, München und Berlin 1902. — [95] Monti, Unterſuchungen über die Schwimm- und Schwebeſtoffe des Berliner Sielwaſſers, Archiv f. Hygiene 1902, Bd. 46, 2. Heft. — [96] Kolkwitz und Marſſon, Grundſätze für die biolog. Beurteilung des Waſſers nach ſeiner Flora und Fauna, Mitteil. der Kgl. Verſuchs- und Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung 1902, 1. Heft. — [97] Freund und Uhlfelder, Bericht über die Verſuche der Stadt Frankfurt a. M. über die Klärung der Abwäſſer in Oxydationsfiltern, Deutſche Vierteljahrſchrift für öffentl. Geſundheitspflege 1902. — [98] Günther, Ueber das Stoddartſche Verfahren der Abwaſſerzuführung auf die Oxydationsfilter, nach dem Engineering, Bd. 72, Nr. 1876; Techn. Gemeindebl. 1902, S. 301. — [99] Eſchenbrenner, Mitteil. über Candys Automatic Revolving Sprinkler, Geſ.-Ing. 1902, S. 1. — [100] Günther, Bericht über den Vortrag von G. J. Fowler über die Entwäſſerung und Abwaſſerreinigung von Mancheſter, Techn. Gemeindebl. 1902, S. 257. — [101] Kinicutt, Bericht über den Stand der Abwaſſerreinigungsfrage in England (Eng. Rec. 1902, Referat), Techn. Gemeindebl. 1902, S. 222. — [102] Fränkel, C., Vortrag über die Reinigung ſtädt. Abwäſſer, insbeſondere mit Hilfe des biolog. Verfahrens, Techn. Gemeindebl. 1902, S. 150. — [103] Weyl, Beſprechung der Anlage zur mechaniſchen Reinigung der Abwäſſer in Ohrdruf und in Wiesbaden, Geſ.-Ing. 1902, Nr. 21 u. 24. — [104] Berthold, Abhandlung über die Frage der Fettgewinnung aus Abwäſſerſchlamm, Zeitſchr. für angewandte Chemie 1902, 49. Heft. — [105] Hollmann, Verfahren zur Reinigung der Abwäſſer der Kartoffelſtärkefabriken, Deutſche landwirtſchaftl. Preſſe 1902, Nr. 2. — [106] Knöfel, Verfahren zur Herſtellung eines Düngemittels aus den Abwäſſern der Sulfitcelluloſefabriken, Chemikerztg. 1902, Nr. 21. — [107] Koſchmieder, Vorſchlag zur Reinigung der Abwäſſer auf elektrolytiſchem Wege, „Geſundheit" 1902, S. 498. — [108] Erlwein, Ueber Ozoniſierungsverſuche mit Abwäſſern, Techn. Gemeindebl. 1902, S. 295. — [109] Dünkelberg, Technik der Reinigung ſtädt. und induſtrieller Abwäſſer durch Berieſelung und Filtration, Braunſchweig 1900. — [110] Schultz-Schultzenſtein, Ueber die nitrifizierenden Mikroorganismen der Filterkörper biolog. Abwäſſerreinigungsanlagen, Mitteil. d. Kgl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung 1903, 2. Heft. — [111] Geuſen und Loock, Beitrag zur mechaniſchen Reinigung von Kanalwaſſer; Bemerkungen zur Kanaliſation von Düſſeldorf, ebend., 1903, 2. Heft. — [112] Thumm und Pritzkow, Verſuche über die Reinigung der Abwäſſer von Tempelhof bei Berlin durch das biolog. Verfahren, Mitteil. der Kgl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung u. Abwaſſerbeſeitigung 1903, 2. Heft. — [113] Zahn, Weitere Verſuche über die Reinigung des Charlottenburger Abwaſſers auf der Pumpſtation Weſtend durch das biolog. Verfahren, Mitteil. der Kgl. Verſuchs- u. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung u. Abwäſſerbeſeitigung 1903, 2. Heft. — [114] Schultz, Modifizierte Chlorbeſtimmung f. d. Abwaſſerdesinfektion mittels Chlorkalk, Zeitſchr. f. angew. Chemie 1903, 35. Heft. — [115] Noll, Der Einfluß des deſtillierten Waſſers auf die Beſtimm. der Oxydierbarkeit des Trink- u. Abwaſſers mittels Permanganatlöſung, ebend., 31. Heft. — [116] Kattein und Lübbert, Zur Bedeutung der Abſorptionsvorgänge bei der biolog. Abwaſſerreinigung, Geſ.-Ing. 1903, Nr. 25. — [117] Städt. Tiefbauamt Frankfurt a. M., Das ſtädt. Tiefbauweſen in Frankfurt a. M., 1903. — [118] Dunbar, Zur Beurteilung der biolog. Abwäſſerreinigungsmethoden, Geſ.-Ing. 1903, Nr. 33, 34. — [119] Schmidt, Der heutige Stand der Abwäſſerklärungsfrage, „Geſundheit" 1903. — [120] Kröhnke, Ueber kontinuierlich arbeitende Oxydationsverfahren bei der Abwaſſerreinigung, ebend. 1903. — [121] Koſchmieder, Die Verwertung des Schlammes von Kläranlagen für Abwäſſer, ebend. 1903. — [122] Paulmann, Die Klärſchlammverwertungsanlage in Caſſel, ebend. 1903. — [123] Geißler, Die Kläranlage für den Truppenübungsplatz Pofen, ebend. 1903. — [124] Steuernagel, Die Sedimentierung der ſuspendierten organ. Subſtanzen des Kanalwaſſers und ihr Einfluß auf die mechaniſche Klärung in Flachbetten, ebend. 1903. — [125] Müllenbach, Aus der Praxis der Abwaſſerreinigung, 1903. — [126] Bredtſchneider und Thumm, Die Abwaſſerreinigung in England, Mitteil. der Kgl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwaſſerreinigung 1904, 3. Heft. — [127] Hoffmann, Ein neues Klärverfahren für ſtädt. Abwäſſer mit gleichzeitiger Fettgewinnung (Kremerſches Verfahren), „Geſundh." 1904. — [128] Göhring,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beiträge zur Reinigung von ſtädt. und Fabrikabwäſſern mit neuer Schlammverwertung, ebend 1904. — [129] Middeldorf, Entwurf zur Regelung der Vorflut und Abwaſſerreinigung im Emſcher Gebiet, Eſſen 1904. — [130] Dunbar, Standards of Purity for Sewage effluents, London of the Royal Sanitary Inst., Bd. 25, 3. Teil 1904. — [131] Dunbar und Korn, Zur Desinfektion von Abwäſſern mit gleichzeitiger Reinigung derſelben, Geſ.-Ing. 1904, Nr. 2. — [132] Wuttke, Die deutſchen Städte, Bd. I Text, Bd. 2 Abbildungen, Leipzig 1904. — [133] Büſing, Die Städtereinigung, Bd. 3 Der Städtebau, Stuttgart 1901. — [134] Tudichum, Bacterial treatement of sewage, London. — [135] Geuſen und Lißner, Die Kanaliſationsanlage Düſſeldorfs, Sonderabdruck aus „Düſſeldorf und ſeine Bauten", Düſſeldorf 1904. — [136] Sewage treatement in Great Britain and some comparisons with practice in the United States, Engin. News, Bd. 52, S. 310. — [137] Sewage disposal works and experiments at Andover, Maſſ., Engin. Rec., Bd. 49, S. 280. — [138] Note on the sewerage system of Worcester, Maſſ., ebend., Bd. 49, S. 528. — [139] Unterſuchungen über die Wirkſamkeit der mechan. Kläranlage in Bremen, Techn. Gemeindebl. 1904, S. 10. — [140] Forbát, Mechan. Kläranlagen ohne Sedimentierung, ebend. 1904, S. 65. — [141] Kröhnke und Biltz, Hygien. Rundſch. 1904, S. 408. In Schmidtmann und Günther, Mitteil. aus der Kgl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung, 4. Heft 1904, finden ſich u. a.: [142] Steuernagel, Die Probekläranlage zu Cöln-Niehl und die daſelbſt angeſtellten Unterſuchungen und erzielten Ergebniſſe. — [143] Marſſon, Die Abwaſſerflora und -fauna einiger Kläranlagen bei Berlin und ihre Bedeutung für die Reinigung ſtädt. Abwäſſer. In Schmidtmann und Günther, Mitteil. aus der Kgl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung, Berlin 1905, 5. Heft, finden ſich: [144] Schury, Die biolog. Verſuchskläranlage der Stadt Stuttgart auf der Prag. — [145] Buſch, Die Entwäſſerung der Stadt Göttingen, unter beſonderer Berückſichtigung der neuen Abwäſſerreinigungsanlage dortſelbſt. — [146] Müller, Bodenfiltration bei der Kanaliſation der Stadt Celle, Techn. Gemeindebl. 1905, Nr. 4. — [147] Bredtſchneider, Die Reinigung des ſtädt. Abwaſſers im Brockenkörper iſt eine rein mechaniſche, Geſ.-Ing. 1905, S. 254. — [148] Jenner, Die Abwaſſerreinigungsanlage zu Göttingen, Zeitſchr. für Architekten und Ingenieure 1905, S. 125. — [149] The extraction of grease from sewage at Bradford, England, and elsewhere, Engin. News, Bd. 54, S. 128. — [150] Intermittent sewage filters at New Britain, Engin. Rec., Bd. 52, S. 351. — [151] Beſichtigung der Abwäſſerkläranlage der Stadt Mannheim, Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 1801. — [152] Dunbar, Die Abwaſſerreinigungsanlage der Stadt Mancheſter, Geſ.-Ing. 1905, S. 535. — [153] Rienſch, Zur Abwaſſerreinigung, Techn. Gemeindeblatt 1905, S. 198. — [154] Die Beſeitigung der Abfallſtoffe der Stadt Mannheim, Techn. Gemeindebl. 1905, S. 247. — [155] Müllenbach, Ueber bakteriologiſche Abwaſſerreinigung. Aus: The Bacterial disposal of sewage by G. Everett Hill, Journ. of the Franklin Inst. 1905; Zeitſchr. f. Heizung, Lüftung und Beleuchtung, Halle 1905, Nr. 17 u. 18. — [156] Bredtſchneider und Proskauer, Städt. Kläranlagen und ihre Rückſtände, Referat auf der 29. Verſammlung des Deutſchen Vereins für öffentl. Geſundheitspflege zu Danzig, 1904, Deutſche Vierteljahrſchrift f. öffentl. Geſundheitspflege 1905, Bd. 37, 1. Heft. — [157] Dunbar, Iſt die Wirkung der Oxydationskörper eine rein mechaniſche? Geſ.-Ing. 1905, Nr. 15. — [158] Forbát, Abwaſſerreinigungsanlagen mittels intermittierender Bodenfiltration in Amerika, „Geſundheit" 1905. — [159] Derſ., Die Reinigung der Abwäſſer der Stadt Framingham durch intermittierende Bodenfiltration, ebend. 1905. — [160] Müllenbach, Der derzeitige Stand der Abwaſſerreinigung in Amerika, ebend., 1905. — [161] Rothe, Klärſchlammvergaſungsanlage zu Oberſchöneweide, ebend. 1905. — [162] Heine, B., Ueber die Erzeugung elektriſcher Energie mit Hilfe von Kanaliſationsklärſchlamm, Diſſertation, Techn. Hochſchule Berlin, 1904. — [163] Dunbar, Unterſuchungen über die Abwaſſerreinigung mittels intermittierender Filtration in der Verſuchsſtation zu Lawrence, Geſ.-Ing. 1906, Nr. 8 u. 12. — [164] Battige, Abwaſſerdesinfektion, ein Beitrag zur Frage der Desinfektionseinrichtungen bei Abwaſſerreinigungsanlagen, ebend. 1906, S. 154. — [165] Die Abwaſſerreinigung der Stadt Leeds, Techn. Gemeindebl. 1906, S. 340. — [166] Kinnicutt, Ueber die Anwendung der intermittierenden Filtration zur Reinigung der Kanalwäſſer in Amerika, ebend. 1906, S. 345. — [167] Metzger, Verſuche zur Vorreinigung ſtädt. Abwäſſer in engmaſchigen Sieben, ebend. 1906, S. 73. — [168] Dunbar, Ein Winterbeſuch von Abwaſſerreinigungsanlagen in Ohio, Wisconſin und Illinois, Geſ.-Ing. 1906, S. 268. — [169] Vereinigte Abwäſſerreinigung und Müllverbrennungsanlage in Marion (Ohio), Zeitſchr. f. Transportweſen 1906, S. 243. — [170] Uhlfelder, Bau einer Müllverbrennungsanſtalt zur Unſchädlichmachung der Hausabfälle und des Klärſchlammes in Frankfurt a. M., Leipzig. — [171] Wimmer, E., Die verſchiedenen Verfahren zur Schmutzwaſſerreinigung unter beſonderer Berückſichtigung des Koſtenpunktes, Zeitſchr. f. Gewäſſerkunde 1906, Bd. 7, 4. Heft. — In Schmidtmann und Günther, Mitteil. aus der Königl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung, Berlin 1906, 7. Heft, finden ſich: [172] Imhoff, Die biolog. Abwaſſerreinigung in Deutſchland. — [173] Weldert, Verſuche über die Brauchbarkeit verſchiedenartigen Materiales zum Aufbau von Tropfkörpern. — Ebend. 1906, 6. Heft findet ſich: [174] Günther und Reichle, Gutachten über die Abwäſſerbeſeitigung von Neuſtrelitz. — [175] Spitta und Weldert, Indikatoren für die Beurteilung biologiſch gereinigter Abwäſſer. — [176] Weldert, Ueber die Beſtimmung der Fäulnisfähigkeit von gereinigtem Abwaſſer durch die gebräuchlichen analytiſchen Methoden. Referat aus: The journal of infection diseases, Chicago, Febr. 1906, Suppl.-Heft, Techn. Gemeindebl. 1907, Nr. 19. — [177] Verſuchsanlage für Abwaſſerreinigung der Stadt Baltimore (Sprinkler, Antriebsvorrichtung durch elektriſchen Strom), Zeitſchr. f. Transportweſen u. Straßenbau, 1907, Nr. 4. — [178] Weldert, R., Ueber die Wirkungsweiſe biologiſcher Füllkörper bei der Reinigung von Abwäſſern, Techn. Gemeindebl. 1907, Nr. 21. — In Schmidtmann und Günther, Mitteil. aus der Königl. Prüfungsanſtalt für Waſſerverſorgung und Abwäſſerbeſeitigung, Berlin 1907, 8. Heft finden ſich: [179] Schönfelder, Die ſtädt. Abwäſſerkläranlage von Elberfeld-Barmen. — [180] Schury und Bujard, Der Torfbreiklärverſuch der Stadt Stuttgart in der Kohlebreikläranlage zu Tegel bei Berlin. — [181] Reichle und Doſt, Ueber Schlammverwertung durch Vergaſung, insbeſondere

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beim Rothe-Degenerſchen Kohlebreiverfahren. — [182] Doſt, Die Volumenbeſtimmung der ungelöſten Abwaſſerbeſtandteile und ihr Wert für die Beurteilung der Wirkung von Abwaſſerreinigungsanlagen. — [183] Metzger, Städteentwäſſerung und Abwäſſerreinigung, Berlin 1907. — [184] Weldert, Referat aus Engineering Record, 1907; G. Taylor, Verſuche über die Verteilung des Abwaſſers über Tropfkörper. — [185] Salomon, Die ſtädt. Abwäſſerbeſeitigung in Deutſchland, Jena 1906—1907. Vgl. außerdem die letzten Jahrgänge des Zentralbl. der Bauverwalt., „Geſundheit", Geſ.-Ing., Techn. Gemeindebl. und Journal f. Gasbeleuchtung u. Waſſerverſorgung. *F. Brix.*

Klärmittel, ſ. Kläranlagen.

Klärung der Waſchwaſſer. Bei der Erztrübe, die durch kontinuierliche Herdarbeit (ſ. S. 41) erzeugt wird, iſt die Anſammlung des Erzes und die nachfolgende Trocknung desſelben der maßgebende Geſichtspunkt. Dagegen handelt es ſich bei der Kohlen- und Bergetrübe um die Klärung großer Waſſermengen (bis zu 6 cbm pro Minute und mehr), die wieder zum Waſchen benutzt werden müſſen.

Die Anlagen für dieſen Zweck beſtehen in entſprechend großen Klärbehältern (Klärſümpfe, Sümpfe, Schlammteiche genannt), in denen die feſten Stoffe Zeit finden, ſich abzuſetzen, während das geklärte Waſſer abfließt und zu erneuter Verwendung in der Wäſche gewöhnlich durch Schleuderpumpen gehoben wird. Haben ſich erhebliche Mengen von Bodenſatz gebildet (Schlamm, Kohlenſchlamm, Bergeſchlamm), ſo wird ein andrer Klärſumpf in den Kreislauf eingeſchaltet, aus dem gefüllten das noch vorhandene Waſſer nach und nach abgelaſſen, dem Schlamme Zeit zum Abtrocknen gegeben und dann die Entleerung vorgenommen. Bei den älteren Einrichtungen geſchah dies nach Entfernung einer Schütze oder Tür in der Längswand dadurch, daß man auf einem in Höhe des Bodens des Behälters verlegten Gleiſe mit Förderwagen zunächſt an die offene Seite, ſodann mit fortſchreitender Entleerung in den Behälter hineinfuhr und die Wagen durch Handarbeit füllte. Mehrfach iſt verſucht worden, durch langſam laufende Transportbänder (z. B. Bachers Schmandband), die am Boden des Klärſumpfes entlang und dann ſchwach ſteigend bis über den Spiegel der Trübe in die Höhe geführt wurden, beſtändig den ſich als Brei darauf niederſchlagenden Schlamm auszutragen, ohne daß dieſe Einrichtungen ſtändig zur Einführung gelangten. Es ſammelte ſich nämlich auch unter dem Bande Schlamm an, wodurch Betriebsſtörungen eintraten; auch am Bande angebrachte Schaber u. dergl. vermochten den Uebelſtand, der ſich beſonders nach Stillſtänden bemerkbar machte, nicht ganz zu beſeitigen. Sodann legte man die Klärbehälter hoch, zog dieſelben am Boden zu mehreren Trichtern zuſammen, verſah dieſe mit verſchließbaren Oeffnungen, durch die wohl etwas Waſſer abtropfen, aber kein Schlamm entweichen konnte, und ließ dann durch dieſe den ziemlich trockenen Schlamm in die Förderwagen ab. Auch verdichtet man wohl die Trübe in großen Spitzkäſten (Konzentrationsſpitzkäſten, ſ. Sortieren der Trübe), d. h. man ſcheidet eine kleine, ſtärker getrübte Waſſermenge von der ganzen Maſſe ab und bereitet dadurch die Klärung vor.

Die Schwierigkeiten, welche die Klärung großer Mengen von Waſchtrübe veranlaßt, haben dazu geführt, die Löſung der Frage darin zu ſuchen, daß die Verunreinigung des Waſchwaſſers tunlichſt vermieden wird. Mittel, dies zu erreichen, ſind für die Erzaufbereitung die ſtufenweiſe Zerkleinerung, bei der nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der durchwachſenen Maſſen zu feinſtem Mehle zerkleinert und der Herdarbeit zugewieſen wird; außerdem kommt die Vermeidung des Abriebes in Betracht durch Wahl geeigneter Siebvorrichtungen (ſ. d.) und ſchonende Behandlung beim Transport. In der Kohlenaufbereitung werden die Apparate, bei denen Gelegenheit zur Staubbildung gegeben iſt, z. B. die Siebapparate, dicht verkleidet. Der Staub wird mittels Ventilatoren abgeſaugt, in Cyklone (ſ. Aſpiration), wie ſie in der Müllerei benutzt werden, befördert und dort größtenteils niedergeſchlagen. Die kleinſten Kohlengrößen werden, ehe ſie zu den Feinkornſetzmaſchinen gelangen und dort mit Waſſer in Berührung kommen, in Schleuderapparaten vom Staube befreit (z. B. D.R.P. Nr. 32640); vgl. a. Lamprecht, Die Kohlenaufbereitung, Leipzig 1888, S. 54, und die allgemeinen Werke über Aufbereitung (ſ. d.). *Treptow.*

Klafter, ſ. Längenmaße.

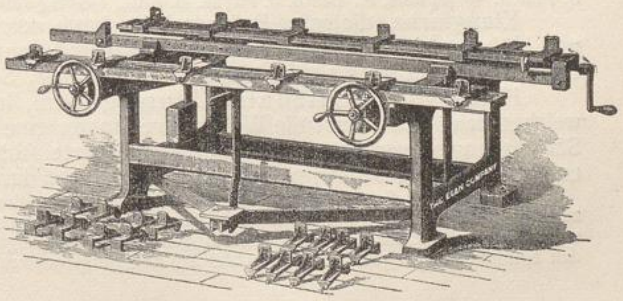
Klaiboden (Klay- oder Kleiboden) iſt ein Anſchwemmungsprodukt in den Meeresniederungen und beſteht in einem mergeligen Tonboden mit mindeſtens 70% kieſelſaurer Tonerde und vielen Eiſenverbindungen, welche demſelben eine bläulichgraue, rötlichgelbe oder bräunliche Farbe verleihen. Die Klaiböden enthalten relativ viele Pflanzennährſtoffe und ihre phyſikaliſchen Eigenſchaften ſind günſtig, ſo daß ſie zu den fruchtbarſten Bodenarten gehören.

Klameieiſen, vgl. Kalfaterung.

Klamm, im Hüttenweſen ſ. v. w. gediegen.

Klammereintreibmaſchine, ſ. Kiſtenerzeugung.

Klammermaſchine dient zum Zuſammenfügen von Tür- und Fenſterrahmen, Kiſten u. ſ. w.



Das Prinzip der Klammermaſchinen beſteht darin, daß der loſe zuſammengeſteckte Rahmen u. ſ. w. in die Maſchine eingelegt wird und das Zuſammenpreſſen des Rahmens zwiſchen einem feſtſtehenden (jedoch nach der Größe des Rahmens einſtellbaren) und einem beweglichen (in der Regel mit einer Feineinſtellung verſehenen) Preßbacken mit Hilfe einer Kniehebelüberſetzung durch Hand-, Fuß- oder auch mechaniſchen Antrieb erfolgt. Der Druck wird entweder nur auf die Langſeiten des Rahmens oder auch auf die kurzen Querverbindungen ausgeübt, und zwar in letzterem Fall in den Ecken des Rahmens oder in der Mitte der Querhölzer. Die Einrichtung wird bisweilen ſo getroffen, daß durch einen einzigen Fußdruck die beiden in ſenkrechter Richtung zueinander beweglichen Preßſtempel ſich gleichzeitig gegen den Rahmen bewegen. Bei der auf S. 501 dargeſtellten Maſchine wird der Druck auf die Querhölzer von Hand durch eine Schraubenſpindel ausgeübt. — Häufig ſind die Klammermaſchinen auch noch mit einer Bohr- und einer Schleifvorrichtung verſehen, um den zuſammengepreßten Rahmen in der Maſchine verdübeln und verputzen zu können.

Literatur: Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 2, Berlin 1901. *A. Widmaier.*

Klammern oder Krammen ſind meiſt aus Quadrateiſen 10—20 mm hergeſtellte Verbindungsteile für Holz.

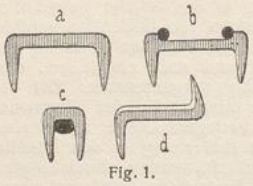
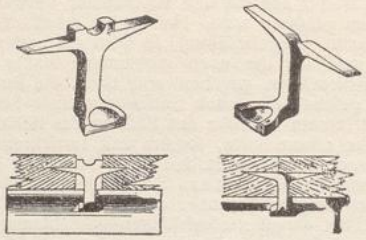


Fig. 1.

Es gibt verſchiedene Formen (ſ. Fig. 1), als: *a* Hakenklammern, *b* desgleichen mit Naſen, *c* Krammen und *d* Kreuzklammern, deren Größe und Stärke von den Ausmeſſungen der zu verbindenden Holzteile abhängen. Zum Befeſtigen von Brettern an vorher im Bau gelegten und eingemauerten eiſernen Trägern dienen die Rordorffchen Klammern (Fig. 2), und zwar Form *A* für Blindböden, Form *B* für Fabrikböden; zur Befeſtigung von Lagerhölzern an Eiſenträgern die in Fig. 3 dargeſtellten Lagerholzklammern. *J. Hoch.*


Form *A*. Form *B*.
Fig. 2.

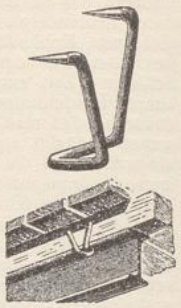


Fig. 3.

Klammerſteg, ſ. Scheren.

Klamotten, Bezeichnung für gebrannte Mauerſteine, die urſprünglich in Berlin nur für Ziegelbruch, allmählich aber auch für gewöhnliche Mauerſteine gebraucht wurde. *K. Dümmler.*

Klampe, ein Holz- oder Metallſtück in T-Form, um Enden des laufenden Guts an Deck oder an der Reling zu belegen. *T. Schwarz.*

Klampſteine, ſ. Feſtungsverband.

Klang, klingender Ton, bezeichnet den Ton als Tongemiſch (Wohlklang, Mißklang), beſonders mit Rückſicht auf diejenige Beſonderheit, die man Klangfarbe nennt und welche durch die den Ton begleitenden Nebentöne bedingt iſt. S. Schall und Konſonanz. *Aug. Schmidt.*

Klanganalyſator, Apparat, um einen Klang auf die in demſelben gemiſchten Töne zu analyſieren.

Neben andern Mitteln (vgl. [1] und [2]) eignen ſich hierzu die Reſonatoren von Helmholtz, kugelförmige Pfeifen mit zwei diametral ſich gegenüberſtehenden Oeffnungen. Die Hohlkugeln beſtehen aus Glas, Meſſing oder Celluloid und ſind jede auf einen beſtimmten Ton abgeſtimmt. Beim Einführen des engeren Anſatzrohrs ins Ohr hört man den Ton des Reſonators bedeutend verſtärkt, ſo oft derſelbe in einem Tongemiſch, wenn auch nur ſchwach, erklingt.

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Phyſikaliſche Technik, 7. Aufl., Braunſchweig 1905, I, S. 1497 ff. — [2] Reis, P., Lehrb. d. Phyſik, 8. Aufl., Leipzig 1893, S. 308 u. 320. *Aug. Schmidt.*

Klangfarbe, diejenige Beſonderheit, durch welche ſich Töne gleicher Stärke und Höhe unterſcheiden je nach dem Stoff und der Geſtalt des die Töne hervorbringenden Inſtruments oder Organs. S. Klang, Schall. *Aug. Schmidt.*

Klangfiguren (Chladnis Klangfiguren), Interferenzerſcheinungen, bei welchen zwei ſich kreuzende Wellenbewegungen eine elaſtiſche Platte in ſtehende Schwingungen verſetzen. Je zwei benachbarte Abteilungen der Platte ſind in entgegengeſetzter Schwingungsphaſe begriffen und durch eine Knotenlinie getrennt.

Man bedient ſich zur Erzeugung der Klangfiguren quadratiſcher oder kreisförmiger Platten aus Glas oder Meſſing, Klangſcheiben, die man in horizontaler Lage in ihrer Mitte feſtklemmt und durch Anſtreichen mit einem Violinbogen ins Tönen bringt. Aufgeſtreuter Sand bleibt über den Knotenlinien liegen. Durch Wechſel des Erregungspunktes der Platte und durch Dämpfung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Randpunkte, an welchen man Knotenlinien erzeugen will, läßt sich die Tonhöhe und damit Gestalt und Zahl der Abteilungen mannigfach verändern. Näheres s. Frick-Lehmann, Physik. Technik, 7. Aufl., Braunschweig 1904, I, S. 1363, oder Reis, Lehrb. d. Physik, 8. Aufl., Leipzig 1893, S. 286. *Aug. Schmidt.*

Klapot, s. v. w. Klotzmaschine (s. d.).

Klappbrücken, s. Brücken, bewegliche.

Klappe, 1. Falltüre (s. d.); 2. Abschluß einer Rohrleitung (s. Drosselklappe); 3. norddeutsch für Schwarte (s. Bauholz); 4. Obereisen am Doppelhobel.

Klappen schwingen um ein neben der abzuschließenden Durchgangsöffnung liegendes Gelenk (Scharnier oder elastisches Blattgelenk).

Man braucht sie als Rückschlagklappen in Wasserleitungen und als Fußventile (Bd. 4, S. 225, Fig. 1—3), ferner als Pumpenventile (s. d.). Sie sind einfacher und billiger als Hubventile, bei eisernen oder metallenen Dichtungsflächen aber nicht zuverlässig dicht; Klappen mit Leder (Fig. 1 und 2) dichten gut und eignen sich für Drucke bis etwa 5 Atmosphären, ebenso Gummiklappen. Damit sich die Klappe ringsum gut aufsetzen kann, muß man dem Scharnier etwas Spielraum geben oder ein Doppelgelenk (Fig. 3). — Nach der Liste von Gebr. Benckiser in Pforzheim hat die Spülklappe Fig. 1 für $D = 40 — (+10) — 100$ mm $L = 2{,}5\,D + 250$ mm (7—16 ℳ), für 100—300 mm $L = D + 400$ mm (16—70 ℳ); die Auslaufklappe Fig. 2 für $D = 100$, 125, 150 mm $H = 125$, 170, 200 mm (12—20 ℳ); die Baden-Badener Spülklappe Fig. 3 $D = 150 — (+25) — 500$ mm (30—95 ℳ).

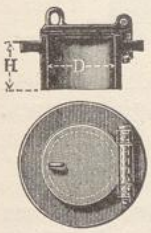


Fig. 2.

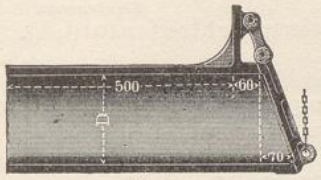


Fig. 3.

Fig. 3a.

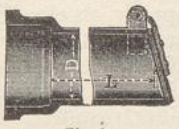


Fig. 1.

Fig. 1a.

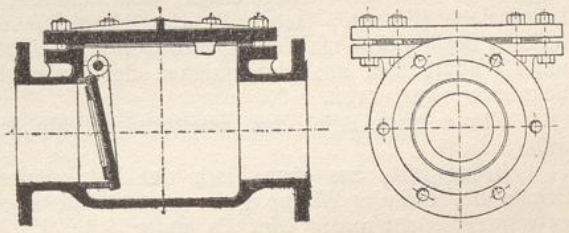
Von Hand verstellbare Klappen finden sich z. B. an Dampfkesseln am Feuergeschränk, in den Feuerzügen zum Abstellen der Ueberhitzer, ferner in Rohrleitungen als Drosselklappen (Bd. 3, S. 110), in Bodenspeichern zum Umschalten der Getreideabläufe (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 338) u. s. w. *Lindner.*

Klappennadel wird bisweilen die in Wirk- und Strickmaschinen verwendete Zungennadel genannt.

Klappenschrank, s. Haustelegraphen, Telephonie.

Klappenventile, Rückschlagklappen, werden bei Wasserleitungen, in denen sich das Wasser stets nur nach einer Richtung bewegt, angewendet, um den Rückfluß des Wassers bei Unterbrechung des Zuflusses zu verhindern.

Die Ventilklappe wird in einem Gelenk aufgehängt und fällt durch ihr Eigengewicht auf die Sitzfläche, wenn eine Wasserströmung in der vorgeschriebenen Richtung nicht stattfindet. Der Wasserdruck von der Rückseite schließt dann die Klappe, welche Metall- oder Lederdichtung hat, fest ab. Nebenstehende Figur zeigt die Konstruktion eines solchen Klappenventils in horizontaler Anordnung; das Gehäuse ist Gußeisen, der eingesetzte Dichtungsring ebenfalls Gußeisen oder Rotguß; die Lager für die Gelenkzapfen zum Aufhängen der Klappe sind am Deckel angebracht, welcher mit der Klappe abgenommen werden kann.



Die Klappenventile sind bei Wasserleitungen den sonst üblichen vertikal beweglichen Rückschlagventilen vorzuziehen, weil sie dem Wasser freien Durchgang gewähren und Wirbelbewegungen verhindern.

Preise für $D =$	50	80	100	150	200 mm
	20	30	40	80	120 ℳ

nach den Preislisten der Maschinen- und Armaturenfabrik vorm. H. Breuer & Co. in Höchst a. M. Vgl. a. Pumpenventile. *Blecken.*

Klappenwehre, s. Stauanlagen.

Klapperstein, s. Konkretion.

Klappläufer, ein Jigger, dessen laufender Block nicht direkt, sondern unter Einschaltung eines Standers mit dem zu holenden Gegenstande verbunden ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Klapppfoſten, Drehpfoſten, Losſtänder, am unteren oder oberen Ende ſcharnierartig befeſtigte, alſo umlegbare bezw. aufziehbare Ständer; ſie werden bei beweglichen Wehren angewendet, um ſo das ganze Hochwaſſerprofil frei geben zu können (ſ. Stauanlagen). *Pachnik.*

Klappſcheibe, eine um eine wagerechte Achſe drehbare Signalſcheibe, die bei Vorſignalen angewendet wird (ſ. Bahnzuſtandsſignale). *Köchy.*

Klappſchleuſe, Bezeichnung für das meiſt nur aus einer Klappe beſtehende Klappenwehr (ſ. Stauanlagen).

Klappſtiel (Klebpfoſten), ein an einer Wand anliegender Stiel (Ständer, Säule), der entweder nur Vertikaldruck oder horizontalen, zumeiſt aber einen ſchiefen Schub (z. B. einer Strebe) aufzunehmen und auf eine größere Mauerfläche zu verteilen hat (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*

Klapptor, als eine Klappe konſtruiertes Schleuſentor (ſ. d.).

Klarwerk, ſ. Spitzen.

Klaſpen, leiſtenartige Hölzer zur Verſteifung der Bohlentore kleinerer Siele.

Klaſſieren, in der Aufbereitung (ſ. d.) ſ. v. w. nach der Korngröße trennen.

Klaſſiertrommel, ſ. Siebvorrichtungen.

Klaſſifikation der Schiffe, ſ. Schiffsklaſſifikation.

Klaſſifikator, ſ. Sortieren der Trübe.

Klaſſiſch, ſ. v. w. antik, ein die Blütezeit der griechiſchen und römiſchen Kunſt bezeichnendes Eigenſchaftswort; im weiteren Sinne hat es die Bedeutung von muſtergültig. *Weinbrenner.*

Klaſtiſche Geſteine, ſ. Schichtgeſteine.

Klauben, ſ. Aufbereitung.

Klaue, 1. gabelförmiges Holz oder Eiſen, an einem Brunnenſtock hervorſtehend, in dem ſich der Brunnenſchwengel bewegt; 2. Holzverband zwiſchen einem horizontalen Balken und einem gegen den Horizont geneigten, den erſten kreuzenden Balken, z. B. einer Pfette mit dem Sparren (ſ. Fig. 1 und Aufklauen, Bd. 1, S. 353); 3. Steinklaue, Werkzeug zum Verſetzen von Hauſteinen, das nach Art des Wolfes (ſ. Greifzeuge) im oberen Lager des Hauſteins forgſam eingepaßt wird und ſeinen Halt durch einen Keil erhält, den man nach dem Verſetzen herauszieht (Fig. 2). Dabei iſt der Mund *ab* des Klauenlochs gleich der unteren Breite *cd* zu machen. Dieſes Werkzeug eignet ſich beſonders bei Arbeiten unter Waſſer, weil das Herausziehen des Keiles bei *a* durch Anziehen einer Schnur erfolgen kann. *Weinbrenner.*

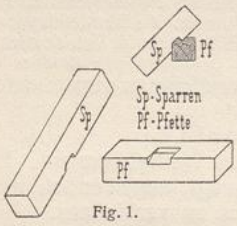


Fig. 1.

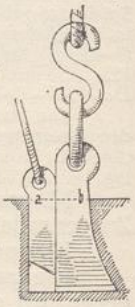


Fig. 2.

Klaue einer Gaffel, das gabelförmige Ende derſelben, mit welchem ſie am Maſt anliegt. *T. Schwarz.*

Klauenfett, aus dem Mark der Beinknochen der Pferde, Rinder und Schafe bei gelinder Wärme gewonnenes Fett, zeichnet ſich dadurch aus, daß es weniger leicht ranzig wird als andre Fette. Es iſt als Schmiermittel für feine Maſchinen ſehr geſchätzt. Der nach ſtarker Temperaturerniedrigung noch flüſſig bleibende Teil des Knochenfettes dient beſonders als Schmiermittel für Uhren (Uhrenöl). *Deite.*

Klauenkupplungen, ausrückbare Kupplungen (ſ. d.) für Wellen mit axial vorſpringenden Mitnehmern (Klauen).

Klaufall, das Fall, mit welchem die Klaue einer Gaffel geheißt wird.

Klauſe, 1. Zelle eines Mönches; 2. Hütte eines Eremiten; 3. Gebirgsengpaß.

Klauſe, Klauſenhof, im Waſſerbauweſen, ſ. Triften.

Klausſchichten, in der Geologie der Alpen braunrot oder weiß gefärbte, oft oolithiſche, auch dichte und eiſenreiche Kalkſteine, die der Juraformation (Dogger) angehören. Sie ſind häufig als Krinoideenkalke ausgebildet und werden als Dekorationsgeſteine im Hochbau angewendet (Oberöſterreich). *Leppla.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Klavierhaken, in der Tuchfabrikation diejenigen Meſſingſpitzen oder Haken, die beim Anſpannen des Tuches in den Trockenvorrichtungen zum Anhaken (Anklavieren) desſelben dienen; ſ. Tuchfabrikation. *Kraft.*

Klavierſaitendraht, hartgezogener Gußſtahldraht, der zu Klavierſaiten, feinen Federn und zum Ton- und Seifenſchneiden benutzt wird. Er kommt im Handel in Stärken von 0,3—5 mm vor. *A. Widmaier.*

Klebemittel bilden eine beſondere Abteilung der ſogenannten Bindemittel und ſtellen Maſſen dar, welche in flüſſigem, halbflüſſigem, teig- oder breiartigem, ſelbſt nur in gequollenem Zuſtande zur Bindung (Vereinigung, Aneinanderheften) verſchiedener Körper Verwendung finden, wobei deren Wirkung zunächſt auf Verdunſtung des Löſungsmittels beruhen muß. In den meiſten Fällen iſt das Löſungsmittel (kaltes oder warmes) Waſſer. Neben der angegebenen Hauptaufgabe verbinden viele Klebemittel noch eine weitere (oft ſogar wichtigere) Verwendungsfähigkeit, z. B. als Verdickungsmittel der Farben (Waſſerfarben, Zeugdruck) zu dienen, das Steif- und Glänzendmachen der Gewebe (Appretur) zu bewerkſtelligen, woraus ſich eine in techniſcher Beziehung ziemlich große Mannigfaltigkeit in der Anwendung ein und desſelben Klebemittels ergeben kann. Eine Ueberſicht der zahlreichen Klebemittel bietet folgende Zuſammenſtellung:

I. Klebemittel aus dem Pflanzenreich: 1. Stärke und deren Abkömmlinge, Kleiſter, Dextrin; 2. Gummiarten; 3. Algen; 4. Pflanzenſchleime; 5. Pflanzenalbumin; 6. Harzleim (Harze).

II. Klebemittel aus dem Tierreich: 7. Kaſein; 8. Albumin; 9. Tieriſcher Leim; 10. Hauſenblaſe.

1. Stärke, Kleiſter, Dextrin. Ueber Stärke ſ. Stärkemehl. Schon bei 50° zeigt jede in genügender Menge Waſſer ſuspendierte Stärkeart eine deutliche Aufquellung; wird die Temperatur entſprechend erhöht, für Weizenſtärke bis 67,5°, für Mais- und Kartoffelſtärke bis 62,5°, ſo zerfließen die Stärkekörner und bilden Kleiſter. Um das Sauerwerden desſelben (Milchſäuregärung) zu verhindern, wird er mit Karbolſäure, Kochſalz oder Alaun verſetzt. Die Klebekraft des Kleiſters kann durch Zuſatz von Wein außerordentlich erhöht werden. Kartoffelſtärkekleiſter zeigt weniger Homogenität als der von Weizenſtärke, weil ſtets zahlreiche Klümpchen in der durchſcheinenden Grundmaſſe ſuspendiert bleiben. Dieſe Gallertklümpchen können durch fleißiges Umrühren und durch ſorgfältiges Regulieren der Temperatur auf die geringſte Zahl gebracht werden. Die zahlreichen aus Stärke und Mehl dargeſtellten Klebe-, Appretur- und Verdickungsmittel ſowie Weberſchlichtmaſſen ſ. in [1]. Vgl. a. Appretmittel, Bd. 1, S. 251. Als Zuſatzmittel ſpielen Leim, Borax, Gummi eine große Rolle. Poliocolle oder Paramentine iſt teils Kleiſter, teils ein Gemiſch von Gelatine, Dextrin, Zinkvitriol, Magneſiumſulfat und Waſſer (Weberſchlichte). Glanzſtärke heißen zahlreiche Präparate, die aus Stärke, Borax, Gummi oder Paraffin und Gummi beſtehen. Apparatine von Gerard iſt aus 76 Teilen Waſſer, 16 Teilen Kartoffelſtärke, 8 Teilen Pottaſchen- oder Sodalauge (25° Bé) zuſammengeſetzt. Ein andres Rezept ſ. Appretmittel. Stärke mit Schlemmkreide und Waſſer, durch Aetznatron verkleiſtert, liefert ein ausgezeichnetes Klebemittel, das auch zu Stereotypabformungen dienen kann. Ueber Dextrin ſ. Bd. 2, S. 727; beſonders weißes Dextrin heißt Gommeline.

2. Gummiarten. Beſchreibung u. ſ. w. ſ. Bd. 4, S. 673. Eine wichtige Aufgabe vor Verwendung vieler Gummiarten iſt deren Reinigung, namentlich wenn dieſelben dunkel gefärbt ſind. Hierzu wird die Filtration und die Behandlung mit feingefälltem Tonerdehydrat empfohlen. Die Filtration von Gummilöſungen iſt aber ſchwierig bezw. koſtſpielig. Gummiſurrogate ſind ſehr verſchiedenartige Präparate. Vegetabiliſcher Leim iſt mit kriſtalliſierter ſchwefelſaurer Tonerde verſetzte Gummilöſung; ſtatt der ſchwefelſauern Tonerde kann auch Alaun verwendet werden. Eine geſättigte Löſung von Tonerdephosphat in Schwefel- oder Phosphorſäure iſt Ways Mineralgummi. Das Surrogat für vegetabiliſchen Leim von A. Selle iſt Gummi mit einem Zuſatz von Calciumnitrat (in Waſſer zuſammen verrieben). Auch Dextrin wird häufig unter obigem Namen verkauft. Künſtliches Gummi ſ. Bd. 1, S. 252.

3. Algenklebemittel. Die Zellmembran vieler Algen iſt durch ſtarke Quellbarkeit (ſchon in kaltem Waſſer) ausgezeichnet und geſtattet daher deren Verwendung; in heißem Waſſer bildet ſie einen ziemlich homogenen Schleim (Pflanzenſchleim). Das iriändiſche Moos (Perlmoos, Knorpeltang, Carrageen, Carragaheen, Carragheen) wird zum Klären von Bier, als Appreturmittel, zur Weberſchlichte, zum Waſſerdichtmachen von Geweben bei der Erzeugung von Stroh- und Filzhüten, als Farbengrund für Marmorpapiere, auch als Nahrungsmittel und mediziniſch verwendet. Es iſt ein Gemenge zweier Algenarten der Florideen, Chondrus crispus *Stackh.* und Mastocarpus mamillosus *Kütz.* (Gigartina mamillosa *Agardh*), welche an felſigen Küſten des Atlantiſchen Ozeans in großer Menge vorkommen; ſie werden (von Stürmen ans Land geſchleudert) beſonders an der Weſt- und Nordweſtküſte Irlands (Sligó in der Landſchaft Connaught) und an der nordamerikaniſchen Küſte (Maſſachuſetts) geſammelt und bilden zuſammengeballte Körper mit flachem oder rinnenförmigem, wiederholt dichotom geteiltem, fächerförmig ausgebreitetem Lager, deſſen Abſchnitte bald breiter, bald ſchmäler und am Ende zweiſpaltig, fein verſchlitzt, gewimpert oder kraus ſind, von knorpeliger Konſiſtenz, in Waſſer ſtark aufquellend und dann gallertartig-fleiſchig, ſchlüpferig werdend. Mit der 20- bis 30fachen Gewichtsmenge

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Waſſer gekocht, gibt Carragheen eine ſchleimige Löſung, welche beim Erkalten zu einer auf Zuſatz von Jod ſich nicht bläuenden Gallerte erſtarrt [2]. Schleimgehalt 63,7%, Aſchenmenge 16%. Als vorzügliche Appreturmittel ſowie auch als Nährſubſtrate für Bakterienzuchten ſind die unter dem Namen Agar-Agar in den Handel kommenden Algen und Algenpräparate im Gebrauch. Man unterſcheidet:

a) Agar-Agar von Ceylon (Alga Zeylanica, Stärkemoos, Ceylonmoos), die an der Küſte von Ceylon und Java vorkommende, an der Sonne getrocknete Alge Sphaerococcus lichenoides *Ag.* (Gracilaria). Wiederholt gabelig geteilte, 5—12 cm lange, weiche, feingerunzelte, weiße oder gelblichweiße, ſtielrunde Stämmchen und feinere Aeſtchen, die ſich in kochendem Waſſer auflöſen und mit 50 Teilen Waſſer eine durchſichtige geſchmackloſe Gallerte geben. Enthält 59,5% Schleim, 15% Stärke, 18% Pflanzenfaſer, 4% Gummi und 7,5% Chlornatrium, Natriumſulfat u. ſ. w.

b) Agar-Agar von Makaſſar; oſtindiſches Carragheen, die getrocknete, im Indiſchen Ozean häufige Floridee Eucheuma spinosum *Kzg.* (Gigartina), 3—4 cm lange, 2—3 mm dicke, unregelmäßig verzweigte, ſtielrunde, gerippte, mit kegelförmigen Auswüchſen verſehene, bräunlichgelbe, hornartig feſte Lager. Verhalten wie Carragheen.

c) Agar-Agar von Japan, vegetabiliſche Hauſenblaſe, Tjentjan der Chineſen, ſtammt von Sphaerococcus compressus *Ag.*, Sphaerococcus tenax *Ag.*, Gelidium corneum *Lamour*, Gelidium cartilagineum *Gaill.*, und iſt als Nahrungs- und Arzneimittel, als Nährgelatine (in der Bakteriologie) und als Klebemittel viel verwendet. Sie erſcheint in zwei ſehr verſchieden aussehenden Präparaten, in ſtrohhalmdicken, 5—6 dm langen, farbloſen, der „Seele" der Federkiele ähnlich ſehenden Stücken und in 4 cm breiten quadratiſchen Prismen von lockerem, zelligblätterigem Gefüge. Bildet in kochendem Waſſer einen ſtark klebenden Schleim, der hauptſächlich aus Geloſe (dem Gummi iſomer) beſteht. Das von Mauritius kommende Hay-Thao iſt ebenfalls Geloſe. — Aus dem Riementang, Laminaria, wird in neuerer Zeit durch vierundzwanzigſtündige Mazeration mit Sodalöſung eine ſchleimige Maſſe erhalten, die als Algin eine gute Schlichte, mit Lamina riakohle gemengt als Karbonzement eine Wärmeſchutzmaſſe und ein Keſſelſteinmittel abgeben ſoll.

d) Japaniſches Moos von Gloeopeltis coliformis *Harv.*, von Japan eingeführt, erſetzt echten Agar-Agar nicht, da es wohl einen dicken Schleim, aber keine konſiſtente Gallerte gibt [3].

4. Anderweitige Pflanzenſchleime. Der Quittenſchleim ſtammt von den Verdickungsſchichten der Oberhautzellen der Quittenſamenſchale (Cydonia vulgaris *Pers.*) und wird durch Digerieren und Aufkochen der Samen erhalten. Nach dem Erkalten bildet die Maſſe eine ſteife Gallerte. Aus der noch heißen Maſſe kann der Schleim mit Salzſäure und Alkohol ausgefällt werden. Zur techniſchen Verwendung zieht man nach Selle die Samen mehrmals mit kaltem Waſſer aus und trocknet den kolierten Schleim auf Porzellantellern. 100 Teile Samen geben 10—12 Teile trockenen, in Waſſer klar löslichen Schleim. — Leinſamenſchleim wird wohl kaum mehr verwendet. Dagegen iſt der Flohſamenſchleim von Plantago Psyllium *L.* (und Plantago arenaria *W. et V.*) als Appreturmittel, in der Zeugdruckerei und in der Buntpapierfabrikation in ausgedehnter Verwendung [4].

Ueber Pflanzen- und Tieralbumin ſ. Eiweißſtoffe, Bd. 3, S. 374, und Albuminfarben, Bd. 1, S. 130, über Kleberleim ſ. Eiweißleim, Bd. 3, S. 374. Kaſein wird als Käſekalk (Käſegummi), in Vermiſchung mit Aetzkalk (friſcher Quark mit Aetzkalk), als Kaſeinklebemittel u. ſ. w. in Vermiſchung mit Kalkhydrat, Waſſerglas und Waſſer (vgl. D.R.P. Nr. 154289, Kl. 22 i) zum Kitten von Metall mit Glas und Ton viel verwendet. In der Zeugdruckerei dient friſchgefälltes Kaſein als Beize und Verdickungsmittel der Farben. Ueber tieriſchen Leim ſ. Leimfabrikation und Gelatine. Hauſenblaſe (Fiſchleim, Colla piscium, Ichthyocolla), ein zu techniſchen, ökonomiſchen und pharmazeutiſchen Zwecken viel verwendetes Klebemittel, iſt die getrocknete Schwimmblaſe verſchiedener Fiſche; eine vorzügliche (pharmazeutiſch allein geſtattete) Sorte iſt die ruſſiſche Hauſenblaſe, die vom Hauſen (Bjeluga, Acipenser Huso), vom Scherg oder Sewerjuga (Acipenser stellatus), vom Sterlet (Acipenser ruthenus) und vom Oſſetr (Acipenser Güldenstädtii) ſtammt. Die Fiſche werden im Kaſpiſchen See und im Schwarzen Meere an den Flußmündungen gefangen. Die friſchen Schwimmblaſen werden aufgeſchnitten, gewaſchen, aufgeſpannt und bis zu einem beſtimmten Grade getrocknet, hierauf durch Reiben von der äußeren, ſilberglänzenden Haut befreit und geben dann, ausgeſpannt vollends getrocknet, die Blätterhauſenblaſe, zu mehreren übereinander gelegt und eingeſchlagen, die Bücherhauſenblaſe, oder zu ring-, leier- und hufeiſenförmigen Geſtalten zuſammengerollt, die Ringel-, Leier-, Klammerhauſenblaſe. Es gibt auch dünn ausgewalzte, in feine Fäden geſchnittene Fadenhauſenblaſe; die nichtpräparierte nennt man Zungen-, die zuſammengeballte Klumpen-, die aus den Abfällen hergeſtellte die Kuchenhauſenblaſe. Die beſte ruſſiſche Schwimmblaſe iſt das Patriarchengut. Blätterhauſenblaſe bildet faſt farbloſe, durchſichtige, prachtvoll irißierende, zähe und biegſame Stücke, die in heißem Waſſer ſich bis auf einen (0,4—21,6% betragenden) Rückſtand auflöſen und mit 25—50 Teilen heißem Waſſer beim Erkalten eine farbloſe, durchſichtige Gallerte geben, der Hauptſache nach Glutin. Von gleicher Güte iſt die uraliſche und die Samovy-Hauſenblaſe, letztere vom Wels (Silurus glanis) ſtammend, handgroße, ſehr feſte, quergerunzelte, gelblichweiße Blätter. — Die deutſche oder Hamburger Hauſenblaſe wird vom Stör (Acipenser sturio) gewonnen. Die indiſche Hauſenblaſe iſt die Schwimmblaſe der Fingerfiſche (Polynemus plebejus, Polynemus sele u. a.), ferner des indiſchen Welſes und kommt in Blättern oder Beuteln, mit unangenehmem Fiſchgeruch behaftet, in den Handel; die Blätter werden auch zu langen Bändern ausgewalzt. Schmale, dünne, bis 8 cm lange Blätter dieſer Sorte heißen auch ausgeſuchte Hauſenblaſe. Von Haiarten ſtammt die chineſiſche Hauſenblaſe, von Silurus Parkeri die braſilianiſche (Para-) Hauſenblaſe (auch die weſtindiſche), und Neufundland und Kanada bringen Hauſenblaſe vom

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kabeljau in den Handel. Im Vergleich zu Gelatine und andern Leimſorten iſt die Hauſenblaſe eine teure Ware und daher auch vielen Verfälſchungen ausgeſetzt. Vgl. darüber [1].

Literatur: [1] Valenta, E., Die Klebe- und Verdickungsmittel, Caſſel 1884. — [2] Vogl, A., Kommentar u. ſ. w., Wien 1892, Bd. 2, S. 503. — [3] Wiesner, Rohſtoffe, 2. Aufl., Leipzig, 1. Bd., S. 643. — [4] Ebend., Bd. 2, S. 778. — Ferner die bei Appretmittel (Bd. 1, S. 254) angegebene Literatur.

T. F. Hanauſek.

Kleber (Gluten), die Kollektivbezeichnung für eine Gruppe von Eiweißſtoffen, welche nur im Getreidemehl vorkommen.

Der Kleber iſt ein Gemenge verſchiedener ſogenannter Kleberproteine, wie des Mucedin, Gliadin, Glutenfibrin, Glutenkaſein u. ſ. w. Auch verhalten ſich die Kleber der einzelnen Getreidearten voneinander verſchieden und bedingen das verſchiedene Verhalten der einzelnen Mehlſorten. Der Kleber iſt eine graue Maſſe, welche je nach der Herkunft weich und ſchmierig bleibt bezw. eine feſte plaſtiſche Beſchaffenheit annimmt. In Waſſer iſt er wenig löslich, etwas löslich in ſehr ſchwach ſaurem oder alkaliſchem Waſſer, dagegen leicht löslich in Weingeiſt, eine Eigenſchaft, welche für die Kleberproteine charakteriſtiſch iſt. Es fault leicht und verurſacht den fauligen Geruch der Abwäſſer der Stärkefabriken. Der Kleber wird als Abfallprodukt bei der Fabrikation der Weizenſtärke ohne Gärung gewonnen und bleibt beim Auswaſchen der Stärke aus dem Weizenmehl zurück. Man erhält aus 100 Teilen Weizenmehl etwa 25% Kleber mit 38% Waſſer. Verwendet wird der Kleber zur Fabrikation von Maccaroni, Nudeln, Gries, Graupen u. ſ. w., ferner wie das Albumin und Kaſein beim Zeugdruck und ſchließlich als Leim (Eiweißleim). Auch die großen Mengen von Kleber, welche in der Kleie enthalten ſind, hat man als menſchliches Nahrungsmittel in der Form von ſogenanntem Kleienbrot zu verwerten geſucht, hiermit jedoch wie mit den entſprechenden Präparaten aus reinem Kleber — dem Kleberbrot, Gluten- oder Aleuronatzwieback u. ſ. w. — bisher wenig Erfolg gehabt (ſ. a. Eiweißſtoffe, Stärke und Kleberleim).

Kleberleim, Kleberpappe, Schuſterpappe, ein Leimerſatzmittel von geringem Klebevermögen, welches durch Miſchen von zerſtoßenem, teilweiſe gefaultem Kleber mit gegorenem Mehl hergeſtellt wird (ſ. a. Eiweißleim).

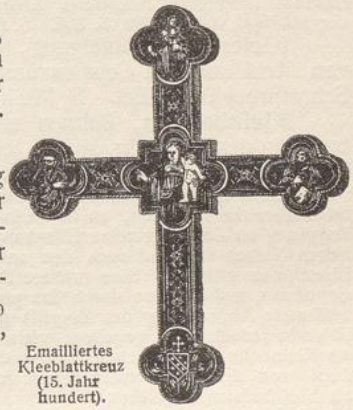
Klebeſchmiege, ſ. Backenſchmiege.

Klebleim, Löſung von 2 Teilen Tiſchlerleim, 4 Teilen Kandiszucker und 1 Teil Gummiarabikum in 8 Teilen Waſſer, dient zum Beſtreichen der Rückſeiten der Briefmarken, Etiketten u. ſ. w.

T. F. Hanauſek.

Klebpfoſten, ſ. Klappſtiel.

Klebſand, feuerfeſter Sand aus Eiſenberg (Pfalz) und andern Orten, dient insbeſondere zur Reparatur von Schmelzöfen und wird in Eiſengießereien und Stahlwerken viel verwendet. Er beſitzt durchſchnittlich die folgende Zuſammenſetzung: 93,5% Kieſelſäure, 4,5% Tonerde, 0,15% Eiſenoxyd, 0,05% Kalkerde, 0,05% Magneſia, 0,5% Kali, 1,3% Waſſer. *A. Widmaier.*



Emailliertes Kleeblattkreuz (15. Jahrhundert).

Klebſchraube, ſ. Schraubſtock.

Kleeblatt, ſ. v. w. Dreiblatt (ſ. d.).

Kleeblattkreuz, ein Kreuz, das an dem oberen Ende und den Armen kleeblattartig abſchließt (ſ. die Figur), oder auch ein Kreuz, das halbkreisförmig abſchließt und namentlich im romaniſchen Stile gebräuchlich war. *Weinbrenner.*

Kleebogen, Bogenform des ſpäteſten Mittelalters, entſteht aus der Zuſammenſtellung von drei bis fünf Kreisbogen, die, durch zwiſchenſtehende Naſen (ſ. d.) voneinander getrennt, den oberen Abſchluß einer Oeffnung bilden. Man unterſcheidet: 1. den gewöhnlichen Kleebogen (Dreipaßbogen), bei welchem die Mittelpunkte der Kreiſe in gleichſchenkligem Dreieck liegen (Fig. 1); 2. den fünfteiligen Kleebogen, viernaſig (Fig. 2); 3. geſpitzter Kleebogen; 4. geſchneppter Kleebogen; 5. gerader Kleebogen, Kragſturz (Fig. 3); 6. Sternkleebogen (ſ. Sternbogen).

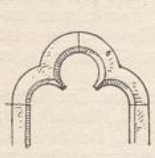


Fig. 1.

Fig. 2.

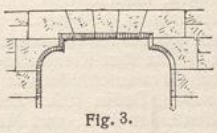


Fig. 3.

Weinbrenner.

Kleereinigungsmaſchine dient zur Ausſcheidung der Kleeſeide aus Luzerne, Rot- oder Weißklee durch Ausſieben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Da der Unterſchied der Klee- und Kleeſeidekörner nur ſehr gering iſt, muß man mehrere Wechſelſiebe verwenden, deren Schlitz und Maſchenweite um Zehntelmillimeter verſchieden iſt. Das Ausſieben der Kleeſeide iſt namentlich bei Weißklee mit nicht unerheblichen Kleeverluſten verbunden. *Wrobel.*

Kleeſäemaſchine, zur breitwürfigen Ausſaat von Kleeſamen, dann aber auch von andern glatten Sämereien, wie Lein, Raps, Senf u.ſ.w. (ſ. Säemaſchine).

Kleeſäure, ſ. Oxalſäure.

Kleeſalz, das ſaure Kaliumſalz der Oxalſäure C_2O_4HK, findet ſich in den Oxalis- und Rumexarten und wird in der Zeugdruckerei gebraucht; ſ. Oxalſäure.

Kleid oder Bahn eines Segels nennt man die einzelnen Streifen Tuch, aus welchen ein Segel zuſammengenäht iſt; ſ. Beſegelung. *T. Schwarz.*

Kleiden, ein Tau mit Schiemannsgarn oder Hüfing dicht umwickeln.

Kleiderkiſte, -ſack, -ſpind, dient zum Aufbewahren der Kleidung nebſt Schuhzeug u. ſ. w. der Matroſen an Bord von Kriegsſchiffen. Zurzeit finden allgemein Kleiderſpinde, in Gruppen aus verzinktem Eiſenblech gefertigt, mit Vorhängeſchloß Verwendung. *T. Schwarz.*

Kleidkeule, hölzerne Keule mit runder Keep, welche beim Kleiden der Taue benutzt wird. *T. Schwarz.*

Kleie, Abfallprodukt der Getreidemüllerei, beſtehend aus den äußerſten Schichten des Getreidekornes (Frucht- und Samenhaut nebſt daranhaftenden Kleber- und Stärkezellteilchen).

Aus den Schrotungen geht die Kleie (grobe) als Ueberbleibſel des ausgemahlenen Kornes hervor, in der Gries- und Dunſtputzerei dagegen werden die feinzerriſſenen Kleieteilchen aus den wertvolleren Produkten ausgeblaſen (Flugkleie). Verwendung: Viehfutter. Je mehlfreier („reiner") die Kleie, deſto vorteilhafter für den Müller, deſto weniger wertvoll aber für den Landwirt (geringerer Nährwert). Ueber chemiſche Zuſammenſetzung ſ. Pappenheim, Lehrbuch der Müllerei, Wien 1890, S. 106. S. Mehlfabrikation. *Arndt.*

Kleiengang, Mahlgang, welcher die letzten (ſehr geringwertigen) Spuren von Mehl aus den Schalen ausbringt, alſo gewiſſermaßen die Schlußarbeit des Schrotprozeſſes leiſtet. S. Mehlfabrikation. *Arndt.*

Kleinbahnen, Bahnen mit öffentlichem, aber auf geringe Entfernungen beſchränktem Verkehr, wobei jedoch ein Uebergang von Güterwagen auf andre Bahnen nicht ausgeſchloſſen iſt.

Hierher gehören namentlich ſolche Bahnen, die nur innerhalb eines oder weniger Gemeindebezirke verlaufen, an ſich alſo nur örtliche Bedeutung beſitzen. Sie können durch Anknüpfung an das allgemeine Eiſenbahnnetz für die durchzogene Gegend von hohem wirtſchaftlichen Nutzen ſein und auch den anſchließenden größeren Bahnen als Verkehrszubringer die Einnahmen erhöhen. Eine größere Bedeutung hat das Wort Kleinbahnen erſt in neuerer Zeit gewonnen, insbeſondere durch das preußiſche Kleinbahngeſetz vom 28. Juli 1892. Eine beſtimmte Abgrenzung des Begriffs gegenüber den Nebenbahnen (ſ. Eiſenbahnbetrieb I.) iſt darin jedoch nicht gegeben, vielmehr iſt die Entſcheidung über den Charakter einer Bahn als Kleinbahn in fraglichen Fällen dem Staatsminiſterium vorbehalten. Die Spurweite und Betriebsart ſind nicht entſcheidend; jedoch werden zurzeit alle Bahnen ohne Lokomotivbetrieb als Kleinbahnen angeſehen.

Unter die Kleinbahnen gehören auch die ausſchließlich dem großſtädtiſchen Binnenverkehr dienenden Bahnen, gleichviel, ob ſie als Straßenbahnen, Hoch- oder Tiefbahnen hergeſtellt werden. Solche Kleinbahnen können alſo unter Umſtänden einen ſo großen Perſonenverkehr haben, wie ihn Fernbahnen nicht erreichen. Auch können ſie — wie z. B. die elektriſchen Untergrundbahnen in London, Glasgow, Boſton, Peſt u. a. m. — ſo großen Bauſchwierigkeiten und Koſten begegnen, wie ſie ebenfalls bei Hauptbahnen kaum vorkommen. Dagegen gehören ſolche Stadtbahnen, welche wie die viergleiſige Berliner (und die älteren Londoner Lokomotivuntergrundbahnen) mit Uebergang der Züge an äußere Fernbahnen anſchließen, zu den Hauptbahnen (ſ. Bd. 3, S. 274). Die große Mehrzahl der Kleinbahnen wird immer in ebenerdigen Schienenwegen, insbeſondere ſolchen mit Benutzung von ſtädtiſchen oder ländlichen Straßen, alſo in Straßenbahnen, beſtehen.

Literatur: Müller, F., Grundzüge des Kleinbahnweſens, Berlin 1895; Haarmann, Die Kleinbahnen, Berlin 1896; Gleim, Das Geſetz über Kleinbahnen vom 28. Juli 1892, 3. Aufl., Berlin 1899; Eger, Geſetz über Kleinbahnen und Privatanſchlußbahnen vom 28. Juli 1892, 2. Aufl., Berlin 1904; Wächter, Die Kleinbahnen in Preußen, Berlin 1902; Zeitſchr. f. Kleinbahnen, herausgegeben im Königl. preuß. Miniſterium der öffentl. Arbeiten, mit Mitteil. des Ver. deutſch. Straßenbahn- und Kleinbahnverwalt., Berlin, ſowie verſchiedene andre Zeitſchriften. *Kübler.*

Kleinbeſſemerei, ſ. Flußeiſen und Stahl.

Kleindampfmaſchinen, gemeinſame Bezeichnung für eine größere Anzahl verſchiedener Dampfmaſchinenſyſteme von geringer Leiſtung ($^1/_2$, 1—5 PS.) für das Kleingewerbe, zum Betriebe kleiner Dampfboote, kleinerer Straßenfuhrwerke (Motorwagen), zum Betriebe landwirtſchaftlicher Maſchinen u. ſ. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hierher gehören faſt alle kleineren Lokomobilen, ferner die Kleinmotoren mit Zwerg-(Klein-)keſſeln, Daveys und Elzes, Friedrichs Dampfmotor, der Hofmeiſterſche, der Hockſche und der Lilienthalſche Motor, der Simplex- und Viktoria-Motor, der Motor von Serpollet und die große Anzahl der ſogenannten rotierenden Dampfmotoren, welch letztere ſich jedoch mit Ausnahme der Dampfturbinen (ſ. d.) nirgends Eingang zu verſchaffen gewußt haben. Die Kleindampfmaſchinen ſind im Kampfe mit Gas-, Petroleum-, Benzin-, Elektromotoren u. ſ. w. überall unterlegen und haben nur noch hiſtoriſches Intereſſe.

Literatur: Rotierende Kleindampfmaſchinen, Engineer 1894, Bd. 77, S. 272; Röhrenkeſſel für Kleindampfmaſchinen, Zeitſchr. d. int. Verb. d. Dampf.-Ver. 1890, S. 159; Serpollet-Keſſel, ebend. 1895, S. 267; Desgl., Portef. d. mach. 1895, Tafel 9 u. 10; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1885, S. 745, 754; 1887, S. 680; Kleindampfmaſchinen auf der Ausſtellung zu München, ebend. 1888, S. 1118 u. 1136; Muſil, A., Die Motoren für das Kleingewerbe, 2. Aufl., Braunſchweig 1883; Knoke, J. O., Die Kraftmaſchinen des Kleingewerbes, Berlin 1887; Clauſſen, E., Die Kleinmotoren u. ſ. w., Berlin 1891; Koſak, G., Motoren für Kleininduſtrie, 2. Aufl., Wien 1893. *v. Ihering.*

Klein Elefant, Papierformat (ſ. d.) mit 900 mm Länge und 633 mm Breite.

Kleinformat, Papierformat (ſ. d.), 402—432 mm lang, 320—371 mm breit.

Kleinkeſſel, ſ. Kleindampfmaſchinen.

Klein Median (Regiſter), Papierformat (ſ. d.), 511 mm lang, 402 mm breit.

Kleinmeſſung, die Aufnahme aller Einzelheiten, wie der verſchiedenen Grenzen mit allen Grenzgegenſtänden, der Gebäude, ſonſtigen Baulichkeiten und andern Anlagen. In der Regel wird die Aufnahme durch Linienmeſſung ausgeführt, für beſondere Zwecke auch tachymetriſch oder mit dem Meßtiſch; ſ. Stückvermeſſung und Geodäſie. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kleinpflaſter (Steinſchlagpflaſter), eine von Gravenhorſt zu Stade eingeführte Neuerung der Fahrbahnbefeſtigung von Landſtraßen.

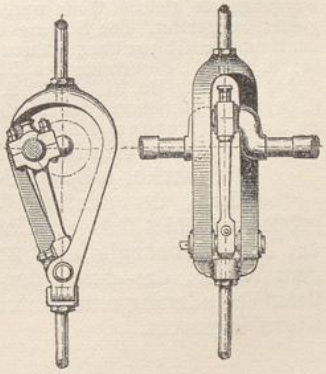
Die Straßenoberfläche wird auf einer feſten, jedoch nicht harten, den Druck der Verkehrslaſt voll aufnehmenden Unterbettung, mit größeren Steinſchlagſtücken von annähernder Würfelform, moſaikartig eingepflaſtert. Der Unterbau kann entweder als Packlage oder wie für eine makadamiſierte Steinſchlagbahn aus grobem Steinſchlag oder Grand etwa 10 cm ſtark hergeſtellt und mit der Walze ſo abgeglichen werden, daß die Oberfläche die der Straße zu gebende Querſchnittform erhält. Die Randſteine können nach der Dichtung des Unterbaues etwa 8 cm vorragen. Aeltere Steinſchlagbahnen können nach Aufhacken der Oberfläche und Herſtellung der gewünſchten Querſchnittform, unmittelbar als Unterbau dienen. Als Bettungsmaterial für das Pflaſter dient eine in lockerem Zuſtande 3—4 cm ſtarke ſteinfreie Kiesſchicht, die mit der Schablone (dem Sandpfluge), der Querſchnittform entſprechend, abgeglichen wird, worauf die Pflaſterung und Abrammung erfolgen kann. Bei Sand wird die Bettungsſtärke jetzt nur noch 1—2 cm angenommen [2]. Die Herſtellung eines ſolchen Steinſchlagpflaſters, das ſich in den Verſuchsſtrecken gut gehalten haben ſoll (die alten Strecken vom Jahre 1885 befinden ſich noch in tadelloſem Zuſtande [2]) wird erheblich billiger als ein Klinkerpflaſter oder eine gewöhnliche Pflaſterbahn, aber 10—20 % teurer als eine Steinſchlagbahn, befährt ſich aber viel angenehmer, iſt trockener und ſauberer, ſtaubfreier, viermal ſo haltbar als letztere und wird in der Ausbeſſerung nicht teurer als eine gewöhnliche Steinſchlagbahn. Die Abnutzung beträgt nur $^1/_7$—$^1/_8$ derjenigen der Steinſchlagbahn [2]. Weſentliche Bedingung für gute Haltbarkeit iſt: ſorgfältige Ausführung, beſonders des Unterbaues, der auch bei Froſtaufgang nicht nachgeben darf, und gutes, widerſtandsfähiges Material.

Literatur: [1] Zeitſchr. des Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 425; 1894, S. 19; 1895, S. 19; Handb. der Baukunde, Berlin 1892, 3. Abt., 4. Heft, S. 172. — [2] Deutſche Bauztg. 1894, S. 325, 337 und 418; 1897, S. 501; 1898, S. 634; 1899, S. 22, 76, 95, 307, 574, 624; 1900, S. 25, 330, 355, 546; Zentralbl. der Bauverw. 1903, S. 86; Zeitſchr. für Transportweſen und Straßenbau 1895, S. 174; 1900, S. 311, 343, 376; 1901, S. 539; 1903, S. 166; Willmann, L. v., Straßenbau, Fortſchritte der Ingenieurwiſſenſchaft, zweite Gruppe, Leipzig 1895, 4. Heft, S. 18; Handb. der Ing.-Wiſſ., Leipzig 1903, 3. Aufl., Bd. 1, 4. Abt., 8. Kap., S. 108 und 401. *L. v. Willmann.*

Kleinpunkte, Bindepunkte eines Meſſungsliniennetzes, für welche Koordinaten berechnet werden; ſ. Liniennetz.

Klein Regal (Klein Royal), Papierformat (ſ. d.), 621 × 487 mm.

Kleins Maſchinenelement, von Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal (Rheinpfalz), verbindet über eine Krummachſe hinweg die gerade geführten Kolbenſtangen von Dampf- und Pumpenkolben an kleineren Pumpmaſchinen u. dergl.



Der Bügel von Stahlguß iſt ſo verſchränkt, daß das Kurbelzapfenlager der innerhalb des Bügels ſchwingenden Pleuelſtange neben den Armen des Bügels frei herausſchwingt, ſo daß die Ausladung der Bügelarme nicht größer ausfällt, als der Krummzapfen ſelbſt erfordert (ſ. die Figur). Er erſetzt vorteilhaft die Kurbelſchleife, nur mit etwas größerer Baulänge der Pumpe. *Lindner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kleinſpiegel, Spiegeleiſen (ſ. d. und Roheiſen) mit einem Mangangehalt von 5—6%, beſitzt zwar deutlich ausgebildete, aber noch kleine Spiegelflächen. *A. Widmaier.*

Kleinviehwagen, ſ. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 346.

Kleinwagen, kleine Eiſenbahnwagen, die durch Menſchenkraft auf im Betriebe befindlichen Gleiſen bewegt werden, d. h. Bahnmeiſterwagen, Draiſinen, Gleismeſſer, Eiſenbahnfahrräder u. dergl. (ſ. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 347).

Dienſtvorſchriften der Bahnverwaltungen geſtatten die Benutzung in der Regel nur zu beſtimmten dienſtlichen Zwecken und unter beſonderen Vorſichtsmaßregeln, damit weder Zugfahrten noch Kleinwagenfahrten gefährdet werden.

Literatur: Preuß. Dienſtvorſchrift im Eiſenbahnverordnungsblatt 1900, S. 227 (in Einzelheiten ſpäter geändert), öſterreichiſche „Grundzüge der Vorſchriften für den Verkehrsdienſt auf Hauptbahnen", Art. 36, Wien 1904. *Cauer.*

Kleiſter, ſ. Klebemittel.

Kleiſtermarmor (Herrnhuterpapier), ein in der Buntpapierfabrikation durch Marmorieren, Abziehen erzeugtes Papier, bei deſſen Herſtellung die Farben mit Kleiſter verdickt wurden; ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 402. *Kraft.*

Klemmenſpannung (Polſpannung), ſ. Galvanismus, Bd. 4, S. 242, und Akkumulatoren für Elektrizität, Bd. 1, S. 110.

Klemmgeſperre, ſ. Reibungsſchaltwerk.

Klemmhaken, 1. Bankhaken, ſ. Bankeiſen; 2. hölzerne Klammer, die zum Zuſammenleimen von Brettern dient, die zwiſchen deren Enden feſt eingekeilt werden. *Weinbrenner.*

Klemmiſolatoren, ſ. Leitungen, elektriſche.

Klemmplatten, ſ. Oberbau (mit Eiſenſchwellen).

Klempnerblech, ſ. Blech und Meſſing.

Kleptoſkop, ein Sehapparat für Unterſeeboote (ſ. d.).

Klettenwolf, ſ. Kammgarnſpinnerei und Streichgarnſpinnerei.

Kletterweichen, Weichen, bei denen die Unterbrechung der Schienen des Hauptgleiſes am Herzſtück und an der Zungenvorrichtung wegfällt. Die Schienen des Hauptgleiſes werden von den Spurkränzen der Räder der ins Abzweiggleis übergehenden Fahrzeuge überſtiegen (überklettert).

Kletterweichen werden hauptſächlich in vorübergehender Weiſe auf Straßenbahnen bei Ausſchaltung von Gleisſtrecken behufs Ausbeſſerung u. dergl. verwendet. Die Weiche wird hierbei auf die Fahrſchiene und die Straßenfahrbahn aufgelegt. Auf Hauptbahnen finden ſie als dauernde Einrichtungen bei der Abzweigung wenig benutzter Gleiſe auf freier Strecke Anwendung, um eine Unterbrechung der Schienen des Hauptgleiſes und um auf eingleiſigen Strecken ſpitz befahrene Weichenzungen zu vermeiden und dadurch die Betriebsſicherheit auf der Hauptbahn zu erhöhen.

Eine derartige Anordnung, die ſich bewährt hat, iſt die Blauelſche Sicherheitsweiche. Die Schienen des Hauptgleiſes ſind ohne jede Unterbrechung durchgeführt. An der Abzweigſtelle ſind in den beiden um 40 mm höher gelegten Schienenſträngen des Zweiggleiſes bewegliche Zungen angeordnet, von denen die eine von innen, die andre von außen an die zugehörige Schiene des Hauptgleiſes angelegt wird. Die innere Zunge iſt, wie die Zungen der allgemein üblichen Weichenkonſtruktionen, auf Gleitſtühlen gelagert und um ihre Wurzel wagerecht drehbar, während die äußere Zunge nach außen umgeklappt wird, ſo daß ſie in ihrer ganzen Länge von der Schiene des Hauptgleiſes abſteht, wenn das Hauptgleis befahren wird. Beide Zungen ſteigen von der Spitze ab von der Oberkante der Schienen des Hauptgleiſes mit 1 : 40 um 40 mm, ſo daß bei der Fahrt ins Zweiggleis die Spurkränze, die durch die innere Zunge abgelenkt werden, auf der äußeren Zunge über die anliegende Schiene des Hauptgleiſes weggehen. In gleicher Weiſe werden am Herzſtück die Spurkränze über die Schiene des Hauptgleiſes weggeführt. Die Schiene des Ausweichgleiſes geht innen in eine Flügelſchiene längs der Hauptgleisſchiene über, während an letzterer außen ein Auflauf mit Herzſtückſpitze angeordnet iſt; (ſ. Organ f. Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, Erg.-Bd. VI, 1878, S. 135, Erg.-Bd. IX, 1884, S. 143 und Erg.-Bd. XI, 1894, S. 142). Aehnliche Konſtruktionen ſind die von Scheffler (ſ. Organ für Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, Erg.-Bd. IX, 1884, S. 143) und die von Schmid zu Schmidsfelden (ſ. Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897, S. 607). *Kübler.*

Kleyſcher Ventilator, ſ. Schleudergebläſe.

Kliebhacke, ſ. Beil, Bd. 1, S. 656.

Klima, der jährliche Verlauf der Witterung über einem kleineren oder größeren Gebiet, als ein Ganzes aufgefaßt. Das Klima iſt konſtant, d. h. von der Zeit unabhängig und ſteht inſofern im Gegenſatz zu der Witterung oder dem Wetter, das durch den ſteten Wechſel der Vorgänge in der Atmoſphäre ſteter Veränderung unterworfen iſt und mit all ſeinen Verſchiedenheiten eben das Klima ausmacht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zumal geologiſche Forſchungen laſſen auf mehrfache und in entgegengeſetztem Sinne erfolgte Umwälzungen des Klimas ſeit dem Erſtarren der Erdoberfläche ſchließen, doch ſind generelle Umwälzungen des Klimas innerhalb unſrer Zeitrechnung als kaum mit Sicherheit nachgewieſen anzuſehen. Anderſeits darf wohl angenommen werden, daß gewiſſe lokale Veränderungen des Klimas in kleineren Gebieten durch Menſchenhand, Ausrodung von Wäldern, Austrocknung von Sümpfen u. ſ. w. herbeigeführt worden ſind. — Temperatur, Niederſchläge, Feuchtigkeit der Luft und die Winde bauen das Klima auf, und zwar zumal die Wärme der Luft, ſo daß wir nach dem Sonnenſtand drei Haupttypen des Klimas: Tropenklima, gemäßigtes Klima und Polarklima nebſt der Uebergangsform des Subtropenklimas, unterſcheiden, welch erſtere weſentlich mit den gleichnamigen geographiſchen Zonen zuſammenfallen.

Das **tropiſche Klima** iſt durch die große Regelmäßigkeit der Erſcheinungen charakteriſiert. Bei zweimal im Jahre eintretendem höchſtem und niedrigſtem Sonnenſtand ſind die zugeſtrahlten Wärmemengen im einzelnen wenig verſchieden und iſt die meiſt nur geringe tägliche und jährliche Schwankungen zeigende Temperatur abhängig von der Größe der Bewölkung, ſomit am niedrigſten während der trüben Regenzeiten, die vielfach mit dem höchſten Sonnenſtand zuſammenfallen, am höchſten zur Zeit, wo die Bewölkung am geringſten iſt, alſo vielfach bei niedrigſtem Sonnenſtand. Die Jahreszeiten beſtehen hier in dem Wechſel der Trocken- und Regenzeiten.

Das **gemäßigte Klima** iſt das Klima des Veränderlichen; unperiodiſche Erſcheinungen überdecken häufig die periodiſchen. Frühling, Sommer, Herbſt und Winter wechſeln hier als vier typiſche Jahreszeiten miteinander ab; es fehlt die lange Dauer hoher Kältegrade im Winter wie die anhaltende tropiſche Hitze im Sommer. Es iſt dies das dem Menſchen in ſeiner körperlichen und geiſtigen Entwicklung am meiſten zuſagende Klima.

Das **polare Klima** herrſcht jenſeits der Polarkreiſe; der ſechsmonatige Winter wird dadurch verlängert, daß nach ſeinem Ablauf die Sonnenwärme zunächſt zum Schmelzen von Schnee und Eis aufgezehrt wird, ſo daß auf einen beinahe neunmonatigen Winter nur eine kurze wärmere Zeit folgt; die Temperatur ſteigt dann ſprungweiſe und ſinkt ſpäterhin langſamer gegen den Winter hin. Der Winter des polaren Klimas iſt meiſt arm an Niederſchlägen, im Zuſammenhang mit dem geringen Waſſergehalt der Luft.

Die **Subtropenklimazone** iſt der ſüdliche Teil der gemäßigten Klimazone und umfaßt in der Alten Welt das Mittelmeerbecken, weſentlich charakteriſiert durch regenarmen Sommer, während der größte Teil der Niederſchläge im Winter oder Herbſt und Frühling fällt.

Soweit das Klima nur von der Menge der Sonnenſtrahlung als Funktion der geographiſchen Breite abhängig iſt, bezeichnet man es als ſolares Klima; dieſes würde auf der Erde herrſchen, falls ſie ganz vom Feſtland ohne Vertiefungen und Erhebungen eingenommen würde und die Atmoſphäre fehlte.

Als Gegenſätze kennen wir das kontinentale Klima im Innern der Kontinente, ausgezeichnet durch große Schwankungen der Temperatur, und das maritime Klima auf den Meeren und zum Teil über den Ufergebieten, wo geringere Temperaturſchwankungen im täglichen und jährlichen Gange herrſchen. Ein ähnlicher Gegenſatz beſteht zwiſchen dem Klima der Ebene und dem Höhenklima, der im allgemeinen mit der Erhebung über den Meeresſpiegel zunimmt. Ein bedeutender Gegenſatz beſteht zwiſchen dem Oſten und Weſten der Kontinente Europa und Aſien, indem bei gleicher Breite das Oſtufer bei weitem ſtrengere Winter und wärmere Sommer beſitzt als die weſtlichen Geſtade, bedingt durch die von dieſen Kontinenten hervorgerufenen Windſyſteme.

Weitere, das Klima größerer oder kleinerer Gebiete ſtark beeinfluſſende Faktoren ſind die Meeresſtrömungen — ſo mildern der Golfſtrom das Klima Norwegens und der Benguelaſtrom das Klima der ſüdweſtafrikaniſchen Küſte, dort erwärmend, hier abkühlend — die Lage der beherrſchenden Gebirge gegen die herrſchenden Winde, für kleinere Gebiete die Geſtaltung der Erdoberfläche — Tallage, Lage auf einem Hochplateau, einem Abhang u. ſ. w. Auch die phyſikaliſche Beſchaffenheit der feſten Erdoberfläche und ihre Bedeckung können von großem Einfluß auf das Klima ſein, insbeſondere iſt die Bedeutung einer Schneedecke [3] nicht zu unterſchätzen. — Ueber die Beziehungen des Klimas zur Bodentemperatur ſ. Geothermik.

Literatur: [1] Brückner, Klimaſchwankungen ſeit 1700, nebſt Bemerkungen über die Klimaſchwankungen der Diluvialzeit, Pencks Geogr. Abh., Bd. 4, Heft 2, Wien 1890. — [2] Trabert, Das ſolare Klima, Met.-Zeitſchr. 1894 (auch Hann. Klimatologie, ſ. u.). — [3] Woeikof, Der Einfluß einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter, Pencks Geogr. Abh., Bd. 3, Wien 1889; Brückner, Ueber den Einfluß der Schneedecke auf das Klima der Alpen, Zeitſchr. d. Deutſchen und Oeſterr. Alpenvereins 1893, Bd. 24; ferner Zenker, Der thermiſche Aufbau der Klimate aus den Wärmewirkungen der Sonnenſtrahlung und des Erdinnern, Nova acta der Kgl. Leop. Karol. deutſchen Akad. d. Naturforſch., Bd. 57, Nr. 1, Leipzig 1895; Woeikof, Klimatologiſche Zeit- und Streitfragen, Met. Zeitſchr. 1891, 1894 und 1895; Meyer, Hugo, Anleitung zur Bearbeitung meteorol. Beobachtungen für die Klimatologie, Berlin 1891; Köppen, Anleitung zu klimatologiſchen Unterſuchungen in Brauns Lehrbuch der Balneotherapie, 5. Aufl., Braunſchweig 1886; Lehrbücher der Klimatologie: Hann, Handbuch der Klimatologie, 2. Aufl., Stuttgart 1897; Woeikof, Die Klimate der Erde, Jena 1887; Marchi, L. de, Climatologia, Mailand 1890; Köppen, Klimalehre, Leipzig 1899; Supan, Grundzüge der phyſikal. Erdkunde, Leipzig 1896; Köppen, Verſuche einer Klaſſifikation der Klimate vorzugsweiſe nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt, Leipzig 1901; v. Bezold, Ueber klimatologiſche Mittelwerte für ganze Breitenkreiſe, Sitzungsbericht der Kgl. Preuß. Akad. d. Wiſſenſch., LIII, Dez. 1901; Atlas climatologique de l'empire russe, publié par l'Observat. Phys. Central Nicolas, Petersburg 1900; Kremſer, Klimatologie des Oderſtromgebiets, Berlin 1896; Die klimatiſchen Verhältniſſe des Elbſtromgebiets, Berlin 1898; Desgl. des Memel-, Pregel- und Weichſelgebietes, Berlin 1900; Desgl. des Wefer- und Emsgebietes, Berlin 1901.

Großmann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

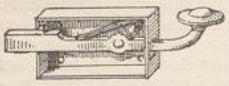
Klingel, elektriſche, ſ. Alarmvorrichtungen, Haustelegraphen.

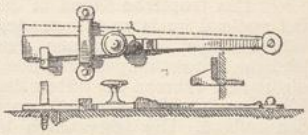
Klingſtein, ſ. v. w. Phonolith (ſ. d.).

Klinkbolzen, Spitzbolzen, der mit feinem ſpitzen Ende durch das Holz reicht und hier umgeklinkt oder vernietet wird.

Klinkbolzen, Kopfbolzen zur Verbindung von Hölzern im Holzſchiffbau, deren Ende nach dem Schlagen über Klinkringe eingeklinkt wird.

Klinke, 1. Falle, Türverſchluß, wohl die einfachſte und älteſte Art, beſtehend in einem Eiſen- oder Holzſtab, deſſen eines Ende an der Türe befeſtigt iſt; das andre in einem Bügel laufende Ende kann durch einen Knopf oder ſonſtigen Handgriff gehoben und über einen Klink- oder Schließhaken eingeſpannt werden (ſ. die Figur). Um die Bewegung auch von der andern Seite der Türe zu ermöglichen, iſt dieſe in halber Länge der Klinke durchbohrt. Hier wird der Klinkhebel eingeſetzt, deſſen Griff auf der Rückſeite hervorſteht. 2. Fälſchlich wird auch der Türdrücker (Hebeldrücker) Klinke genannt. *Weinbrenner.*





Klinken als Schaltklinken oder als Sperrkegel, ſ. Sperrklinken.

Klinken, im Bergbau, eine Vorrichtung zum Aufſetzen der Fördergeſtelle bei der Schachtförderung (ſ. d.).

Klinkenſteuerungen, ſ. Präziſionsſteuerungen.

Klinker, bis zur Sinterung gebrannte Ziegelſteine.

Ein guter Klinker ſoll eine Waſſeraufnahmefähigkeit von höchſtens 2% haben. Literatur und weitere Angaben ſ. unter Pflaſterklinker, Tonwaren und Ziegel. *K. Dümmler.*

Klinkerbau, Beplankung im Bootsbau (ſ. d.), bei welcher die Plankengänge mit ihren Kanten übereinander greifen. *T. Schwarz.*

Klinkerſtraßen ſind hauptſächlich in den Küſtengegenden Deutſchlands und der Niederlande, wo es an natürlichen Geſteinen und an Kies mangelt, angewendet worden, in neuerer Zeit vielfach in Amerika ſogar für ſtädtiſche Straßen. Die Güte und Dauerhaftigkeit der Klinkerſtraßen hängt weſentlich von der Gleichmäßigkeit und Güte der bis zur Verglaſung (15—17 Tage) gebrannten und ſehr langſam (4—5 Tage) abgekühlten Backſteine, der ſogenannten Klinker (ſ. d.), und von der zur Herſtellung des Pflaſters angewendeten Sorgfalt ab.

Als Unterlage wird eine Sandbettung von 30—40 cm Stärke in gleichmäßiger Dicke nach der Schablone im Erdkaſten der Straße abgerammt und abgewalzt. An den beiden Seiten der Fahrbahn werden zwei oder mehr Läuferreihen im Verband als Saumſteine gelegt, worauf zwiſchen dieſe die Klinker hochkantig der Länge nach, ſenkrecht zur Straßenachſe, reihenweiſe im Verband, nach der die Wölbung angebenden Schablone geſetzt werden. Die Fugen ſind möglichſt eng zu halten und der Schlußſtein gut einzupaſſen. Der Verband erfolgt entweder nach dem Läuferverband (Fig. 1) oder beſſer, indem die Stoßfugen jeder Schicht um $^1/_3$ Stein gegen die vorhergehende verſchoben wird (Fig. 2). Dadurch wird einem Durchbrechen der Klinker in der Mitte vorgebeugt. An Wegübergängen oder Krümmungen wird der Aehrenverband (Fig. 3), in letzterem Falle werden auch vielfach keilförmig angeordnete Steine verwendet. Nach Herſtellung des Pflaſters wird reiner Quarzſand in dünnen Lagen ausgeſtreut und unter andauernder Beſprengung mit einem ſtumpfen Beſen in die Fugen eingekehrt, worauf nach Beſchüttung der fertigen Straße mit einer 1—5 cm hohen Sandſchicht dieſe dem Verkehr übergeben werden kann. Die Erhaltung bezw. die Erneuerung dieſer Sandſchicht iſt für Klinkerſtraßen von großer Wichtigkeit, da durch dieſe das Aufſchlagen der Pferdehufe gemildert und die Abnutzung der Steine vermindert wird. Zum Schutz gegen das Verwehen des Sandes durch den Wind werden meiſt die Fußwege erhöht angelegt und erhalten entweder eine Raſeneinfaſſung oder einen ſeitlichen Abſchluß durch Bordſteine. Zur Ausbeſſerung bezw. zum Herausholen einzelner zerbrochenen oder verſchobenen Steine dient ein beſonders geformter Schlüſſel (Fig. 4).

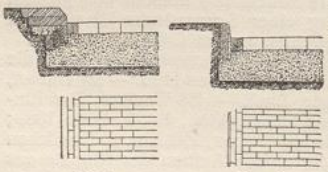


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Das für ſtädtiſche Straßen verwendete Klinkerpflaſter wird meiſt in Zementmörtel verlegt. Die Größe der Klinker iſt ſehr verſchieden. Im allgemeinen wechſelt die Länge zwiſchen 18 und 23 cm, die Breite zwiſchen 10 und 11 cm, die Dicke zwiſchen 4,5 und 5,5 cm. Die Bockhorner Klinker ſind 22,8 cm lang, 18,8 cm breit, 5,2 cm dick und wiegen je 3 kg.

Literatur: [1] Oſthoff, Die Klinker und die Klinkerſtraßen, Leipzig 1882. — [2] Heuſinger von Waldegg, Die Ziegelfabrikation, 3. Aufl., S. 60, Leipzig. — [3] Handb. der Ing.-Wiſſ., Leipzig 1903, 3. Aufl., Bd. 1, 4. Abt., 8. Kap., S. 236; Dümmler, Handb. d. Ziegelfabrikation, Halle 1897—1900,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 471. — [4] Handb. der Baukunde, Berlin 1892, 3. Abt., 4. Heft, S. 174. — [5] Willmann, L. v., Straßenbau, Fortſchritte der Ingenieurwiſſenſchaft, zweite Gruppe, Leipzig 1895, 4. Heft, S. 63. — [6] Engineering news 1893, I, S. 358; 1896, I, S. 282; 1900, I, S. 206. — [7] Engineering record 1900, Bd. 41, S. 196. — [8] Zeitſchr. für Transportweſen und Straßenbau, 1893, S. 109, 496, 596; 1894, S. 141; 1895, S. 104; 1896, S. 125, 374, 560; 1897, S. 579; 1898, S. 117; 1899, S. 423. — [9] Zentralbl. der Bauverw. 1897, S. 380.

L. v. Willmann.

Klinkhaken (Schließhaken), mit Anlauf verſehener Haken, der im Türpfoſten befeſtigt wird und bei Einlegen der Türklinke oder Falle die Türe verſchloſſen hält.

Weinbrenner.

Klinkring, Unterlagsring für die verklinkten Enden der Klinkbolzen.

Klinkung, Ausſchnitt eines Stückes Holz, um dieſes an ein andres anzupaſſen; man nennt dann das Stück an- oder ausgeklinkt, das andre eingeklinkt.

Klinoklas, ſ. Strahlerz.

Klinometer, ſ. Neigungsmeſſer.

Klipper, ein ſchnellſegelndes Kauffahrteiſchiff von ſcharfen Schiffsformen, ausfallendem Bug und vorwiegend Vollſchiffstakelung.

T. Schwarz.

Kliſchee, in der Buchdruckerei heute jede Druckform, welche im Gegenſatze zu dem aus vielen kleinen Einzelſtücken zuſammengefügten Letternſatze aus einem Stücke beſteht (früher nur im eigentlichen Sinne für einen ſtereotypiſch oder galvanoplaſtiſch gewonnenen Abklatſch gebraucht).

Die Herſtellung von Kliſchees erfolgt unter Verwendung verſchiedenen Materials (Holz, Blei, Zink, Meſſing, Kupfer, Leim, Celluloid u. ſ. w.) in ſehr mannigfaltiger Weiſe. Die Holzſchneidekunſt (ſ. d.) wird herangezogen, wenn techniſche Objekte ſehr brillant und deutlich abgebildet werden ſollen; dagegen erfährt der Holzſchnitt nach bildlichen Sujets nur mehr durch vereinzelte Zeitſchriften Pflege. Kliſchees nach Strichzeichnungen (linearen Bildern wie Plänen, Federzeichnungen u. ſ. w.) erzeugt man am einfachſten, raſcheſten und billigſten mittels Phototypie, nach vorhandenen Steingravüren u. dergl. mittels Umdrucks und Aetzen, Chemigraphie (ſ. Zinkhochätzung). Nach Originalen in Halbton (z. B. Photographien, Oelbildern, Aquarellen, getuſchten und lavierten Zeichnungen, kurz nach allen Bildern, welche wohl aus verſchiedenen Tonwert beſitzenden, aber gleichmäßig, homogen getonten Flächen beſtehen) können Kliſchees nur mittels Autotypie (ſ. d.) oder verwandter Verfahren gewonnen werden, bei welchen nämlich die homogenen Halbtöne des Originals automatiſch in druckfähige (aus Strichen, Punkten oder „Korn“ beſtehende) Töne umgewandelt werden (ſ. z. B. Orthotypie). Von Letternſätzen kann man Kliſcheeplatten mittels Elektrotypie (ſ. d.) oder Stereotypie (ſ. d.) verfertigen. Ueber Celluloidkliſchees ſ. Cellulotypie und Stereotypie; über Leimkliſchees ſ. Gelatinographie und Leimtypie; über Reliefkliſchees ſ. Illuſtrationsdruck. (Vgl. a. Cerographie Chalkotypie, Chemitypie, Crayontypie, Cuprotypie, Ektypographie, Elektrochemitypie, Elektrographie, Galvano, Galvanoglyphie, Glasdruck, Glyphographie, Granulotypie, Graphotypie, Hyalotypie, Ikonotypie, Phototypie, Schmidtingtypie und Spitzertypie.)

A. W. Unger.

Klitometer, Neigungs- oder Gefällmeſſer (ſ. d.), wie die Bergwage (ſ. d.).

Kloake, ſ. Kanaliſation der Städte und Ortſchaften.

Kloben, ſ. v. w. Haſpen, Bandhaken, Stützhaken, Stützkegel, der am Tür- oder Fenſterpfoſten oder -futter befeſtigte eiſerne Haken oder Dorn, Kegel, in dem das Band, mit runder Schleife eingehängt, ſich dreht und ſeine feſte Unterſtützung findet.

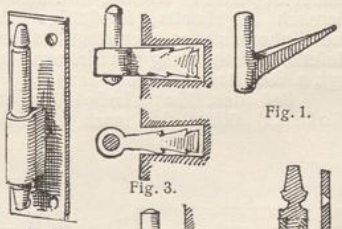


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

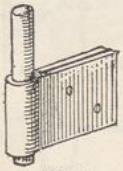


Fig. 4.

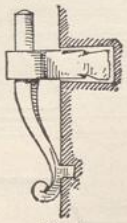


Fig. 5.

Fig. 6.

Man unterſcheidet: 1. Spitzkloben (Fig. 1), die einfachſte Art, aus einem Stücke ausgeſchmiedet, wird 6—8 cm in das Holz eingeſchlagen. Bei Schwinden oder Spalten des Holzpfoſtens muß eine Lockerung in dieſem eintreten und der genaue Anſchlag der Türe verloren gehen; deshalb iſt es vorteilhafter, 2. den Kloben auf Platte (Fig. 2) aufzunieten und letztere mit vier bis ſechs Nägeln, beſſer Schrauben, am Anſchlag zu befeſtigen. Der Kloben wird dann aus zwei Teilen beſtehen, dem Dorn, um den ſich das Band legt, und der Stütze, die als Hülſe den Dorn umfaßt und mit dem letzteren durch eine Niete verbunden oder durch einen Stift verbohrt iſt. 3. Bei Kloben in Stein iſt die Stütze etwa 25 mm ſtark in den Stein einzukitten (Fig. 3) und zum beſſeren Halte an den Kanten aufzuhauen. Bei ſchweren Türen oder Toren wird der Dorn höher und die Stütze aus zuſammengelegten und vernieteten Lappen gebildet (Fig. 4). Bei großen, ſchweren Toren kommt 4. der Stützkloben zur Anwendung. Bei dieſem iſt der Dorn nach unten verlängert und wird am unteren

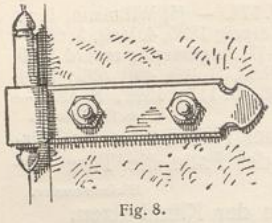


Fig. 8.

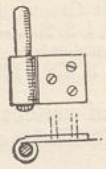


Fig. 7.

Ende ebenfalls in Stein eingelaſſen (Fig. 5). Bei einfachem Beſchläge endigt der Kegel oder Dorn ſtumpf oder mit flachem Kopfe; bei reicherer Ausſtattung erhält er eine formale Ausbildung durch gedrehte oder gegoſſene Knöpfe, ſogenannte Kegel, in Zink, Eiſen oder Meſſing, die einzuſtiften ſind. — Um die Bewegung der ſchweren Türen möglichſt zu erleichtern, iſt die Reibung des Bandes auf dem Kloben tunlichſt zu verringern. Dies wird erreicht, wenn der auf der Bandhülſe eingeſetzte Zierknopf (Fig 6) feſt eingeſchraubt auf dem flach gerundeten oberen Ende des Dorns aufſitzt, ſo daß das Band nicht mehr den oberen Rand des Klobens berührt. Wird durch eine ſchräggeführte Oeffnung an den Drehpunkt Oel zugeführt, ſo wird die Beweglichkeit ſehr gefördert. Fig. 7 und 8 ſind Lappenkloben in Holz und Stein; letzterer hat den Vorteil, daß das Einſetzen in Stein durch zwei Schrauben ſtatt durch einen größeren Lappen geſchieht und bei Senkungen leicht nachgeholfen werden kann. *Weinbrenner.*

Klöbeiſen, ſ. Böttcherei, Bd. 2, S. 138.

Klönnes Kreiſelrätter, ſ. Siebvorrichtungen.

Klöppeln, ein Arbeitsverfahren zur Erzeugung von aneinander geſchloſſenen Gezwirnen, Geflechten und Geweben, bei dem die zu vereinenden, auf kleinen Spulen (Klöppel, Klöpfel) aufgewundenen Fäden, durch in Drehung und Verſchiebung beſtehender Lagenänderung dieſer Spulen, in der beabſichtigten Weiſe verbunden werden, und an die Kreuzungsſtelle tretende Nadeln die Verbindung ſo lange ſichern, bis neuhergeſtellte Fadenkreuzungen die Auflöſung dieſer verhindern; ſ. Flechtarbeiten und Spitzen. *Fiſcher.*

Klötzelbrücken, Holzbrücken, bei denen die Träger aus mehreren untereinander gelegten Balken beſtehen, die durch zwiſchenliegende kurze Balkenſtücke (Klötzel) voneinander getrennt ſind. S. Brücken, hölzerne. *Melan.*

Klopfen, im Bergbau, ſ. v. w. ein hörbares Zeichen geben, entweder für den Beginn bezw. das Ende einer Schicht oder für die Schachtförderung (ſ. d.).

Klopfer, ſ. Telegraphie.

Klopfmaſchine, diejenige in der Tuchfabrikation (ſ. d.) verwendete Maſchine, die das Klopfen des Tuches auf mechaniſchem Wege zu vollführen hat; vgl. a. Seidenſpinnerei. *Kraft.*

Klopfwolf, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Kloſett, ſ. v. w. Abort (vgl. Bd. 1, S. 24) mit Abſchluß gegen die Grube oder den Abflußkanal; wenn mit Waſſerleitung verſehen, auch Spülabort oder Waſſerkloſett genannt.

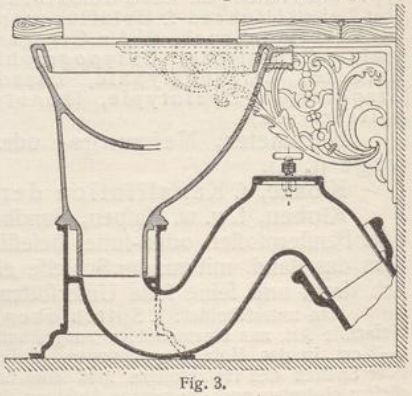


Fig. 3.

Der Abſchluß gegen die Kanalgaſe wird durch aufziehbare Klappen, durch ſelbſttätig (zufolge der Laſt der Exkremente und des Waſſers) ſich öffnende Klappen oder durch reine Waſſerabſchlüſſe (ſogenannte Siphons) erreicht, und man unterſcheidet hiernach Zugkloſetts, ſelbſttätige Klappenkloſetts und Siphonkloſetts; auch Kombinationen von Zugkloſetts in Verbindung mit Siphons ſind nicht ſelten (vgl. a. Bedürfnisanſtalten).

Bei den Zugkloſetts (Zugſtangenkloſetts) öffnet ſich nach dem Aufziehen der

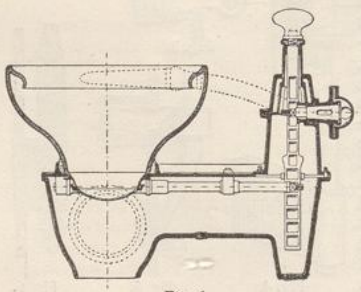


Fig. 1.

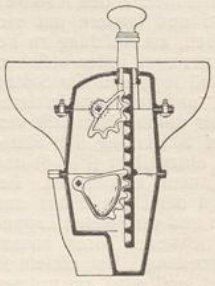


Fig. 1 a.

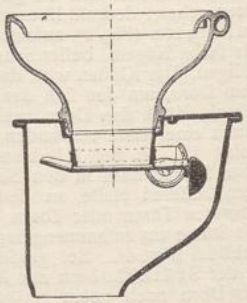


Fig. 2.

Zugſtange nicht nur die Kloſettklappe, ſondern gleichzeitig auch der am Kloſett angebrachte Waſſerleitungshahn, der manchmal direkt mit der Waſſerleitung, meiſt aber mit einem kleinen Reſervoir (Dienſtbüchſe, Spülkaſten) in Verbindung ſteht. Ein Zugkloſett iſt in Fig. 1 und 1a dargeſtellt; der ganze Apparat wird mit Holzwandung und Sitzbrett verkleidet.

Die ſelbſttätigen Klappenkloſetts (ſ. Fig. 2) haben unter der Schüſſel eine in Achſenlagerung drehbare, durch Gegengewicht ausbalancierte Klappe (emailliertes Gußeiſen), welche ſich nach unten öffnet, wenn ſie durch Exkremente oder Waſſer belaſtet wird. Die Waſſerſpülung wird hierbei durch einen an der Wand befeſtigten ſelbſtſchließenden Hahn (Kugelfallhahn) oder durch Spülkaſten mit Zughebel bewerkſtelligt.

Ein vielgebräuchliches Siphonkloſett zeigt Fig. 3; der obere Teil, die ſogenannte Zungenſchüſſel, iſt aus Steingut oder Porzellan, der Siphon aus emailliertem Gußeiſen hergeſtellt; die Spülung erfolgt wie bei den ſelbſttätigen Klappenkloſetts durch Selbſtſchlußhähne oder Spülkaſten. -- Bei den ſogenannten Unitas-, Excelſior- u. ſ. w. Siphonkloſetts ſind Siphon und Schüſſel in einem einzigen freiſtehenden Körper aus Steingut vereinigt, der mit einer aufklappbaren Brille verſehen iſt.

Näheres über die Spüleinrichtungen, die außerordentlich mannigfaltig ſind, ſowie über allgemeine Dispoſitionen in den Patentſchriften D.R.P. Nr. 1390, 7272, 9193, 10170, 11074, 12184, 13410, 13973, 15451, 16695, 17148, 18296, 18515, 18592, 19418, 20284, 20286, 20353, 20375, 20525, 23063, 23563, 28425, 35016, 36606, 37115, 37238, 37853, 38229, 40302, 40304, 41546, 43356, 43705, 44539, 44710, 45115, 51231, 51785, 51954, 52800, 53100, 55143, 55205, 55208, 55215, 55298, 55766, 58095, 58662, 58672, 59927, 60046, 60072, 61488, 62592, 63004, 67959, 68329, 71390, 71371, 71491, 71930, 72961, 73757, 73909, 74441. Bezugsquellen alle Waſſerleitungsarmaturfabriken. *Blecken.*

Kloſter (lat. Claustrum), Geſamtheit der Gebäude, welche zur Aufnahme und Wohnung von Mönchen oder Nonnen dienen und mit den dazwiſchen liegenden Höfen und Gärten von einer Ringmauer umſchloſſen ſind.

Das Hauptgebäude umfaßt die Kirche (mit oder ohne Turmanlage), an welche ſich meiſt unmittelbar und nach Süden gelegen, der um einen quadratiſchen Hof angelegte Kreuzgang (oft mit Brunnenhalle) anſchließt. Von dieſem aus ſind alle Räume des eigentlichen Kloſterbaues direkt zugänglich. So der Kapitel- oder Konventſaal für Beratung, auch als beſonderes Gebäude (Kapitelhaus) ausgebildet; ferner der gemeinſame und heizbare Wohnſaal. Darüber liegen im oberen Geſchoß die Schlafräume (Dormitorium, Dorment), beſtehend in langer mittlerer Halle mit zu beiden Seiten liegenden Schlafzellen. Ferner die Speiſeſäle (Refektorien), für Winter und Sommer getrennt angeordnet, daneben die Küchenräume mit Back- und Vorratsräumen. Die letzte Seite nehmen die Schatzkammer, das Archiv, die Bücherei und das Sprechzimmer (Parlatorium) ein. Außer dieſem Hauptbau liegen noch innerhalb der gemeinſamen Ringmauer die Wohnungen der Laienbrüder, Krankenhaus, Armenhaus und Pilgerherberge, Scheunen und Stallungen für den landwirtſchaftlichen Betrieb, eine Mühle und etwa ein Kornſpeicher. Doch iſt zu bemerken, daß für die einzelnen Orden beſondere Vorſchriften und Regeln beſtehen, die mannigfache Abänderungen von obigen Angaben beſtimmen. Die Geſamtanlage eines Kloſters zeigt Fig. 1 [6], eine Abbildung von Bronnbach bei Wertheim, den Grundriß einer Kloſteranlage in beſter Erhaltung ſ. Bd. 2, S. 468, von Kloſter Maulbronn [5], ſowie Fig. 2, Grundriß der Abtei St. Blaſien im Schwarzwald, erbaut 1783 von d'Ixnard [6a], [7].

Fig. 1.

Literatur: [1] Schnaaſe, D. K., Geſchichte der bildenden Künſte im Mittelalter, Bd. 2, Düſſeldorf 1850. — [2] Kugler, Franz, Geſchichte der Baukunſt, Bd. 2, Stuttgart 1859. — [3] Otte, Heinrich, Handbuch der Kunſtarchäologie, Leipzig 1883, S. 11—122. — [4] Dehio und v. Betzold, Die kirchliche Baukunſt des Abendlandes. Stuttgart 1887. — [5] Paulus, E., Kunſtdenkmäler des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

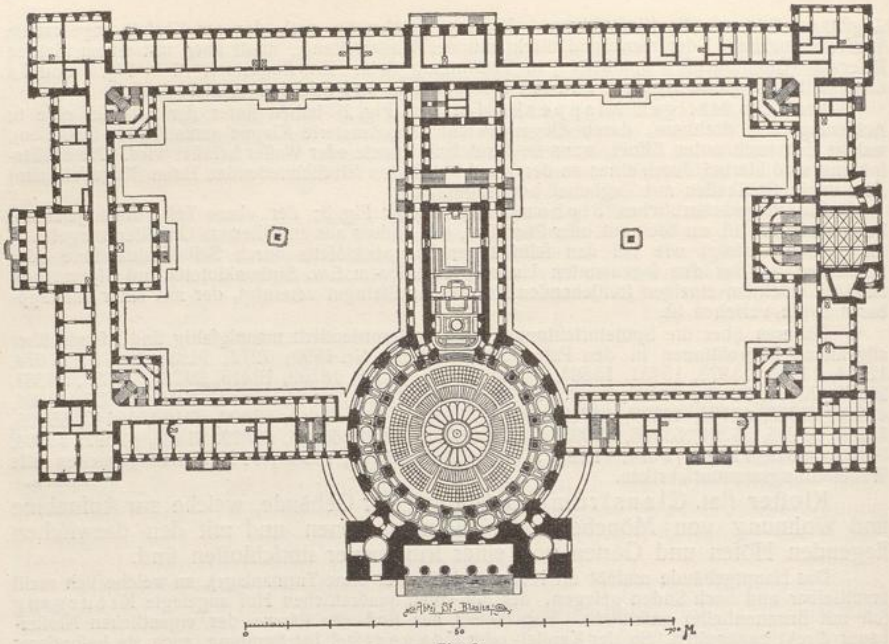


Fig. 2.

Königreichs Württemberg, Stuttgart. — [6] Kraus, F. X., Kunſtdenkmäler des Großherzogtums Baden, Bd. 4, Abt. I: Wertheim, S. 6 ff., Freiburg 1896. — [6a] Ebend., Bd. 3: Waldshut, S. 87, Freiburg 1892. — [7] d'Ixnard, Oeuvres d'architecture, Straßburg 1791. *Weinbrenner.*

Kloten oder Klotjen, kleine Holzkugeln, welche auf die Rack der Gaffel aufgezogen ſind und zur Führung dienen. *T. Schwarz.*

Klotz, 1. Block: jedes unbearbeitete Stück Stein, Holz oder Metall u. ſ. w., z. B. Sägeklotz, ein Baumſtamm von gewöhnlicher Brettlänge; 2. kurzer Abfall eines Holzſtücks; 3. Klötzchen, die zum Kaminbau verwendeten Backſteine, 10 cm ſtark und 25 cm lang; 4. Rammklotz, ſ. Rammen; 5. Klotzwagen, ſ. Sägemühlen. *Weinbrenner.*

Klotzen (pflatſchen, foulardieren) bezweckt, ein Gewebe in offener Breite unter Anwendung beſonderer Maſchinen (ſ. Klotzmaſchine) mit verdünnten, konzentrierten oder verdickten Löſungen von Farbſtoffen, Beizen oder Appreturmitteln auf beiden Seiten gleichmäßig zu verſehen. *R. Möhlau.*

Klotzmaſchine (Pflatſch-, Padding-, Foulardiermaſchine) dient als Breitfärbemaſchine zum Färben von Geweben, zum Imprägnieren letzterer mit Beizen und zum Eintreiben von Appreturmitteln.

Sie beſteht im weſentlichen aus einem hölzernen Trog (chassis), der zur Aufnahme der Färbe-, Beiz- oder Appreturflüſſigkeit dient und in dem nahe am Boden eine oder mehrere hölzerne Leitwalzen angebracht ſind. Darüber befinden ſich zwei mit Kattun umwickelte oder mit Kautſchuk überzogene Quetſchwalzen aus Holz bezw. Eiſen, Meſſing oder Kupfer gelagert. Der von einer Holzrolle ſich abwickelnde Stoff wird über Stäbe geleitet, ebnet ſich, über eine Ausbreitſchiene gleitend, paſſiert darauf den Trog und gelangt zwiſchen die Quetſchwalzen, wo er von dem Ueberſchuß der Flüſſigkeit befreit wird, um nach Verlaſſen derſelben ſich wieder auf eine Holzrolle aufzuwickeln oder um vorher auf einer Zylindertrockenmaſchine oder in der Hotflue (ſ. d.) getrocknet zu werden.

Literatur: [1] Grothe, Appretur der Gewebe, Berlin 1882, S. 412. — [2] Dépierre, Appretur der Baumwollgewebe, Wien 1888, S. 96. *R. Möhlau.*

Klotzpflaſterungen, ſ. Straßenbau.

Klüfock, ſ. v. w. Innenklüver; ſ. Bemaſtung und Beſegelung.

Klüſe eines Schiffes, ein gußeiſernes oder ſtählernes Rohr mit wulſtigen Flanſchen an den Enden, durch welche die Ankerkette von außenbords an Deck geführt wird; vgl. Ankergeſchirr und Ankerlagerung. *T. Schwarz.*

Klüsholz, das hölzerne Bugſpant im Holzſchiffbau, durch welches das Klüsrohr geführt iſt. *T. Schwarz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Klüten, mit der Hand unter Tonzuſatz als Bindemittel geformte Steinkohlenbriketts (ſ. Brikettieren).

Klüver, ein Vorſegel, welches zwiſchen Fockmaſt und Klüverbaum gefahren wird; ſ. Bemaſtung und Beſegelung. *T. Schwarz.*

Klüverbaum, die Verlängerung des Bugſpriets (ſ. Bemaſtung); bei Segeljachten das einfahrbare Bugſpriet zum Setzen des Klüvers. *T. Schwarz.*

Klüverfall, -hals, ſchote, das laufende Gut des Klüverſegels.

Kluft (bergmänniſch), eine leere oder teilweiſe ausgefüllte oder mit lockeren, mechaniſch eingeſchwemmten Stoffen erfüllte Geſteinsſpalte.

Der Ausdruck ſteht im Gegenſatz zu Gang (ſ. d.), als einer ſolchen Spalte, die mit feſtem Mineral oder Mineralgemenge ganz oder nahezu vollſtändig ausgefüllt iſt. Eine mit tonigen Maſſen erfüllte Kluft heißt Lettenkluft oder Schmerkluft.

Klumpblock, Block (ſ. d.) von gedrungener Form.

Kluppe, Bezeichnung 1. für Baumlehre, Gabelmaß, ſ. Meßwerkzeuge; 2. für Gewindeſchneidzeuge: Handkluppe, Schneidkluppe, Schraubenkluppe, Backenkluppe, ſ. Gewindeſchneidwerkzeuge, Bd. 4, S. 494 ff., Scharnierkluppe (Scherkluppe, ſ. d.), Knarrenkluppe (Rätſchenkluppe), ſ. d., Ringkluppe, ſ. d., Strählkluppe. ſ. d.; 3. für Einſpannvorrichtungen: Ausfeilkluppe, ſ. Bd. 1, S. 398, und Schraubſtock; Feilkluppe, ſ. Bd. 3, S. 674, und Schraubſtock; Gefenkkluppe, ſ. Bd. 4, S. 443; Klavierkluppe, ſ. Spannrahmen; Nietkluppe, ſ. d.; Sägefeilkluppe, ſ. d.; Schmirgelkluppe, ſ. d.; ferner Fangwerkzeug beim Geſtängebohren (ſ. Tiefbohren).

Kluppzange, ſ. Pinzette.

km, in Deutſchland amtliche Abkürzung für Kilometer.

Knagge, ſchräggeſtellter oder ſteilaufſteigender Träger im Holzbau, aus einem Brett- oder kurzen Holzſtück gebildet, das zwiſchen eine Stütze und aufliegende Laſt eingeſpannt, zur Sicherung der Verbindung mit Zapfen und Verſatzung

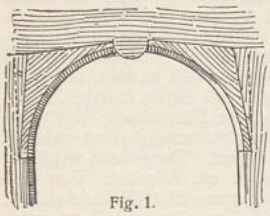


Fig. 1.

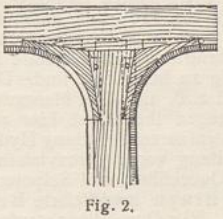


Fig. 2.

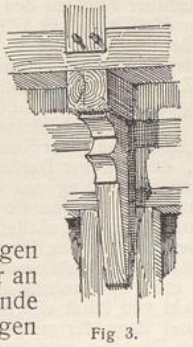


Fig 3.

Fig. 4
(aus Eßlingen a. N.).

verſehen iſt. Kommt an Tür- und Toröffnungen (Fig. 1), an Freiſtützen (Fig. 2), beſonders aber an Balkenvorſprüngen der überkragenden Holzwände vor, wobei dann die Bildung der Eckknaggen von Wichtigkeit iſt (Fig. 3 und 4). *Weinbrenner.*

Knall, kurzer Schall, erzeugt durch eine einzige, etwa durch Stoß oder Exploſion entſtandene Luftwelle.

Bei ſtarker Verdichtung der Luft in der Welle iſt die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit größer als die des gewöhnlichen Schalls, das zeigen die Schießverſuche mit Photographierung der Schlieren von E. Mach [1]. Nach [2] nimmt die Wellenlänge einer Verdichtungswelle der Luft aus theoretiſchen Gründen fortſchreitend ab. Dann muß ein Windſtoß eine Verdichtungswelle erzeugen können, die in genügender Entfernung als Knall gehört wird. In der Tat ſind an Meeresküſten und Seeufern ſolche Knallwahrnehmungen bekannt (Seeſchießen am Bodenſee), vgl. [3] und beſonders [4].

Literatur: [1] Mach, E., und Salcher, P., Photographiſche Fixierung der durch Projektile in der Luft eingeleiteten Vorgänge, Wiener Sitzungsber. 1887, (2) 95, S. 764, und 1889, (2) 97, S. 41. — [2] Riemann, B., Geſ. mathem. Werke, S. 145: Ueber die Fortpflanzung ebener Luftwellen u. ſ. w., Leipzig 1876. — [3] Zeitſchrift Gaea 1897, 4, S. 215. — [4] Günther, S., Akuſtiſch-geographiſche Probleme, Münch. Ber. 1901, S. 211—263. *Aug Schmidt.*

Knallgas (Hydrooxygengas), ein Gemenge von 2 Volumen Waſſerſtoffgas mit 1 Volumen Sauerſtoffgas oder 5 Volumen atmoſphäriſcher Luft, das beim Anzünden unter heftiger, von Knall begleiteter Reaktion und unter Bildung von Waſſer explodiert und deſſen mechaniſche Wirkung auf der Ausdehnung des erzeugten Waſſerdampfes durch die entwickelte Reaktionswärme beruht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der Verbindung von 1 g Waſſerſtoff mit der zur Bildung von Waſſer hinreichenden Menge Sauerſtoff werden 34462 Kalorien frei. Ein ſolches Gemenge von Waſſerſtoff und Sauerſtoff entſteht bekanntlich umgekehrt bei der Zerſetzung des Waſſers durch den elektriſchen Strom. Im weiteren Sinne bezeichnet man als Knallgas jedes explosive Gemiſch von Waſſerſtoff mit Luft. Zur Entzündung kann außer der offenen Flamme der elektriſche Funken dienen, außerdem kann auch die Exploſion ſolcher Knallgasgemenge durch Hinzufügen ſogenannter katalytiſch wirkender Subſtanzen, z. B. durch feinverteiltes Platin (Platinſchwamm), hervorgerufen werden. Anderſeits gelingt es, Waſſerſtoff und Sauerſtoff ohne Exploſion in einer dauernden Flamme — Knallgasflamme — zu verbrennen, wenn man Sauerſtoff in eine Waſſerſtoffflamme leitet, wenn man alſo die beiden Gaſe ſich erſt im Moment der Entzündung miſchen läßt. Dazu werden Ausſtrömungsröhren beſonderer Konſtruktion verwendet, in welche aus getrennten Gasbehältern die Gaſe eingeleitet werden, und dieſe Einrichtung wird als Knallgasgebläſe bezeichnet. Die Temperatur dieſer faſt farbloſen Flamme iſt nach Bunſen 2844°. Eine Uhrfeder verbrennt darin mit lebhaftem Funkenſprühen, Kieſelſäure, Tonerde, Platin ſind darin ſchmelzbar, und Stas hat damit Silber deſtillieren können. Das Knallgasgebläſe findet in der Platinraffinerie zum Schmelzen des Platins Anwendung, ferner im Drummondſchen Kalklicht (ſ. d.). *Bujard.*

Knallgasmikroſkop, ein mit Drummondſchem Kalklicht (ſ. d.) beleuchteter Projektionsapparat zur objektiven Darſtellung mikroſkopiſcher Präparate (ſ. Mikroſkop). *Aug. Schmidt.*

Knallgasvoltameter, ſ. Meßinſtrumente, elektriſche.

Knallkapſeln, kleine, mit einem Knallſatz gefüllte Doſen, die von den Bahnwärtern unter gewiſſen Umſtänden, z. B. bei unſichtigem Wetter, auf den Schienen ausgelegt und von den Rädern der darübergehenden Fahrzeuge zum Zerſpringen gebracht werden, wodurch dem Zug das Halteſignal gegeben wird (ſ. Bahnzuſtandsſignale). *Köchy.*

Knallpräparate, ſ. Initialzündungen.

Knallqueckſilber (Mercuridfulminat, Howards Knallpulver) iſt das Queckſilberſalz einer der Cyanſäure iſomeren Säure, der Knallſäure, deren Sauerſtoff an den Stickſtoff gebunden iſt: $C \equiv N - OH$ oder $C = N - OH$.

Das Knallqueckſilber zählt zu den energiſchſten Exploſiv- oder Sprengſtoffen. Es beſitzt die Zuſammenſetzung $Hg(CNO)_2$, iſt 1799 von Howard entdeckt worden und kriſtalliſiert in ſeideglänzenden weißen Nadeln, die in heißem Waſſer ziemlich löslich ſind, durch Erhitzen, durch Stoß und Schlag ſowie durch konzentrierte Schwefelſäure äußerſt heftig explodieren und daher in trockenem Zuſtand ſehr vorſichtig zu behandeln ſind. Dagegen läßt es ſich, mit 30% Waſſer vermiſcht, bequem handhaben und z. B. auf einer Marmortafel mit einem Holzpiſtill fein reiben. Von ſeinen chemiſchen Umſetzungen intereſſiert hier nur die Einwirkung von konzentrierter Salzſäure, durch die unter Kohlenſäureentwicklung Hydroxylaminchlorhydrat gebildet wird, ein Verfahren, das ſich zur Darſtellung von Hydroxylamin eignet. Dargeſtellt wird das Knallqueckſilber durch Einwirkung von Queckſilber und Salpeterſäure auf Alkohol. Von den verſchiedenen Verfahren ſei das von de Bruyn modifizierte Beckmannſche [2] beſchrieben, das ein völlig gefahrloſes Arbeiten geſtattet. 50 g Queckſilber werden bei gewöhnlicher Temperatur in 600 g Salpeterſäure von 1,4 ſpez. Gew. gelöſt und die entſtandene grüne, etwa 30° warme Löſung unter fortwährendem Schütteln zu 550 g Alkohol gefügt, der in einem 5 l faſſenden Kolben ebenfalls auf etwa 30° erwärmt iſt. Die Miſchung der beiden Flüſſigkeiten iſt waſſerhell. Falls die Reaktion nicht von ſelbſt eintritt, wird bis zum Beginn einer Gasentwicklung auf dem Waſſerbad erwärmt und dann der mit einem weiten Glasrohr als Luftkühler verſehene Kolben ins Freie geſtellt. Die Reaktion geht ziemlich ſtürmiſch fort, und das entſtandene Knallqueckſilber ſetzt ſich am Boden ab; es wird abfiltriert und ausgewaſchen und iſt dann zu weiterer Verwendung fertig. Es dient bekanntlich zum Füllen der Zündhütchen (vgl. Initialzündungen), und zwar iſt 1 kg Queckſilber, in Knallqueckſilber umgewandelt, zur Füllung von 40000 Zündhütchen hinreichend. Bei Jagdflinten reicht dieſe Menge für 57600 Zündhütchen hin.

Literatur: [1] Fiſcher, Ferd., Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 555. — [2] Berichte der Deutſchen chem. Geſellſchaft, Bd. 19, S. 993. — [3] Bujard, Leitfaden der Pyrotechnik, Stuttgart 1899. *Bujard.*

Knallſäure, ſ. Knallqueckſilber.

Knallſignale, ſ. Knallkapſeln.

Knallſilber, ſ. Silberoxyd.

Knappſchaft, ſ. Grubenbetrieb.

Knarre (Ratſche, Rätſche) dient dazu, einer Spindel u. ſ. w. eine dem Drehungsſinn nach gleichbleibende Drehung durch Ableitung von einer hin und her gehenden Bewegung zu erteilen.

Zu dieſem Zweck iſt die Spindel mit einem Klinkenrad (Schaltrad) feſt verbunden; zur Bewegungsübertragung dient die Klinke, die an einem Hebel (oder einer Scheibe bei den Schaltvorrichtungen) drehbar befeſtigt iſt. Bei Schaltvorrichtungen kommt auch der umgekehrte Fall vor, daß das Klinkenrad die hin und her ſchwingende Bewegung ausführt und die Schaltklinke mit der mit ihr in Verbindung ſtehenden Welle die Drehung nach einer Richtung erhält (ſ. Schaltdoſe). Die Klinke wird in der Regel durch eine Feder gegen die Zähne des Klinkenrades gedrückt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

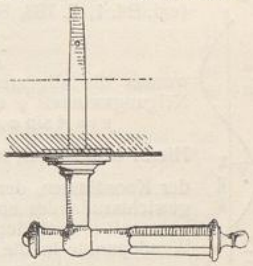
Die Knarren werden angewendet: beim Bohren zur Drehung des Bohrers (ſ. Bohrknarren, Bohrratſche, Bohrrätſche, Bd. 2, S. 189), bei Schraubenwinden (ſ. Winden) zum Drehen der Schraube, bei Schraubenziehern (ſ. d.), bei Gewindeſchneidzeugen (ſ. Knarrenkluppe), bei Säulengeſtellen für Geſteinsbohrmaſchinen, zum Drehen der Spannſchrauben (ſ. Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 211), und endlich zur Schaltung bei Werkzeugmaſchinen (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 61, Fig. 9, 9a und 9b). — Ueber doppelt wirkende Knarren, Knarren mit Links- und Rechtsgang, Knarren mit beliebig ſchräg zur getriebenen Spindel liegendem Hebel, geräuſchloſe Knarren ſ. Bohrgerät, Bd. 2, S. 189. *A. Widmaier.*

Knarrenkluppe, Gewindeſchneidwerkzeug, ſ. Bd. 4, S. 495, für Gasgewinde.

Die gewöhnlichen zweiarmigen Schneidkluppen (vgl. Bd. 4, S. 495, Fig. 19—21) können bisweilen wegen beſchränkten Raumes nicht gebraucht werden. An ihrer Stelle benutzt man dann die Knarrenkluppen (ſ. die Figur), bei denen der Arm nicht im Kreis herumgedreht, ſondern nur in einem Bogen hin und her bewegt wird, wie bei der Bohrknarre (ſ. Bohrgerät, Bd. 2, S. 189, und Knarre). *A. Widmaier.*

Knebel, 1. hölzerner Griff oder Querholz an Zugſeilen (bei Rammen u. dergl.), um das Anziehen zu erleichtern; 2. desgleichen zum feſteren Anſpannen von Seilen, wobei das Holz durch beſonderen Knoten (Knebel- oder Bremsknoten) feſtgemacht iſt; 3. kurzes Eiſenſtück in Form einer Krücke, zur Schließung von Ketten dienlich, wobei es durch ein Kettenglied oder durch den beſonders eingefügten Knebelring hindurchgezogen und eingehängt wird. *Weinbrenner.*

Knebel (Knecht), im Bergbau ein kurzes, ſchwaches Rundholz, das durch das aufgedrehte Ende des Schachtſeiles geſteckt iſt und einem Manne beim Hinablaſſen in den Schacht als Sitz dient. Vgl. a. Sägen. *Treptow.*



Knebeldrücker, hackenförmiger Handgriff an Türſchlöſſern mit hebender Falle, mit dieſer durch den Dorn verbunden und an letzteren durch einen Steckſtift befeſtigt (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*

Knecht, ſ. v. w. Bankknecht, ſ. Hobelbank.

Als Knecht wird auch der gerade hölzerne Stab der Tritt- (Spinn-)räder bezeichnet, der auf die Kurbel gehängt wird und unten an den Fußtritt befeſtigt iſt. — Unter Schraubknecht (Leimknecht) verſteht man eine Zwinge (Leimzwinge), bei welcher die Entfernung zwiſchen den beiden Hörnern ſehr groß (z. B. zur Aufnahme mehrerer Brettbreiten geeignet) iſt und bei welcher das eine Endſtück (das mit der Schraube verſehene oder das andre) längs des ſtangenförmigen Mittelſtückes ſo verſchoben werden kann, wie es die Größe des Arbeitsſtückes fordert. Die Befeſtigung des verſchiebbaren Teiles geſchieht durch einen Keil oder durch eine eiſerne Klammer, mittels welcher derſelbe in zahnförmige Auszackungen des Mittelſtückes eingehängt wird. — Knecht im Bergbau, ſ. Knebel. *E. Müller.*

Knechtkammern dienen zur Unterbringung des Wärterperſonals für das Vieh; ſie ſind im unmittelbaren Zuſammenhang mit dem Stall, möglichſt nur durch Lattenverſchlag von dieſem getrennt, anzuordnen.

Für Rindvieh- und Pferdeſtälle rechnet man auf je ein Geſpann von 4—6 Ochſen und 3—4 Pferde einen Knecht, für den ein Bett und ein Kaſten oder Schrank für Habſeligkeiten ſowie für alle gemeinſam ein Tiſch mit Stühlen Raum finden muß. In Kuhſtällen kann eine Magd 15—20 Kühe verſehen. *v. Tiedemann.*

Kneiper, am Oberharz ein im Schacht wagerecht zwiſchen die Wandruten (ſ. Grubenzimmerung) zur Abſtützung eingetriebenes Holz.

Kneipzange, ſ. Beißzange, Bd. 1, S. 656, und Zangen.

Knetmaſchine, ſ. Brotfabrikation und Miſchmaſchinen.

Knick, Bruch unter ſtumpfem Winkel an einer Dachfläche, einer Mauerflucht u. ſ. w.

Knickfeſtigkeit. — Wird ein gerader Stab von konſtantem Querſchnitt F und genügender Länge L durch eine Kraft P, welche in der Richtung ſeiner Achſe wirken ſoll, gedrückt, ſo kann ſelbſt bei möglichſt homogenem Material eine Ausbiegung ſtattfinden, womit zu den bei gleichmäßiger Verteilung von P auf den Querſchnitt F entſtehenden Spannungen P/F noch gewiſſe Biegungsſpannungen treten, ſo daß der Bruch oder eine ſonſtige Aufhebung der Kohäſion ſchon durch eine Kraft $P = K$ erreicht wird, welche kleiner als die entſprechende Kraft $P = D$ bei reinem Drucke iſt. Die mittlere Tragkraft $k = K/F$ heißt Knickfeſtigkeit des Stabes, während $d = D/F$ die Druck-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

feſtigkeit genannt wird (vgl. d. und Feſtigkeit). Selbſtverſtändlich darf ſtets nur ein Teil der Knickfeſtigkeit k,

$$\sigma_k = \frac{k}{m} = \frac{K}{mF}, \qquad 1.$$

als mittlere Beanſpruchung pro Flächeneinheit Stabquerſchnitt zugelaſſen werden, ſo daß man wie in andern Fällen vom Sicherheitsgrade m oder von m-facher Sicherheit zu ſprechen pflegt.

Die Knickfeſtigkeit k kann auch bei bekannter Druckfeſtigkeit d ſchon deshalb nicht durch die Theorie allein beſtimmt werden, weil die erwähnte Ausbiegung gerade infolge von Abweichungen gegen die Vorausſetzuugen der Theorie eintritt (mangelnde Homogenität des Materials, Stab nicht vollkommen prismatiſch, P nicht genau in der Achſe angebracht, einſeitige Erwärmung u. ſ. w.); es muß alſo ſtets auf Verſuche Rückſicht genommen werden. — Bei der Aufſtellung von Formeln für K, k genügt es im allgemeinen, Biegungen in einer Ebene zu berückſichtigen, was auch hier geſchehen ſoll. J möge das Trägheitsmoment des Stabquerſchnitts hinſichtlich einer Achſe durch den Schwerpunkt des letzteren ſenkrecht jener Biegungsebene der Stabachſe und E den Elaſtizitätsmodul des Stabmaterials in der Richtung der Stabachſe bezeichnen. Es kommen beſonders dreierlei Formeln in Betracht.

I. **Eulerſche Formel.** Da tatſächlich Biegungsmomente auftreten können, die Reſultante P der in einem Querſchnitt angreifenden Kräfte alſo im allgemeinen nicht, wie man wünſcht, in der Stabachſe angreift, ſo denken wir uns die x-Achſe in die Richtungslinie dieſer P gelegt und die y auf die Punkte der gebogenen Stabachſe bezogen (Fig. 1), womit das Biegungsmoment durch $M_x = -Py$ ausgedrückt iſt. Werden zunächſt nur ſo kleine Biegungen vorausgeſetzt (ſ. indeſſen am Ende von I.), daß die Navierſche Biegungsgleichung $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M_x}{EJ}$ gilt (vgl. Bd. 1, S. 793, 800), ſo hat man:

Fig. 1.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{P}{EJ}y = -a^2y \quad \text{mit} \quad a = \sqrt{\frac{P}{EJ}}, \qquad 2.$$

woraus die allgemeinſte Gleichung der gebogenen Stabachſe und die Tangente des Neigungswinkels φ derſelben:

$$y = A\sin ax + B\cos ax, \qquad \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\varphi = Aa\cos ax - Ba\sin ax. \qquad 3.$$

Hierin bedeuten B, A die Werte von y und von $\frac{\operatorname{tg}\varphi}{a}$ für $x = 0$, welche vom Urſprung der Koordinaten, der Anordnung der Stabenden, der Entſtehung des unterſuchten Gleichgewichtszuſtandes und der ſchließlichen Exzentrizität der P abhängen (die Exzentrizität kann mit P veränderlich ſein). Die Gleichung entſpricht einer Wellenlinie (Fig. 1), deren Wendepunkte in die Richtungslinie der P, d. h. in die x-Achſe fallen, und bei welcher ſich gleiche y, $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d^2y}{dx^2}$, M_x in Abſtänden $\frac{2\pi}{a}$ und numeriſch gleiche y, $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d^2y}{dx^2}$, M_x verſchiedenen Vorzeichens in Abſtänden $\frac{\pi}{a}$ wiederholen, während die Maxima und Minima von y durch

$$h = \pm\sqrt{A^2 + B^2} \qquad 4.$$

ausgedrückt ſind. Wird geſetzt

$$l = \frac{\pi}{a} = \pi\sqrt{\frac{EJ}{P}}, \qquad P = EJ\frac{\pi^2}{l^2}, \qquad 5.$$

ſo heißt l die freie Knicklänge und die Beziehung 5. nach Euler, der ſie zuerſt aufſtellte [1], die Eulerſche Knickformel.

Je kleiner l, deſto größer nach 5. das entſprechende P. Da aber bei allmählich wachſendem P der dem größten l entſprechende Zuſtand zuerſt erreicht wird und beliebige mit den Vorausſetzungen von 2. verträgliche elaſtiſche Biegungen bringen kann, ſo nahm man an, daß durch P mit dem größten bedingungsgemäßen l auch die Elaſtizitätsgrenze überſchritten und unter wachſender Biegung die Kohäſion überwunden werden könne, d. h. man ſetzte für die Tragkraft K und Knickfeſtigkeit k mit jenem größten l:

$$K = Fk = EJ\frac{\pi^2}{l^2}, \quad k = E\pi^2\left(\frac{r}{l}\right)^2 \quad \text{mit} \quad r = \sqrt{\frac{J}{F}}. \qquad 6.$$

Aus dem gleichen Geſichtspunkte ſchloß man, daß die Ausbiegung in derjenigen Ebene zu erwarten ſei, für welche das kleinſte K, k nötig wird, bei gleichem l alſo in der Ebene ſenkrecht zur Achsſchicht vom kleinſten J. In 6. bezeichnet r den Trägheitshalbmeſſer des Querſchnitts in der Biegungsebene. Fig. 2—5 deuten die der Knickkraft $P = K$ entſprechenden Biegungen für Stäbe mit einerſeits feſtgeſpanntem, anderſeits frei ſchwebendem Ende, beiderſeits frei drehbaren Enden, einerſeits feſtgeſpanntem, anderſeits frei drehbarem Ende und für beiderſeits feſtgeſpannte Enden an, wonach für dieſe Fälle nach 5. bezw.:

$$K = EJ\frac{\pi^2}{4L^2}, \quad K = EJ\frac{\pi^2}{L^2}, \quad K = EJ\frac{100\pi^2}{49L^2}, \quad K = EJ\frac{4\pi^2}{L^2}. \qquad 7.$$

Für Fig. 4, 5 iſt jedoch vorausgeſetzt, daß die Einſpannungsenden in einer Geraden bleiben. Wäre es nicht der Fall, ſo könnten auch die Biegungen Fig. 2, 6 entſtehen, für welche K, k nur etwa $^1/_8$ bezw. $^1/_4$ ſo groß wie für Fig. 4, 5 ſind. In Fig. 7—10 haben wir noch andre bedingungsgemäße Biegungen dargeſtellt, welche aber im allgemeinen nur durch in 7. nicht berückſichtigte Mittel realiſiert werden könnten (Feſthalten von Zwiſchenpunkten, anfänglich vorhandene Querkräfte, plötzliche Einwirkung von P) und für welche ſich die weit größeren Kräfte P aus 5. mit den bei den Figuren angedeuteten Knicklängen l ergeben. Bezüglich der geſondert zu behandelnden Fälle Fig. 4, 9, für welche zwar nicht 2.—4., aber 5. gilt, ſ. [8], S. 166, [35], S. 386.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

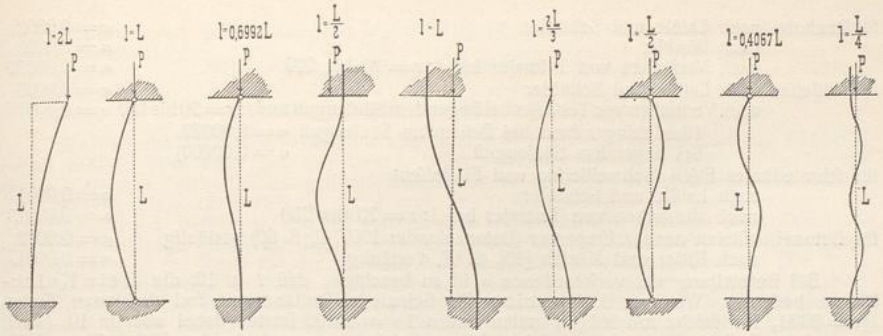


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

In den meiſten praktiſchen Fällen, z. B. bei Druckſtäben von Fachwerkbrücken, können die Enden weder als abſolut feſtgeſpannt noch als vollkommen frei drehbar gelten. Die Wirklichkeit liegt zwiſchen dieſen Extremen, und es beſteht dann eine Hauptaufgabe darin, die freie Knicklänge zweckmäßig zu wählen, worauf ſich K, k aus 6 oder den unten folgenden Formeln ergeben. Schablonenmäßiges Vorgehen muß dabei ausgeſchloſſen ſein; man hat ſtets Rückſicht auf die Befeſtigungsart der Enden zu nehmen und auch zu beachten, daß je nach Umſtänden ein Einknicken in verſchiedenen Ebenen in Betracht kommen kann, da nach 6. ein kleineres J durch ein kleineres l aufgewogen zu werden vermag. Es gelten für Dimenſionierungszwecke immer die kleinſten (im Zweifelsfalle eher zu ungünſtigen) K, k, welchen alſo die maßgebenden J, l, r zu entſprechen haben, und wenn das ſo ermittelte k kleiner wäre als die Druckfeſtigkeit d, dann käme die Knickfeſtigkeit überhaupt nicht zur Verwendung, man hätte den Stab auf reinen Druck zu berechnen.

Die obige gebräuchliche Begründung der Eulerſchen Formel iſt beſonders deshalb unbefriedigend, weil ſie keinen Aufſchluß über die Größe der Formänderungen und deren Abhängigkeit von der Belaſtung gibt, während doch die Aufhebung der Kohäſion gerade infolge der mit $P = K$ erreichten Formänderungen zu erwarten iſt. Dies rührt von den Vernachläſſigungen her, auf welchen die als Ausgangspunkt der Ableitung gewählte Navierſche Biegungsformel beruht. Wird von dem genaueren Ausdruck der Biegungsformel ausgegangen (von Gleichung 7 des Artikels Biegung, Bd. 1, S. 793, anſtatt von der dortigen Gleichung 6.), ſo ergeben ſich die Formänderungen wachſend mit der Größe der Laſt, und es zeigt ſich, daß die durch die Eulerſche Gleichung 5. beſtimmte Druckkraft P unter den Vorausſetzungen der Theorie dem Beginne der Ausbiegungen entſpricht [29], [30]. Da jedoch in Wirklichkeit die Ausbiegung ſchon früher eintritt und die theoretiſche Bruchlaſt nach der genaueren Ableitung nicht bedeutend höher als der Eulerſche Wert 5. liegt, ſo iſt man auch von dieſem Standpunkt zur Berechtigung der Eulerſchen Knickformel oder den Verſuchsreſultaten Rechnung tragender Modifikationen derſelben gekommen.

II. **Schwarzſche Formel.** Dieſe pflegt auf die Anſchauung begründet zu werden, daß die Zerſtörung des Stabes eintritt, wenn die Normalſpannung σ (ſ. Biegung) in irgend einem Querſchnittselement einen gewiſſen Grenzwert b erreicht, für welchen häufig die Druckfeſtigkeit d, neuerdings auch vielfach die Streckgrenze geſetzt wird. Da die Normalſpannungen gerader Stäbe durch die dem Weſen nach von Navier herrührende Gleichung

$$\sigma = \frac{N_x}{F} + \frac{M_x}{J} v \qquad 8.$$

ausgedrückt iſt (in Bd. 1, S. 799, Formel 22 mit $r = \infty$), und in unſerm Falle mit $N_x = P$, $M_x = -Py$ die größte Normalſpannung beim größten y in dem am weiteſten nach P hin gelegenen Querſchnittselement, d. h. für $y = h$, $v = -e$, eintritt, ſo folgt aus 8.:

$$b = \frac{K}{F}\left(1 + \frac{Fe}{J} h\right), \qquad K = \frac{Fb}{1 + \frac{Fe}{J} h}. \qquad 9.$$

Der bei Einwirkung von K an der erwähnten ungünſtigſten Stelle vom Biegungsmoment allein herrührende Teil der Normalſpannung σ iſt nach dem Ausdrucke 8. $s = \frac{M_x}{J} v = \frac{Kh}{J} e$, ſo daß mit Rückſicht auf 6. $\frac{he}{J} = \frac{s}{K} = \frac{s}{EJ} \frac{l^2}{\pi^2}$ und damit aus 9. die Knickfeſtigkeit:

$$k = \frac{K}{F} = \frac{b}{1 + \alpha \frac{Fl^2}{J}} = \frac{b}{1 + \alpha \left(\frac{l}{r}\right)^2} \quad \left(\text{mit } \alpha = \frac{s}{E\pi^2}\right). \qquad 10.$$

Dieſe Formel wurde zuerſt von Schwarz aufgeſtellt [5] (nicht ſchon von Navier, wie Rühlmann u. a. angeben), ſie heißt deshalb die Schwarzſche Knickformel.

In 10. iſt α ein Erfahrungskoeffizient, welcher nach der angeführten Bedeutung von s keineswegs nur vom Material abzuhängen braucht, doch wird darin im Mittel beiſpielsweiſe geſetzt [7], S. 71, [35], S. 412:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für Bauholz nach Laißle und Schübler $\alpha = 0{,}0002$
nach Winkler $\alpha = 0{,}0003$
nach Verſuchen von Tetmajer bei $l:r = 20$ bis 200 $\alpha = 0{,}00023$
für Gußeiſen nach Laißle und Schübler $\alpha = 0{,}0003$
nach Verſuchen von Tetmajer bei liegendem Säulenguß und $l:r = 20$ bis 150 $\alpha = 0{,}0007$
(Bauſchinger fand bei ſtehendem Säulenguß $\alpha = 0{,}00022$,
bei liegendem Säulenguß $\alpha = 0{,}00060$)
für ſchmiedbares Eiſen (Schweißeiſen und Flußeiſen)
nach Laißle und Schübler $\alpha = 0{,}0001$
nach Verſuchen von Tetmajer bei $l:r = 20$ bis 250 $\alpha = 0{,}00015$
für Betoneiſenſäulen nach v. Emperger (Betonkalender 1907, II, S. 60) vorläufig $\alpha = 0{,}0002$
nach Ritter und Mörſch [40], S. 67, vorläufig $\alpha = 0{,}0001$.

Bei Beurteilung der verſchiedenen α iſt zu beachten, daß l in 10. die freie Knicklänge bedeutet. Wenn z. B. Rankine für Schmiedeeiſenſtäbe mit frei drehbaren Enden $1/\alpha = 9000$, für ſolche mit feſtgeſpannten Enden $1/\alpha = 36000$ ſetzte, dabei aber in 10. $l = L$ verwendete, ſo kam dies auf das gleiche hinaus, als wenn man in beiden Fällen $1/\alpha = 9000$, $\alpha = 0{,}00011$ und daneben im erſten $l = L$ (Fig. 3), im letzten $l = L/2$ (Fig. 5) annimmt. Die ſtarke Verſchiedenheit der in Gebrauch befindlichen Knickungskoeffizienten α erklärt ſich auch zum Teil daraus, daß die mittels 10. aus Verſuchen erhaltenen α weſentlich von der Annahme über b abhängen. So fand Bauſchinger für frei drehbare Enden im Mittel von 23 Verſuchen $1/\alpha = 5000$, wenn die b als Druckfeſtigkeiten beſtimmt und eingeſetzt wurden (letztere im Mittel etwa $d = 4500$ kg pro Quadratzentimeter); als jedoch b, α als frei verfügbare Konſtante aus den Knickverſuchen allein mittels der Methode der kleinſten Quadrate beſtimmt wurden, ergaben ſich $b = 2240$ kg, $1/\alpha = 17070$. Bei Verwendung von 10. zur Querſchnittsbegründung wird man α, l eher zu groß als zu klein wählen.

Die auf Verſuchen Hodgkinſons [4], [6] mit runden und rechteckigen Säulen beruhende Gordonſche Knickformel [17], S. 262, 576,

$$k = \frac{K}{F} = \frac{b}{1 + \zeta \left(\frac{l}{d}\right)^2},$$

in welcher d die kleinſte Querdimenſion, b eine vom Material, ζ eine von Material und Querſchnitt abhängige Konſtante bedeuten, läßt ſich als ſpezieller Fall von 10. anſehen. Da Rankine im Anſchluß an deren Vorführung als allgemeinere Beziehung die Schwarzſche Formel 10. gab ([17], S. 577, erſtmals 1862), ſo wurde letztere mitunter als Rankineſche Knickformel bezeichnet. Manche haben ſie nach Laißle und Schübler [7] benannt. Die in dem Artikel Druck, exzentriſcher, Bd. 3, S. 115, nach v. Emperger und Oſtenfeld gegebene Formel führt im Falle der Exzentrizität $c = 0$ ebenfalls auf die Schwarzſche Formel.

III. **Tetmajers Formeln.** Winkler [9], Bauſchinger [13], Préaudeau [20] u. a. fanden, daß ſowohl die Eulerſche als die Schwarzſche Formel innerhalb gewiſſer Grenzen mit Verſuchsreſultaten genügend in Einklang gebracht werden kann. Bezüglich der Schwarzſchen Formel iſt dies am eheſten dann zu erwarten, wenn die beiden Größen b, α als verfügbare Konſtante angeſehen werden. Dagegen ergaben umfaſſende Verſuche von Tetmajer mit Bauholz, Gußeiſen, Schweißeiſen und Flußeiſen bei Verwendung der mittleren Druckfeſtigkeit für b, daß der Knickungskoeffizient α im allgemeinen weder konſtant noch als Funktion von l/r darſtellbar war [34], S. 73, 103, 139. Wurde bei Spitzenlagerung $l = L$, bei Flächenlagerung $l = L/2$ geſetzt (vgl. Fig. 3, 5), ſo konnte Tetmajer die Mittelwerte der erhaltenen Knickfeſtigkeiten $k = K/F$ in Kilogramm pro Quadratzentimeter durch folgende Formeln darſtellen [34], S. 102, 124, 138, 139. Für Bauholz (Rottanne, Weißtanne, Föhre, Lärche, Eiche):

$$\left.\begin{array}{ll} \text{wenn } 1{,}8 < \frac{l}{r} < 100 & k = 293 - 1{,}94 \frac{l}{r} \\ \frac{l}{r} > 100 & k = 987000 \left(\frac{r}{l}\right)^2 \end{array}\right\} \quad 11.$$

für Gußeiſen (Säulenguß, Röhrenguß, Barren):

$$\left.\begin{array}{ll} \text{wenn } 5 < \frac{l}{r} < 80 & k = 7760 - 120 \frac{l}{r} + 0{,}53 \left(\frac{l}{r}\right)^2 \\ \frac{l}{r} > 80 & k = 9870000 \left(\frac{r}{l}\right)^2 \end{array}\right\} \quad 12.$$

für Schweißeiſen (Rundeiſen, Profileiſen, vernietete Stäbe), deſſen Elaſtizitätsmodul $E = 2000000$ kg geſetzt wurde:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{wenn } 10 < \frac{l}{r} < 112 & k = 3030 - 12{,}9 \frac{l}{r} \\ \frac{l}{r} > 112 & k = 19740000 \left(\frac{r}{l}\right)^2 \end{array}\right\} \quad 13.$$

für Flußeiſen von der Zugfeſtigkeit $z \leqq 4500$ kg (Rundeiſen, Profileiſen, vernietete Stäbe) mit $E = 2150000$ kg:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{wenn } 10 < \frac{l}{r} < 105 & k = 3100 - 11{,}4 \frac{l}{r} \\ \frac{l}{r} > 105 & k = 21220000 \left(\frac{r}{l}\right)^2 \end{array}\right\} \quad 14.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für Flußeiſen von der Zugfeſtigkeit $z > 4500$ kg (Rundeiſen, Profileiſen, vernietete Stäbe) mit $E = 2240000$ kg:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{wenn } 10 < \frac{l}{r} < 105 & k = 3210 - 11{,}6\frac{l}{r} \\ \frac{l}{r} > 105 & k = 22200000\left(\frac{r}{l}\right)^2 \end{array}\right\} \quad 15.$$

Die Verſuche ergaben alſo, daß für alle unterſuchten Materialien die Eulerſche Formel 6. zutraf, falls l/r über einer gewiſſen Grenze blieb, während für l/r unterhalb dieſer Grenze, ſoweit überhaupt Knickerſcheinungrn auftraten, k mit l/r genügend genau durch die Gleichung einer geraden Linie in Beziehung ſtand (vgl. die Tafeln in [34]), was auch Verſuche von Strobel [15] u. a. beſtätigten und mit theoretiſchen Unterſuchungen über die Elaſtizitätsgrenze hinaus im Einklange ſteht [18]. Bei Tetmajers Verſuchen korreſpondierte die Richtung der Durchbiegung in der Regel mit der Richtung des kleinſten Trägheitshalbmeſſers r. Die durch Nietung zuſammengeſetzten Stäbe verhielten ſich wie einfache Walzprofile, wenn die Nietabſtände die 70fache Dicke der gefaßten Flanſchen nicht überſchritten (ob noch bei größerer Entfernung, wurde nicht feſtgeſtellt) und die Nietverſchwächung der Stabquerſchnitte nicht über durchſchnittlich ca. 12 % hinausgingen. Hinſichtlich des Einfluſſes der Nietung, insbeſondere der Nietverſchwächung und der Lage der Nietlöcher im Querſchnitt zeigte ſich das Flußeiſen im allgemeinen empfindlicher als das Schweißeiſen [34], S. 137, [35], S. 410.

IV. **Johnſons Formel.** Von den mancherlei für praktiſche Berechnungen weiter empfohlenen Ausdrücken der Knickfeſtigkeit k ſei noch der in Amerika von Johnſon vorgeſchlagene erwähnt [22], [27], [31]. Nach Johnſon ſoll man ſetzen für kleinere $l:r$ (Grenze x ſ. unten):

$$k = b - \beta\left(\frac{l}{r}\right)^2 = b\left[1 - \mu\left(\frac{l}{r}\right)^2\right], \quad 16.$$

für größere $l:r$ wie bei Tetmajer die Eulerſche Formel:

$$k = E\pi^2\left(\frac{r}{l}\right)^2. \quad 17.$$

In 16. ſind die Konſtanten b, β in erſter Linie durch Verſuche feſtzuſtellen; nach Oſtenfeld hätte man auf Grund der Verſuche von Tetmajer:

für Schweißeiſen $b = 2580$ kg, $\beta = 0{,}087$, $\mu = \frac{0{,}087}{2580} = 0{,}0000337$,

für Flußeiſen $b = 2720$ kg, $\beta = 0{,}086$, $\mu = \frac{0{,}086}{2720} = 0{,}0000317$.

Hiernach wird als genügend für beide Fälle angegeben:

$$k = b\left[1 - \frac{1}{30000}\left(\frac{l}{r}\right)^2\right],$$

während für b die Fließgrenze geſetzt werden könne (für Schweißeiſen etwa 2400 kg, für Flußeiſen etwa 2800 kg).

Nach Johnſon ſoll die Gültigkeitsgrenze zwiſchen 16. und 17. ſo gewählt werden, daß die Parabel 16. die Euler-Kurve 17. berührt, wonach für das Grenzverhältnis $l:r = x$ beide Gleichungen gleiche Werte k und gleiche $\frac{dk}{d\frac{l}{r}}$ liefern müſſen. Für die Gültigkeitsgrenze x und die Konſtante β oder μ folgen aus dieſen zwei Bedingungen:

$$x = \frac{l}{r} = \sqrt{\frac{2E\pi^2}{b}}, \qquad \beta = \mu b = \frac{b^2}{4E\pi^2}. \quad 18.$$

Setzt man hierin für Schweißeiſen $b = 2580$ kg, $E = 2000000$ kg, für Flußeiſen $b = 2720$ kg, $E = 2150000$ kg, ſo ergeben ſich für erſteres $x = 124$, $\beta = 0{,}084$, für letzteres $x = 125$, $\beta = 0{,}087$, welche β genügend mit obigen Verſuchsreſultaten übereinſtimmen.

Für die Parabelgleichung von Johnſon wird beſonders ins Treffen geführt [27], [31], daß ſie mindeſtens gleiche Genauigkeit wie die Geradengleichung von Tetmajer, aber bei Verwendung von 18. nur eine Konſtante b beſitze, für welche die Fließgrenze (ſ. d.) geſetzt werden dürfe, ſo daß die Formel mit großer Wahrſcheinlichkeit auch für Material verwendet werden könne, deſſen Knickfeſtigkeit nicht durch Verſuche beſtimmt ſei. Bezüglich der Verwendung zur Dimenſionenfeſtſtellung ſ. [22], [27], [31].

Die angeführten Formeln betreffen die Knickfeſtigkeit einzelner einfacher oder zuſammengeſetzter Stäbe, wie ſie als eiſerne Säulen, Füllungsglieder von Fachwerken u. ſ. w. zur Verwendung kommen. Bezüglich beſonderer Knickwirkungen bei eiſernen Brücken und ihrer Berückſichtigung ſ. [19]—[21]. Verſchiedene Brückeneinſtürze in den letzten Jahrzehnten waren auf ungenügende Dimenſionierung gedrückter Konſtruktionsteile oder ungenügende Vereinigung der dieſelben bildenden Stäbe (und damit zu kleine J, r, k) zurückzuführen (vgl. Bd. 3, S. 537). Ueber das Verhalten eiſerner Säulen im Feuer ſ. [13], [14], [23], [24]. Vgl. a. Druck, exzentriſcher Druckgurte, Druckſtäbe, Gitterträger, Nebenſpannungen.

Literatur: [1] Euler, Methodus inveniendi lineas curvas, Lausannae et Genevae 1744 (Additamentum I: De curvis elasticis), S. 260, 267. — [2] Euler, Sur la force des colonnes, Histoire de l'Académie royale des sciences, année 1757, Berlin 1759, S. 252 (ausführlichere Darſtellung). — [3] Navier, Résumé des leçons etc. sur l'application de la mécanique à l'établissement des constructions et des machines, Paris 1826, S. 202 (deutſche Ausgabe, Hannover 1879, S. 221). — [4] Hodgkinſon, Experimental researches on the strength of pilars of cast iron and other materials, Philosophical Transactions 1840, S. 385. — [5] Schwarz, Von der rückwirkenden Feſtigkeit der Körper, Zeitſchr. f. Bauweſen 1854, S. 518. — [6] Hodgkinſon, Experimental

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

researches on the strength of pilars of cast iron from various parts of the kingdom, Philosophical Transactions 1857, S. 851. — [7] Laißle u. Schübler, Der Bau der Brückenträger I, Stuttgart 1876, S. 59 (1. Aufl. 1857). — [8] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 164. — [9] Winkler, Verſuche über die Knickfeſtigkeit eiſerner Säulen, Civilingenieur 1878, S. 18. — [10] Saalſchütz, Der belaſtete Stab unter Einwirkung einer ſeitlichen Kraft, auf Grundlage des ſtrengen Ausdrucks für den Krümmungsradius, Leipzig 1880. — [11] Winkler, Knickfeſtigkeit von Stäben mit veränderlichem Querſchnitt, Zentralbl. d. Bauverw. 1881, S. 10, 52, 92. — [12] Zimmermann, Ueber den Sicherheitsgrad der Baukonſtruktionen, insbeſondere der auf Knicken beanſpruchten Körper, Zentralblatt der Bauverwaltung 1886, S. 217, 225, 243 (Kritik der Formeln unter II). — [13] Bauſchinger, Mitteilungen aus dem mechaniſch-techniſchen Laboratorium zu München, 15. Heft (Ueber das Verhalten gußeiſerner und ſchmiedeeiſerner Säulen im Feuer und bei raſcher Abkühlung; Zerknickungsverſuche), München 1887. — [14] Möller u. Lühmann, Ueber die Widerſtandsfähigkeit auf Druck beanſpruchter eiſerner Baukonſtruktionsteile bei erhöhter Temperatur, Verhandl. d. Ver. f. d. Beförd. d. Gewerbefleißes 1887, S. 574, 701 (Auszug: Deutſche Bauztg. 1888, S. 329, 333). — [15] Strobel, Knickverſuche mit ſchmiedeeiſernen Säulen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1888, S. 1121. — [16] Engeſſer, Ueber die Knickfeſtigkeit gerader Stäbe, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1889, S. 455. — [17] Rankine, Handbuch der Bauingenieurkunſt, deutſch von Kreuter, Wien 1892, S. 261, 573, 582, 585. — [18] Engeſſer, Ueber die Berechnung auf Knickfeſtigkeit beanſpruchter Stäbe aus Schweißeiſen und Flußeiſen, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 506. — [19] Engeſſer, Die Zuſatzkräfte und Nebenſpannungen eiſerner Fachwerkbrücken, II, Berlin 1893, S. 105 (vgl. a. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 1021). — [20] Préaudeau, Recherches expérimentales sur les pièces droites chargées par bout, Annales des ponts et chaussées 1894, I, S. 498 (exzentriſcher Druck und Zug berückſichtigt). — [21] Jaſinski, Recherches sur la flexion des pièces comprimées, Annales des ponts et chaussées 1894, II, S. 233, 654. — [22] Johnſon, Modern framed structures, New York 1894, S. 148. — [23] Vergleichende Verſuche über die Feuerſicherheit von Speicherſtützen, Hamburg 1895 (Kommiſſionsbericht). — [24] Schüler, Verſuche über das Verhalten gußeiſerner Säulen im Feuer, Deutſche Bauztg. 1897, S. 232, 242. — [25] v. Emperger, Die Knickfeſtigkeit in Theorie, Verſuch und Praxis, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1897, S. 661, 677, 695, 708, 726 (ſ. a. 1898, S. 165). — [26] Foeppl, Mitteilungen a. d. mech.-techn. Laboratorium zu München, 25. Heft, 1897 (Knickverſuche mit Winkeleiſen); 27. Heft, 1900 (Prüfung einer gußeiſernen Säule). — [27] Oſtenfeld, Exzentriſche und zentriſche Knickfeſtigkeit mit beſonderer Berückſichtigung der für ſchmiedbares Eiſen vorliegenden Verſuchsergebniſſe, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 1462. — [28] Külzow, Hilfstabellen zur Berechnung der Knickfeſtigkeit eiſerner Bauteile, deren Querſchnitte aus Normalprofilen, Blechen und Flacheiſen beſtehen, Hannover und Leipzig 1898. — [29] Schneider, Zur Theorie der Knickfeſtigkeit, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1901, S. 633, 649. — [30] Kriemler, Labile und ſtabile Gleichgewichtsfiguren vollkommen elaſtiſcher auf Biegung beanſpruchter Stäbe, Karlsruhe 1902 (Habilitationsſchrift). — [31] Oſtenfeld, Einige Bemerkungen über die Beſtimmung der Abmeſſungen exzentriſch und zentriſch beanſpruchter Säulen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1858. — [32] Wittenbauer, Die Knicklaſt mehrfach befeſtigter Stäbe, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 501. — [33] Derſ., Die Verallgemeinerung der Eulerſchen Knicklaſt (ſprungweiſe veränderlicher Querſchnitt), Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 245. — [34] v. Tetmajer, Die Geſetze der Knickungs- und der zuſammengeſetzten Druckfeſtigkeit der techniſch wichtigſten Bauſtoffe, Leipzig und Wien 1903. — [35] v. Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 381. — [36] Pilgrim, Die Knickungsberechnung nach den Verſuchsergebniſſen, Zeitſchr. f. Architektur u. Ingenieurweſen 1904, S. 241 (ſ. a. 1905, S. 74). — [37] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 262. — [38] Kirſch, Neue Studien und Verſuche über die Tragkraft der Säulen und den Einfluß an der Einſpannung an den Enden, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 93. — [39] Zimmermann, Knickfeſtigkeit eines Stabes mit elaſtiſcher Querſtützung, Zentralblatt der Bauverwaltung 1906, S. 251. — [40] Mörſch, Der Eiſenbetonbau, ſeine Theorie und Anwendung, Stuttgart 1906, S. 59. *Weyrauch.*

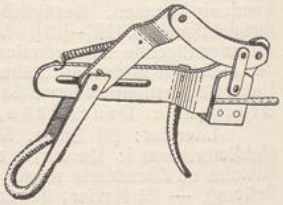
Knie (Knieholz), kurzes, gebogenes Holzſtück zur Verbindung zweier in einem Winkel zuſammentreffender Hölzer.

Kniebügel (Knieleder des Bergmanns), ſ. Fahrzeug.

Kniedeckenſcheiben, ſ. Gasbeleuchtung, Bd. 4, S. 273.

Kniehahn, ein Hahn, der, in dem Winkelpunkt einer abgelenkten Rohrleitung ſitzend, zugleich das Knieſtück oder den Krümmer erſetzt; ſ. Hähne.

Kniehebelklemme, eine beſondere Art Froſchklemme, die beim Ziehen des Leitungsdrahtes für Telegraphen und Fernſprecher benutzt wird.



Sie hat die durch die Figur veranſchaulichte Form und läßt ſich durch eine Spiralfeder und einen an der Seite befindlichen Haken leicht öffnen und ſchließen. Die Klemmbacken ſind mit Bronzeeinlage verſehen, damit der Draht in der Klemme keine Beſchädigung erleidet. Vgl. Drahtſpanner. *Otto Jentſch.*

Kniehebelpreſſe, ſ. Preſſen, Lochmaſchinen, Münzmaſchinen, Nietmaſchinen, Scheren, Zangen.

Kniehebelſteinzange, ſ. Greifzeuge.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Knieholz, f. Knie, Nutzhölzer.

Kniefchienen, auch Horn- oder Flügelfchienen, f. Herzftück.

Knieftütze (Kniepfoften), kurzer Pfoften zur Unterftützung der Knieftockpfetten oder Dachfchwellen; dies Holz hat bei fteinernem Knieftock nur den vorübergehenden Zweck, die Unterftützung des Dachftuhls (f. d.) über dem Dachgebälk fo lange zu bilden, bis die Knieftockmauern mit dem Hauptgefims fertiggeftellt find. *Weinbrenner.*

Kniftergold (Knittergold, Lahngold, Raufchgold), dünnfte Sorte Meffingblech.

Knochen werden durch Verbrennen auf Knochenafche zu Düngemitteln verarbeitet.

Das Gewichtsverhältnis zwifchen organifcher und anorganifcher Subftanz der Knochen wechfelt nicht nur bei den verfchiedenen Tiergattungen, fondern auch bei derfelben Art, je nachdem die Knochen des einzelnen Individuums fefter oder fchwammiger find. In den fchwammigen Knochen beträgt nach v. Bibra die organifche Subftanz bis 4½ % mehr als in den feften, ferner der kohlenfaure Kalk bis 11 % mehr, während der phosphorfaure Kalk bis 15½ % zurücktritt. Heintz fand in den Knochen verfchiedener Tiergattungen die in nebenftehender Tabelle gegebenen Prozentfätze.

	Menfchen	Hammel	Ochfen
Organifche Subftanz	30,47 %	26,54 %	30,58 %
Afche	69,53 „	73,46 „	69,42 „
	100,00 %	100,00 %	100,00 „
Die Afche enthielt:			
Bafifchen phosphorfauern Kalk	60,13 „	62,70 „	58,30 „
Kohlenfauern Kalk	6,36 „	7,00 „	7,07 „
Bafifche phosphorfaure Magnefia	1,23 „	1,59 „	2,09 „
Fluorcalcium	1,81 „	2,17 „	1,96 „
	69,53 %	73,46 %	69,42 %

Die reichfte Afchenmenge enthalten die Knochen der Vögel, und zwar 75—85 %, daran fchließen fich die der Säugetiere mit 63—75 % und fchließlich der Amphibien und Fifche mit 20—60 %. *Weitz.*

Knochenafche, f. Knochenerde.

Knochenbreccie gehört zu den durch die Natur aus vergangenen Zeiten aufbewahrten Knochen.

Sie befteht aus den Knochen grasfreffender Tiere verfchiedener Gattungen, welche durch Tonfchlamm verkittet find und fich häufig in den Spalten der Hochgebirge finden. Ihr Stickftoffgehalt ift fehr gering, da faft alle organifchen Subftanzen derfelben im Laufe der Jahrhunderte verweften, und fo haben fie hauptfächlich als Phosphorfäuredüngemittel einen Wert. Nach Girard in beftanden die Knochen, die mehr als 1000 Jahre in der Erde gelegen hatten, aus: organifcher Subftanz 10—19 % (bis 2 % Stickftoff), kohlenfauern Kalk 9—19 %, phosphorfauerm Kalk 41 bis 75,5 %. Maftodonknochen, aus vormenfchlicher Zeit ftammend, enthielten: Organifche Subftanz 0—10 % (mit höchftens 1 % Stickftoff), kohlenfauern Kalk 7—14 %, fchwefelfauern Kalk 0—14 %, lösliche Kiefelfäure 0—24 %, Phosphate 64—71 %.

Literatur: Reichardts Agrikulturchemie, Stuttgart 1889; Berfch, W., Moderne Landwirtfchaft, Wien 1903. *Weitz.*

Knochenbrecher dient zum Zerkleinern der Knochen, um diefelben für Düngerzwecke zu bereiten.

Er befteht im wefentlichen aus zwei gezahnten Walzen, die außer Betrieb feft aneinander liegen, fich gegeneinander bewegen und die durch einen trichterförmigen Rumpf von oben zwifchen fie gelangenden Knochen zu nußgroßen Stücken zerbrechen. Die eine diefer beiden Brechwalzen ruht in beweglichen Lagern und wird durch Gegengewicht gegen die feftliegende Walze gepreßt, weicht indes zurück, wenn ein fehr hartes Knochenftück zwifchen diefelben gerät. *Weitz.*

Knochenerde (Beinerde, Knochenafche), durch Erhitzen von tierifchen Knochen bei Luftzutritt erhalten, wobei die organifche Subftanz verbrennt und nur die mineralifche Subftanz in Form einer weißen Maffe verbleibt.

Die gepulverte Maffe dient in der Glas- und Porzellanfabrikation zur Herftellung von Milchglas und des Fritteporzellans und findet auch noch als weiße Farbe ausnahmsweife Anwendung. In rohem Zuftande kommt Knochenafche (Beinafche) hauptfächlich aus den gewaltigen Ebenen Südamerikas, wo die Viehzucht fo bedeutend ift, daß nach L. Meyn auf den Kopf der ländlichen Bevölkerung ca. 1000 Stück Großvieh kommen. Von den gefchlachteten Tieren werden nur Hörner, Häute und Fett ausgeführt, die Knochen aber getrocknet und als Brennmaterial verwendet, da andres Brennmaterial faft nicht vorhanden ift. So häuften fich in der Nähe der Wohnungen ganze Berge von Knochenafche an, welche jetzt exportiert werden, um Verwendung als Dünger zu finden. A. Rümpler fand in 100 Teilen einer Durchfchnittsprobe: 67,2 Teile phosphorfauern Kalk, 3,6 Teile kohlenfauern Kalk, 1,1 Teil Aetzkalk. Der Gehalt an phosphorfauerm Kalk kann bis 75 %, der an Aetzkalk bis 10 % fteigen.

Literatur: Meyn, L., Natürliche Phosphate, Halle 1873; Berfch, W., Moderne Landwirtfchaft, Wien 1903. *Weitz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Knochenfett, aus zerkleinerten Knochen durch Auskochen mit Waffer oder Dampf oder durch Extraktion mit Benzin gewonnenes Fett.

Das durch Auskochen frifcher Knochen gewonnene Fett ift von weißer bis gelblicher Farbe, von fchwachem Geruch und Gefchmack und weicher Konfiftenz. Es wird, gutgereinigt, fchwer ranzig und bildet eine gute Mafchinenfchmiere. Das gewöhnliche Knochenfett des Handels, das zum größten Teile aus alten, teilweife in Fäulnis übergegangenen Knochen gewonnen wird, ift mehr oder weniger dunkel gefärbt und befitzt einen unangenehmen Geruch. Es enthält ftets nicht unbedeutende Mengen freier Fettfäuren fowie häufig fettfauern Kalk, welcher geftattet, dem Fett größere Mengen Waffer einzuverleiben, und milchfauern Kalk. Die Knochenfette des Handels zeigen fehr verfchiedenen Schmelzpunkt (20—28° C.). Den Schmelzpunkt von Knochenfett aus frifchen Knochen ermittelte Hübl zu 30° C., den Erftarrungsgrad zu 28°, den Verfeifungswert Valenta zu 190,9, die Jodzahl der abgefchiedenen Fettfäuren Demski und Morawski zu 55,7—57,3%. Das gewöhnliche Knochenfett des Handels läßt fich fchwer, oft gar nicht bleichen. — Das Knochenfett findet hauptfächlich Verwendung in der Stearinfabrikation und Seifenfabrikation.

Literatur: Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 3. Aufl., Berlin 1906, S. 102; Lewkowitfch, Chem. Technologie der Fette, Braunfchweig 1905, Bd. 2, S. 385. *Deite.*

Knochenkohle (Knochenfchwarz, Beinfchwarz, Spodium), ein Gemifch von Kohle und phosphorfauerm fowie auch kohlenfauerm Kalk, befitzt ftark entfärbende Eigenfchaften und wird durch Verkohlen tierifcher Knochen (Erhitzen unter Luftabfchluß) gewonnen.

Die Verkohlung der grobgemahlenen und durch Auskochen von Fett befreiten Knochen gefchieht in der Regel in eifernen Retorten, welche in einer größeren Anzahl in einem Ofen eingemauert find und an der Unterfeite eine Klappe zum Entleeren befitzen. Bei guteingerichteten derartigen Apparaten ift dafür Sorge zu tragen, die bei der trockenen Deftillation der Knochen fich entwickelnden Deftillationsprodukte auffangen zu können. Unbedingt notwendig ift Abfchluß der Luft, denn bei Luftzutritt tritt eine vollftändige Verbrennung ein und die Farbe der Knochenkohle wird nicht fchwarz, fondern grau.

Man kann Spodium auch durch Verkohlen von Knochen in Töpfen darftellen; die Töpfe faffen ungefähr 16 kg Knochen, haben einen vorfpringenden Rand, fo daß fie, aufeinander geftellt, fich gegenfeitig fchließen und nur der oberfte Topf eines befonderen Deckels bedarf. Sie werden wie Säulenreihen nebeneinander geftellt, fo daß die Flammen frei zirkulieren können und zu Anfang ein nur fchwaches Feuer geben, bis die Deftillation beginnt, was an dem Hervorbrechen helleuchtender Flammen an den Rändern der Töpfe zu erkennen ift. Die Deftillationsprodukte verbrennen mit einer fo intenfiven Hitze, daß die Töpfe in lebhafte Glut kommen und die Feuerung von außen reduziert werden muß. Das Feuer wird nach dem Schluffe der Deftillation noch kurze Zeit forterhalten, die Töpfe kühlen fich ab und werden dann in Blechbehälter entleert, in welchen fie bis zur völligen Erkaltung verbleiben. Ein Zutritt von Luft zu der heißen oder glühenden Kohle würde eine Verbrennung derfelben zur Folge haben, wodurch ein fchlechtes Produkt erzielt würde.

Die erkaltete Kohle wird je nach den Zwecken, denen fie dienen foll, in verfchiedener Größe gefchrotet (Körnungen) oder auch gemahlen. Ihre Zufammenfetzung ift qualitativ faft diefelbe, dagegen fchwankt fie quantitativ außerordentlich; Frühling und Schultz geben folgende Grenzzahlen an: Kohlenftoff 7,50—10,80%, kohlenfaurer Kalk 6,00—8,00%, fchwefelfaurer Kalk 0,15—0,25%, phosphorfaurer Kalk 75,00—80,00%, phosphorfaure Magnefia 0,80 bis 1,40%, Chloralkalien 0,20—0,50%, Silikate 0,50—0,80%, Eifenoxydul 0,20—0,30%, Schwefel- und Stickftoffverbindungen 0,50—1,40%. Dazu kommt ein wechfelnder Gehalt an Waffer, Ton und Sand.

Gute Knochenkohle muß, an die Zunge gehalten, feft an derfelben haften. Sie muß fett, matt und tiefffchwarz, ohne weiße Spitzen an den Körnern fein, nicht glänzend und glasartig ausfehen, und fie muß, unter dem Mikrofkop betrachtet, die Struktur der Knochen deutlich fehen laffen. Die Prüfung der Knochenkohle bezieht fich auf Beftimmung der Färbekraft und Intenfivität der Schwärze, Beftimmung des Waffers, des kohlenfauern Kalks, der entfärbenden Kraft und der Beimengung fremder Subftanzen.

Hauptverwendung der Knochenkohle ift zu Reinigungszwecken (in der Zuckerfabrikation, Entfärben, namentlich von Mineralölen u. f. w.) und als Farbmaterial, namentlich für Schuhwichfen. Für Reinigungszwecke wird die gebrauchte Knochenkohle, nachdem fie ihre Wirkfamkeit durch Aufnahme von Salzen, Kalk, Farbftoffen oder andern Materialien ganz oder zum größten Teile eingebüßt hat, verfchiedener Behandlung unterzogen, um fie wiederholt verwendbar zu machen; der Prozeß wird als „Wiederbelebung" bezeichnet und ift von großer Wichtigkeit, weil die Koften der Knochenkohle fich durch diefen Prozeß ganz wefentlich reduzieren.

Zur Wiederbelebung wird die gebrauchte Knochenkohle entweder nur einfach ausgeglüht oder fie wird, wie bei der Zuckerfabrikation, zunächft mit Salzfäure (um den Aetzkalk zu entfernen) ausgewafchen, und man überläßt fie, teils in Haufen, teils in Waffer, einem Fäulnis- und Gärprozeß, wobei fich viele Gafe entwickeln und Verbindungen bilden, die fchließlich mit viel Waffer ausgewafchen werden. Der Gärprozeß kann auch durch Auskochen mit Natronlauge erfetzt werden und fchließlich wird die Kohle in eignen Oefen ausgeglüht. Der Glühprozeß ift zwar an und für fich eine einfache Operation, er ift aber doch an gewiffe Vorfichtsmaßregeln gebunden, denn glüht man zu fchwach, fo wird nicht alle organifche Subftanz entfernt, glüht man zu ftark, wird die Kohle dicht und entfärbt nur wenig; gleichzeitig läuft man bei nicht luftdicht fchließenden Apparaten große Gefahr, daß die Knochenkohle zum Teil weißgebrannt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und ganz unbrauchbar wird. Die Glühöfen sind für kontinuierlichen Betrieb eingerichtet und gestatten, die Kohle abgekühlt aus den Apparaten zu nehmen. *Andés.*

Knochenkohle kommt als Düngemittel fast ausschließlich als Abfall der Zuckerindustrie in den Handel.

Hauptsächlich dient sie als Rohmaterial für die Superphosphatfabrikation. Ihre Zusammensetzung ist sehr schwankend, je nachdem sie in den Zuckerfabriken längere oder kürzere Zeit gebraucht wurde und je nachdem sie von der Wasch- oder Schlammkohle oder aus der vollständig aufgebrauchten Knochenkohle stammt. Sie enthält 25—75 % phosphorsauern Kalk, 2—15 % kohlensauern Kalk und bis zu 1 % Gips. *Weitz.*

Knochenmehl wird als Düngemittel aus Knochen dargestellt, indem letzteren durch Dämpfen ihre zähe Beschaffenheit genommen wird.

Hierdurch werden sie mürbe und zerbrechlich. Das Dämpfen geschieht unter 1—2½ Atmosphären Druck, 2—3 Stunden lang, und man erkennt die Beendigung des Prozesses daran, daß selbst die stärksten Knochen beim Aufschlagen zerbrechen. Als Nebenprodukt beim Dämpfen der Knochen wird Leim gewonnen, welcher sich im Dampfwasser zu einer starken Brühe aufgelöst hat. Nach dem Dämpfen werden die Knochen im Sommer in der Sonne, im Winter in Trockenstuben oder auch mittels der sogenannten Fermentationsmethode getrocknet. Die letztere besteht darin, daß man die gedämpften Knochen übereinander schichtet, wobei sie sich zersetzen und so viel Wärme entwickeln, daß das in ihnen enthaltene Wasser durch dieselbe verdunstet wird. Dieser Prozeß wird in einem geschlossenen Raume vorgenommen, der mit gutziehenden Abzugsröhren oder sonstigen Ventilationsvorrichtungen versehen ist, welche die entstandenen Wasserdämpfe abführen, wodurch die Knochen nach einigen Wochen vollständig trocken werden. Diese Methode hat indes bedeutende Verluste an kohlensauerm Ammoniak zur Folge, welches mit den Wasserdämpfen entführt wird. Die so gedämpften und nunmehr getrockneten Knochen werden in Stampfwerken weiter zerkleinert und dann in Kollergängen und schließlich in Knochenmühlen, welche wie die gewöhnlichen Getreidemühlen konstruiert sind, zu feinem Mehl vermahlen. — Die Ausbeute an Knochenmehl hängt von dem sorgfältigen Trocknen des Rohmaterials ab und beträgt je nach dem Feuchtigkeitsgehalt desselben 50—95 %. *Weitz.*

Knochenöl, geringere Sorte Klauenfett.

Knochenphosphate, als Düngemittel bezw. zur Superphosphatfabrikation (s. Phosphorsäuredünger) verwendete basische Phosphate. Hierher gehören Knochenkohle, Knochenasche, der phosphorsaure Kalk der Leimfabriken und Knochenbreccie (s. d.). *Weitz.*

Knochensäure, s. v. w. Phosphorsäure (s. d.).

Knochenschwarz, s. Knochenkohle.

Knörper (Knörpel), in der Kohlen-, seltener in der Erzaufbereitung (s. d.) Korn von gewisser Größe. Beim sächsischen Kohlenbergbau haben Knörpelkohlen etwa 40—20 mm Durchmesser, sie stehen zwischen den größeren Würfel- und den kleineren Nußkohlen; bei der Oberharzer Erzaufbereitung haben Knörper etwa Faustgröße. *Treptow.*

Knolle (architekton.), s. v. w. Krabbe (s. d.).

Knollenmergel, der oberen Abteilung der mittleren Keuperformation in Schwaben angehörige, rote und violette, zu Letten verwitternde Mergel mit Einlagerungen harter toniger Kalkknollen von rötlicher oder grauer Farbe. Die Mergel werden zur Düngung von kalkfreiem Boden, vorwiegend der lehmigen Liasschiefer, benutzt. *Leppla.*

Knollensteine, runde, knollig oder plattig geformte Klumpen von kieseligem und sehr hartem Quarzsandstein.

Sie werden pfund- bis zentnerschwer, kommen in sandigen und tonigen Schichten der tertiären Braunkohlenformation (Provinz Sachsen) vor; aus letzteren Schichten sind sie auch ins Diluvium und Alluvium gelangt. Sie bestehen nahezu ganz aus Kieselsäure (99,02 % SiO_2, 1,16 % $Al_2O_3 + Fe_2O_3$) und können, in größerer Menge vorkommend, wie Quarzit, besonders zum Straßenbau und auch zu feuerfesten Steinen (Dinas u. s. w.) verwendet werden. *Leppla.*

Knopf, 1. Beschlägteil von rundlicher Form, dient als Handgriff, zum Ziehen einer Türe oder zur Bewegung von Fallen, Riegeln, Vorreibern u. s. w.; 2. Knauf, obere Bekrönung in Kugel- oder Linsenform, aus starkem Metallblech gefertigt, als oberster Abschluß von Turmspitzen. *Weinbrenner.*

Knopfblech, papierdünnes gewalztes Eisenblech im rohen Zustande, auch blau oder schwarz lackiert, für Herstellung von Hosenknöpfen und als Unterseite von Stoffknöpfen verwendet. *Andés.*

Knopffabrikation. Knöpfe werden aus Perlmutter, Horn, Knochen, harten Außenschalen verschiedener Früchte, so Steinnuß-, Elfenbeinnuß-, Kokosnußschalen, Hirschhorn, Holz, verschiedenen plastischen Massen, Leder, Elfenbein, Mammut- und Walroßzähnen, Gold, Silber, Messing, Eisen und Stahl, Glas, Porzellan,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

natürlichen Steinen, wie Achat, Lapislazuli, Jaspis, Moosstein, überhaupt Steinen mit schönen Zeichnungen und Farben, Vulkanfiber, Hartkautschuk, Celluloid, Pappe und Papiermaché hergestellt; einen Spezialzweig der Knopffabrikation bilden die Stoffknöpfe (Posamentenknöpfe) und die übersponnenen Knöpfe.

Im allgemeinen dienen die Knöpfe der verschiedensten Formen, Arten und Größen zum Schließen von Kleidungsstücken, sind dann zu diesem Zwecke sichtbar oder unsichtbar durchbohrt, mit besonderen Oesen aus Metall oder mit Butzen aus Stoff versehen und werden mittels Faden befestigt. Besondere Sorten sind die Maschinenknöpfe, die an der Unterseite einen umklappbaren Teil besitzen, mit dem sie durch Schlitze in Wäsche oder Kleider geschoben werden, worauf man die beiden Lappen aus Metall umlegt, dann die Druckknöpfe. Die letzteren bestehen aus zwei getrennt anzunähenden Teilen, von denen der untere Ausschnitte besitzt, die beim Aufdrücken des oberen Teiles federnd in diesen eingreifen und so den Verschluß bewerkstelligen. Je nach den Verwendungszwecken der anzunähenden Knöpfe unterscheidet man Wäsche- und Leinenzwirnknöpfe mit vielen Unterteilungen: Rock-, Jacken-, Mantel-, Gilet-, dann speziell Damenkleiderknöpfe, Hosen-, Uniform-, Livree-, Kutscher-, Bedienten-, Feuerwehr-, Jagd-, Veteranenknöpfe u. s. w., alle diese als Knöpfe für Kleidungsstücke, dann Gamaschen- und Schuhknöpfe, des weiteren Kragen-, Hemd-, Brust- und Manschettenknöpfe, Handschuhknöpfe, kurz die Benennungen sind so zahlreich, daß sie nicht alle angeführt werden können. Form, Größe und Material, aus dem die Knöpfe angefertigt werden, unterliegen der Mode in hohem Grade, und es ist beispielsweise die Knopffabrikation aus Perlmutter zeitweise vollbeschäftigt, während die Erzeugung aus Horn ziemlich darniederliegt. Die Herstellung aller Knöpfe, gleichgültig aus welchen Materialien, wird fabrikmäßig mit Spezialmaschinen betrieben und macht hiervon in einzelnen Ländern nur die Erzeugung von Perlmutterknöpfen eine Ausnahme, indem sie als Hausindustrie ausgeübt wird, wobei allerdings die eigentliche Bearbeitung der Perlmutter, das Ausdrehen, Bohren der Löcher, das Schleifen und Polieren immer mittels von Hand bewegter Maschinen stattfindet. Durch die bedeutende, seit 1890 in Nordamerika eingeführte Perlmutterknopfindustrie, die aus einheimischen Flußperlmuscheln mit vollkommenen Maschinen Knöpfe erzeugt, ist der früher wesentliche Export deutscher und österreichischer Perlmutterknöpfe gänzlich lahmgelegt worden. Alle Materialien, deren Beschaffenheit dies gestattet, werden nach vorgenommener Einteilung derselben und Schneiden zu knopfförmigen Platten auf der Drehbank gedreht, dann mit Maschinen gebohrt, schließlich gefärbt, poliert und eventuell auch lackiert. In dieser Weise behandelt man Perlmutter, Horn, Knochen, Hirschhorn, Steinnüsse und andre harte pflanzliche Fruchtschalen. Hornknöpfe werden wohl auch aus gepreßten Klauen und Hufen, dann aus Hornmassen der Drehspäne mittels Maschinen gepreßt. Knöpfe aus natürlichen Steinen werden auf der Drehbank gedreht, poliert und schließlich die metallene Oese zum Annähen eingekittet. Lederknöpfe stellt man in der Weise her, daß man Sohlenleder oder -abfälle, auch wohl künstliche Ledermassen zu Scheiben ausstanzt, auf der einen Seite schlitzt, eine Metallöse in den Schlitz einführt und nun unter die Presse bringt; hierbei erhält das vorher angefeuchtete Material unter starkem Druck seine Form und gleichzeitig wird auch die Oese befestigt. Massenknöpfe werden aus Leimkreidemassen durch Eindrücken in Gipsformen geformt, dann getrocknet und schließlich mit Farbe versehen; sie sind entweder durchbohrt oder mit einer Metallöse versehen. Auch können die Knöpfe aus schon ziemlich festen Massen gestanzt, gepreßt, getrocknet und schließlich mit einem Lacküberzug versehen werden. Elfenbein-, Mammut- und Walroßzähne, dann auch Schildpatt behandelt man auf der Drehbank, schleift und poliert nach den üblichen Verfahrungsweisen. Papier-, Papiermaché- und Vulkanfiberknöpfe werden in gravierten Formen gepreßt, hierbei gleichzeitig die Annähöse befestigt, dann mit Farbe und Lack bestrichen. Uebersponnene Knöpfe, Zwirnknöpfe, die durch Wasser und schwache Alkalien, also in der Wäsche nicht leiden, bestehen aus einem schwachen Metall (Messing-, verzinktem Eisen-, Zink-)reifen, mit exzentrisch von dem Mittelpunkte desselben nach dem Umfange hin laufenden Zwirnfäden, mittels besonderer Maschine hergestellt, auch können solche aus dem hohlen Metallreif bestehen, in den ein Geflecht oder Gespinst auf maschinellem Wege eingefalzt wird. Leinwandknöpfe, d. h. mit Leinwand überzogene Blechknöpfe, weisen als Einlage ein oftmals versilbertes Messingblättchen auf, in das die Nähllöcher gedrückt sind und deren Grat über den Leinwandbezug umgelegt ist, so daß die Nähllöcher des Ueberzuges eine metallene Einfassung besitzen. Das Messingblättchen wird vorher umgebördelt, so daß sich beim Zusammenpressen die Ränder der Leinwand unter die Bördelung legen und mit dem Bördel fest vereinigen. Eine andre Art Leinwandknöpfe ohne Löcher wird in ähnlicher Weise wie die Zwirnknöpfe hergestellt. Stoffknöpfe werden mittels kleinerer und größerer Maschinen — erstere finden sich vielfach selbst in Schneiderwerkstätten — hergestellt. Die Bestandteile sind der Stoff selbst, der als Ueberzug dient und Farbe und Dessin des Knopfes repräsentiert, ein metallenes Knopfblech, eventuell noch eine Papier- oder Pappeeinlage und der zum Annähen dienende Butzen, gewöhnlich aus Zwirn gefertigt, der aber auch aus widerstandsfähigem Gewebe gefertigt sein kann. Auch Drahtösen werden gebraucht. Durch Einlegen der einzelnen Teile in eine Presse und Ausüben eines Hebeldruckes wird der Knopf fertiggestellt. Posamentierknöpfe enthalten einen der Form angepaßten gedrehten oder gestanzten Holzkörper, über den ein Gewebe gezogen und auf der Unterseite zu einem Butzen vernäht wird; auch können Metallösen für das Annähen angebracht werden. Die Oberseite des Knopfes wird dann noch in der mannigfachsten Weise, z. B. durch Benähen mit Seidenfäden, ornamental verziert Hartkautschukknöpfe werden in halberweichtem Zustande, Celluloidknöpfe in durch heißes Wasser plastisch gemachter Beschaffenheit gepreßt und gleichzeitig die Metallösen eingesetzt. Auch Porzellan- und Glasknöpfe können nur mittels Pressens sowie mit nachfolgendem Brennen und Glasieren hergestellt werden. Für die Herstellung von Glas-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

knöpfen kommt insbeſondere das Iſergebirge in Böhmen in Betracht; man drückt die Knöpfe im Gasfeuer, durch welche Behandlung die Ecken der Flächen außerordentlich ſcharf ausgeprägt werden und Schleifen überflüſſig wird. Gewöhnliche Metallknöpfe (Hoſenknöpfe), die in Millionen von Stücken jährlich erzeugt werden, preßt man aus den ausgeſtanzten Metallſcheibchen mit zwei, drei und vier Löchern; die letzteren dürfen nicht ſcharf oder ſchneidend ſein und werden die Ränder vielfach zu einer Wulſt umgelegt. Das Schleifen und Polieren geſchieht in Scheuertrommeln; auf Stahlblechknöpfe werden Anlauffarben durch Erhitzen in Oefen aufgebracht, Meſſingknöpfe werden gelb gebrannt, auch werden mitunter Schriftzeichen unter Verwendung von Blattgold eingepreßt. Hohle Metallknöpfe (aus unedlen Metallen, verſilbert, vergoldet, mit Email oder künſtlichen Edelſteinen eingelegt), nicht allein rund oder flach, ſondern auch vier-, acht- und mehreckig, erfahren eine der Form angepaßte Herſtellungsweiſe; Uniform- und Livreeknöpfe werden (mit Ausnahme kugelförmiger) aus zwei Teilen zuſammengeſetzt. Der Oberteil wird mittels einer Balancierpreſſe aus der Metalltafel in Form von Blättchen geſchnitten, in Faſſonſtanzen gepreßt und gleichzeitig mit einem 1—4 mm hohen Rand verſehen, der beim Vereinigen mit dem Unterteil über dieſen gefalzt wird. Der Unterteil beſteht gewöhnlich aus einem billigeren Metall als der Oberteil. Die Annähöſe wird entweder in das Unterteil eingeſteckt und die Drahtenden umgelegt oder an dasſelbe angelötet.

Literatur: Iſenſee, Die geſamte Knopffabrikation, Weimar 1862; Andés, Verarbeitung des Hornes, Elfenbeins u. ſ. w., Wien 1885; Lutter, Knopffabrikation, Wien 1907.

Maſchinen: für Perlmutterknopffabrikation: The Pearl Wast Co. in New York, A. Kolbe & Co. in Gößnitz, S.-A.; für alle auf der Drehbank hergeſtellten Knöpfe: Friedrich Kinſchek sen. in Elberfeld, M. Marſchall in Wien; für Stoffknöpfe: Karl Everts in Barmen-Rittershaufen, Albert Schröder in Mettmann. *Andés.*

Knopflack, in dicke Stücke gegoſſener Körnerlack (ſ. Gummilack).

Knopfmetall, beſonders zu Knöpfen verarbeitete Legierung aus 80 Teilen Zink und 20 Teilen Kupfer.

Knoppern, ſ. Galläpfel und Gerbſtoffe.

Knorpelleim, ſ. Chondrin.

Knoten, die an der Meß- oder Logleine in gewiſſem Abſtand (13,68 m) voneinander befindlichen Marken. Eine Seemeile wird auch ein Knoten genannt und hat ein Längenmaß von 1851,92 m. *Plato.*

Knoten, ein Längenmaß zur Beſtimmung der Schiffsgeſchwindigkeit.

Als Knoten oder deutſche Seemeile rechnet man abgerundet 1852 m in der Stunde oder 0,5144 m in der Sekunde. Die engliſche Seemeile, „Admiralty Knot“ oder „Nautical Mile“ genannt, wird zu 1853 m gerechnet. Mit derſelben iſt jedoch nicht die engliſche Landmeile, „Statute Mile“, zu verwechſeln, welche eine Länge von 1609,3 m hat und auch für die Angabe von Schiffsgeſchwindigkeiten, vornehmlich für Flußdampfer, Verwendung findet. Hiernach iſt 1 Knoten = 1,852 km = 0,999438 Admiralty Knots = 1,150798 Statute Miles.

Literatur: Krieger, Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. *T. Schwarz.*

Knotenerz, ein zur Buntſandſteinformation gehöriger, hellroter, toniger Sandſtein, der durch einen großen Reichtum an knotenförmig eingeſprengtem Bleiglanz oder Kupfererz ausgezeichnet iſt. Solche geſchichtete Bleiglanzablagerungen kommen bei Kommern und Mechernich (Eifel) ſehr mächtig vor und werden hier in großen Tagbauten gewonnen. *Leppla.*

Knotenfänger (Knotenmaſchine), ſ. Papierfabrikation.

Knotengebilde, ſ. Netzen.

Knotengelenke, ſ. Gelenke, Bd. 4, S. 359, Bolzenverbindung.

Knotenpunkt, ſ. Fachwerk, Bd. 3, S. 535.

Knotenpunkt, in der Geodäſie bei zugartigen Netzen, wie Polygon-, Nivellements- und Dreiecksnetzen, ein Zentralpunkt, in dem mehrere Züge zuſammentreffen; ſ. Polygonnetz, Nivellieren. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Knotenpunktanſchlüſſe, bei eiſernen Fachwerkkonſtruktionen die Verbindung der ein Fachwerk zuſammenſetzenden Stäbe an ihren Vereinigungspunkten (Knotenpunkten). Dieſelbe kann entweder gelenkförmig oder feſt ausgeführt werden. Ueber erſtere ſ. Bolzenverbindung.

Die feſten, durch Vernietung hergeſtellten Knotenpunktanſchlüſſe bilden bei unſern europäiſchen Fachwerkkonſtruktionen die Regel. Allerdings ſteht dieſe Ausführung im Widerſpruch mit den Annahmen der gewöhnlichen Fachwerktheorie, die gelenkförmige Knotenpunkte vorausſetzt. Zu den nach dieſer Theorie berechneten Spannungen der Fachwerkſtäbe (Primärſpannungen, Syſtemſpannungen) kommen deshalb auch infolge der feſten Knotenpunktverbindungen noch gewiſſe Neben(Sekundär-)ſpannungen (ſ. d.), und es iſt Aufgabe des Konſtrukteurs, durch zweckentſprechende Anordnungen der Stabquerſchnitte und der Knotenpunktanſchlüſſe dieſe Nebenſpannungen möglichſt herabzuſetzen oder wenigſtens in gewiſſen Grenzen zu halten. Es laſſen ſich übrigens auch durch Bolzengelenke infolge des im Gelenk auftretenden Reibungswiderſtandes Nebenſpannungen nicht ganz vermeiden.

Die Verbindung der Stäbe in den Knotenpunkten hat ſo zu erfolgen, daß der Kräfteausgleich möglichſt ohne Erzeugung von Biegungs- oder Torſionsmomenten ſtattfindet. Es ſollen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

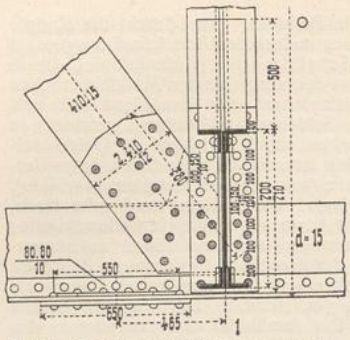


Fig. 2. Geſtrichelte Nieten mit $d = 26$ mm. Die übrigen Nieten in den Gurtungen und im Gitterwerk haben $d = 22$ mm.

ſonach die Schwerachſen ſämtlicher Stäbe eines ebenen Fachwerks in einer Ebene liegen; einſeitig an die Gurtungen angeſchloſſene Wandſtäbe ſind bei größeren Stabkräften und insbeſondere bei offenen Brücken unbedingt zu vermeiden. Hat der Gurt nur ein Stehblech, ſo ſind die Ausfachungsſtäbe mittellinig an dieſes anzuſchließen. Flachſtäbe ſind daher entweder doppelt anzuordnen oder mittels beiderſeitiger Laſchen mit dem Stehbleche zu verbinden (Fig. 2). Bei Doppelgurten können die geteilten Stäbe einſeitig an jedes der beiden Gurtſtehbleche befeſtigt werden, jedoch müſſen dann die beiden Stabhälften abgeſtrebt oder die beiden Stehbleche bezw. Knotenbleche an der Anſchlußſtelle durch eine Abſteifung verbunden ſein. Die Schwerachſen ſämtlicher in einem Knotenpunkte zuſammentreffender Stäbe ſollen ſich aber auch womöglich in einem Punkte ſchneiden, damit für alle Belaſtungsfälle ein Kräfteausgleich ohne Hervorrufung von Knotenpunktmomenten ſtattfindet. Dieſer Bedingung kann aber bei unſymmetriſchen Gurtformen, deren Querſchnittsveränderung mit einer Verſchiebung der Schwerachſe verbunden iſt, nicht entſprochen werden. In dieſem Falle ſoll der Schnittpunkt der Achſen der Ausfachungsſtäbe ſo gelegt werden, daß für deren Größtſpannungen, d. i. auch für den größten Unterſchied der Gurtſtabkräfte, annähernd ein Kräftegleichgewicht erzielt wird. Im übrigen gelten für die genieteten Knotenpunkte die Regeln über Nietverbindungen (ſ. d.). Man kann bei den genieteten Knotenpunkten zwei Anordnungen unterſcheiden: 1. Die unmittelbare Verbindung der in einem Knotenpunkte zuſammentreffenden Stäbe; 2. die Verbindung dieſer Stäbe mit Hilfe von Anſchlußplatten oder ſogenannten Knotenblechen. Die erſte Anordnung wird im allgemeinen nur bei kleinen Stabquerſchnitten oder dort möglich ſein, wo ein durchgehender Stab (Gurtung eines Fachwerkträgers) aus einem Querſchnitt mit entſprechend breitem Stehblech gebildet iſt, an das die Ausfachungsſtäbe angeſchloſſen werden können (Fig. 1 und 2); dieſe Verbindungsweiſe findet ſich ausnahmslos bei den älteren Gitterträgern angewendet, wofelbſt infolge der mehrfachen Strebenſyſteme die einzelnen Gitterſtäbe nur ſchwachen Querſchnitt haben und daher die zu ihrer Befeſtigung nötige Nietenzahl leicht an den Gurtſtehblechen untergebracht werden kann. Bei Fachwerkträgern mit ſtärkerem Querſchnitt der Ausfachungsſtäbe erfordert aber der direkte Anſchluß breite Stehbleche, was mit Rückſicht auf eine gleich-

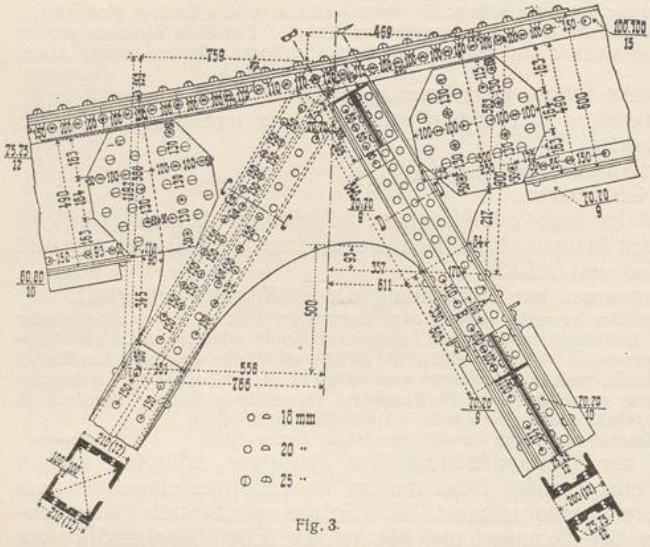


Fig. 3.

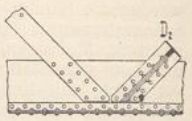


Fig. 1.

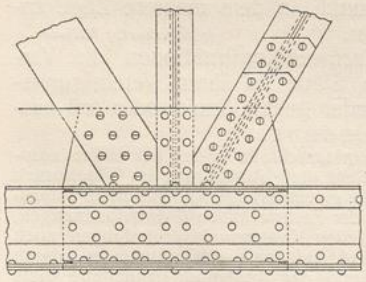


Fig. 5.

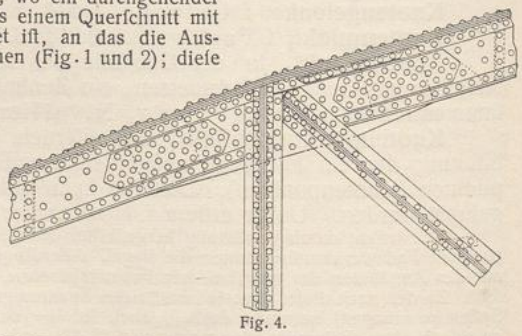


Fig. 4.

mäßige Spannungsverteilung in den Gurtungen nicht zweckmäßig iſt und in den gedrückten Gurten zu Ausbeulungen des Stehblechs führen kann. Die Anordnung von Knotenblechen wird überall dort notwendig, wo keine oder nicht genügend breite Stehbleche zum Anſchluſſe vorhanden ſind. Dieſe Knotenbleche werden an den Knotenpunkten an die Stelle der Stehbleche eingeſetzt und mit dieſen durch Stoßlaſchen verbunden (Fig. 3 und 4) oder ſie werden (bei Doppelgurten) auch einſeitig an die Stehbleche angelegt (Fig. 5) und dienen dann meiſt auch als Decklaſchen für die Stöße der Stehbleche oder andrer Teile des Gurtungsquerſchnitts. Die Knotenbleche haben den Vorteil, daß die von den einzelnen Stäben übertragenen Kräfte ſich gewiſſermaßen im Knotenbleche ausgleichen und, da dieſes gegenüber dem Gurtungsquerſchnitt immer eine Verſtärkung aufweiſen wird, daß hier die lokalen Spannungen an den Anhafteſtellen der Ausfachungsſtäbe, die ſogenannten Knotenpunktſpannungen, weſentlich herabgemindert werden. Weiters wird der Vorteil erreicht, daß ſämtliche Stäbe an den Knotenpunkten endigen können, ſonach in der Fabrik fertigzuſtellen ſind, wodurch die Nietarbeit an der Bauſtelle eingeſchränkt wird. Allerdings wird für die Bildung der Knotenpunkte ein etwas größerer Materialaufwand notwendig, derſelbe läßt ſich aber durch ſparſame Begrenzung der Knotenbleche, durch Ausrundung der Ecken (Fig. 3), was auch oft aus Schönheitsrückſichten gemacht wird, herabmindern. Stehblech und Knotenblech müſſen entſprechende Stärke erhalten, um bei doppelſchnittigem Nietanſchluß keinen zu großen Laibungsdruck in den Nietlöchern zu erfahren. Bei größeren Trägern und demzufolge ſtärkeren Querſchnitten empfiehlt ſich aus dieſem Grunde die Anordnung doppelter Stehbleche, welche auch die Anordnung doppelter Knotenbleche zur Folge hat (Fig. 4). Im übrigen wird die Einzelanordnung der Verbindung durch die Querſchnittsform der Stäbe, insbeſondere der Gurtungen, durch die Austeilung der Stöße in den die Gurtung zuſammenſetzenden Teilen, durch den Anſchluß der Querträger u. ſ. w. beſtimmt. *Melan.*

Knotenpunktſtation, ſ. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 474, und Eiſenbahnbetrieb IV.

Knotenpunktverfahren iſt die rechneriſche Ermittlung der Stabkräfte eines Fachwerks aus den Gleichgewichtsbedingungen der einzelnen Knotenpunkte.

Wie beim Cremonaſchen Kräfteplan (ſ. d.) beginnt man bei einem Knotenpunkt, wo nur zwei Stäbe zuſammentreffen, ſo daß man die beiden unbekannten Stabkräfte aus den zwei für das Gleichgewicht des betreffenden Knotenpunkts beſtehenden Gleichungen ermitteln kann. Man hat dann den Uebergang auf die folgenden Knotenpunkte ſo zu wählen, daß nie mehr als zwei unbekannte Stabkräfte an dieſen auftreten. Da es ſich bei jedem Knotenpunkt um eine Reihe von Kräften handelt, die durch einen Punkt gehen und im Gleichgewicht ſind, ſo müſſen die Summen ihrer Projektionen in bezug auf zwei beliebige Achſen je gleich Null ſein. Von dieſen Achſen wird man die eine gewöhnlich horizontal, die andre vertikal annehmen, jedoch iſt dies nicht notwendig. Das Verfahren iſt nur bei geraden Gurtungen einfach und wird bei gekrümmten Gurtungen wegen der vielen Winkelfunktionen umſtändlich. S. a. Fachwerke, ſtatiſch beſtimmte, Bd. 3, S. 548. *Mörſch.*

Knotenſchiefer, Knotentonſchiefer, ſ. Fleckſchiefer.

Knotenſeil, ein Seil, an dem in kurzen Abſtänden Schleifen geknüpft ſind; dasſelbe dient dazu, dem Dachdecker bei der Arbeit auf ſteilen Dächern Halt zu bieten, indem dieſer in den Schleifen auf und ab ſteigt oder darin ſeine Arbeitsbank feſthakt. *Weinbrenner.*

Knotenſyſtem, Syſtem der Holzkonſtruktion, beſonders bei Dachſtühlen. Der Wert der Konſtruktion beruht auf der Knotenbildung, d. i. einer Aneinanderreihung von feſten Dreiecken, die aus den Pfoſten oder Streben, den Pfetten oder Spannriegeln mit den dazwiſchen eingeſpannten Bügen und Zangen gebildet werden (ſ. Moller, Beiträge zu der Lehre von den Konſtruktionen). *Weinbrenner.*

Knotenweite (Fachweite), der wagerechte Abſtand der Knotenpunkte (Anſchlußpunkte der Wandſtäbe an die Gurtungen) eines Fachwerkträgers.

Knoterei (Nopperei), bei der Tuchfabrikation alle diejenigen Arbeiten, welche zur Entfernung der im Gewebe vorhandenen Garnknoten und ſonſtigen Unreinigkeiten dienen (ſ. Tuchfabrikation). *Kraft.*

Knüppel, vorgewalzte Eiſenblöcke, die zur Weiterverarbeitung beſtimmt ſind und deshalb zu den ſogenannten Halbfabrikaten gerechnet werden. Ihr Querſchnitt iſt annähernd quadratiſch mit einer Seitenlänge von 45—130 mm.

Flußeiſenknüppel werden in der Regel aus bis zu 3000 kg ſchweren Blöcken (Ingots) auf dem Blockwalzwerk (ſ. Walzwerk) vorgeſtreckt und auf dem Knüppelwalzwerk in langen Stäben ausgewalzt, von denen die Knüppel in der gewünſchten Länge abgeſchnitten werden. Die Querſchnittsabmeſſungen und die Länge oder das Gewicht der Knüppel richten ſich nach dem Zweck, für den die Knüppel beſtimmt ſind. Die Knüppelwalzwerke ſind Duo- oder Triowalzwerke, die Walzenkaliber (ſ. Kaliber) rhombiſche oder Spitzbogenkaliber. Die Abmeſſungen der Knüppelwalzen liegen etwa zwiſchen 65 bis 110 cm Durchmeſſer und 1,5 bis 2,3 m Länge. Je nach dem Verwendungszweck bezeichnet man die Knüppel bisweilen mit einer entſprechenden Angabe: z. B. Drahtknüppel (zur Herſtellung von Draht), Bandeiſenknüppel u. ſ. w. *A. Widmaier.*

Koaks (Koks), ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 291, und Koks.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Koalitionsrecht (Koalitionsfreiheit), das gesetzliche Recht, sich zur gemeinsamen Förderung bestimmter Interessen zu vereinigen. Man spricht insbesondere von einem Koalitionsrecht der Arbeitgeber und der Arbeitnehmer als dem Recht der Vereinigung dieser Klassen zum Zweck der möglichst günstigen Gestaltung der Arbeitsbedingungen. Die Koalition der Arbeitgeber kommt in den Arbeitgeber-(Unternehmer-)verbänden, die der Arbeitnehmer in den Arbeitervereinen (Organisationen, Berufsvereinen, Gewerkvereinen, Gewerkschaften u. s. w.) zum besonderen Ausdruck. Im engeren Sinne wird unter Koalitionsrecht (Koalitionsfreiheit) nur dasjenige der Arbeiter verstanden [1].

Die Koalition der Arbeiter war früher allgemein verboten und strafbar. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika wurde durch die Reform der Verfassung von 1789 ein allgemeines Vereins- und Versammlungsrecht gewährleistet. In andern Staaten erfolgte die Aufhebung der Koalitionsverbote für die Arbeiter erst im vorigen Jahrhundert, zuerst in England, später in Frankreich, Belgien, Deutschland, Oesterreich und Holland. In Italien, wo zwar im übrigen volle Freiheit der Assoziation besteht, ist mit Ausnahme von Toskana die Koalition zum Zweck der Lohnerhöhung jetzt noch strafbar. In Deutschland erfolgte die allgemeine gesetzliche Einführung des Koalitionsrechts für die gewerblichen Arbeiter durch die Reichsgewerbeordnung von 1869 [2]. Der § 152 derselben bestimmt: „Alle Verbote und Strafbestimmungen gegen Gewerbetreibende, gewerbliche Gehilfen [3], Gesellen oder Fabrikarbeiter wegen Verabredungen und Vereinigungen zum Behufe der Erlangung günstiger Lohn- und Arbeitsbedingungen, insbesondere mittels Einstellung der Arbeit oder Entlassung der Arbeiter, werden aufgehoben. Jedem Teilnehmer steht der Rücktritt von solchen Vereinigungen und Verabredungen frei, und es findet aus letzterem weder Klage noch Einrede statt.“ Nach § 153 der Gewerbeordnung wird jedoch „wer andre durch Anwendung körperlichen Zwanges, durch Drohungen, durch Ehrverletzung oder durch Verrufserklärung bestimmt oder zu bestimmen versucht, an solchen Verabredungen teilzunehmen oder ihnen Folge zu leisten, oder andre durch gleiche Mittel hindert oder zu hindern versucht, von solchen Verabredungen zurückzutreten, mit Gefängnis bis zu 3 Monaten bestraft, sofern nach dem allgemeinen Strafgesetz nicht eine härtere Strafe eintritt“. Die vorstehenden Bestimmungen gelten für alle unter die Gewerbeordnung fallenden Gewerbebetriebe einschließlich der Bergwerke, Salinen, Aufbereitungsanstalten und unterirdisch betriebenen Brüche oder Gruben, finden dagegen keine Anwendung auf diejenigen Betriebe und Personen, die nicht unter die Gewerbeordnung fallen, vor allem also nicht auf die Eisenbahnbetriebe, die landwirtschaftlichen Arbeiter und das Gesinde. Soweit das Koalitionsrecht nicht durch reichsgesetzliche Bestimmungen geregelt ist, finden die landesgesetzlichen Vorschriften Anwendung. Das Reichsgesetz betreffend das Vereinswesen vom 11. Dezember 1899 (Reichsgesetzblatt S. 699) bestimmt, daß inländische Vereine jeder Art miteinander in Verbindung treten dürfen. Die Auslegung der genannten Bestimmungen der Gewerbeordnung hat schon zu manchen Zweifeln Anlaß gegeben, auf die hier im einzelnen nicht näher eingegangen werden kann. Hervorgehoben sei folgendes: Die Verhängung des Boykotts über einen Arbeitgeber wird an sich als nicht verboten zu betrachten, doch darf damit keine Verrufserklärung verbunden sein; dasselbe gilt für die Aufstellung sogenannter schwarzer Listen, durch die vor der Annahme bestimmter Arbeiter gewarnt wird. Die Vereinigung zum Streik wird nicht dadurch unzulässig, daß der Streik mit Vertragsbruch verbunden ist. Die privatrechtlichen Folgen des Vertragsbruchs bleiben aber unberührt (s. a. Vertragsbruch). Das sogenannte Streikpostenstehen, das den Zweck verfolgt, arbeitswillige Arbeiter (Streikbrecher) von Aufnahme der Arbeit abzuhalten, ist nicht nach § 153 der Gewerbeordnung strafbar; dagegen können dabei bewirkte Störungen des Verkehrs, Belästigungen des Publikums und Bedrohungen der Arbeitswilligen nach den allgemeinen Strafbestimmungen geahndet werden. Das englische Gesetz vom 21. Dezember 1906, betreffend die Gewerkvereine und ihre gewerblichen Arbeitsstreitigkeiten, bestimmt, daß Personen, die für sich selbst oder für einen Gewerkverein oder für einen Arbeitgeber oder eine einzelne Firma in bezug auf oder zur Förderung einer gewerblichen Streitigkeit handeln, es gesetzlich erlaubt sein soll, sich an oder nahe einem Hause oder Platze, wo eine Person wohnt oder arbeitet oder beschäftigt ist oder sich zufällig befindet, aufzuhalten, wenn dieses lediglich zu dem Zwecke geschieht, in friedlicher Weise Nachrichten zu erhalten oder mitzuteilen oder eine Person friedlich zu überreden, zu arbeiten oder sich der Arbeit zu enthalten [4].

Mittels des Koalitionsrechts haben die dem Unternehmer gegenüber an sich schwächeren Arbeiter die Möglichkeit, ihre Ansprüche durchzusetzen, eventuell durch das Kampfmittel der Arbeitseinstellung (des Streiks), der die Aussperrung auf seiten der Arbeitgeber gegenübersteht (s. a. die Art. Arbeitseinstellung und Aussperrung). Das Koalitionsrecht ermöglicht aber auch gemeinsame Vereinbarungen zwischen den Organisationen der Arbeitgeber und der Arbeiter über die Arbeitsbedingungen (Tarifverträge), die eine durchaus segensreiche Wirkung haben können. Die Ueberzeugung von der in der Freiheit des Arbeitsvertrags liegenden Gleichberechtigung der Arbeiter und der Arbeitgeber auf diesem Gebiet bricht sich immer mehr Bahn. Ihre Grenzen muß die Betätigung des Koalitionsrechts haben in der Rücksicht auf die berechtigten öffentlichen und privaten Interessen. Zum Schutz der öffentlichen Interessen wird der Ausschluß der Streikfreiheit gefordert insbesondere für Transportunternehmungen (Eisenbahnen, Straßenbahnen), Gas- und Elektrizitätswerke, Wasserwerke, einzelne Nahrungsmittelgewerbe. Eine zugleich diese Interessen und die berechtigten Interessen der Arbeiter wahrende Regelung ist nicht leicht. Mit Recht abgelehnt wird ein Streikrecht der öffentlichen Beamten, deren Dienstverhältnisse auf öffentlich-rechtlicher Grundlage beruhen. Zum Schutz berechtigter privater Interessen muß Koalitionsfreiheit auch nach der Richtung verlangt werden, daß der einzelne Arbeitgeber oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Arbeitnehmer nicht zum Beitritt zu einer Vereinigung gezwungen, namentlich alſo auch kein Streikzwang geübt werden kann. Soweit § 153 der Gewerbeordnung oder die allgemeinen ſtrafrechtlichen Beſtimmungen Anwendung finden, iſt in Deutſchland eine Handhabe geboten, ſolchem Koalitionszwang entgegenzutreten. Mehrfach wurde verſucht, die geſetzlichen Beſtimmungen gegen den Koalitionszwang zu verſchärfen, ſo namentlich im Jahre 1899 durch den beim Deutſchen Reichstag eingebrachten Geſetzentwurf zum Schutze des gewerblichen Arbeitsverhältniſſes, der auf lebhaften Widerſpruch ſtieß und faſt allgemein abgelehnt wurde (ſogenannte Zuchthausvorlage). Fordert man auf der einen Seite in dem eben angegebenen Sinne Koalitionsfreiheit von ſeiten der Arbeiter, ſo wird auf der andern Seite auch der von Arbeitgebern gegen Arbeiter ausgeübte Zwang, keiner Organiſation beizutreten, auszuſchließen ſein. Eine Ausgeſtaltung der geſetzlichen Beſtimmungen in dieſer Richtung wird denn auch in Deutſchland in der Wiſſenſchaft und von den politiſchen Parteien lebhaft gefordert. Weiter wird gewünſcht, daß der § 152 der Gewerbeordnung nicht nur auf die Erlangung beſſerer, ſondern auch auf die Erhaltung beſtehender Arbeits- und Lohnverhältniſſe Anwendung finden ſoll und daß ſich die entſprechenden Verabredungen und Vereinigungen nicht nur auf die individuellen Intereſſen der ſich Verabredenden oder Vereinigenden, ſondern auch auf die Intereſſen der Arbeitgeber und Arbeiter im allgemeinen ſowie auf Veränderungen der Geſetzgebung richten dürfen. Eine dringende Forderung iſt ſodann die geſetzliche Regelung der Rechtsverhältniſſe, namentlich der Rechtsfähigkeit der gewerblichen Berufsvereine, eine Forderung, mit der Hand in Hand geht diejenige nach einer freieren Ausgeſtaltung des Vereins- und Verſammlungsrechts. Ein dem Deutſchen Reichstag im Jahr 1906 vorgelegter Geſetzentwurf betreffend gewerbliche Berufsvereine gelangte nicht zur Verabſchiedung. Bemerkenswerte Regelung in England durch Geſetz vom 21. Dezember 1906, worin unter anderem beſtimmt iſt, daß eine Haftpflicht der Gewerkſchaften und Arbeitgeberverbände bei Arbeitskämpfen nicht beſteht, in [4].

Literatur: [1] v. Schönberg, Handbuch der politiſchen Oekonomie, 4. Aufl., Bd. 2, 2. Halbbd., Tübingen 1898, S. 67 ff. u. 172; Biermer, Art. „Koalition und Koalitionsverbote" im Wörterbuch der Volkswirtſchaft, herausgegeben von Elſter, 2. Aufl., Jena 1907, 9. Lief., S. 175 ff.; Stieda, Art. „Koalition und Koalitionsverbote" im Handwörterbuch der Staatswiſſenſchaften, herausgegeben von Conrad, Elſter, Lexis und Loening, 2. Aufl., Jena 1902, Bd. 5, S. 120 ff., alle drei mit weiteren Verweiſen. — [2] S. die Kommentare zur Gewerbeordnung. — [3] Zu den Gehilfen gehören auch die Werkmeiſter, Betriebsbeamten und Techniker. — [4] Reichsarbeitsblatt von 1907, Nr. 2, S. 150.

Köhler.

Kobalt (*Co*, Atomgew. 58,55, ſpez. Gew. 8,5), ein ſtark glänzendes Metall von grauer, ſchwach rötlich getönter Farbe und von beträchtlicher Härte. Bei gewöhnlicher Temperatur ſpröde, wird es bei beginnender Glühhitze dehnbar. Sein Schmelzpunkt liegt gegen 1520°. Kobalt und ſeine Verbindungen ſind paramagnetiſch. Das reduzierte Metall hat pyrophoriſche Eigenſchaften.

Die wichtigſten Oxyde des Kobalts entſprechen den Formeln CoO, Kobaltoxydul, und Co_2O_3, Kobaltoxyd (ſ. Kobaltoxyde). In Salzſäure, Schwefelſäure und Salpeterſäure iſt das Metall unter Bildung von Kobaltoxydulſalzen, die ſich durch Oxydation auch in Oxydſalze überführen laſſen, löslich. Ueber das Vorkommen vgl. Kobaltglanz, Kobaltkies, Speißkobalt u. ſ. w. — Die Gewinnung des Kobalts geſchieht durch Reduktion der faſt ausſchließlich bei der Kobalt- und Nickelſcheidung (ſ. Nickel) fallenden Kobaltoxyde in derſelben Weiſe wie die Nickelgewinnung. — Das Metall als ſolches findet in der Technik faſt keine Verwendung, da ſein Vorkommen ſpärlicher als das des ſehr ähnlichen Nickels und die Nachfrage für einige Kobaltverbindungen, z. B. Kobaltoxyde zu Glasflüſſen, Kobaltkaliumſilikat (Smalte), im Verhältnis zum Vorkommen der Kobaltverbindungen eine ſehr große iſt.

Literatur ſ. unter Blei und Gold.

Bujard.

Kobaltblau (Coeruleum, Kobaltultramarin, Leithnerblau, Leidenerblau, Thénardſches Blau, Coelin, Wienerblau), eine ſehr ſchöne, zu allen Arten der Malerei verwendbare, dem Ultramarin ähnliche, an der Luft und im Feuer beſtändige, auch gegen Säuren und Alkalien unempfindliche blaue Farbe, durch den billigen Preis des Ultramarins faſt gänzlich verdrängt und heute faſt nur in den keramiſchen Induſtrien gebraucht.

Die Grundlage des Kobaltblau iſt entweder nur Kobaltoxyd und Alaunerde oder beide nebſt Zinkoxyd; im erſteren Falle iſt die Farbe blau mit rötlichem Stich, im andern rein blau oder bei mehr Zinkoxyd mit grünlichem Stich; die Tiefe iſt von der Menge Kobaltoxydul abhängig. Coeruleum (auch Bleu celeste) iſt zinnſaures Kobaltoxydul. Kobaltblau wird am einfachſten hergeſtellt, indem man Alaun (100 Teile) mit oder ohne Zinkvitriol mit ſchwefelſauerm Kobaltoxydul (5—10 Teilen) zur Trockne eindampft und den Rückſtand 7—8 Stunden im Tiegel in einem Windofen auf das heftigſte glüht, wobei Schwefelſäure verjagt wird und Kobaltblau zurückbleibt. Koſtſpieliger wird das Produkt, wenn man erſt Aluminiumhydrat darſtellt und dieſes nach dem Trocknen mit ſchwefelſauerm, ſalpeterſauerm oder phosphorſauerm Kobaltoxydul glüht. Coeruleum erhält man durch Glühen eines Gemiſches von 100 Teilen Zinnſalz mit 100 Teilen Kreide und 120 Teilen Kobaltvitriol, Auswäſſern und Mahlen zu feinſtem Pulver.

Andés.

Kobaltblüte (Erythrin, roter Erdkobalt), Mineral, waſſerhaltiges arſenſaures Kobalt $Co_3As_2O_8 + 8\,H_2O$ (37,56 % CoO, 38,40 % As_2O_5, 24,04 % H_2O).

Kriſtalliſiert monoklin, ſäulenförmig; nadel- und haarförmig, karmoiſin- bis pfirſichrot, Strich blaßrot; durchſcheinend, perlmutterglänzend. Spaltbar, mild, in dünnen Plättchen biegſam.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Härte 2,5. Spez. Gew. 2,9. Löslich in Säuren mit roter Farbe. Geglüht gibt sie Wasser ab und wird blau oder grün. Mit Aetzkali digeriert wird sie schwarz und die Flüssigkeit selbst blau. Kommt als Umwandlungsprodukt kobalthaltiger Arsenverbindungen vor und wird mit andern Kobalterzen zur Herstellung von blauer Farbe benutzt. *Leppla.*

Kobaltbraun, sehr beständige Farbe von schön braunem Ton, durch Glühen von Tonerde, einem Kobaltsalz und Eisenoxyd erhalten.

Kobaltbronze (von Wiggin), phosphorsaures Kobaltoxydulammoniak, in der Tapeten- und Buntpapiererzeugung verwendet, metallglänzendes, violettes, schuppiges Pulver, sich fettig wie Talk anfühlend. *Andés.*

Kobaltchloride, weniger die einfachen, den Formeln $CoCl_2$ und Co_2Cl_6 entsprechenden Chloride, als vielmehr deren Doppelverbindungen mit Ammoniak, die sogenannten Amine, die übrigens auch mit andern Kobaltsalzen erhalten werden, haben für die Technik Interesse, da sie das Ausgangsmaterial zur Gewinnung von reinem Kobalt bilden. Sie bestehen aus Kobaltchlorid mit wechselnden Mengen von Ammoniak und entstehen durch Oxydation von ammoniakalischen Kobaltchlorürlösungen. Beim Glühen hinterlassen sie metallisches Kobalt.

Die Lösungen liefern die sympathetische Tinte (fast farblose Schrift, beim Erwärmen blau werdend). Die Amine (Kobaltiakverbindungen) erleiden verschiedene Farbveränderungen an der Luft. Sie werden daher auch zur Herstellung von allerlei Spielereien, auch von sogenannten Wetterpropheten benutzt. *Bujard.*

Kobaltfarben, braune, blaue, gelbe, grüne, rote, meist sehr beständige Mineralfarben, welche Kobalt in verschiedener Form und in Verbindung mit andern Materialien enthalten.

Die bekanntesten Farben sind Kobaltblau (Kobaltoxydul und Tonerde), Coeruleum (zinnsaures Kobaltoxydul), Rinnmanns Grün (Kobaltgrün, Zinkoxyd-Kobaltoxyd), Kobaltgelb (Jaune indienne, salpetrigsaures Kobaltoxyd-Kali), Kobaltrosa (viertel-arsenigsaures Kobaltoxydul oder phosphorsaures Kobaltoxydul), Kobalt-Magnesiarot (Kobaltoxydul in Verbindung mit Magnesia). Zu den Kobaltfarben zählt auch die Smalte (durch Kobalt blau gefärbtes Glas). *Andés.*

Kobaltgelb (Jaune indienne, Indischgelb), eigentümlich glänzende und feurig gelbe Farbe, obgleich kalihaltig, doch in Wasser vollkommen unlöslich, als Oel- und Wasserfarbe anwendbar, aber in der Verwendung ihres hohen Preises halber auf die Kunstmalerei beschränkt.

Sie besteht aus salpetrigsauerm Kobaltoxydul-Kali $Co(NO_2)_3 + 3\,KNO_2$ und wird dargestellt, indem man salpetersaures Kobaltoxydul in Wasser löst, mit Essigsäure ansäuert und mit einer Auflösung von salpetrigsauerm Kali ausfällt. *Andés.*

Kobaltglanz, Glanzkobalt, Kobaltin, Mineral, Schwefelarsen-Kobaltverbindung *CoAsS* (35,54 % *Co*, 45,18 % *As*, 19,38 % *S*, mit geringen Mengen *Fe*).

Kristallisiert regulär wie Schwefelkies, auch derb, körnig und stengelig. Rötlich silberweiß, angelaufen grau, mit dunkelgrauem Strich; stark metallisch glänzend. Spaltbar nach dem Würfel, spröde. Härte 5½. Spez. Gew. 6,0–6,35. Bei starkem Glühen gibt er schweflige und arsenige Säure ab, ebenso beim Schmelzen auf Kohle. Löst sich mit roter Farbe in Salpetersäure. Vornehmlich in Schweden (Tunaberg) mit Kupferkies, dann bei Skutterud in Norwegen im Gneis. Wird zur Darstellung blauer Farbe benutzt. *Leppla.*

Kobaltgrün (Rinnmanns Grün, Sächsisches Grün, Zinkgrün), im Handel nicht vorkommende, sehr beständige, aber nicht sehr feurige, nicht besonders deckende Farbe, durch Auflösen von 1 Teil Kobaltoxyd in Salzsäure, Hinzufügen von 15 Teilen Alaun, Vermischen der Lösung mit 50—100 Teilen Zinkoxyd, Trocknen und Glühen, erhalten.

Das eigentliche Rinnmannsche Grün soll bestehen aus 88 Teilen Zinkoxyd und 12 Teilen Kobaltoxyd, würde also erhalten werden durch Glühen des Niederschlages aus einer Lösung von 320 Teilen Zinkvitriol und 140 Teilen Kobaltvitriol mit kohlensauerm Kali oder Natron. Auch das Türkisgrün ist ein Kobaltgrün und besteht aus Chromoxyd-Alaunerde-Kobaltoxyd; eine sehr schöne grüne Farbe, an Haltbarkeit alle andern übertreffend, aber fast nur für Porzellanmalerei benutzt. Man stellt es dar durch Glühen eines innigen Gemenges von Alaunerde und Chromoxyd, welches am besten aus schwefelsauerm Chromoxyd und Alaun in dem Verhältnis gefällt wird, daß 40 Teile Alaunerdehydrat und 20 Teile Chromoxyd entstehen, und durch Versetzen dieses Hydratgemenges mit 20 Teilen kohlensauerm Kobaltoxyd. Auch erhältlich, wenn man dem Alaun und dem schwefelsauern Chromoxyd von vornherein das Kobaltsalz zufügt, dies mit kohlensauerm Natron ausfällt, gut auswäscht, trocknet und glüht. *Andés.*

Kobaltin, s. v. w. Kobaltglanz (s. d.).

Kobaltkaliumsilikat, s. Smalte.

Kobaltkarbonate. Bei der Fällung von Kobaltoxydulsalzlösungen mittels Soda oder andrer Karbonate entstehen Karbonate verschiedener Zusammensetzung, meist basische Salze, die als graue oder blaue Pulver in den Handel kommen; s. Kobaltoxyde. *Bujard.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kobaltkies, Kobaltnickelkies, Linnéit, Schwefelkobalt, Mineral, Co_3S_4, wobei indes der größere Teil des Kobalts durch Nickel erſetzt ſein kann, daher richtiger $(NiCo_3)S_4$.

Kriſtalliſiert regulär wie Spinell; derb. Hellgrau bis ſilberweiß, metallglänzend; ſchwarzer Strich. Spröd. Härte 5,5. Spez. Gew. 4,8—5,0. Schmelzbar vor dem Lötrohr unter Abgabe von ſchwefliger Säure. Löſt ſich in warmer Salpeterſäure mit roter Farbe, oft unter Schwefelabſcheidung. *Leppla.*

Kobaltmanganerz (ſchwarzer Erdkobalt, Asbolan), waſſerhaltiges Gemenge von Manganoxyd und Kobaltoxyd (19—32%).

Meiſt traubig und nierenförmig, derb. Bläulich-ſchwarz, Strich ebenſo; matt; färbt ab; undurchſichtig. Verliert beim Erhitzen Waſſer; löſt ſich in Salzſäure unter Chlorentwicklung mit grünblauer Farbe, die bei Verdünnung mit Waſſer in Rot übergeht. Wird zur Darſtellung blauer Farbe benutzt. *Leppla.*

Kobaltonitrat, ein der Formel $Co(NO_3)_2$ entſprechendes, in Waſſer leicht lösliches rotes Salz, entſteht beim Löſen von Kobalt oder Kobaltoxydul in Salpeterſäure. Seine Löſung bildet unter dem Namen Kobaltſolution das bekannte Lötrohrreagens. *Bujard.*

Kobaltoſalze, ſ. v. w. Kobaltoxydulſalze; ſ. Kobalt.

Kobaltoſulfat, ſ. Kobaltvitriol.

Kobaltoxyde, des Handels, werden bei der Scheidung von Kobalt und Nickel (ſ. Nickel) in verſchiedenen Formen erhalten und unter folgenden Namen in den Handel gebracht: ſchwarzes Kobaltoxyd iſt entweder Co_2O_3 oder ein Gemenge von CoO und Co_2O_3; graues Kobaltoxyd iſt vorwiegend $CoCO_3$; rotes Kobaltoxyd iſt entweder ein Phosphat oder ein Arſeniat. Sie finden in der Glas- und Tonwareninduſtrie zur Herſtellung blauer Färbungen der ganzen Maſſe oder der Verzierungen Verwendung. *Bujard.*

Kobaltoxydulſalze, ſ. Kobalt.

Kobaltprobe, ſ. Nickelproben.

Kobaltroſa, verſchiedene Kobaltverbindungen, in Waſſer unlöslich, haben eine roſenrote oder violettrote Farbe, dienen in der Oelmalerei, in der Kattundruckerei und ſind ſehr beſtändig.

Das eigentliche Kobaltroſa iſt viertel-arſenikſaures Kobaltoxydul und wird aus arſenſaurem Kobaltoxyd (Chaux métallique), ebenfalls als rote Malerfarbe dienend, durch Glühen erhalten; es bildet ſich eine violette Maſſe, die beim Zerreiben ein roſenrotes Pulver liefert, das um ſo ſchöner wird, je feiner man es zerreibt. Als phosphorſaures Kobaltoxyd wird Kobaltroſa erhalten, wenn man eine Kobaltoxydulſalzlöſung mit einer Löſung von Natriumphosphat fällt; der Niederſchlag iſt ſchön roſenrot, der beim Erhitzen immer mehr violett wird. Kobaltmagneſiarot ſtellt man dar, indem man kohlenſaure Magneſia mit einer verdünnten Auflöſung von Kobaltnitrat zu einem dünnen Brei anrührt, durch Erhitzen das Waſſer bis zur Trockenheit verdampft und die Maſſe in einem offenen Tiegel glüht. *Andés.*

Kobaltſafflor (Zaffer), ein durch Röſten von Kobalterzen oder Kobaltſpeiſe erhaltenes Produkt, das außer Kobaltoxyden noch Arſenite und Arſeniate des Kobalts, geringe Mengen andrer Metalloxyde und ſonſtiger Verunreinigungen enthält. Man bringt es auch mit Quarzſand vermiſcht in den Handel. Die Verwendung iſt dieſelbe wie die der Kobaltoxyde. *Bujard.*

Kobaltſilikat. Unter den Kobaltſilikaten hat nur ein ſtark ſaures Kobaltkaliſilikat techniſche Bedeutung. Näheres ſ. unter Smalte. *Bujard.*

Kobaltſolution, ſ. Kobaltonitrat.

Kobaltſulfide der Zuſammenſetzung CoS, Co_2S_3, CoS_3 u. ſ. w. finden ſich in der Natur als Syepoorit, Kobaltkies, mit Arſenkobalt verbunden im Kobaltglanz und laſſen ſich zum Teil auch künſtlich herſtellen. Das Kobaltſulfür CoS fällt aus Kobaltoxydulſalzlöſungen auf Zuſatz löslicher Metallſulfide als ſchwarzer Niederſchlag, der in verdünnten Säuren ſchwer löslich iſt. *Bujard.*

Kobaltultramarin, ſ. Kobaltblau.

Kobaltviolett, violette Körperfarbe, im Tapeten- und Zeugdruck verwendet, aus phosphorſaurem Kobaltoxydul $Co_2P_2O_7$ beſtehend.

Kobaltvitriol (kriſtalliſiertes Kobaltſulfat) $CoSO_4 + 7H_2O$, ein in Waſſer leichtlösliches, rotes, durchſichtiges Salz, das man durch Löſen von Kobalt oder Kobaltoxydul in verdünnter Schwefelſäure erhalten kann. Es iſt zur Herſtellung von Kobaltultramarin empfohlen worden. *Bujard.*

Koben (Schweinebuchten), ſ. Schweineſtälle.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kochenille (Coccionella), die getrockneten Weibchen der in Mexiko einheimischen, daselbst und in Guatemala, Honduras, auf den Kanaren (Teneriffa) im großen gezüchteten Kochenille- oder Nopalschildlaus (Coccus Cacti *L.*), die auf verschiedenen Kaktusgewächsen (Nopalea coccinellifera [*Mill.*] *Dyck*, Opuntia Tuna *Mill.*, O. elatior *Mill.*) lebt.

Die ungeflügelten Weibchen sind blaurot, 2 mm lang, schwellen nach der Befruchtung bedeutend an; bevor sie die Brut absetzen, findet die erste Ernte statt, indem man die Tierchen von den Pflanzen abkehrt, in Körben sammelt, durch Eintauchen in heißes Wasser oder in besonderen Oefen tötet. Diese erste Ernte liefert die beste Ware, Zacatilla genannt. Zweite und dritte Ernten enthalten auch unbefruchtete (junge) Weibchen, leere Bälge und liefern die Granilla-Sorte. Nach der verschiedenen Art des Trocknens ergeben sich verschiedene Produkte; Jaspeada, die silbergraue Kochenille, ist im Ofen getrocknet, Ponegrida sind braunrote, an der Luft und Sonne getrocknete, Nigra oder Negrilla auf Metallplatten schwärzlich geröstete Tiere. Der silbergraue Ueberzug der Jaspeada rührt von Wachs her. Nach Aitken sollen aber die silbergrauen die befruchteten, trächtigen Weibchen, die schwarzen die schon der Brut entledigten, die Granilla die unbefruchteten Weibchen sein. Die hervorragendste Sorte ist Zacatilla von Honduras (schwarz), dann folgen im Range Veracruz-Zacatilla, graue Honduras, graue Mexikaner; Teneriffa liefert gute graue und schwarze Sorten. — Kochenille stellt eiförmige, bis 5 mm lange, oberhalb konvexe, unterhalb konkave oder flache, von parallelen Querstreifen gefurchte schwarzrote oder weißbestäubte graue Körner vor, die in Wasser aufschwellen und dasselbe hochrot färben, auf Chloroform schwimmen, beim trockenen Zerreiben ein dunkelrotes Pulver geben und als wesentlichsten Bestandteil das Kokkusrot oder die Karminsäure (10 % nach Liebermann) enthalten. Wegen dieses ausgezeichneten roten Farbstoffes wird die Kochenille trotz der Konkurrenz der synthetisch dargestellten Rotfarben in großen Mengen in den Handel gebracht; die Einfuhr in Deutschland bewertet sich über 1½ Millionen Mark. Die Kochenille enthält ferner noch 1—4 % Wachs (Kokkerin), 6—18 % Fett, 4—8 % Wasser und 3—6 % Aschenbestandteile. Fälschungen sind nicht selten und beruhen auf der Gewichtsvermehrung mit Bleiweiß, Zinkoxyd, Schwerspat, Graphit, auf künstlichen Nachahmungen, die aus Ton, Traganth, mit Fernambukrot gefärbt, hergestellt werden; ferner auf der Entziehung des Farbstoffes der echten Kochenille. Durch Behandlung mit warmem Wasser sind die Fälschungen in der Regel leicht nachzuweisen. Ihres Farbstoffes beraubte Kochenille kommt ebenfalls vor und wird durch die Bestimmung der Färbekraft (Methode von Penny: Oxydation des Farbstoffes in alkalischer Lösung mit Ferrocyankalium) nachgewiesen.

Kochenille wird sowohl für sich als Farbmittel (für Zahnpulver, Mundwasser, Speisen, Liköre u. s. w.), besonders zur Darstellung des Karmins (s. d.) benutzt. Gewöhnlicher oder technischer Karmin ist ein Gemenge von Karminsäure, Karminrot und Alaunerde und wird durch Extraktion der Kochenille mit siedendem Wasser und Fällen mittels Alaun gewonnen. Geringere Sorten sind eigentlich schon Farblacke wie der Kugellack, Karminlack (s. d.), Florentinerlack z. T. Reiner Karmin oder das Karminrot wird durch Kochen der Karminsäure mit Schwefelsäure erhalten: $\underset{\text{Karminsäure}}{C_{17}H_{18}O_{10}} + 3\,H_2O = \underset{\text{Karminrot}}{C_{11}H_{12}O_7} + \underset{\text{Dextrose.}}{C_6H_{12}O_6}$

Nach neuesten Untersuchungen ist Karminrot ein Derivat der Phthalsäure. Karminrot ist eine dunkelpurpurrote, grün reflektierende Masse, die in Wasser und Alkohol und in verdünnten Alkalien mit der prachtvollsten blut- bis purpurroten Farbe löslich ist. Karmin dient zum Scharlach- und Ponceaurotfärben der Wolle und Seide, zu roter Tinte (ammoniakalische Lösung), als Malerfarbe, zur Rotschminke. Reines Karminrot wird mit roten Lackfarben verfälscht; es löst sich in Salzsäure gelblich und klar, die Lackfarben erscheinen nur in trüben Lösungen. — Blauer Karmin s. Indigokarmin. Gelber Karmin ist ein Farblack, aus Gelbholz, Gelbbeeren oder Quercitron hergestellt. Karminsurrogat ist eine Mischung von Fuchsin mit Dinitrokresolkalium (Safransurrogat). *T. F. Hanausek.*

Kochenillelacke, hochkarminrote, den Karminlacken in Farbe ähnliche Lacke, meistens aus Krapp (Garancin), auch aus Rotholz hergestellt, die sich als Wasserfarbe für Dekorations- und Kunstmalerei, in Oel zum Lackieren und zu Farbendrucken vorzüglich eignen, lichtbeständig und haltbar sind.

Sie werden erhalten aus Kochenille, aus Abkochungen des Garancins oder auch aus dem mit Schwefelsäure ausgewaschenen Krapp mit alaunhaltigem Wasser, durch Versetzen mit Natron oder Kreide und Hinzufügen wässeriger Farbstoffauszüge. Hochrote Lacke erhält man, wenn man die Abkochung von Garancin, wie sie zur Darstellung von Krapplack bereitet wird, statt mit einer Auflösung von Soda mit einer solchen von Karmin in Ammoniak ausfällt. Reine Kochenillelacke, die in Teigform auch in der Buntpapierfabrikation Verwendung finden, haben naturgemäß einen hohen Preis, und sie werden heute vielfach durch Teerfarbstofflacke substituiert. *Andés.*

Kochenillerot, rote Körperfarbe, den mit Kochenille hergestellten Farben im Ton ähnlich, meistens auf Tonerde, Stärke u. s. w. niedergeschlagene Farbholzauszüge oder Teerfarbstoffe; auch für reinen Karmin findet man hie und da die Bezeichnung Kochenillerot angewendet. *Andés.*

Kochenillerot, unechtes, s. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636.

Kocher, ein in der Papierfabrikation zur nassen Reinigung der Hadern verwendeter, aus einem dampfdicht schließbaren Gefäß bestehender Apparat,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in welchem die Hadern mit alkaliſcher Lauge unter Dampfzutritt gekocht werden (ſ. Papierfabrikation). *Kraft.*

Kochgeſchirre, irdene oder tönerne, von tunlichſt geringer Wandſtärke, damit die Wärme des Feuers zum Kochen leicht hindurchgelangen kann, aus Rohmaſſen, die dem gebrannten Scherben eine große Widerſtandsfähigkeit gegen Stöße und gegen Temperaturveränderungen geben.

Die Geſchirre ſind in der Regel nur im Innern, bei beſſeren Sorten jedoch auch außen mit einer Glaſur verſehen; dieſe muß entweder völlig bleifrei ſein, in welchem Falle Erd- oder Lehmglaſuren benutzt werden, oder, wenn eine bleihaltige Glaſur nicht zu umgehen iſt, ſo muß das Blei ſo mit der Kieſelſäure gebunden ſein, daß durch das Kochen ſelbſt eſſigſäurehaltiger Flüſſigkeiten kein Auslaugen des Bleies ſtattfinden kann (ſ. Tonwaren, Glaſuren). *K. Dümmler.*

Kochinöl, ſ. v. w. Kokosnußöl (ſ. d.).

Kochſalz, ſ. Salz.

Koch- und Heizapparate, elektriſche, beruhen entweder auf der Ausnutzung der Wärme des elektriſchen Lichtbogens oder der Nutzbarmachung der Wirbelſtröme (bei Wechſelſtrom), oder darauf, daß der elektriſche Strom in dünnen Drähten, Metallſchichten oder körnigen und pulverförmigen Stoffen von entſprechendem Widerſtande Wärme erzeugt.

Die beiden erſten Syſteme haben bisher wenig Verwendung gefunden, dagegen iſt das dritte Syſtem, die Widerſtandsheizung, viel in Gebrauch. Die Drähte u. ſ. w. ſind hierbei unter geeigneter Iſolierung direkt an derjenigen Stelle des betreffenden Kochapparates befeſtigt, welche die Wärme abgeben ſoll. Bei den älteren Apparaten war der zu erhitzende Teil, z. B. der zylindriſche Mantel eines kleinen Keſſels aus Kupfer oder Britanniametall, außen mit dichten, durch Aſbeſt iſolierten Drahtwindungen belegt und dieſe Windungen durch Wärmeſchutzmaſſe und einen Blechmantel gegen die Wärmeausſtrahlung nach außen geſchützt. Für Oefen zur Zimmererwärmung wurden die blanken Drähte in gerader oder Spiralform mittels Iſolatoren auf Eiſenrahmen montiert, die mit einem perforierten Blechmantel umgeben waren (Freidrahtöfen). — Crompton und die Allgemeine Elektrizitätsgeſellſchaft zu Berlin betteten die Drahtſpiralen in Email ein, welches auf die äußere Wand des Koch- oder Heizapparates aufgeſchmolzen wurde [1]. — Bei dem Syſtem Schindler-Jenny, ausgeführt von der Fabrik Elektra in Wädenswil und P. Stotz in Stuttgart, werden dünne Platindrähte von 0,1—0,15 mm Durchmeſſer ſpiralförmig um eine etwa 5 mm ſtarke Aſbeſtſchnur gewickelt, wodurch es ermöglicht wird, eine gegebene Wärmemenge durch weiteres oder engeres Wickeln auf eine beliebig große Fläche zu verteilen. Die Berührung der auf die Aſbeſtſchnur gewickelten Spiralen wird durch Einlegen der Schnur in Nuten einer Schamotteplatte und Abdecken mit Glimmer verhütet. Durch geeignete Schaltungen ſind die Heizdrähte in Unterabteilungen zerlegt, ſo daß z. B. eine Wärmeplatte je nach Bedarf mit 2, 3 oder 5 Ampère geſpeiſt werden kann. — Hellberger in Thalkirchen verwendet Drähte, auf welche zur Iſolation dünnwandige Perlen aus Glas oder Email aufgereiht oder die mit Glas oder Quarzfäden umſponnen und behufs guten Luftabſchluſſes mit Waſſerglaslöſung imprägniert ſind [2]. — Die Heizkörper der Geſellſchaft Prometheus in Frankfurt a. M. beſtehen aus Glimmerplatten, welche mit einer dünnen Schicht Glanzgold oder Glanzplatin mittels Einbrennen überzogen ſind, die beim Stromdurchgang zur Erwärmung gelangt. Bei Kochgefäßen iſt der Edelmetallſtreifen auf die emaillierte Außenwand des Gefäßes aufgebrannt. Dieſelbe Firma ſtellt auch Oefen für direkte Wärmeſtrahlung her, die ſpeziell für ſolche kleinere Räume beſtimmt ſind, welche ſehr ſchnell eine wirkſame Heizung erfordern; ſie ähneln alſo in der Wirkung einem offenen Kaminfeuer oder einem Gasofen. Die Heizkörper beſtehen hierbei aus großen, röhrenförmigen Glühlampen, bei deren Konſtruktion auf ſtarke Wärmewirkung Rückſicht genommen iſt.

Statt der metalliſchen Leiter können auch körnige oder pulverförmige nichtmetalliſche Stoffe als Heizkörper dienen. Auf dieſer Wahrnehmung beruht das Syſtem der Kryptol-Geſellſchaft Berlin, bei welchem ein zwiſchen zwei Elektroden auf einer feuerfeſten Platte loſe geſchichtetes Widerſtandsmaterial (Kryptol genannt) aus Kohlegries (bisweilen mit Silikaten und Salzen gemiſcht) bei Stromdurchgang erwärmt wird. Die Körner beſitzen eine Größe von 0,5—1,5 mm Durchmeſſer, und es ſollen damit je nach der Dicke und Miſchung der Schicht ſich Temperaturen bis 3000° C. erreichen laſſen [5], [6].

Auf dieſe Weiſe ſind eine Reihe der verſchiedenartigſten elektriſchen Koch- und Heizapparate, Kaffee- und Teemaſchinen, Bügeleiſen, Pfannen, Wärmeplatten, Kochherde, Oefen hergeſtellt worden. Die theoretiſche Wärmemenge Q, welche durch den elektriſchen Strom erzeugt wird, iſt beſtimmt durch die Gleichung $Q = 0{,}24 \cdot e\,i\,t$ Grammkalorien, wo e die zur Verfügung ſtehende Spannung, i die Stromſtärke und t die Zeit in Sekunden bezeichnen. Hieraus kann man den Strom berechnen, der erforderlich iſt, ein beſtimmtes Quantum Waſſer (z. B. 1 l) in einer beſtimmten Zeit (z. B. 10 Minuten) bei gegebener Spannung (z. B. 110 Volt) der Stromquelle zum Sieden, alſo z. B. von 15° C. auf 100° C. zu bringen. Die erforderliche Wärmemenge iſt $Q = (100 - 15) \cdot 1000$ Grammkalorien, die Stromſtärke $i = (100 - 15)$. $1000 : 110 \cdot 0{,}24 \cdot 60 \cdot 10 = 5{,}36$ Ampère. Der hierzu erforderliche Widerſtand des Heizdrahtes $W = 110 : 5{,}36 = 20{,}7$ Ohm. Wird der elektriſche Strom, wie es für Kraftzwecke vielfach der Fall iſt, zu 20 ₰ pro Kilowattſtunde abgegeben, ſo koſtet die Erhitzung eines Liter Waſſers in 10 Minuten bei einem Güteverhältnis von 0,8 (da $110 \cdot 5{,}36 = 589$ Watt verbraucht ſind): $20 \cdot 589 : 1000 \cdot 6 \cdot 0{,}8 = \sim 2{,}5$ ₰. — Die Betriebskoſten der elektriſchen Heizung ſind alſo höher als die der bisherigen Flammenheizung; doch beſitzt die erſtere den großen Vorzug der Sauberkeit, bequemen Handhabung,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ungefährlichkeit und der Abwesenheit lästiger Nebenwirkungen. — Ausführliche Beschreibung verschiedener Systeme in [3]—[5]. Angaben über Energieverbrauch, Höhe der Stromstärke u. s. w. in [7].

Literatur: [1] Elektrotechnischer Anzeiger, Berlin 1895. — [2] Elektrotechnisches Echo, Magdeburg 1896. — [3] Heepke, Die elektrische Raumheizung, Halle 1903. — [4] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [5] Zeitschr. für Heizung, Lüftung und Beleuchtung, Halle 1906, Heft 1 u. 2. — [6] Elektrotechnische Zeitschr., Berlin 1906, Heft 9. — [7] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. *Holzt.*

Kockpit, ein im Deck vertiefter Sitzraum für den Rudermann auf Segeljachten.

Kodak, s. Kamera.

Kodilla (Kodille, Kudéla), s. v. w. Heede (Werg) in der Flachs- und Hanfspinnerei (vgl. Eck, G., Russisches Flachs- und Hanflexikon, Görlitz 1899).

Kodöl, s. Harzöle.

Koeffizienten (Beiwerte), die Zahlen oder bekannte Größen ausdrückenden Buchstaben, welche in mathematischen Ausdrücken als Faktoren der Potenzen, goniometrischen Funktionen u. s. w. der Veränderlichen auftreten; z. B. in den Ausdrücken $ax^2 + bxy + cy^2$; $a \cos \varphi + b \sin \varphi$ sind a, b, c Koeffizienten. Insbesondere nennt man aber so die Konstanten in den Formeln, durch welche sich physikalische und andre Gesetze ausdrücken, z. B. Ausdehnungs-, Brechungskoeffizienten u. s. w. *Wölfing.*

Kölbelstahl, im Frischfeuer erzeugter, in Form kleiner Flaschen in den Handel kommender Rohstahl, wird zu feinem Stahl (Brescianer Stahl) verarbeitet.

Kölnerbraun, s. Kölner Erde.

Kölner Erde (Kölnerbraun, kölnische Erde), auch kölnische Umbra, Kesselbraun, Spanischbraun genannt, Humussubstanz, die, um als Farbe dienen zu können, von den fremden Beimengungen (Sand, unzersetztem Holz u. s. w.) befreit und geschlämmt werden muß, wird in Gruben von oft bedeutender Tiefe in der Nähe von Köln gewonnen.

Das Material liegt in einem Braunkohlenlager und ist eine erdige Braunkohle von dunkelbrauner Farbe, trocken, zerbrechlich, im Bruche zart. Beim Zusammenbringen mit glühenden Kohlen entzündet sie sich und verbrennt unter Hinterlassung eines bituminösen Geruches und wenig weißer Asche, wodurch sie sich wesentlich von der cyprischen Umbra unterscheidet. *Andés.*

Kölnergelb, s. v. w. Chromgelb (s. Chromfarben).

Kölnerschwarz, s. Rebenschwarz.

König, im Hüttenwesen Bezeichnung für reines Metall im Gegensatz zu vererztem, insbesondere für die metallischen Teile, welche sich beim Schmelzen von den unmetallischen trennen oder beim Abtreiben zurückbleiben (Regulus).

Königinmetall, s. Antimonlegierungen, Zinnlegierungen.

Königsbaum, s. Königswelle.

Königsblau, feinste und kobaltreichste Sorte der Smalte (s. d.); auch Bezeichnung für ein Blau, das einen Stich ins Rote hat. *Andés.*

Königsgelb, s. Arsenfarben, Merkurgelb.

Königsgrün, s. Schweinfurtergrün.

Königsholz, s. Nutzhölzer.

Königspfahl, bei den Pfahlbündeln, welche die sogenannten Duc d'Alben (s. d.) bilden, der mittlere Pfahl, der auch bei den höchsten Seeständen noch so weit über den Wasserspiegel herausragen soll, daß man Taue oder Ketten an demselben befestigen kann. *Zschokke.*

Königsrot, s. Eisenrot.

Königsstange, ein Hauptteil der Verbindung zwischen Fördergestell und Förderseil (s. Schachtförderung).

Königsstuhl, der Lagerstuhl am Fußende einer Königswelle (s. d.) und überhaupt der Lagerstuhl für einen Spurzapfen, z. B. an Lokomotivdrehscheiben.

Königswasser (Aqua regia), ein Gemisch von 1 Vol. konzentrierter Salpetersäure mit 3—5 Volumen konzentrierter Salzsäure, das durch Einwirkung der Säuren aufeinander freies Chlor und Nitrosylchlorid enthält und infolge dieser Eigenschaften Gold und Platin löst. *Bujard.*

Königswelle (Königsbaum), die senkrechte Welle, die man früher zur Kraftübertragung zwischen den einzelnen Stockwerken einer Fabrik (mit Kegelrädertrieben in jedem Stockwerk) benutzt hat. *Lindner.*

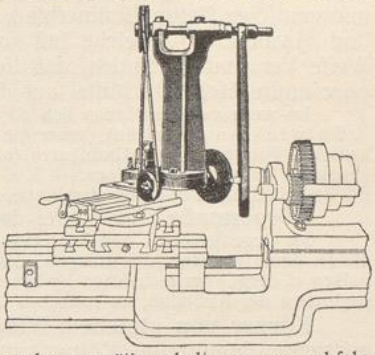
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Köper, in der Wirkerei ein Preßmuſter, aus glatten und verſetzt gegeneinander liegenden Einnadelreihen zuſammengeſetzt.

Koepfel, ſ. Herdarbeit, S. 42.

Körnen, ſ. Ankörnen, Bd. 1, S. 218, und Zentrieren.

Körner, -ſpitze, -ſpitzenſchleifmaſchine, -ſpitzenſchleifapparat. Körner bezeichnet: 1. das Werkzeug zum Ankörnen (ſ. Bd. 1, S. 218). Es beſteht aus einem Stahlſtäbchen mit gehärteter kegelförmiger Spitze; 2. die kegelförmige Vertiefung an Arbeitsſtücken u. ſ. w., die durch die Arbeit des Ankörnens und Zentrierens (ſ. d.) hergeſtellt wird; 3. bei Werkzeugmaſchinen die kegelförmigen Spitzen, zwiſchen denen die Arbeitsſtücke u. ſ. w. eingeſpannt werden.



Solche Körner ſind z. B. vorhanden: am Spindel- und Reitſtock bei Spitzendrehbänken (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 58 ff.) und Rundſchleifmaſchinen, bei den Spitzen- und Teilapparaten (ſ. Fräsmaſchinen, Bd. 4, S. 183 ff.). Die Körner ſind mittels Konus in koniſchen Bohrungen der Spindeln u. ſ. w. befeſtigt. Zwiſchen Körnerſpitze und Konus befindet ſich vielfach ein Gewinde mit aufgeſchraubter Mutter, die zum Entfernen der Körner gegen die Spindel angepreßt wird. Dreht ſich bei Bearbeitung von Werkſtücken zwiſchen Spitzen der eine Körner gleichzeitig mit dem Arbeitsſtück, wie z. B. bei Drehbänken der Spindelſtockkörner, ſo muß zur Erzielung genauer Arbeit die Achſe des Körnerkegels genau mit der Drehachſe zuſammenfallen. Iſt dies infolge Abnutzung des Körnerkegels nicht mehr der Fall, ſo kann man den abgenutzten Körner gegen einen andern vorrätig gehaltenen auswechſeln. Dieſes Verfahren iſt in vielen Werkſtätten üblich. Damit die vorrätig gehaltenen Körner zu allen vorhandenen Werkzeugmaſchinen paſſen, werden alle Körnerſpindeln nach demſelben Konus ausgebohrt. Die abgenutzten Körnerſpitzen werden in der Werkzeugmacherei wieder inſtand geſetzt. Hierzu verwendet man in größeren Werkſtätten zweckmäßigerweiſe eine Körnerſpitzenſchleifmaſchine, die nur zum Schleifen der Körnerſpitzen benutzt wird. Sie beſteht aus einem Spindelſtock, in deſſen koniſch ausgebohrte Spindel der Körner eingeſteckt wird, und aus einem die Schleifſcheibe tragenden Kreuzſupport, der nach dem verlangten Körnerſpitzenwinkel eingeſtellt wird. Als Erſatz dienen für Drehbänke Körnerſpitzenſchleifapparate (ſ. die Figur, Mayer & Schmidt, Offenbach a. M.), die auf den Kreuzſupport der Drehbank aufgeſetzt werden, wobei das Schleifen der Körnerſpitze auf der Spindel erfolgt. Der Antrieb der Schleifſcheibe geſchieht entweder von Hand oder vom Spindelſtock aus, indem die Mitnehmerſcheibe als Riemenſcheibe benutzt wird. Am wenigſten empfehlenswert iſt das noch vielfach übliche Verfahren, die Körner herauszunehmen, auszuglühen, nachzudrehen und wieder zu härten. *A. Widmaier.*

Körnergang, in der Getreidemüllerei derjenige Mahlgang, auf welchen die ganzen Getreidekörner, die vorher nur den reinigenden Prozeſſen unterworfen wurden, geſchüttet werden, alſo der erſte Gang in der Reihe der Schrotmahlgänge. (Vgl. die Art. Mahlgang, Mehlfabrikation.) *Arndt.*

Körnerlack, ſ. Gummilack.

Körnerſchraube, Schraube mit kegelförmiger Spitze, die z. B. bei Stellringen angewendet wird, um eine Verſchiebung der Stellringe auf der Welle zu verhindern, da die Spitze der Schraube in eine kegelförmige Vertiefung (Körner) der Welle eingreift.

Körnerwolf, Bezeichnung für eine Getreidereinigungsmaſchine nach dem Prinzipe der Schälmaſchinen mit Stein und Siebtrommel, bei welcher um eine wagerechte Achſe ein kegelförmiger Stein und, mit entgegengeſetztem Drehſinne, eine entſprechend geformte Siebtrommel kreiſt, derart, daß die Körner zwiſchen den beiden ſich entgegengeſetzt bewegenden Flächen ſtark gerieben werden. Durch Verſtellung des Steinkegels oder des Siebmantels in der Achſenrichtung wird der Abſtand der Arbeitsflächen verändert. Vgl. d. Art. Schälmaſchinen.

Literatur: Kick, Mehlfabrikation, Leipzig 1894, S. 92 und Taf. 5 (Fig. 1). *Arndt.*

Körper im weiteren Sinne können beliebige materielle Syſteme (ſ. d.) heißen. Gewöhnlich verſteht man jedoch unter Körpern ſpeziell ſolche Teile der Materie, welche einen durch beliebig viele Flächen eingeſchloſſenen, zuſammenhängenden Raum einnehmen (abgeſehen von den molekularer Beſchaffenheit entſprechenden Zwiſchenräumen). Die eingrenzenden Flächen heißen die Oberfläche des Körpers, während der eingegrenzte Raum das Volumen des Körpers genannt wird. Der Quotient aus Gewicht (ſ. d.) und Beſchleunigung des freien

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Falls gibt die Maſſe (ſ. d.) des Körpers. Ueber ſpezifiſches Volumen, ſpezifiſches Gewicht, ſpezifiſche Maße, Dichtigkeit ſ. Bd. 2, S. 740, über Aggregatform, äußere Kräfte, innere Kräfte, Maſſenkräfte, Oberflächenkräfte, Spannungen, Verſchiebungen ſ. Kohäſion, Materielles Syſtem, Aeußere Kräfte, Druck, Elaſtizitätslehre, allgemeine. Die Kohäſion, Feſtigkeit, Energie, Temperatur, innere Arbeit, äußere Arbeit u. ſ. w. der Körper ſind unter dieſen Stichworten behandelt. *Weyrauch.*

Körperfarben (Pigmente), unlösliche farbige Subſtanzen, teils anorganiſcher (Zinnober, Chromgelb, Kobaltblau), teils organiſcher (Kienruß), teils organiſch-anorganiſcher Natur (Berlinerblau, Farblacke aus löslichen organiſchen Farbſtoffen und Metallſalzen), welche faſt ausſchließlich im Zeugdruck und zwar in der Weiſe Verwendung finden, daß ſie zur Erzielung farbiger Muſter durch Albumin oder andre klebende Mittel auf dem Gewebe befeſtigt werden.

Im weiteren Sinne laſſen ſich als Körperfarben auch die auf der Faſer erzeugten Farben (ſ. Entwicklungsfarben), ferner die aus Beizenfarbſtoffen und Metalloxyden einerſeits, aus baſiſchen Farbſtoffen und Gerbſäuren (nebſt einem Metalloxyd) anderſeits auf der Faſer hervorgerufenen Farblacke betrachten. — S. a. Farben, und zwar im Sinne von Farben der Körper: Bd. 3, S. 606, im Sinne von Farbkörper: Bd. 3, S. 608. *R. Möhlau.*

Körpermaße, die Würfel der Längenmaße.

Im Gegenſatze zu den Hohlmaßen (ſ. d.) dienen ſie zur Beſtimmung ſolcher Gegenſtände, deren einzelne Abmeſſungen unmittelbar ermittelt werden können, z. B. Eiſenbahnwagen, Balken u. dergl. Im metriſchen Syſtem bildet das Kubikmeter die Einheit der Körpermaße, im engliſchen der Kubikfuß, im ruſſiſchen die Kubikſaſchén. *Plato.*

Körper von gleichem Widerſtande heißen in der Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre ſtabförmige Körper, für welche die bei der Dimenſionierung maßgebenden Beanſpruchungen in allen Querſchnitten gleich groß ſind.

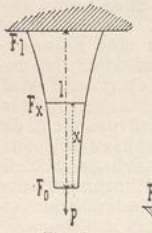


Fig. 1.

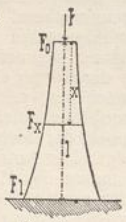


Fig. 2.

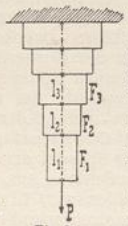


Fig. 3.

Ein gerader Stab mit vertikaler Achſe ſei durch eine auf den Endquerſchnitt F_0 gleichmäßig verteilte Laſt P und ſein eignes Gewicht von γ pro Volumeneinheit belaſtet (Fig. 1 und 2). Die Beanſpruchung pro Flächeneinheit ſoll in allen Querſchnitten σ betragen. Biegungen ſind ausgeſchloſſen. Dann erhält man den nötigen Querſchnitt F_x in Entfernung x von F_0 und das Stabgewicht G_x von F_0 bis F_x (V_x entſprechendes Volumen):

$$F_x = \frac{P}{\sigma} e^{\frac{\gamma x}{\sigma}}, \quad G_x = V_x \gamma = P\left(e^{\frac{\gamma x}{\sigma}} - 1\right) = \sigma (F_x - F_0). \quad 1.$$

Soll der wie oben belaſtete Stab aus einzelnen Teilen der Längen $l_1, l_2, \ldots$ und konſtanter Querſchnitte ſo hergeſtellt werden (Fig. 3), daß die größten Beanſpruchungen aller dieſer Teile von gleichem Werte σ ſind, dann folgen die Querſchnitte:

$$F_1 = \frac{P}{\sigma - \gamma l_1}, \qquad F_2 = \frac{\sigma F_1}{\sigma - \gamma l_2}, \qquad F_3 = \frac{\sigma F_2}{\sigma - \gamma l_3}, \ldots \qquad 2.$$

wonach der Querſchnitt des $m$ten Stabes von P aus allgemein und ſpeziell bei gleichen Längen l:

$$F_m = \frac{P \sigma^{m-1}}{(\sigma - \gamma l_1)(\sigma - \gamma l_2) \ldots (\sigma - \gamma l_m)} \text{ bezw. } F_m = \frac{P}{\sigma}\left(\frac{\sigma}{\sigma - \gamma l}\right)^m. \qquad 3.$$

S. a. Zugelaſtizität.

Bei gebogenen Stäben, Balken und Bogen (ſ. d.) pflegt bekanntlich die Dimenſionierung auf Grund der größten Normalſpannungen in den einzelnen Querſchnitten zu erfolgen, was bei Berückſichtigung entſprechender Verſuche über die Biegungsfeſtigkeit (ſ. d.) dann berechtigt iſt, wenn ſich überſehen läßt, daß zugleich genügende Sicherheit gegen die auftretenden Schubſpannungen erreicht wird. Dies trifft indeſſen für horizontale Balken als Körper von gleichem Widerſtande gewöhnlich nicht zu. Bezeichnen für einen ſolchen σ, τ die größten zuläſſigen Normalſpannungen und Schubſpannungen in den Querſchnittselementen, M_x, V_x das Biegungsmoment und die Vertikalkraft in einem beliebigen Querſchnitt x, J, W das Trägheitsmoment und Widerſtandsmoment desſelben, b die Breite der Achsſchicht und S_0 das ſtatiſche Moment des Querſchnittsteils auf einer Seite der Achsſchicht in Hinſicht der letzteren, dann iſt gegenüber den durch M_x erzeugten Normalſpannungen nötig:

$$W = \pm \frac{M_x}{\sigma}, \qquad 4.$$

während die durch V_x bedingten Schubſpannungen in dem gewöhnlichen, auch hier vorausgeſetzten Falle, daß letztere in der Achsſchicht am größten ſind, erfordern:

$$\frac{Jb}{S_0} = \frac{V_x}{\tau} \qquad 5.$$

(über J, W ſ. Bd. 1, S. 794).

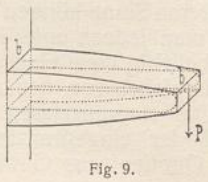


Fig. 9.

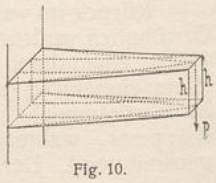
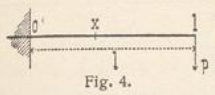
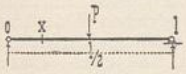
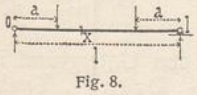


Fig. 10.

Horizontale Balken von gleichem Widerstande.

Träger und Belastung	Querschnitt	gegeben, z. B. konstant	nötig bei x mit Rücksicht auf M_x	nötig bei x mit Rücksicht auf V_x	Nr.
 Fig. 4.	Rechteck der Breite b und Höhe h		$bh^2=\frac{6P}{\sigma}(l-x)$	$bh=\frac{3P}{2\tau}$	1
	„	b	$h=\sqrt{\frac{6P}{\sigma b}(l-x)}$	$h=\frac{3P}{2\tau b}$	2
	„	h	$b=\frac{6P}{\sigma h^2}(l-x)$	$b=\frac{3P}{2\tau h}$	3
	Kreis vom Halbmesser r		$r=\sqrt[3]{\frac{4P}{\pi\sigma}(l-x)}$	$r=2\sqrt{\frac{P}{3\pi\tau}}$	4
$M_x=-P(l-x)$ $V_x=P$	Beliebiger Querschnitt		$W=\frac{P}{\sigma}(l-x)$	$\frac{Jb}{S_0}=\frac{P}{\tau}$	5
Fig. 5.	Rechteck der Breite b und Höhe h		$bh=\frac{3u}{\sigma}(l-x)^2$	$bh=\frac{3u}{2\tau}(l-x)$	6
	„	b	$h=(l-x)\sqrt{\frac{3u}{\sigma b}}$	$h=\frac{3u}{2\tau b}(l-x)$	7
	„	h	$b=\frac{3u}{\sigma h^2}(l-x)^2$	$b=\frac{3u}{2\tau h}(l-x)$	8
	Kreis vom Halbmesser r		$r=\sqrt[3]{\frac{2u}{\pi\sigma}(l-x)^2}$	$r=2\sqrt{\frac{u}{3\pi\tau}(l-x)}$	9
$M_x=-\frac{u}{2}(l-x)^2$ $V_x=u(l-x)$	Beliebiger Querschnitt		$W=\frac{u}{2\sigma}(l-x)^2$	$\frac{Jb}{S_0}=\frac{u}{\tau}(l-x)$	10
*)  Fig. 6.	Rechteck der Breite b und Höhe h		$bh^2=\frac{3P}{\sigma}x$	$bh=\frac{3P}{4\tau}$	11
	„	b	$h=\sqrt{\frac{3P}{\sigma b}x}$	$h=\frac{3P}{4\tau b}$	12
Für $x<\frac{l}{2}$:	„	h	$b=\frac{3P}{\sigma h^2}x$	$b=\frac{3P}{4\tau h}$	13
$M_x=\frac{P}{2}x$	Kreis vom Halbmesser r		$r=\sqrt[3]{\frac{2P}{\pi\sigma}x}$	$r=\sqrt{\frac{2P}{3\pi\tau}}$	14
$V_x=\frac{P}{2}$	Beliebiger Querschnitt		$W=\frac{P}{2\sigma}x$	$\frac{Jb}{S_0}=\frac{P}{2\tau}$	15
*) Fig. 7.	Rechteck der Breite b und Höhe h		$bh^2=\frac{3u}{\sigma}x(l-x)$	$bh=\frac{3u}{2\tau}\left(\frac{l}{2}-x\right)$	16
	„	b	$h=\sqrt{\frac{3u}{\sigma b}x(l-x)}$	$h=\frac{3u}{2\tau b}\left(\frac{l}{2}-x\right)$	17
	„	h	$b=\frac{3u}{\sigma h^2}x(l-x)$	$b=\frac{3u}{2\tau h}\left(\frac{l}{2}-x\right)$	18
$M_x=\frac{u}{2}x(l-x)$	Kreis vom Halbmesser r		$r=\sqrt[3]{\frac{2u}{\pi\sigma}x(l-x)}$	$r=2\sqrt{\frac{u}{3\pi\tau}\left(\frac{l}{2}-x\right)}$	19
$V_x=u\left(\frac{l}{2}-x\right)$	Beliebiger Querschnitt		$W=\frac{u}{2\sigma}x(l-x)$	$\frac{Jb}{S_0}=\frac{u}{\tau}\left(\frac{l}{2}-x\right)$	20
*)  Fig. 8.	Rechteck der Breite b und Höhe h		$bh^2=\frac{6P}{\sigma}y$ **)	$bh=\frac{3P}{2\tau}$	21
	„	b	$h=\sqrt{\frac{6P}{\sigma b}y}$	$h=\frac{3P}{2\tau b}$	22
	„	h	$b=\frac{6P}{\sigma h^2}y$	$b=\frac{3P}{2\tau h}$	23
Für $x<a$: $M_x=Px$, $V_x=P$. Für $a<x<l-a$: $V_x=Pa$, $V_x=0$.	Kreis vom Halbmesser r		$r=\sqrt[3]{\frac{4P}{\pi\sigma}y}$	$r=2\sqrt{\frac{P}{3\pi\tau}}$	24
	Beliebiger Querschnitt		$W=\frac{P}{\sigma}y$	$\frac{Jb}{S_0}=\frac{P}{\tau}$	25
	Rechteck der Breite b und Höhe h		$bh^2=\pm\frac{6M_x}{\sigma}$ ***)	$bh=\pm\frac{3V_x}{2\tau}$ ***)	26
	„	b	$h=\sqrt{\pm\frac{6M_x}{\sigma b}}$	$h=\pm\frac{3V_x}{2\tau b}$	27
Beliebiger horizontaler Balken mit beliebiger Belastung (f. Bd. 1, S. 503, 520).	„	h	$b=\pm\frac{6M_x}{\sigma h^2}$	$b=\pm\frac{3V_x}{2\tau h}$	28
	Kreis vom Halbmesser r		$r=\sqrt{\pm\frac{4M_x}{\pi\sigma}}$	$r=\sqrt{\pm\frac{V_x}{3\pi\tau}}$	29
	Beliebiger Querschnitt		$W=\pm\frac{M_x}{\sigma}$	$\frac{Jb}{S_0}=\pm\frac{V_x}{\tau}$	30

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Anmerkungen zur Tabelle S. 541.)

*) Die angeführten Querſchnittsverhältniſſe gelten für die erſte Trägerhälfte. Der Träger iſt ſymmetriſch zur Mitte.
**) Für $x < a$ iſt $y = x$, für $x > a$ iſt $y = a$. Zwiſchen beiden P würde mit Rückſicht auf V_x allein der Querſchnitt gleich 0 ſein können (wegen $V_x = 0$).
***) Die beiden Vorzeichen deuten an, daß der Abſolutwert maßgebend iſt.

Nach dieſen Gleichungen wären z. B. im Falle von Fig. 7

bei $x =$		0	$l/_2$	l
für M_x	W	0	am größten	0
„ V_x	$\frac{Jb}{S_0}$	am größten	0	am größten.

Es ſind alſo die aus 4. mit Rückſicht auf M_x berechneten Dimenſionen jedenfalls nur ſo lange verwendbar, als nicht aus 5. mit Rückſicht auf V_x ungünſtigere Werte folgen, weshalb in der für das Lexikon berechneten Tabelle S. 541 die aus 4. und 5. folgenden Werte angegeben ſind. Selbſtverſtändlich laſſen ſich Näherungsformen bilden, welche beiden Bedingungen genügen, wie ſolche z. B. Fig. 9 und 10 für den Fall der Fig. 4 bei konſtantem b und h darſtellen. Die den M_x und V_x allein entſprechenden Dimenſionen ſind durch punktierte Linien angedeutet.

Da die Formeln 4., 5. auf der Vorausſetzung gerader Stäbe mit horizontaler Achſe beruhen, ſo ſind die berechneten Querſchnitte ſo anzuordnen, daß die Achsſchicht eine horizontale Symmetrieebene bildet, was bei rechteckigem Querſchnitt von konſtantem b häufig unberückſichtigt bleibt, indem man die obere oder untere Begrenzungsfläche des Stabes horizontal wählt.

Die Unterſuchungen, betreffend Körper von gleichem Widerſtande, gehören zu den älteſten der Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre. Bereits Parent, der 1713 zuerſt die richtige Lage der neutralen Schicht horizontaler Balken erkannte, hatte ſich in einigen Aufſätzen von 1704—1710 mit der Beſtimmung „d'autant qu'on veut des figures d'égale résistance“ beſchäftigt. Auch Eytelwein behandelte in ſeiner Statik feſter Körper 1808 (Bd. 2, S. 267, 335) eine Reihe von Fällen, wobei er noch, wie Galilei, die neutrale Schicht horizontaler Balken durch deren untere Grenze legte und die Normalſpannungen in allen Elementen eines Querſchnitts gleich groß annahm. Mit Navier [1] fand die übliche Behandlungsweiſe von Balken auf Grund von M_x, σ Eingang. Im Brückenbau und Hochbau hat man ſich Trägern gleichen Widerſtands durch Fachwerke zu nähern geſucht und iſt damit z. B. bei konſtanten Gurtungsquerſchnitten auf die Pauliſchen Träger gekommen (ſ. d. und [2]). Auch bei Pfeilern, Talſperren, Türmen (Eiffelturm) ſpielen Formen möglichſt gleichen Widerſtands eine Rolle, wenn der Materialaufwand verringert werden ſoll, wie überhaupt eine Ingenieurkonſtruktion in ſtatiſcher Beziehung dann am vollkommenſten dimenſioniert wäre, wenn an allen Stellen gegen alle Zerſtörungsarten die gleiche Sicherheit beſtünde (vgl. Dimenſionenberechnung). Doch iſt dies nie vollſtändig erreichbar.

Literatur: [1] Navier, Résumé des leçons sur l'application de la mécanique, Paris 1826, S. 270. — [2] Köpcke, Ueber Träger von gleichem Widerſtande, insbeſondere die Anwendung derſelben zu Brücken durch Laves und Pauli, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1858, S. 292. — [3] Winkler, Die Lehre von der Elaſtizität und Feſtigkeit, Prag 1867, S. 41, 71, 80, 82, 83, 86, 88, 101, 103, 110, 163. — [4] Renoust des Orgeries, Mémoire sur les poutres droites, Annales des ponts et chaussées 1871, II, S. 170. — [5] Weisbach, Lehrbuch der theoretiſchen Mechanik, Braunſchweig 1875, S. 398, 536, 608. — [6] Grashof, Theorie der Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1878, S. 44, 113, 131. — [7] v. Ott, Vorträge über Baumechanik, II, Prag 1880, S. 30, 138, 143, 149, 152. — [8] Léauté, Sur les solides d'égale résistance, Compt. rend. 1882, XCV, S. 1219. — [9] Ritter, A., Lehrbuch der techniſchen Mechanik, Leipzig 1884, S. 508, 542. — [10] Collignon, Cours de mécanique appliquée aux constructions, I, Paris 1885, S. 123, 131, 287, 421. — [11] Lévy, La statique graphique et ses applications aux constructions, IV, Paris 1888, S. 197 (Fachwerke). — [12] Koenen, Ueber ringförmige Stäbe und Platten gleichen Widerſtandes, Zentralblatt der Bauverwaltung 1888, S. 118. — [13] Tetmajer, Die angewandte Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre, Leipzig und Wien 1904, S. 236, 487. — [14] Bach, Elaſtizität und Feſtigkeit, Berlin 1905, S. 210. — Die meiſten Lehrbücher über Feſtigkeitslehre behandeln einige Fälle der Körper von gleichem Widerſtande. *Weyrauch.*

Körtingbremſe, ſ. Bremſen, Bd. 2, S. 267.

Körwaſſer, das bei hohen Außenwaſſerſtänden durch den Untergrund in das Binnenland eindringende Waſſer (auch Qualm-, Kuver-, Dräng-, Truh- oder Druckwaſſer genannt), deſſen Menge mit der Höhe des Außenwaſſerſtandes und mit der ſandigen Beſchaffenheit des Bodens bezw. der Durchläſſigkeit der oberen Bodenſchicht wächſt.

Infolge der Filtration iſt es nicht allein arm an fruchtbaren Beſtandteilen, ſondern es laugt auch durch die aufſteigende Bewegung die Ackerkrume aus und ſchädigt zugleich die Niederungen, indem es die jungen Saaten bedeckt und an der Entwicklung hindert. — Beſtehen die Deiche aus ſandigem Boden, ſo ſickert dieſes bei länger dauerndem Hochſtande des Außenwaſſers gleichfalls durch den Dammkörper und vermehrt dadurch die Menge des Körwaſſers. *Frühling.*

Koerzibel, zuſammendrückbar, bezeichnet die Eigenſchaft der Gaſe (ſ. d.), ſich durch Druck und Kälte verflüſſigen zu laſſen. Gegenſatz permanent.

Koerzitivkraft, ſ. Magnetismus.

Köſſener Schichten, der oberen Abteilung der Keuperformation (Rhät) in den Alpen angehörige dunkelgraue Mergel mit Einlagerungen von Kalkſtein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kötzer oder Cops (Spindeln, bobbines, fuseaux) ſind in ſchlank birnenförmiger oder in oben und unten ſpitz zulaufender zylinderförmiger (walzenförmiger) Geſtalt aufgewickelte Garnkörper, in deren Innerem keine Holzrolle oder Holzſpule, ſondern allenfalls nur eine Hülſe aus Papier, Pappe oder Holz ſich befindet. Kötzerſpulmaſchine, ſ. Weberei. *E. Müller.*

Koexiſtenz elaſtiſcher Bewegungen. Wenn mehrere Gruppen von Urſachen einzeln Spannungen erzeugen, die ſich beim Zuſammentreffen aller Urſachen addieren, dann entſteht die unter dem Einfluſſe aller Urſachen reſultierende Bewegung durch Uebereinanderlagerung der anfangs vorhanden geweſenen und der von den einzelnen Gruppen herrührenden Bewegungen, es können die Einzelbewegungen als nebeneinander beſtehend angeſehen werden. Erzeugt z. B. jede Urſachengruppe für ſich Gleichgewicht, ſo wird auch beim Zuſammenwirken mehrerer oder aller Gruppen Gleichgewicht beſtehen.

Unter Vorausſetzung dieſes Prinzips der Koexiſtenz elaſtiſcher Bewegungen (Beweis desſelben [4], S. 96) folgen die Bewegungen der Körperpunkte um die Gleichgewichtslagen, welche den gegebenen äußeren Kräften (ſ. d.) entſprechen, denſelben Geſetzen wie die Bewegungen, welche die Körperpunkte um ihre anfänglichen Lagen bei Wegfall der erwähnten äußeren Kräfte ausführen würden. Die letzteren können alſo unberückſichtigt bleiben, wenn die fraglichen Bewegungen allein intereſſieren (Elaſtiſche Schwingungen, ſ. auch Interferenz). Laſſen ſich die Spannungen beiſpielsweiſe als lineare Funktionen einer Anfangsſpannung P, einer Temperaturänderung τ, der Verrückungen ξ, η, ζ der Körperpunkte oder von Differentialquotienten dieſer Verrückungen darſtellen (ſ. Elaſtizitätslehre, allgemeine, Bd. 3, S. 391), ſo tritt für die Urſachen P, τ, ξ, η, ζ das Prinzip der Koexiſtenz ein. Dasſelbe wurde hinſichtlich der Lichtbewegung zuerſt von Huyghens erkannt [1]. In der Feſtigkeitslehre wird z. B. von dem Prinzip der Koexiſtenz Gebrauch gemacht, wenn man die vom Eigengewicht, der Verkehrslaſt, irgend welchen Einzellaſten, Temperaturänderungen u. ſ. w. herrührenden Formänderungen getrennt ableitet und nachträglich addiert.

Literatur: [1] Huyghens, Traité de la lumière, Leyden 1691. — [2] Clebſch, Theorie der Elaſtizität feſter Körper, Leipzig 1862, S. 39. — [3] Caſtigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications, Turin 1880, S. 40, 47, 294 (Deutſche Ausgabe, Wien 1886, S. 33, 40, 293). — [4] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884, S. 96, 188, 248 (Interferenz und Huyghens' Prinzip, S. 235, 238). — [5] v. Szily, Zugverſuche mit auf inneren Druck beanſpruchten Röhren, Kongreß des internationalen Verbandes f. d. Materialprüfungen d. Technik, Budapeſt 1901; Auszug: Baumaterialienkunde 1902, S. 332. *Weyrauch.*

Koffeinagel, ſ. v. w. Belegnagel; ſ. Belegeklampe.

Koffer, im Waſſerbau die bei Erzeugung von Senkfaſchinen (ſ. d.) und Senkkörben aus Faſchinen (ſ. d.) bezw. aus Weidengeflecht gebildete Umwandung eines Hohlraumes, der gewöhnlich mit kieſigem Beſchwerungsmaterial ausgefüllt wird.

Kofferdamm, ein Damm mit beſonderen Seitenwänden oder noch weiterer Umwandung. Derſelbe iſt ähnlich einem Fangdamm (ſ. d.) oder einem Steinkaſten (ſ. d.) gebildet.

Kofferdamm, ſchmale waſſerdichte Räume, welche bei Panzerdeckſchiffen hinter dem Korkdamm angeordnet werden, um bei Beſchädigung des Korkdamms durch Geſchoſſe mit Hängematten oder anderm Leckſtopfmaterial gefüllt zu werden. Die Kofferdämme reichen vom Schutzdeck bis zum Zwiſchendeck und ſind von dieſem aus durch Luken zugänglich. *T. Schwarz.*

Kofferkeſſel, Niederdruckſchiffskeſſel von veraltetem Typ mit großen flachen Wänden; ſ. Schiffskeſſel. *T. Schwarz.*

Kognak (Cognac), ſ. Franzbranntwein.

Kognaköl (Kognakäther, Kognakeſſenz, Weinbeeröl, Druſenöl), der Aethyläther der Oenanthſäure $C_7H_{14}O_2$, beſitzt ſtarken Weingeruch und ſcharfen Geſchmack, iſt in geringer Menge im Wein, in etwas größerer in der Weinhefe enthalten, aus welcher man ihn darſtellt.

Zu dieſem Zwecke wird die Hefe abgepreßt, wieder mit Waſſer angerührt, ein wenig Schwefelſäure zugeſetzt und dann ſo lange deſtilliert, als auf dem Deſtillat noch Oeltröpfchen vorhanden ſind. 2500 kg Hefe liefern nur 1 kg Kognakäther. Derſelbe erteilt dem Branntwein, in ſehr geringen Mengen zugeſetzt, den Geruch und Geſchmack von Kognak. Wegen des hohen Preiſes des erſten Kognaköles benutzt man jedoch zur Darſtellung von künſtlichem Kognak jetzt allgemein das viel billigere und auch im Geruch noch angenehmere künſtliche Kognaköl, erhalten durch Aetherifikation der Fettſäuren des Kokosnußöles (ſ. d.).

Kohärer, Wellenanzeiger für drahtloſe Telegraphie; ſ. Telegraphie (ohne Draht).

Kohäſion. Die Erfahrung lehrt, daß viele Körper einer Trennung oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verſchiebung ihrer Teilchen Widerſtände entgegenſetzen. Anderſeits beobachtet man, daß ein Zuſammendrängen der Teilchen auf einen kleineren Raum zwar möglich iſt, daß aber auch hierbei gewiſſe Kräfte überwunden werden müſſen. Demnach treten uns innerhalb der Körper zweierlei Kräfte entgegen, die wir hier, ohne nach ihrer Herkunft zu fragen, „Anziehung“ und „Abſtoßung“ nennen können. Je nachdem ſich das Verhältnis zwiſchen Anziehung und Abſtoßung beim Trennungsverſuch ſtellt, wird der Widerſtand gegen Trennung groß oder klein ſein. Dieſer Widerſtand heißt Kohäſionskraft (Zuſammenhangskraft) oder kurz Kohäſion. Die Kohäſion der bekannten Körper iſt außerordentlich verſchieden und kann durch äußere Kräfte, Wärme, chemiſche Einwirkungen Aenderungen erfahren (Hämmern, Walzen, Härten, Anlaſſen, Schmelzen, Verdampfen u. ſ. w.).

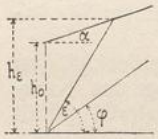
Bei feſten Körpern wird durch jeden Verſuch der Trennung die Anziehung bedeutend größer als die Abſtoßung, die Kohäſion iſt am größten und findet erſt in der Feſtigkeit (ſ. d.) des Materials ihre Grenze. Denkt man ſich die Anziehung und damit auch die Kohäſion unendlich groß, ſo hat man den Begriff des ſtarren Körpers. Bei flüſſigen Körpern kann die Anziehung faſt nicht größer als die Abſtoßung werden, die Kohäſion iſt ſo gering, daß ſchon kleinſte meßbare Kräfte die Anordnung der Teilchen ſtören können. Denkt man ſich die Anziehung genau gleich der Abſtoßung, die Kohäſion alſo gleich Null, ſo hat man den Begriff der vollkommenen Flüſſigkeit. Bei gasförmigen Körpern iſt die Anziehung kleiner als die Abſtoßung, die Kohäſion iſt negativ, ſo daß ſich die Teilchen nach allen Seiten auszubreiten ſtreben. Denkt man ſich die Anziehung gleich Null, ſo hat man den Begriff des vollkommenen Gaſes. Zwiſchen dieſen wichtigſten und deshalb am meiſten unterſuchten Aggregatformen können erfahrungsgemäß mancherlei Uebergangsformen auftreten. — S. a. Elaſtizität, Feſtigkeit, Härte, Fließen feſter Körper, Reibung, innere, Gaſe, gasförmige Körper u. ſ. w. Mitunter findet man feſte Körper und ſtarre Körper als zuſammenfallende Bezeichnungen erwähnt. Dabei iſt nicht berückſichtigt, daß die feſten Körper Formänderungen zulaſſen, während viele Unterſuchungen in betreff derſelben ohne Rückſicht auf Formänderungen, d. h. eben unter Vorausſetzung ſtarrer Körper, geführt werden können. *Weyrauch.*

Kohäſionshöhe, diejenige Höhe h_ε, auf welche eine mit Kohäſion begabte Erdmaſſe unter einem beſtimmten Winkel ε (ſ. die Figur) mit der Wagerechten angeſchnitten werden kann, ohne daß ein Abrutſchen ſtattfindet.

Iſt φ der natürliche Böſchungswinkel (ſ. Ruhewinkel), c die Kohäſionsgröße für die Flächeneinheit, γ das Gewicht der Kubikeinheit Erde, ſo iſt:

$$h_\varepsilon = \frac{2\,c\cos\varphi\sin\varepsilon}{\gamma\sin^2\frac{\varepsilon-\varphi}{2}}.$$

In dieſem Ausdruck kommt die Neigung α der oberen Begrenzungsfläche nicht vor, alſo erſcheint h_ε unabhängig von derſelben. — Für $\varepsilon=\varphi$ wird $h_\varepsilon=\infty$, d. h. eine nach dem Reibungswinkel abgeböſchte Fläche kann theoretiſch unendlich hoch hinaufreichen, wobei $c=0$ wird. Damit erhält man die natürliche Böſchung. Für ſenkrechten Abſtich ($\varepsilon=90^0$) wird



$$h_\varepsilon = h_0 = \frac{2\,c\cos\varphi}{\gamma\sin^2(45-\varphi/2)},$$

woraus die Kohäſionsgröße c einer beſtimmten Erdgattung ſich zu

$$c = \frac{\gamma\,h_0\sin^2(45-\varphi/2)}{2\cos\varphi} = \frac{\gamma\,h_\varepsilon\sin^2\frac{\varepsilon-\varphi}{2}}{2\cos\varphi\sin\varepsilon}$$ ergibt.

Literatur: Culmann, Die graph. Statik, Zürich 1866, S. 557; Löwe, Straßenbaukunde, 2. Aufl., Wiesbaden 1906, S. 251; v. Ott, Vorträge über Baumechanik, Prag 1877, S. 5. *L. v. Willmann.*

Kohle, zum Zeichnen, ſ. Zeichnen, techniſches.

Kohlebürſten, ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 188.

Kohledruck, ſ. Pigmentdruck.

Kohlefadenlampe, ſ. Glühlampe, Bd. 4, S. 576.

Kohlehydrate. Eine große Gruppe von organiſchen, aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff beſtehenden Subſtanzen, welche miteinander durch enge Beziehungen verknüpft ſind und welche von der Natur in gewaltiger Menge im pflanzlichen und tieriſchen Organismus erzeugt werden, wird ſeit langem unter dem Namen Kohlehydrate zuſammengefaßt, weil ſie Waſſerſtoff und Sauerſtoff in dem gleichen Verhältnis 2 : 1 enthalten wie das Waſſer, z. B. Traubenzucker $C_6H_{12}O_6 = 6\,C + 6\,H_2O$, Rohrzucker $C_{12}H_{22}O_{11} = 12\,C + 11\,H_2O$.

Die Kohlehydrate laſſen ſich einteilen in: 1. Einfache Zucker, Monoſaccharide oder Hexoſen mit der Formel $C_6H_{12}O_6$. 2. Zuſammengeſetzte Zucker: a) Diſaccharide oder Hexobioſen und b) Triſaccharide oder Hexotrioſen. Sie können aus 2 oder 3 Molekülen Hexoſe durch Waſſeraustritt entſtanden gedacht werden und zerfallen durch Waſſeraufnahme in 2 oder 3 Moleküle Hexoſe. 3. Polyſaccharide $(C_6H_{10}O_5)\,x$. Sie laſſen ſich ebenfalls in Hexoſen überführen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Aufklärung der Konſtitution der Kohlehydrate gehört erſt der neueren Zeit an. Durch eine Reihe von hervorragenden Arbeiten, an welchen Kiliani, Scheibler, Tollens, v. Lippmann, Lindner u. a. m., vor allen aber Emil Fiſcher beteiligt ſind, iſt die Forſchung nicht nur mit einer Fülle von Beobachtungen und einzelnen Tatſachen bereichert, nicht nur zur Erkenntnis der Struktur der in der Natur vorkommenden Kohlehydrate, ſondern auch zur Auffindung zahlreicher neuer Zuckerarten geführt worden. Einerſeits gelang es, ſchon bekannte Zucker in andre Vertreter der gleichen Körperklaſſe umzuwandeln, anderſeits führte der ſynthetiſche Aufbau zum Erfolg, ſo daß man heute durch mannigfaltige Abänderung der künſtlichen Entſtehungsbedingungen eine bedeutend größere Anzahl von Zuckerarten darzuſtellen vermag, als ſolche bisher in der Natur aufgefunden worden ſind. Die folgende Darſtellung beſchränkt ſich auf die allgemeinen Eigenſchaften der einfachen und ſpaltbaren Zuckerarten, während die Polyſaccharide in den Art. Dextrin, Stärkemehl und Celluloſe behandelt ſind.

I. Die einfachen Zuckerarten oder Monoſaccharide.

Vorkommen und Bildungsweiſe. Die Monoſaccharide kommen zum Teil fertig gebildet in der Natur vor, wie Trauben- und Fruchtzucker. Sie entſtehen aus komplizierteren natürlichen Kohlehydraten, wie Rohrzucker, Gummi, Stärke, Celluloſe, ebenſo aus den Glykoſiden (ſ. d.), durch hydrolytiſche Spaltung. Ueber künſtliche Syntheſen ſ. [2].

Konſtitution. Alle Zuckerarten beſitzen eine normale offene Kohlenſtoffkette und ſind geſättigte Verbindungen. Ein Sauerſtoffatom enthalten ſie in Form einer *CO*-Gruppe; ſie ſind alſo Aldehyde oder Ketone. Die übrigen Sauerſtoffatome ſind in Form von alkoholiſchen *OH*-Gruppen vorhanden. Damit ſind die Monoſaccharide als Aldehydalkohole oder Ketonalkohole charakteriſiert und werden, je nachdem ſie eine Aldehyd- oder Ketongruppe enthalten, als Aldoſen oder Ketoſen bezeichnet. Man hat nun alle nur Alkoholgruppen und eine Aldehyd- reſp. Ketongruppen enthaltenden Kohlenſtoffverbindungen mit offener Kette als Zucker bezeichnet und unterſcheidet nach der Anzahl der Kohlenſtoffatome Biоſen, Trioſen, Tetroſen, Pentoſen u. ſ. w.

Eigenſchaften und Verhalten. Die Monoſaccharide ſind farbloſe, ſüß ſchmeckende Körper, welche ſich leicht in Waſſer, ſchwer in Alkohol, nicht in Aether löſen, in reinem Zuſtand gut kriſtalliſieren, in unreinem Zuſtand dagegen meiſt ſirupförmig bleiben und beim Erhitzen ſich unter Bräunung, ſchließlich unter Verkohlung zerſetzen. Alle Zuckerarten exiſtieren in zwei optiſch aktiven und der racemiſchen inaktiven Modifikation, da ſie ſtets eine größere Zahl von aſymmetriſchen Kohlenſtoffatomen enthalten. Das Drehungsvermögen iſt daher eine der wichtigſten phyſikaliſchen Konſtanten dieſer Körper, welche auch zur Beſtimmung des Prozentgehaltes von Zuckerlöſungen benutzt werden kann. Ueber die Ausführung ſ. [3] und Zucker. Friſch bereitete Zuckerlöſungen zeigen häufig andre Werte für die Drehung als ſolche, welche längere Zeit geſtanden haben oder aufgekocht, bezw. mit ſehr kleinen Mengen Ammoniak verſetzt worden ſind. Dieſe Erſcheinung wird, wenn die Drehung allmählich heruntergeht und der ſchließlich beobachtete konſtante Winkel kleiner iſt als der zuerſt beobachtete, als Birotation oder Mehrdrehung und im umgekehrten Fall als Halbrotation oder Wenigerdrehung bezeichnet. Die Urſache derſelben iſt noch nicht aufgeklärt. Mit Baſen, wie Strontian und beſonders Kalk, bilden die Zuckerarten loſe, alkoholatartige Verbindungen, welche durch Kohlenſäure zerſetzt werden und ſich an der Luft durch Oxydation bräunen. Alkalien wirken unter Bräunung und Milchſäurebildung zerſetzend auf die Zucker ein. — Durch Kochen mit Eſſigſäureanhydrid entſtehen Acetylderivate. Die beſprochenen Reaktionen beruhen auf der Gegenwart der Hydroxylgruppen; das Vorhandenſein einer Aldehyd- bezw. Ketongruppe geht aus folgenden Reaktionen hervor. Die Monoſaccharide ſind leicht oxydierbar und reduzieren daher ammoniakaliſche Silberlöſung ſowie beim Erwärmen Fehlingſche Löſung (ſ. d.); auch dies Verhalten läßt ſich zur quantitativen Beſtimmung von Zuckerlöſungen benutzen [4]. Durch Natriumamalgam werden die Monoſaccharide zu den entſprechenden Alkoholen reduziert, mit Hydroxylamin liefern ſie Oxime. Dieſe laſſen ſich für den Abbau der Aldoſen verwerten. Mit Phenylhydrazin entſtehen zunächſt unter Austritt eines Moleküls Waſſer Hydrazone von der Zuſammenſetzung z. B. $C_6H_{12}C_5=N-NH\cdot C_6H_5$. Auf dieſe wirkt ein weiteres Molekül Phenylhydrazin oxydierend ein, indem es 2 Atome Waſſerſtoff herausnimmt und dadurch in Ammoniak und Anilin geſpalten wird. Das oxydierte Zuckerhydrazon ſeinerſeits vermag nun mit einem weiteren Molekül Phenylhydrazin unter abermaliger Waſſerabſpaltung zuſammenzutreten zu einem ſogenannten Oſazon, deſſen Entſtehung durch folgende Formeln veranſchaulicht wird:

$$\underset{\text{Traubenzucker.}}{CH_2\cdot OH\cdot[CH\cdot OH]_3\cdot CH\cdot OH\cdot COH}\rightarrow CH_2\cdot OH\cdot[CH\cdot OH]_3\cdot CH\cdot OH\cdot CH=N-NHC_6H_5\rightarrow$$

$$\rightarrow CH_2\cdot OH\cdot[CH\cdot OH]_3\cdot CO\cdot CH=N-NHC_6H_5\rightarrow CH_2\cdot OH[CH\cdot OH]_3\cdot \underset{\underset{\underset{\underset{\underset{\text{Phenylglukoſazon.}}{C_6H_5\cdot NH-N}}{\|}}{C}}{\|}}{C}-\underset{\underset{\underset{\underset{\underset{}{N-NH\cdot C_6H_5.}}{\|}}{CH}}{\|}}{CH}$$

Dieſe Oſazone nun — gelbgefärbte, kriſtalliſierende, in Waſſer völlig unlösliche Verbindungen — ſcheiden ſich auch aus ſehr verdünnten Zuckerlöſungen aus. Das Phenylhydrazin iſt daher in der Zuckergruppe zu einem ungemein wichtigen Reagens geworden, nicht nur, weil es häufig das einzige Mittel iſt, einen Zucker aus ſeiner Löſung abzuſcheiden und ihn zu charakteriſieren, ſondern auch, weil man die Oſazone wieder in Zuckerarten zurückverwandeln kann. Dies gelingt durch Reduktion mit Zinkſtaub und Eſſigſäure und Behandlung der entſtandenen Oſamine mit ſalpetriger Säure oder durch Kochen der Oſazone mit Salzſäure und darauffolgende Reduktion der gebildeten Oſone mit Zinkſtaub und Eſſigſäure. Die Monoſaccharide addieren Blauſäure unter Bildung von Cyanhydrinen, welche durch Verſeifung in Säuren, z. B. $C_6H_{12}O_5<^{OH}_{COOH}$ übergehen. Dieſe Säuren werden durch Natriumamalgam zu Aldehyden reduziert, welche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

homologe fynthetifche Zuckerarten find. Auf diefe Weife find die Heptofen, Oktofen, Nonofen künftlich dargeftellt worden. Auch die gelinde Oxydation der Aldofen ift für die künftliche Gewinnung von Zuckerarten von Bedeutung geworden. Näheres darüber f. unter [1]. Die meiften Monofaccharide werden durch Hefe zu Alkohol und Kohlenfäure vergoren; durch Spaltpilze erleiden fie die Milchfäure-, Butterfäure- und fchließlich die fchleimige Gärung (f. d.).

A. Triofen und Tetrofen. Glyzerofe $C_3H_6O_3$ und Erythrofe $C_4H_8O_4$ find künftlich erhalten und durch ihre Ofazone charakterifiert worden.

B. Pentofen $C_5H_{10}O_5$. Die Pentofen find bisher in der Natur nicht als folche aufgefunden worden, fondern entftehen durch hydrolytifche Spaltung befonders von Gummiarten. Bei der Deftillation mit Mineralfäuren liefern fie Furfurol. Mit Hilfe diefer Reaktion und der quantitativen Beftimmung des Furfurols läßt fich annäherungsweife der Gehalt verfchiedener Rohprodukte an pentofebildenden Stoffen (Pentofanen) berechnen. Auf diefe Weife kann man Pentofane in der Kleie, in Biertreber, Heu, Stroh, Holz u. f. w. nachweifen, und hieraus ergibt fich, daß die Pentofen namentlich zum Aufbau des pflanzlichen Zellftoffs dienen. Die bis jetzt bekannten Pentofen find Aldofen. — Arabinofe, gewöhnliche Arabinofe oder Pektinzucker, entfteht durch Kochen von arabifchem Gummi mit verdünnter Schwefelfäure, ift ftark rechtsdrehend und kriftallifiert in Prismen, welche bei etwa 160° fchmelzen und füß fchmecken. Die linksdrehende Arabinofe ift durch Abbau des Traubenzuckers und die inaktive Modifikation durch Vermifchen der beiden vorigen künftlich erhalten worden. — Xylofe (Holzzucker), ftereoifomer mit Arabinofe, wird aus Holzgummi erhalten, kriftallifiert in Prismen, welche bei 140—160° fchmelzen und fchwach rechtsdrehend find. — Rhamnofe $C_6H_{12}O_5$ ift eine Methylpentofe $CH_3 \cdot [CH \cdot OH]_4 \cdot CHO$, welche aus verfchiedenen Glykofiden, namentlich aus dem in den Gelbbeeren enthaltenen Xanthorhamnin durch Kochen mit verdünnter Schwefelfäure gewonnen wird. Sie kriftallifiert mit 1 Molekül Waffer in glänzenden Kriftallen, welche fehr füß fchmecken, in wäfferiger Löfung rechts und in alkoholifcher Löfung links drehen. Waffer frei fchmilzt die Rhamnofe bei 93°. Außer diefen Pentofen ift noch die Ribofe künftlich und die Fukofe aus Seetang durch Hydrolyfe dargeftellt worden.

C. Hexofen oder Glykofen $C_6H_{12}O_6$. Zu den Hexofen gehören die am längften bekannten Zuckerarten, wie Traubenzucker, Fruchtzucker, Galaktofe, welche demgemäß am beften erforfcht find und früher als die einfachften Zuckerarten betrachtet wurden, eine Auffaffung, welche durch die Erkenntnis der Arabinofe als einer Pentofe hinfällig ift. Die meiften Hexofen vergären direkt; durch Kochen mit verdünnten Säuren liefern fie Lävulinfäure. Ueber die räumliche Konfiguration der ftereoifomeren Hexofen fowie über die Bedeutung der Zeichen *d* und *l* bei diefen f. [5].

1. Aldofen: Traubenzucker (Dextrofe), fyftematifch als *d*-Glykofe bezeichnet, kommt in den meiften füßen Früchten neben Fruchtzucker, aber auch in Wurzeln, Samen, Blüten vor. Bekannt ift ferner das Auftreten von Traubenzucker im Harn bei Diabetes. Er entfteht durch Hydrolyfe vieler Glykofide und Polyfaccharide. Die *d*-Glykofe kriftallifiert aus Methylalkohol waffer frei in feinen Nadeln oder harten Kruften vom Schmelzpunkt 146°, aus wäfferiger Löfung mit 1 Molekül Kriftallwaffer in Täfelchen. Dextrofe fchmeckt weniger füß als Rohrzucker, ift in Waffer fehr leicht, in Alkohol kaum, in Methylalkohol ziemlich löslich, ift rechtsdrehend und zeigt Mehrdrehung. Der Traubenzucker ift ein Aldehydalkohol, liefert bei der Reduktion den fechswertigen Alkohol Sorbit und vergärt direkt. Die frühere Darftellung der Dextrofe aus Trauben wird nicht mehr techniſch ausgeführt, fondern man verwendet als Ausgangsmaterial die Stärke. Die Stärke wird durch Kochen mit verdünnter Schwefelfäure ($1^1/_2$ %) in Dextrofe verwandelt. Die Säure wird mit Kalk neutralifiert, die Löfung vom ausgefchiedenen Gips abgezogen und im Vakuum fo weit eingedampft, daß fie beim Abkühlen erftarrt. Je nach Herkunft der Stärke wird der Traubenzucker im Handel entweder als Stärkezucker oder als Kartoffelzucker bezeichnet. Ueber die Herftellung von Stärkezucker aus Mais, wie fie in Amerika üblich ift, f. [6]. Der Traubenzucker aus Stärke findet als Erfatzmittel des Zuckers der Trauben Anwendung zum Verfüßen von Wein, in der Zuckerbäckerei und Bonbonsfabrikation, dann bei der Bereitung von Marmeladen und Senf und in Tabakfabriken, und fchließlich zur Darftellung der Zuckercouleur, welche wie das Karamel zum Färben von Likören dient. Die Zuckercouleur aus Stärkezucker wird durch Erhitzen der Subftanz in Keffeln bis zur Bildung einer dunkelbraunen Schmelze dargeftellt, welche dann in Waffer zu einer dickflüffigen, dunkeln Flüffigkeit gelöft wird. — Die linksdrehende Modifikation des Traubenzuckers, die *l*-Glykofe, ift künftlich aus *l*-Arabinofe und die *i*-Glykofe durch Vermifchen der beiden optifchen Antipoden erhalten worden. — *d*-Mannofe, gleichfalls eine Aldofe, ftereoifomer mit Dextrofe, entfteht neben Fruchtzucker durch vorfichtige Oxydation des Mannits (f. d.), ferner durch Kochen von Refervecellulofe der Samen mit verdünnter Schwefelfäure. Ein billiges Ausgangsmaterial für die Darftellung der Mannofe find die Abfallfpäne bei der Fabrikation von Knöpfen aus Steinnüffen. Leicht zerreibliche und zerfließliche Maffe, in Waffer fehr leicht löslich, dreht fchwächer rechts wie Dextrofe, und liefert bei der Reduktion mit Natriumamalgam den gleichen Mannit zurück, aus welchem fie entfteht. Auch die linksdrehende und die inaktive Mannofe find bekannt. — *d*-Galaktofe entfteht neben Traubenzucker durch Hydrolyfe von Milchzucker. Feine Nadeln, Schmelzpunkt 143°; rechtsdrehend, liefert bei der Reduktion Dulcit (f. d.). Die inaktive Modifikation ift durch eine Reihe von Umwandlungen aus der *d*-Modifikation erhalten worden. Bei der Gärung der *i*-Galaktofe wird *d*-Galaktofe aufgezehrt und es bleibt *l*-Galaktofe übrig, welche der *d*-Modifikation fehr ähnlich ift. An künftlich dargeftellten Aldofen der Hexofenreihe find noch anzuführen die drei Modifikationen, die Gulofe, die Talofe und die Rhamnohexofe.

2. Ketofen: Fruchtzucker (Lävulofe), fyftematifch *d*-Fruktofe, die Zuckerart, welche den Traubenzucker in den füßen Früchten begleitet. Ein Gemifch gleicher Teile von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Trauben- und Fruchtzucker ist der sogenannte Invertzucker (s. d.), welcher durch Hydrolyse des Rohrzuckers entsteht. Ein natürlich vorkommender Invertzucker ist der Honig. Fruchtzucker entsteht auch, wie erwähnt, bei der vorsichtigen Oxydation von Mannit neben Mannose und ferner aus dem Osazon des Traubenzuckers. Man hat also in dieser Reaktion einen Weg, um Traubenzucker in Fruchtzucker umzuwandeln. Der Fruchtzucker kristallisiert schwierig, aus Alkohol in harten, wasserfreien, rhombischen Kristallen vom Schmelzpunkt 95°; er dreht stärker nach links als Traubenzucker nach rechts; daher ist Invertzucker schwach linksdrehend. Er vergärt leicht und vollständig mit Hefe, durch Reduktion mit Natriumamalgam liefert er Mannit und Sorbit nebeneinander. Da der Fruchtzucker aus dem Invertzucker nur schlecht zu isolieren ist, so stellt man ihn durch Hydrolyse eines Kohlehydrats dar, welches hierbei nur in Fruchtzucker zerfällt. Das ist das Inulin $(C_6H_{10}O_5)x + H_2O$, welches in den Kompositen vorkommt und in diesen Pflanzen die Rolle eines Reservestoffes spielt. Durch Erwärmen von Inulin mit schwach angesäuertem Wasser kann man leicht reinen Fruchtzucker gewinnen. — Die inaktive Modifikation des Fruchtzuckers (*i*-Fruktose) ist darum höchst bemerkenswert, weil sie diejenige Zuckerart ist, welche zuerst in einheitlichem Zustand aus einem Gemisch von synthetisch dargestellten Kohlehydraten abgeschieden worden ist. Solche synthetische Gemische sind von Butlerow und von Löw durch Einwirkung von Kalkwasser auf Formaldehyd — Methylenitan und Formose — und von Fischer und Tafel durch Einwirkung von Barytwasser auf Akroleinbromid (s. Akrolein), oder auf rohen Glyzerinaldehyd oder Glyzerose erhalten worden. Aus diesen Gemischen lassen sich die künstlichen Zuckerarten durch ihre Osazone abscheiden; man erhält ein Gemenge von Osazonen, aus welchen sich dasjenige der *i*-Fruktose isolieren läßt. Die aus dem Osazon auf den oben angedeuteten Wegen erhaltene Zuckerart zeigt alle Reaktionen des natürlichen Fruchtzuckers, abgesehen davon, daß sie optisch inaktiv ist. Durch Reduktion liefert sie inaktiven Mannit. Da die inaktive Fruktose zuerst aus dem Akrolein erhalten worden ist, so hat sie Fischer auch als Akrose und zwar zur Unterscheidung von isomeren, gleichzeitig gebildeten Verbindungen als *α*-Akrose und den inaktiven Mannit als *α*-Akrit bezeichnet. Die inaktive Fruktose vergärt mit Hefe, indem der natürliche Fruchtzucker aufgezehrt wird und *l*-Fruktose, also die rechtsdrehende Modifikation des Fruchtzuckers, übrigbleibt. Näheres s. unter [7]. — Eine fernere Ketose ist die Sorbinose, welche aus dem Saft der Vogelbeeren isoliert werden kann, farblose, rhombische Kristalle bildet und linksdrehend ist. Sie ist wahrscheinlich mit Fruchtzucker stereoisomer.

D. Heptosen, Oktosen, Nonosen. Monosaccharide mit mehr als sechs Sauerstoffatomen sind, wie erwähnt, bisher in der Natur nicht aufgefunden worden. Die hierher gehörigen Zuckerarten sind daher alle künstlich dargestellt worden, und zwar, von den Hexosen ausgehend, vermittelst Anlagerung von Blausäure und Reduktion der Säuren, welche durch Verseifung der entstandenen Cyanhydrine erhalten werden. Von den bisher gewonnenen Zuckerarten seien angeführt: *d*-Mannoheptose $C_7H_{14}O_7$, *d*-Mannooktose $C_8H_{16}O_8$, *d*-Mannononose $C_9H_{18}O_9$, und die entsprechenden *α*- und *β*-Glykoheptose, Glykooktose, Glykononose.

II. Zusammengesetzte Zuckerarten.

Die zu dieser Gruppe gehörigen Zuckerarten kommen fertig gebildet in der Natur vor, wie Rohrzucker, Milchzucker, Raffinose u. s. w. Sie entstehen ferner aus komplizierteren Kohlehydraten durch partielle hydrolytische Spaltung, so Maltose aus Stärke. Gleich den Glykosen farblose, neutrale Verbindungen kristallisieren sie leichter und sind beständiger als jene, besitzen aber ähnliche Löslichkeitsverhältnisse und sind optisch aktiv. Sie leiten sich sämtlich von den Hexosen durch Verlust von Wasser ab und enthalten daher Multipla von sechs Kohlenstoffatomen; die Disaccharide besitzen dementsprechend die Zusammensetzung $C_{12}H_{22}O_{11} = 2\,C_6H_{12}O_6 - H_2O$ — Hexobiosen —, die Trisaccharide die Formel $C_{18}H_{32}O_{16} = 3\,C_6H_{12}O_6 - 2H_2O$ — Hexotriosen. Allgemein zerfallen sie bei der Einwirkung von verdünnten Säuren in der Wärme oder von Fermenten, also bei der hydrolytischen Spaltung, in Monosaccharide. Zuweilen tritt als Spaltungsprodukt nur eine Hexose auf, wie z. B. Traubenzucker aus Maltose; gewöhnlich aber entstehen mehrere isomere Hexosen nebeneinander, so Trauben- und Fruchtzucker aus Rohrzucker, Galaktose, Trauben- und Fruchtzucker aus Raffinose. Diese Spaltung ist nichts andres als eine Zufuhr von Wasser, und aus dem Umstande, daß sie äußerst leicht eintritt, kann gefolgert werden, daß bei dieser Wasserzufuhr nicht Kohlenstoffatome voneinander getrennt werden, sondern daß in den Di- und Trisacchariden nur Sauerstoffatome die Bindung zwischen den einzelnen Hexosemolekülen vermitteln.

A. Disaccharide oder Hexobiosen $C_{12}H_{22}O_{11}$. Rohrzucker, im Pflanzenreich sehr verbreitet. Er findet sich oft neben den Hexosen in manchen Früchten, so in den Ananas und in den Erdbeeren, besonders aber in den Wurzeln der Zuckerrübe (bis etwa 16%) und in den Stengeln der Zuckerhirse und des Zuckerrohrs, aus welchem er technisch gewonnen wird. Der Rohrzucker bildet große, klare, monokline Kristalle, ist in Wasser sehr leicht, in Alkohol schwer löslich und stark rechtsdrehend. Er schmilzt bei 160° und erstarrt zu dem amorphen Gerstenzucker (s. d. und Kandiszucker), höher erhitzt, bräunt er sich zunächst unter Bildung von Karamel und zersetzt sich schließlich unter Abscheidung einer porösen Kohle und Entwicklung von Gasen und Dämpfen. Er reduziert nicht Fehlingsche Lösung, ist nicht gärfähig und reagiert nicht mit Phenylhydrazin. Durch Hydrolyse — entweder durch Kochen mit verdünnter Säure oder durch das in der Hefe enthaltene Ferment Invertin — liefert er ein Gemenge von Trauben- und Fruchtzucker (Invertzucker), welches nun Fehlingsche Lösung reduziert und mit Hefe vergärt. Mit Kalk und Strontian liefert der Rohrzucker Saccharate, so Monocalcium-, Dicalcium- und Tricalciumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11}$, $CaO + H_2O$, $C_{12}H_{12}O_{11}\,2\,CaO$, $C_{12}H_{22}O_{11}$, $3\,CaO + 3\,H_2O$, welche als Niederschläge erhalten werden, wenn man die entsprechenden Mengen Kalk in einer Zuckerlösung auflöst und mit Alkohol fällt oder aufkocht. Sie finden bekanntlich bei der tech-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nischen Gewinnung des Zuckers zur Reinigung desselben Anwendung. — Ueber die Fabrikation des Rohrzuckers s. Zucker.

Milchzucker (Laktose, Laktobiose) findet sich in der Milch der Säugetiere (3—6%) und wird aus den „Molken" — der Flüssigkeit, welche nach Abscheidung des Kaseins und des Fetts aus der Milch zurückbleibt — durch Abdampfen und Umkristallisieren gewonnen. Er kristallisiert mit 1 H_2O in harten rhombischen Prismen, schmeckt wenig süß, ist in Wasser weniger löslich wie Rohrzucker, ist stark rechtsdrehend und zeigt starke Mehrdrehung. Er wird bei 130° wasserfrei, färbt sich bei höherer Temperatur und schmilzt unter Zersetzung bei etwa 200°. Durch Hydrolyse zerfällt er in *d*-Galaktose und in *d*-Glykose, reduziert Fehlingsche Lösung, reagiert mit Phenylhydrazin, ist aber nicht direkt gärfähig. — Maltose entsteht aus Stärke durch Einwirkung der Diastase (s. d.). Sie bildet feine weiße Nadeln, welche mit 1 Molekül H_2O kristallisieren und bei 100° wasserfrei werden; leicht löslich in Wasser, stark rechtsdrehend, zeigt Wenigerdrehung, reduziert Fehlingsche Lösung, liefert bei der Hydrolyse lediglich Traubenzucker, reagiert mit Phenylhydrazin und vergärt mit Hefe leicht und vollständig. Jedoch geht der Vergärung eine Inversion in Traubenzucker voraus. Die Maltose ist von besonderer Bedeutung für die Gärungsgewerbe und ist die Zuckerart, welche in den Kartoffel- und Getreidebranntweinmaischen enthalten ist. Nach Soxhlet werden zur Darstellung reiner Maltose 2 kg Kartoffelstärke mit 9 l Wasser im Wasserbade verkleistert, zu dem 60—65° warmen Kleister ein bei 40° bereiteter Aufguß von 120—140 g lufttrockenem Malz hinzugefügt, 1 Stunde auf der angegebenen Temperatur erhalten, schließlich zum Kochen erhitzt, heiß filtriert und in flachen Schalen bis zur Sirupkonsistenz eingedampft. Der Sirup wird mehreremal mit 90prozentigem Alkohol ausgekocht und davon eine kleine Menge durch Ausziehen mit absolutem Alkohol und Kristallisieren in dünner Schicht zur Kristallisation gebracht. Diese Kristalle dienen zum Impfen. Die mit 90prozentigem Alkohol erhaltenen Auszüge werden, nachdem der größte Teil des Alkohols abdestilliert ist, zum dicken Sirup abgedampft und mit geringen Mengen der bereits erhaltenen Kristalle versetzt, „geimpft". Nach 3—5 Tagen erstarren dann die Sirupe zu braunen Kristallmassen, welche zur Entfernung des anhängenden braunen Sirups mit Methylalkohol gewaschen werden. Schließlich kristallisiert man aus Wasser um.

Isomaltose entsteht synthetisch aus Traubenzucker durch Einwirkung von rauchender Salzsäure bei 10—15° und ist somit im technischen Stärkezucker enthalten. Sie entsteht ferner als Zwischenprodukt bei der Einwirkung von Diastase auf Stärke und wird durch Diastase vollständig in Maltose übergeführt. Da sie sehr langsam vergärt, so ist sie auch nach der Gärung noch im Bier enthalten und ist anscheinend von großer Bedeutung für die Eigenschaften der verschiedenen Biere. Die Isomaltose schmeckt sehr süß und beginnt schon bei 65° in gelbbraune, noch süß schmeckende Röstprodukte überzugehen, welche zum Teil das „Röstaroma des Darrmalzes" bedingen. Bei höherer Temperatur entstehen dunkelbraune, bitterschmeckende Zersetzungsprodukte. Ihr Drehungsvermögen ist fast gleich dem der Maltose.

Außer den genannten sind noch folgende Disaccharide bekannt: Trehalose aus frischen Pilzen, nicht gärungsfähig, rechtsdrehend, liefert bei der Hydrolyse Traubenzucker; Melebiose entsteht durch partielle Hydrolyse neben Fruchtzucker aus Raffinose; stark rechtsdrehend; Turanose wird durch partielle Hydrolyse der Melezitose erhalten, schmilzt bei 65—70° und ist rechtsdrehend.

B. Trisaccharide oder Hexotriosen $C_{18}H_{32}O_{16}$. Raffinose oder Meletriose $C_{18}H_{32}O_{16} + 5\,H_2O$ findet sich in den Rüben in geringer Menge und häuft sich in der Melasse an; sie ist ferner aus Baumwollsamen, aus der Eucalyptusmanna und aus Gerste gewonnen worden. Die Raffinose kristallisiert mit 5 H_2O in feinen Nadeln oder Prismen, löst sich leicht in Wasser und Methylalkohol, dagegen nicht in Aethylalkohol und ist stark rechtsdrehend. Da sie bedeutend stärker als Rohrzucker dreht, so kann raffinosehaltiger Rübenzucker eine Drehung zeigen, welche bei der quantitativen Umrechnung auf den Zuckergehalt der Lösung eine Zahl über 100% ergibt. Ein solcher Zucker wird technisch als „Pluszucker" bezeichnet. Raffinose reduziert Fehlingsche Lösung nicht. Sie wird von untergärigen Hefen vollständig vergoren; obergärige Hefen zerlegen sie in Fruktose und Melebiose, von denen nur die erstere vergoren wird. Darauf beruht eine Anwendung zum Nachweis untergäriger Bierhefe in der meist obergärige Arten enthaltenden Preßhefe. Bei der Hydrolyse zerfällt sie zunächst in Fruchtzucker und Melebiose und diese dann in Traubenzucker und Galaktose. — Melezitose, eine in mehreren Mannasorten aufgefundene Hexotriose, kristallisiert mit 2 H_2O in rhombischen Prismen und wird durch Hydrolyse zunächst in Dextrose und Turanose, schließlich vollständig in Dextrose gespalten. — An Zuckerarten von noch höherem Molekulargewicht kennt man die Gentianose, die Stachyose und das Laktosin.

Literatur: [1] Ladenburgs Handwörterbuch der Chemie, Breslau 1888, Artikel Kohlehydrate von B. Tollens, Bd. 6, S. 1—198; Tollens, Kurzes Handbuch der Kohlehydrate, Breslau 1888; Beilstein, Handbuch der organ. Chemie, 3. Aufl., Hamburg und Leipzig 1893, Bd. 1, S. 1034—1110; Meyer und Jacobson, Lehrbuch der organ. Chemie, Leipzig 1893, Bd. 1, S. 876—945. — [2] Fischer, E., Vortrag über „Synthesen in der Zuckergruppe", Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. 23, S. 2114, und Bd. 27, S. 3189. — [3] Wiedemann-Ebert, Physikalisches Practicum, Braunschweig 1890, S. 329; Landolt, Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen, Braunschweig 1879. — [4] Tollens, Handbuch der Kohlehydrate, Breslau 1888, S. 70; Fresenius, Anleitung zur quant. chem. Analyse, Braunschweig 1877—1887, Bd. 2, S. 586. — [5] Meyer und Jacobson, Lehrbuch der organ. Chemie, Leipzig 1893, S. 609 und 896. — [6] Fischer, Ferd., Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 849. — [7] Meyer und Jacobson, Lehrbuch der organ. Chemie, Leipzig 1891, S. 903 ff.

H. Herzfeld.

Kohlen, s. Brennstoffe, Bd. 2, S. 286 ff.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kohlenbahnhöfe, beſondere Anlagen zur Bewältigung großen Kohlenverkehrs, kommen vor zur Verſorgung großer Städte und Induſtrieplätze mit auf der Bahn beigeführter Kohle ſowie zum Umſchlagsverkehr zwiſchen Bahn und Schiff, namentlich zur Beladung der Fluß- und Seeſchiffe mit binnenländiſcher Kohle. Die Anlagen der erſten Art können als Stadtkohlenbahnhöfe, die der zweiten als Hafenkohlenbahnhöfe bezeichnet werden.

Stadtkohlenbahnhöfe ſind in England, unter anderm in London, an vielen Stellen und in bedeutendem Umfang ausgeführt. Eine ſolche Anlage beſteht aus einer Reihe von gleichlangen, je für drei bis ſechs Wagen in der Länge bemeſſenen, parallelen Gleisſtücken zwiſchen zwei Schiebebühnen, von denen die eine zum Beiführen der vollen Wagen auf die Parallelgleiſe, die andre zum Abführen der leeren Wagen dient. Parallelgleiſe und Schiebebühnen liegen, etwa 5 m höher als eine Zufahrſtraße entlang der einen Schiebebühne, über Lagerräumen, die durch Scheidemauern zwiſchen den einzelnen Parallelgleiſen abgeteilt und mit Holz- oder Eiſenbalken oder auch teilweiſe mit Gewölben überdeckt werden. In jedem Parallelgleis ſind zwei bis drei Schütttrichter, durch welche die Kohlen beim Oeffnen der Boden- oder Seitenklappen der Wagen in die Lagerräume hinabfallen. An den Schütttrichtern ſind unten manchmal Schüttrinnen mit Siebvorrichtungen angebracht, durch welche die Kohlen ſortiert und ſofort den auf Wägevorrichtungen ſtehenden Säcken aus Leder oder geteerter Leinwand, wie ſolche in London zur Beförderung der Kohlen in die Wohnungen üblich ſind, zugeführt werden. Die ganze Anlage iſt oftmals mit einem frei ſtehenden Dach überdeckt. Die Lagerräume werden an Kohlenhändler oder -fahrer verpachtet (Zentralblatt d. Bauverw. 1899). — Eine ähnliche Anlage in beſchränkterem Umfange, jedoch mit quer zu den Gleiſen ſtehenden Pfeilern, wurde im Norden Berlins am Wedding Ende der ſiebziger Jahre erbaut; ſie hat nicht beſonders viel Zuſpruch und keinerlei Nachahmung gefunden. Dagegen ſind in weſtdeutſchen Städten und in Wien (am Nord- und Südbahnhof) einfache Kohlenrutſchen angelegt, bei denen die Kohlen vom Eiſenbahngleiſe ſeitwärts auf einer etwa mit 1 : 1 abfallenden, gutbefeſtigten Böſchung zu den um $1^1/_2$—$3^1/_2$ m tiefer liegenden Lagerplätzen hinabrutſchen, die durch Wände und Stützmauern gegen den noch etwa 1 m tiefer liegenden Abfuhrplatz abgegrenzt ſind.

Im allgemeinen geſchieht in Deutſchland und den meiſten andern Ländern der Kohlenverkehr zwiſchen Bahn und Straßenfuhrwerk ohne beſondere Vorrichtungen in gleicher Weiſe wie bei anderm Rohgut auf offenen Ladeſtraßen an Freiladegleiſen. Die Kohlenbahnhöfe ſind daher in der Regel nicht von den allgemeinen Rohgutbahnhöfen geſchieden. Wohl aber haben Hüttenwerke und Fabriken mit großem Kohlenverbrauch ihre beſonderen Vorrichtungen zum bequemen Abladen und Weiterfördern der Kohlen. Dieſes erfolgt meiſt durch ſchmalſpurige Kippwagen, in Nordamerika auch wohl nach Huntſchem Syſtem durch umlaufende Doppelketten mit pendelnd dazwiſchen aufgehängten Gefäßen, alſo nach ähnlichem Grundgedanken wie die Becherbandförderung des Getreides in Siloſpeichern (ſ. Glaſers Annalen 1895 I.).

Auf Hafenkohlenbahnhöfen handelt es ſich hauptſächlich um raſche und bequeme Entladung der Kohlenwagen und deren geſchickte Zu- und Abfuhr, wobei oft auf die verſchiedene Höhe des Waſſerſtandes ſowie auf Verhinderung allzu heftigen Sturzes der Kohlen Rückſicht zu nehmen iſt. Die weiteſtgehende, aber auch ſehr mannigfaltige Ausbildung haben ſolche Anlagen in den Seehäfen Englands gefunden, wo zugleich bedeutende Waſſerſtandsunterſchiede zu beachten ſind. Die bedeutendſte derartige Anlage in Deutſchland iſt der Kohlenhafen in Ruhrort, wo die weſtfäliſche Kohle in die Rheinſchiffe verladen wird.

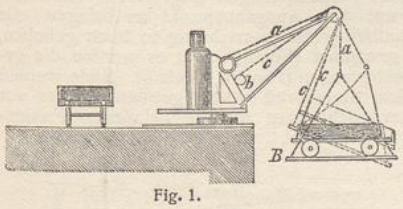


Fig. 1.

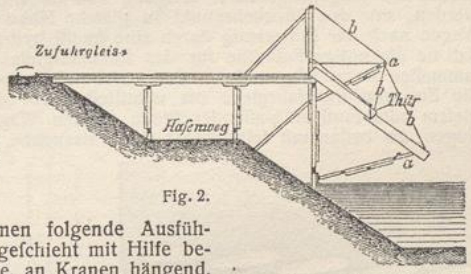


Fig. 2.

Hinſichtlich der Verladung kommen folgende Ausführungsarten in Betracht: 1. Das Verladen geſchieht mit Hilfe beſonderer Gefäße (Käſten oder Zylinder), die, an Kranen hängend, von den Bahnwagen aus gefüllt und dann über dem Schiffe entleert werden. Dies Verfahren iſt indeſſen mehr für das Ueberladen der Kohle von den kleineren Fluß- in die größeren Seeſchiffe üblich. 2. Das Verladen geſchieht unmittelbar von den Bahnwagen aus in das Schiff. Hierbei kann der Wagen durch einen am Ufer ſtehenden Kran über das Schiff geſchwenkt und dort gekippt werden (Fig. 1); oder es kann der Inhalt der Wagen mittels Ausſchaufelns durch Seiten- oder Bodenklappen auf eine — je nach dem Waſſerſtande verſtellbare — Schüttrinne geworfen werden und in dieſer zum Schiff hinunterrutſchen (Fig. 2—4). Endlich kann der Wagen auf einem beſonderen Gerüſt am Ufer ſo gekippt werden, daß er nach Oeffnung einer Seitenwand die Kohlen auf eine Schüttrinne fallen läßt, die ſie zum Schiffe führt und am beſten mit der kippenden Plattform unmittelbar verbunden iſt (Fig. 5). Dieſe dritte Einrichtung iſt die leiſtungsfähigſte und in ſehr verſchiedenartiger Weiſe ausgeführt, unter anderm mit ſehr gutem Erfolge in der Art ſelbſttätig, daß der auf die Kippvorrichtung geſchobene beladene Wagen durch das Gewicht der Ladung nach Oeffnung eines Steuerungsventils die Schrägſtellung ein-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nimmt und nach Schließen des Ventils beibehält. Nach Entleerung wird das Ventil wieder geöffnet, worauf der leere Wagen wieder in die frühere wagerechte Lage zurückgeht. — Bei großen Höhenunterſchieden wird die ganze

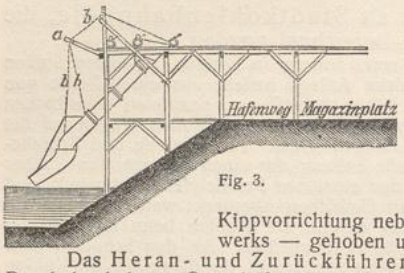


Fig. 3.

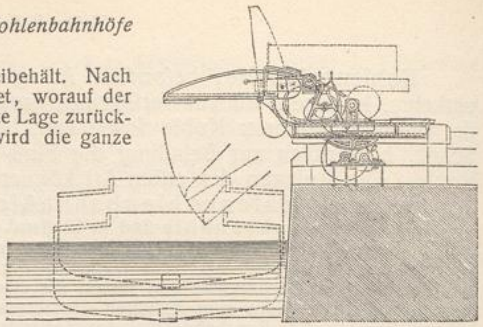


Fig. 5.

Kippvorrichtung nebſt Wagen — z. B. mittels eines hydrauliſchen Hebewerks — gehoben und geſenkt, ſo in Cardiff.

Das Heran- und Zurückführen der Wagen zu den Sturzgerüſten geſchieht in der Regel durch kurze Quergleiſe, die mittels Drehſcheiben mit den dem Ufer parallelen Längsgleiſen verbunden ſind, manchmal jedoch auch auf Gleiſen, welche ohne Drehſcheiben in geeigneter Weiſe unmittelbar auf die Sturzgerüſte führen. In dieſer Hinſicht finden ſich in engliſchen Seehäfen mannigfache und höchſt zweckmäßige Gleisanordnungen, z. B. ſo, daß die Wagen lediglich durch das eigne Gewicht auf geneigten Gleiſen zu den Kippvorrichtungen hin- und

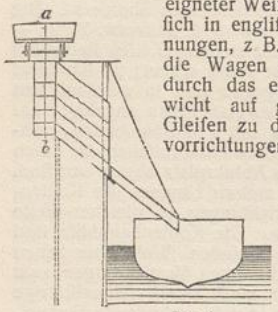


Fig. 4.

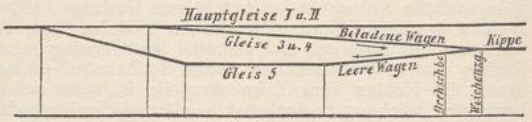


Fig. 6a.

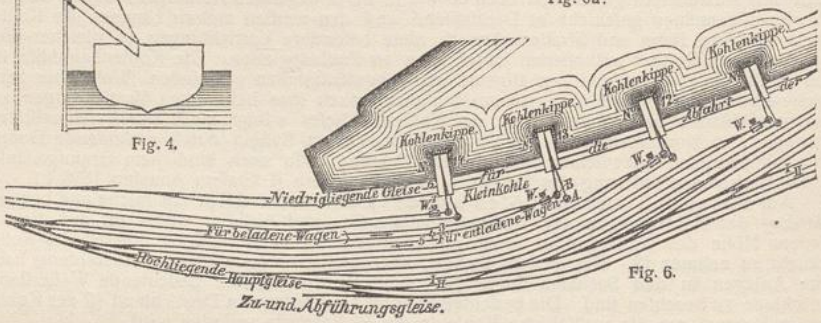


Fig. 6.

ebenſo auf entgegengeſetzter Neigung von da wieder zurückgelangen (Fig. 6—7). Bisweilen werden, um den Rückkehrpunkt in gleiche Höhe mit dem Ausgangspunkt zu bringen, die Wagen nach der Entleerung durch eine (meiſt hydrauliſche) Hebevorrichtung ſo hoch gehoben, daß ſie die nötige Fallhöhe für das Rückfahrgleis gewinnen (Fig. 8), oder es werden die geſammelten leeren Wagen durch Seilbetrieb wieder hochgezogen (Fig. 6a, Gleis 5). Stets werden die Zu- und Rückfahrgleiſe bis unmittelbar vor dem Sturzgerüſt völlig getrennt. Kurz vor dieſem oder ſonſt an paſſender Stelle werden Wägevorrichtungen für die beladenen Kohlenwagen, am beſten mit ſelbſttätiger Gewichtsangabe, eingeſchaltet.

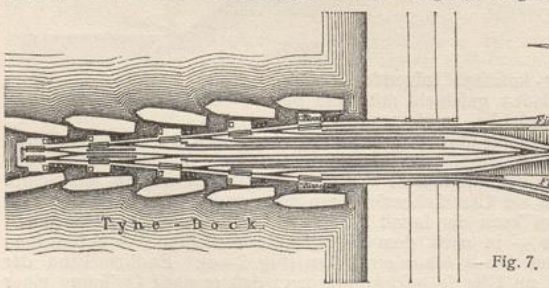


Fig. 7.

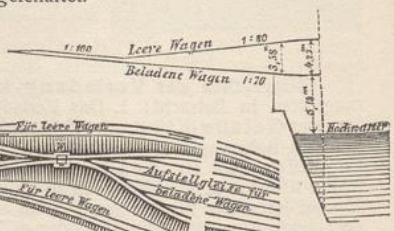


Fig. 8.

Literatur: Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Bd. 5, Wien 1893, Artikel „Kohlenbahnhöfe“ und „Kohlenladevorrichtungen“; Schwabe, Engliſches Eiſenbahnweſen, Wien 1877; Heuſinger, Spez. Eiſenbahntechnik, Bd. 4, Leipzig 1876; Zeitſchr. f. Bauweſen 1866, 1878, 1880, 1886, 1887; Zeitſchr. des Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1887; Railroad Gazette 1892, Nr. 20, 1895, S. 344, 1903, S. 536; Zentralblatt der Bauverwaltung 1896, 1899, 1902 und 1904; Organ

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1895, S. 171, 1904, S. 42; Eisenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, III. Abschnitt, Bahnhofsanlagen, Kohlenladevorrichtungen; Handbuch der Ingenieurwissenschaften 1907, Teil V, Bd. 4, Anordnung der Bahnhöfe. S. a. Haufenlager. *Kübler.*

Kohlenblende, s. v. w. Anthracit, s. Brennstoffe, Bd. 2, S, 289.

Kohlenbrecher, s. Mühlen, Pochwerk.

Kohlenbühnen bei Eisenbahnen sind erhöhte Plätze zum Beladen der Lokomotivtender mit Heizmaterial, wie sie namentlich in Nähe der Lokomotivschuppen (s. d.) angelegt zu werden pflegen.

Die Höhe der Kohlenbühnen ist entweder gleich der gewöhnlichen Rampenhöhe (1,10 m über Schienenoberkante) oder aber größer, bis zu $2^1/_2$ m, um die Kohlen bequemer in die Tender schütten zu können. Dies geschieht entweder mittels Rohrkörben oder mittels Schüttrinnen oder unmittelbar durch kleine Schmalspurwagen, die auf einem Gleise laufen, das auf der Bühne liegt oder aber mittels Drehkranen, welche die kleinen schmalspurigen Kohlenwagen auf der einen Seite der Bühne (oder auf dieser selbst) aufheben und zum Ausschütten über den Tender schwenken. Hierbei können die kleinen Wagen an der Außenseite der Bühne entweder zu ebener Erde von einem daselbst befindlichen Kohlenlager oder auch unmittelbar von Eisenbahnwagen aus beladen werden. Als zweckmäßig hat sich erwiesen, unmittelbar neben die etwa 3 m breite Bühne einen Kohlenlagerplatz („Kohlenbanse", „Kohlenstall") in Schwellenhöhe und jenseits desselben das Zufahrgleis für die Kohlenwagen anzulegen, beispielsweise mit solchen Breitenabmessungen, daß zwischen den Achsen des Lokomotivladegleises und des Kohlenzufahrgleises 11 m Abstand sich ergeben, wovon je 2,25 m auf den Abstand der Bühne und des Kohlenlagerplatzes von den betreffenden Gleisen, der Rest mit 6,5 m auf den Kohlenlagerplatz und die Bühne entfallen. Ersterer wird in seiner Länge so bemessen, daß er mindestens den Kohlenvorrat für den Bedarf mehrerer Tage faßt, wenn er nicht für größere Vorräte angelegt werden kann. Im letzteren Falle wird dann vielleicht in der Nähe ein größeres Lager hergestellt, das durch Schmalspurgleise angeschlossen wird. Ein Teil der Kohlenbühne wird unter Umständen mit einem Schutzdach oder einem geschlossenen kleinen Schuppen überbaut, um darin gewisse Heizmaterialien (namentlich Holz zum Anheizen) trocken aufbewahren zu können. Bei hoher Lage der Bühne können darunter Räume für Arbeiter und andre Zwecke angelegt werden.

Literatur: Eisenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, III. Abschn., Bahnhofsanlagen, Kohlenladevorrichtungen. *Kübler.*

Kohlenbunker, der Stauraum der Kohlen an Bord der Schiffe [1].

Die Kohlenbunker gruppieren sich derart um die Kesselanlage, daß ein bequemer Transport der Kohlen von den Bunkern zu den Heizräumen und zu den Feuerungen erfolgen kann; auch ist Rücksicht darauf zu nehmen, daß die Bunker schnell und ohne wesentliche Wertherabsetzung der Kohle von Land oder von Kohlenschiffen aus gefüllt werden können. Die Querbunker finden vornehmlich auf Handelsdampfern Verwendung, während auf Kriegsschiffen wegen der Ueberflutungsgefahren durch Geschosse und Sprengladungen auf die ganze Länge der Kesselräume sowie meist auch der Maschinenräume Längsbunker eingebaut werden, und zwar sowohl im Raum, d. h. unterhalb des Panzerdecks als auch oberhalb desselben im Zwischendeck. Letztere werden meist als Reservebunker ausgestaltet, da der gefüllte Bunker die Geschosse beim Durchschlagen des Panzers in ihrer Wirkung herabsetzt und demnach eine Schutzwand (Kohlenschutz) bildet für das Panzerdeck und die darunter liegenden Maschinen- und Kesselanlagen. Um den Transport der Kohlen von den Zwischendecksbunkern nach den Heizräumen zu vereinfachen, werden neuerdings auf Kriegsschiffen direkte Kohlenschütten eingebaut, so daß man gleichzeitig Kohlen aus den Zwischendecks- sowie Raumbunkern entnehmen kann [2]. Zum Transport der Kohlen von den Außendecks nach den Bunkern dienen Kohlenluken oder Kohlenlöcher, meist in Verbindung mit Kohlenschächten oder Kohlenschütten. Auf den Handelsdampfern erfolgt die Kohlenübernahme auch von außenbords durch Seitenpforten — Kohlenpforten. Die Verbindung der Raumbunker mit den Heizräumen erfolgt durch horizontal oder vertikal bewegliche, wasserdicht schließende Schiebetüren — Bunkertüren — mit mechanischem Bewegungsantrieb; derselbe ist bei Kriegsschiffen sowohl vom Heizraum als auch vom Zwischendeck aus zu betätigen. Um einer Selbstentzündung der Kohlen vorzubeugen, sind die Kohlenbunker mit Lüftungseinrichtungen sowie Temperaturrohren versehen, in welchen Thermometer heruntergelassen werden können, um die Temperatur der umliegenden Kohlen zu messen. Die Beleuchtung der Bunker erfolgt durch Scheiben von außen [1], [3]. Der Rauminhalt der Kohlenbunker richtet sich nach dem Kohlenverbrauch der Maschinenanlage und dem der Konstruktion zugrunde gelegten größten Fahrstreckeaktionsradius.

Literatur: [1] Dick, C., und Kretschmer, O., Handbuch der Seemannschaft, Berlin 1902. — [2] Schwarz, Tjard, Die Bekohlung der Kriegsschiffe, Jahrbuch der Schiffbautechn. Ges., Berlin 1906. — [3] Busley, C., Die Schiffsmaschine, Kiel 1902. *T. Schwarz.*

Kohlendioxyd, s. Kohlenstoffoxyde.

Kohlendynamit, s. Sprengstoffe.

Kohleneisen, durch wiederholtes Schmelzen mit Kohle erzeugte kohlenstoffreiche Eisensorten.

Kohleneisenstein, s. Spateisenstein.

Kohlenhafen, diejenigen Seehäfen (s. d.) oder Teile von solchen, welche speziell zur Verfrachtung von Kohlen eingerichtet sind und deshalb namentlich mit entsprechenden Ladevorrichtungen versehen werden. *Zschokke.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kohlenkeuper, ſ. Keuperformation.

Kohlenkipper, ſ. Kipper.

Kohlenklein, der bei der Kohlenbrennerei und dem Magazinieren entſtehende Grus und Staub (Löſche, Krümpfe).

Der Grus dient zum Bedecken neuer Meiler, während der Staub in Verbindung mit Lehm oder Ton als Geſtübbe (ſ. d.) auf Hüttenwerken Verwendung findet. Kohlenklein wird auch vielfach mit Vorteil zur Herſtellung poröſer Steine verwendet; letztere werden im Verhältnis von etwa 1 Teil Kohlenklein zu 2—3 Teilen Ton gut gemiſcht, geformt, dann getrocknet und gebrannt. Während des Brandes verbrennt dann auch das im Stein enthaltene Kohlenklein und hinterläßt entſprechend große Poren im Stein. *K. Dümmler.*

Kohlenöl, ſ. Petroleum.

Kohlenoxyd, ſ. Kohlenſtoffoxyde.

Kohlenoxydchlorid, ſ. Chlorkohlenoxyd.

Kohlenperiode (Kohlenformation), ſ. Steinkohlenformation.

Kohlenpforte, ſ. Kohlenbunker, Schiffbau.

Kohlenſäure, ſ. unter Kohlenſtoffoxyde, Kältemaſchine, Gaſe, Bd. 4, S. 288.

Kohlenſäureflaſchen, aus Schweißeiſen, Flußeiſen oder Gußſtahl angefertigte zylindriſche Behälter von ca. 1 m Länge und 140 mm Durchmeſſer, in welchen tropfbar flüſſige Kohlenſäure in den Handel gebracht wird. Näheres über die dabei nötigen Dimenſionen und Vorſichtsmaßregeln ſ. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 346, 672.

Kohlenſäurepfpritze, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 777.

Kohlenſandſtein, ganz allgemein jeder der Steinkohlenformation angehörige Sandſtein, ohne daß damit eine beſtimmte Geſteinsbeſchaffenheit zum Ausdruck gebracht werden ſoll.

In der Regel ſind es hellgrau bis weiße, im verwitterten Zuſtand gelbbraune, meiſt mittel- bis grobkörnige, gewöhnlich Feldſpat oder Kaolin führende kalkfreie Sandſteine von geringerer Feſtigkeit. Der engliſche Millstone grit beſitzt grobes Quarzkorn, kieſeliges Bindemittel, und wird daher wegen ſeiner Feſtigkeit als Mühlſtein verwendet. *Leppla.*

Kohlenſaure Salze (Karbonate) entſtehen, wenn der Waſſerſtoff der zweibaſiſchen Kohlenſäure H_2CO_3 durch ein Metall erſetzt wird.

Wird der geſamte Waſſerſtoffgehalt durch ein Metall vertreten, ſo entſteht ein neutrales (normales) Karbonat, dagegen ein ſaures (Bikarbonat), wenn der Waſſerſtoff nur zum Teil durch ein Metall vertreten iſt. Als baſiſche Karbonate bezeichnet man die Verbindungen normaler kohlenſaurer Salze mit Oxydhydraten. Die Karbonate werden ſchon durch ſehr ſchwache Säuren unter Aufbrauſen durch Entweichen der Kohlenſäure zerſetzt. Die der Alkalien reagieren ſtark alkaliſch und werden durch Glühhitze nicht zerſetzt, während ſich alle übrigen beim Erhitzen unter Abgabe von Kohlenſäure in Oxyde verwandeln. Viele Karbonate finden ſich in der Natur (Dolomit, Witherit, Strontianit, Weißbleierz, Zinkſpat u. ſ. w.). Die künſtliche Darſtellung erfolgt entweder durch Vereinigung eines Oxydhydrates mit Kohlenſäure oder durch doppelte Zerſetzung, indem man ein Salz des betreffenden Metalls mit einem Alkalikarbonat fällt. *Bujard.*

Kohlenſchiefer, allgemein die der oberen Steinkohlenformation angehörigen, grauen bis ſchwarzen Schiefertone von unbeſtimmter Zuſammenſetzung.

Sie enthalten häufig kohlige Pflanzenteile und ſind durch feinverteilte kohlige Subſtanz ſchwarz gefärbt. An der Luft zerfallen ſie alsbald zu Ton, der vielfach zur Herſtellung von Backſteinen oder — wenn ſchwefelkieshaltig — zur Alaundarſtellung benutzt wird. *Leppla.*

Kohlenſchuppen für Eiſenbahnzwecke werden in größeren Abmeſſungen ſelten, nur da ausgeführt, wo die Beſchaffenheit der zu lagernden Kohlen oder Koks die ſonſt allgemein übliche unbedeckte Lagerung im Freien (ſ. Kohlenbühnen) nicht zuläßt.

Die Schuppen werden dann in einfachſter Weiſe zwiſchen zwei Gleiſen hergeſtellt, wovon das eine als Zufahrt für die Kohlenwagen, das andre für die kohlenabnehmenden Lokomotiven dient. Auf der Seite des letzteren Gleiſes pflegt der Kohlenſchuppen in ganzer Länge oder doch größtenteils offen zu bleiben, während an der Zufahrtſeite verſchließbare Tore mit Ladeſteigen üblich ſind. Die Verladung in die Tender kann dann durch kleine Wagen erfolgen, die etwa in Höhe des oberen Tenderrandes auf einem Schmalſpurgleiſe laufen. Um die Kohle dabei nicht unnötig hoch heben zu müſſen, empfiehlt es ſich, den Fußboden des Schuppens in dieſelbe Höhe zu legen wie die Fläche der Kohlenbühne (ſ. d.) oder den Schuppen auf dieſe zu ſetzen. Jedenfalls wird die Zufuhr und die Verladung der Kohle durch Schuppen mit Wänden gegenüber der auf freier Kohlenbühne erſchwert; Kohlenſchuppen ſind daher nicht beliebt. *Kübler.*

Kohlenſtation, eine meiſt befeſtigte Marineſtation, welche vorzugsweiſe Kohlenlager nebſt Kaianlagen und mechaniſchen Transporteinrichtungen zum Bekohlen von Kriegsſchiffen umfaßt. S. a. Eiſenbahnbetrieb, IX. *T. Schwarz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kohlenſtaub, ſ. Staubexploſion und Wetter.

Kohlenſtaubfeuerung, ſ. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 10.

Kohlenſtoff *C*, Atomgewicht 12, ſpezifiſches Gewicht wechſelnd, zeigt je nach ſeiner Bildungsweiſe verſchiedene Eigenſchaften. Man unterſcheidet: Diamant (ſ. d.) und Carbonado, Graphit (ſ. d.) und amorphen Kohlenſtoff.

Amorpher Kohlenſtoff bildet je nach ſeiner Herſtellung graphitähnliche, alſo metalliſch glänzende bis vollſtändig glanzloſe ſchwarze Maſſen, unter denen als die reinſten Arten der Retortengraphit der Leuchtgasfabrikation (ſ. Leuchtgas) und der Ruß (ſ. d.) zu nennen ſind. Weniger rein, weil noch die ſogenannten Aſchenbeſtandteile enthaltend, ſind Koks, Holz- und Tierkohle (Knochenkohle). — Kohlenſtoff iſt in der Nähe von 3500° ſchmelzbar und flüchtig. Das Schmelzen gelingt nur, wenn man den als Widerſtand in einen elektriſchen Stromkreis eingeſchalteten Kohlenſtoff durch ſehr dichte Ströme plötzlich oder unter Druck auf dieſe Temperatur bringt. Er löſt ſich in vielen geſchmolzenen Metallen, aus denen er ſich beim Erkalten zum Teil wieder ausſcheidet. Mit vielen Metallen bildet er chemiſche Verbindungen, die Metallkarbide, von denen mehrere in neuerer Zeit große Wichtigkeit erlangt haben (ſ. Karbide). Auch mit den meiſten Nichtmetallen vereinigt er ſich direkt. Die Anzahl der Kohlenſtoffverbindungen iſt eine ſo große, daß man ſie in einem beſonderen Teile der Chemie, der organiſchen Chemie zuſammengefaßt hat. — Außer Diamant leiten die verſchiedenen Kohlenſtoffſorten Elektrizität und Wärme mehr oder weniger gut. Der Kohlenſtoff iſt in der Natur ſehr verbreitet. Frei kommt er als Diamant und als Graphit vor, gebunden iſt er in den zahlreichen, den tieriſchen und pflanzlichen Körper zuſammenſetzenden Verbindungen enthalten, aus denen er durch Vermoderungsprozeſſe in die Brennſtoffe: Torf, Braunkohle, Steinkohle, Petroleum und Naturgas übergegangen iſt. In Form von Kohlendioxyd iſt er in geringen Mengen in der Luft, in größeren Mengen, zum Teil in Waſſer gelöſt, im Erdinnern. Von den Mineralien bilden die kohlenſauren Salze große Gebirgsmaſſen.

Künſtlich ſind herſtellbar: Diamanten bisher nur in winzigen Kriſtallen, Graphit durch elektriſches Erhitzen von Koks und anderm kohlenſtoffhaltigen Materiale. Ueber die Herſtellung und Verwendung der übrigen Kohlenſtoffſorten ſ. Brennſtoffe, Eiſen, Knochenkohle, Leuchtgas und Ruß. *Bujard.*

Kohlenſtoffatom, aſymmetriſches, iſt ein ſolches, deſſen vier Valenzen durch vier verſchiedene einwertige Elemente oder Radikale geſättigt ſind; ſ. Iſomerie.

Kohlenſtoffdiſulfid, ſ. Schwefelkohlenſtoff.

Kohlenſtoffeiſen, ſ. Eiſen, Bd. 3, S. 264.

Kohlenſtoffoxyde. Kohlenſtoff bildet zwei Oxyde: Kohlenſtoffdioxyd, das iſt die Kohlenſäure CO_2, ein farbloſes Gas vom ſpez. Gew. (auf Waſſer bezogen) 0,001977, es iſt alſo 1,5mal ſchwerer als Luft und etwa 22mal ſchwerer als Waſſerſtoff.

Es läßt ſich durch Druck und Abkühlung zu einer Flüſſigkeit verdichten und auch in den feſten Zuſtand überführen (Gaſe, Bd. 4, S. 288). Bis zu 1,79 Vol. in kaltem Waſſer löslich, unter Druck noch mehr. Es erſtickt den gewöhnlichen Verbrennungs- und den tieriſchen Atmungsprozeß. Bei der Löſung in Waſſer bildet ſich die eigentliche Kohlenſäure H_2CO_3, die in waſſerfreiem Zuſtande nicht dargeſtellt werden kann (ſ. Kohlenſaure Salze). Kohlenſtoffdioxyd kommt frei in der Atmoſphäre und aus Erdſchichten dringend und in den meiſten Quellwaſſern vor; gebunden in mächtigen Karbonatlagern. Man benutzt das aus der Erde dringende Kohlendioxyd direkt zur Herſtellung der ſogenannten flüſſigen Kohlenſäure und erzeugt ferner große Mengen des Gaſes durch Verbrennung kohlenſtoffhaltigen Materials oder durch Zerſetzung von Karbonaten (Kalkbrennen). In einigen Induſtrien verwendet man dieſes durch Stickſtoff und Luft verdünnte Gas direkt (Zuckerinduſtrie). Ueber die Verwendung der ſogenannten flüſſigen Kohlenſäure ſ. Gaſe, Bd. 4, S. 289, und Kältemaſchine.

Kohlenoxyd *CO*, ein Gas von dem ſpez. Gew. 0,0012555, iſt in Waſſer nur wenig löslich, leichter in ſauren und ammoniakaliſchen Kupferchlorürlöſungen (Abſorptionsmittel in der Gasanalyſe). Es iſt leicht brennbar und bildet ein in der Technik oft benutztes wichtiges Reduktionsmittel. Wirkt beim Einatmen ſtark giftig (Kohlendunſtvergiftung). Kohlenoxyd entſteht durch unvollſtändige Verbrennung kohlenſtoffhaltiger Subſtanzen und durch Reduktion von Kohlendioxyd mittels Kohlenſtoff. Die Herſtellung und Verwendung für techniſche Zwecke ſ. Kraftgas und Brennſtoffe, Bd. 2, S. 292 ff. *Bujard.*

Kohlenſtoffplatin, ſ. Platin und Platinkarbide.

Kohlenſtoffſilicium, ſ. Carborundum.

Kohlenſtoffſteine, ſ. Steine, feuerfeſte.

Kohlentiegel (Graphittiegel) werden zum Schmelzen von Metallen verwendet; die Rohmaſſe beſteht aus feuerfeſtem Ton, dem eine größere Menge von Kohlenſtoff in Form von zerkleinertem Koks oder Graphit beigemengt worden iſt (ſ. a. Steine, feuerfeſte, und Tonwaren). *K. Dümmler.*

Kohlenverladevorrichtungen, ſ. Kohlenbahnhöfe, Lokomotivbekohlung, Maſſentransport.

Kohlenwäſche, ſ. v. w. naſſe Steinkohlenaufbereitung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nachdem aus der geförderten Rohkohle durch grobe Siebe von etwa 100—60 mm Lochweite die Stückkohlen auf trockenem Wege von der Kleinkohle (oder Klarkohle) getrennt ſind, wird die letztere behufs Aufbereitung der Wäſche zugeführt. Die einzelnen Arbeiten zur Herſtellung der Korngrößen und zur Trennung der Kohle von den Bergen (ſ. d.) ſind das Sieben (ſ. Siebvorrichtungen) und das Setzen (ſ. Setzarbeit); außerdem kommt die Zerkleinerung der mit Nebengeſtein verwachſenen Kohle in Betracht. Die von den Setzmaſchinen ausgetragene Kohle wird auf Sieben entwäſſert und am zweckmäßigſten ſo hoch gelegenen Vorratskäſten zugeführt, daß aus denſelben eine Verladung unmittelbar in die Eiſenbahnwagen erfolgen kann. Nebenarbeiten bei der Kohlenwäſche ſind: die Beförderung der Berge auf die Halde, das Herausziehen des Staubs auf trockenem Wege durch Schleuderapparate und Ventilatoren und die Klärung der Waſchwaſſer (ſ. d.). Die Kohlenwäſchen liegen entweder in unmittelbarer Nähe der Schächte oder ſind mit denſelben durch mechaniſch betriebene Bahnen verbunden; ſie werden zur Vermeidung von Brandgefahr, wie überhaupt die Tageanlagen (ſ. Tag) der Bergwerke, nur aus Eiſen und Stein gebaut. *Treptow.*

Kohlenwaſſerſtoffe (Karbüre), chemiſche Verbindungen von Kohlenſtoff mit Waſſerſtoff, gasförmig, flüſſig oder feſt, finden ſich zum Teil in der Natur (ätheriſche Oele, Kautſchuk, Erdöl), in Waſſer unlöslich oder ſchwer löslich, leichter in Alkohol, Aether und Schwefelkohlenſtoff.

Die Kohlenwaſſerſtoffe ſind um ſo flüſſiger, je geringer ihr Molekulargewicht iſt und je reicher ſie an Waſſerſtoff ſind. Sie werden vielfach techniſch benutzt, wie das Leuchtgas, Petroleum, Benzol, Anthracen u. ſ. w. Vgl. a. Grenzkohlenwaſſerſtoffe, Bd. 4, S. 625. *Bujard.*

Kohlenwaſſerſtoffe, natürliche oder foſſile, die in der Natur vorkommenden Verbindungen, zumeiſt aus Methan (CH_4) oder Aethan (C_2H_6) oder C_2H_4 beſtehend und in Form von Grubengas Bitumen, Aſphalt, Erdwachs, Naphtha oder Erdöl auftretend. Sie werden teils als Deſtillationsprodukte von Kohlenablagerungen, teils auch als aus der Verweſung tieriſcher Subſtanzen herrührend angeſehen. *Leppla.*

Kohlenwaſſerſtoffmaſchinen, ſ. Verbrennungsmotoren.

Kohlenziegel, ſ. Steine, feuerfeſte.

Kohlige Vermoderung, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 284.

Kohlung. Unter Kohlung verſteht man die Aufnahme von Kohlenſtoff (ſ. d.) durch Eiſen (Gegenſatz: Entkohlung).

Eiſen, das mit Kohlenſtoff noch nicht geſättigt iſt, nimmt im rotglühenden und beſonders im flüſſigen Zuſtand Kohlenſtoff aus den mit ihm in Berührung befindlichen kohlenſtoffhaltigen Subſtanzen auf. Die Kohlung iſt in folgenden Fällen von Wichtigkeit: Bei der Darſtellung des Eiſens aus den Eiſenerzen im Hochofen nimmt das reduzierte Eiſen aus dem Brennſtoff Kohlenſtoff auf und wird dadurch in Roheiſen umgewandelt; Schmiedeeiſen und Stahl, im Kupolofen umgeſchmolzen, wird durch Kohlenſtoffaufnahme zu Roheiſen; flüſſiges kohlenſtoffarmes Flußeiſen reichert ſich in Graphittiegeln geſchmolzen mit Kohlenſtoff an. Beſonders wichtig iſt die Herſtellung der kohlenſtoffreicheren Flußeiſen(-ſtahl)ſorten aus kohlenſtoffarmen durch Kohlung; ſie erfolgt bei dieſen entweder durch einfache Miſchung des kohlenſtoffarmen Flußeiſens mit kohlenſtoffhaltigem Eiſen (Roh-, Spiegeleiſen) oder durch feſten Kohlenſtoff (Kokspulver, -briketts). Ferner iſt noch die Kohlung bei der Zementſtahlerzeugung und bei der Einſatz-(Oberflächen-)härtung zu erwähnen; hierbei iſt das kohlenſtoffarme (ſchmiedbare) Eiſen in rotglühendem Zuſtand. Als kohlende Subſtanzen werden feſte Körper (Holzkohle, Lederkohle, Hornabfälle, Blutlaugenſalz u. a.) oder gas- bezw. dampfförmige (wie z. B. Leuchtgas) benutzt; ſ. Roheiſen, Stahl, Zementieren.

Literatur: Ledebur, A., Handbuch der Eiſenhüttenkunde, 4. Aufl., Leipzig 1903, und andre Lehrbücher der Eiſenhüttenkunde. *A. Widmaier.*

Koinzidenz, ſ. Coincidenz, Konnex.

Koje, an Bord der Schiffe die feſteingebaute Schlafſtelle für Paſſagiere und Mannſchaften; im weiteren Sinne auch ein Verſchlag in den Hellegats (ſ. d.), wie z. B. Segelkoje, d. h. Raum zum Aufbewahren der Segel. *T. Schwarz.*

Kokain $C_{17}H_{21}NO_4$ (Methyl-Benzoyl-Ecgonin), das in vorherrſchender Menge in den Kokablättern vorkommende Alkaloid. Farbloſe Prismen, linksdrehend, bei 98° ſchmelzend, in Waſſer ſchwer, in Alkohol und Aether leicht löslich. Ueber die chemiſche Konſtitution ſ. [1] oder [2].

Das ſalzſaure Salz iſt als Cocainum muriaticum s. hydrochloricum offizinell, da es als lokal anäſthetiſierendes und ſchmerzſtillendes Mittel in den Fällen, in welchen eine Chloroformnarkoſe ſich nicht empfiehlt, alſo bei Augen-, Hals-, Zahnoperationen u. ſ. w., eine ausgedehnte therapeutiſche Verwendung findet. Eine übertriebene, mißbräuchliche Anwendung des Kokains führt zu ähnlichen Krankheitszuſtänden wie die des Morphiums. Das Kokain wird aus dem aus Peru eingeführten Rohkokain, welches noch eine Reihe von Nebenalkaloiden enthält, rein dargeſtellt (ſ. Alkaloide und Anäſthetica).

Literatur: [1] Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig 1890, 2. Aufl., Bd. 3, S. 531. — [2] Schmidt, Pharm. Chem., Braunſchweig 1901, Bd. 2, S. 1476. *Bujard.*

Kokardenſtruktur, ſ. Gang, Bd. 4, S. 256.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Koker, oben und unten offene Tonzylinder, die, aufeinander geſtellt und mit Ton verſtrichen, eine hohle Säule bilden, die an Stelle von Kapſeln zur Aufnahme von zu brennenden Tonwaren dient.

In den Wandungen dieſer nur am oberen und unteren Ende verſchloſſenen Tonzylinder befinden ſich, ſchichtenweiſe übereinander, je drei dreieckige Oeffnungen, durch die dreieckige Tonſtifte (Pinnen) eingeſchoben werden können. Auf je drei ſolcher Tonſtifte, deren Spitze nach oben gerichtet iſt, wird zum Zwecke des Aufbrennens der Glaſur ein mit Glaſurmaſſe verſehener Teller gelegt, der von dieſen Pinnen alſo nur an drei Punkten berührt wird. Wenn jeweilig ein Stoß ſolcher Koker ordnungsmäßig mit zu glaſierenden Tellern gefüllt iſt, wird derſelbe in den Brennofen gebracht. *K. Dümmler.*

Koker, runde Oeffnung im Heck eines Schiffes, durch welche die Ruderſpindel waſſerdicht in das Schiffsinnere eingeführt wird; ſ. Ruder. *T. Schwarz.*

Kokillen. 1. In der Eiſengießerei eiſerne Gußformen für die Herſtellung des Hartguſſes. Sie bewirken eine raſche Abkühlung des eingegoſſenen Eiſens an der Oberfläche und damit bei entſprechender Zuſammenſetzung des Eiſens die Bildung einer harten Schicht von weißem Roheiſen (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 362). 2. In Stahlwerken die Gußformen, welche zur erſten Formgebung des Flußeiſens und Flußſtahls, zur Herſtellung der für die Weiterverarbeitung (Walzen und Schmieden) beſtimmten Blöcke (Ingots) und Brammen dienen. Sie beſitzen prismatiſche Geſtalt und je nach der gewünſchten Blockform quadratiſchen, rechteckigen, achteckigen und runden Querſchnitt.

Man unterſcheidet einfache (einläufige) und mehrfache (mehrläufige) Kokillen; die letzteren werden nur ſelten angewendet. Beim Eingießen des flüſſigen Metalls ſtehen die Kokillen auf Unterlagsplatten. Das Füllen erfolgt entweder von oben oder von unten; im letzteren Falle werden von einem gemeinſamen Einguß aus mehrere Kokillen gleichzeitig gefüllt. Um nach dem Erſtarren des Blocks die Kokille leicht abziehen zu können, wird ſie von unten nach oben verjüngt geſtaltet (Konizität bis zu 3%). Das Abziehen der Kokille erfolgt entweder durch einfaches Anheben der mit eingegoſſenen Oeſen verſehenen Kokille mittels eines Krans oder mit Hilfe beſonderer Vorrichtungen (ſ. Stripper). Das Material für die Stahlwerkkokillen iſt zähes und gegen ſchroffe Temperaturwechſel möglichſt unempfindliches, reines Hämatitroheisen mit tunlichſt geringem Gehalt (weniger als 0,1%) an Phosphor und Schwefel [1].

Literatur: [1] „Stahl und Eiſen", Düſſeldorf, Jahrg. 1907, Heft 4 u. 5. *A. Widmaier.*

Kokkolith, ſ. Augit.

Kokosfaſer, ſ. Spinnfaſern.

Kokosnußöl (Kokosöl), aus dem zuerſt milchigen, ſpäter mandelkernartigen Inhalt der Kokosnüſſe, der Früchte von Cocos nucifera *L.*, durch Auskochen oder Auspreſſen gewonnenes Fett.

Die Samenkerne, Koprah oder Kopperah genannt, ſind länglich rund, haben einen Durchmeſſer von 10—12 cm und enthalten 60—70% Fett. Sie werden in neuerer Zeit vielfach getrocknet nach Europa gebracht und hier durch Auspreſſen oder durch Extraktion auf Oel verarbeitet. Das bei uns gewonnene Oel wird häufig als Koprahöl bezeichnet.

Das Kokosöl hat friſch eine weiße Farbe, einen milden Geſchmack und einen eigentümlichen, nicht unangenehmen Geruch; es wird aber leicht ranzig und nimmt dann einen etwas unangenehmen, ſtechenden Geruch und kratzenden Geſchmack an. Der Schmelzpunkt des ganz friſchen Oeles ſoll bei 20° C. liegen; das Oel des Handels zeigt einen ſolchen von ungefähr 24° C. Den Verſeifungswert fand Valenta von 257,3—268,4, die Jodzahl Hübl zu 8,9; die Jodzahl der abgeſchiedenen Fettſäuren beſtimmten Demski und Morawski zu 8,39—8,79. Das Kokosöl enthält hauptſächlich die Glyzeride der Lauroſtearin-, Myricin-, Palmitin- und Caprylſäure. Es hat die Eigentümlichkeit, daß es ſich auf ſogenanntem kalten Wege verſeifen läßt, d. h. daß es bei einer Temperatur, die wenig über der ſeines Schmelzpunktes liegt, durch Einrühren ſtarker Aetzlaugen in Seife übergeführt werden kann [1]. Im Handel kommen bei uns hauptſächlich drei Sorten Kokosöl vor: Cochinöl, Ceylonöl und Koprahöl. Von dieſen iſt das erſte das beſte und am reinſten in der Farbe.

Literatur: Schädler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Lewkowitſch, Chemiſche Technologie der Fette, Braunſchweig 1905, Bd. 2, S. 323. — [1] Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 3. Aufl., Berlin 1906, Bd. 1, S. 111, Bd. 2, S. 3. *Deite.*

Koks, Kokerei, Koksherſtellung, Koksöfen. Unter Koks verſteht man den beim Erhitzen gewiſſer Arten von Steinkohlen unter annäherndem oder vollſtändigem Luftabſchluß verbleibenden feſten, mehr oder weniger dichten Rückſtand. Der Zweck der Verkokung beſteht bei der Herſtellung des Schmelzkoks (im Gegenſatz zum Gaskoks) in der Erzielung eines für Schmelzzwecke geeigneten feſten gasarmen Brennſtoffs, der bei der Bewegung der Schmelzſäule nicht zerrieben wird. Der rohen Steinkohle gegenüber beſitzt der Koks ferner noch den Vorteil geringeren Schwefelgehalts, da ein Teil des Schwefelgehalts der Steinkohle beim Verkoken ausgetrieben wird; dieſer geringere Schwefel-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gehalt des Koks iſt beſonders wegen des leichten Uebergangs des Schwefels an das Eiſen und ſeiner ſchädlichen Einwirkung auf dieſes bemerkenswert.

Nicht alle Steinkohlen eignen ſich zur Verkokung, ſondern nur diejenigen, welche die Eigenſchaft der Backfähigkeit wenigſtens bis zu einem gewiſſen Grad beſitzen. Man verſteht darunter die Erſcheinung, daß die einzelnen Kohlenſtückchen beim Erhitzen ſich miteinander vereinigen und mehr oder weniger große Koksſtücke ergeben; wodurch die Backfähigkeit bedingt wird, iſt noch nicht aufgeklärt. — Von den verſchiedenen Steinkohlenarten ſind es vorzugsweiſe die gasärmeren Backkohlen (Kokskohlen), welche den beſten Koks ergeben; an dieſe ſchließen ſich die gasreicheren Backkohlen und die Sinterkohlen an, während die Sandkohlen und Anthracite beim Erhitzen nur Pulver liefern. Die Backfähigkeit und damit die Beſchaffenheit des Koks kann durch Verkoken bei hoher Temperatur, durch Feſtſtampfen der Kohle vor dem Verkoken, durch nicht zu raſche Erhitzung (durch entſprechenden Waſſergehalt der Kohle) verbeſſert werden. Durch langes Lagern der Kohle an der Luft nimmt die Backfähigkeit ab.

Eigenſchaften des Koks und Anforderungen an die Handelsware: Guter Schmelzkoks ſoll genügend hart und nicht zerreiblich ſein; die Menge des Koksabriebs (Kokslöſch) am Empfangsort ſollte einen gewiſſen Prozentſatz (etwa 6%) nicht überſchreiten, da er ebenſo wie der Waſſergehalt, der nicht über etwa 4% hinausgehen ſollte, einen direkten Verluſt für den Käufer bedeutet. Ferner iſt dem Aſchengehalt des Koks Beachtung zu ſchenken, da bei den meiſten Schmelzprozeſſen (Hochofenprozeß, Kupolofenſchmelzen) die Koksaſche durch Kalkſtein unter Wärmeaufwand verſchlackt werden muß; Hochofenkoks enthält durchſchnittlich 9—12% Koksaſche. Von Wichtigkeit iſt ferner beim Schmelzkoks der Schwefelgehalt; je niedriger dieſer iſt, deſto wertvoller iſt der Koks, da der Uebergang des Schwefels durch Kalkſtein verhindert werden muß; Saarkoks enthält durchſchnittlich 1%, weſtfäliſcher Koks 1,5% Schwefel. Ueber die Wertverminderung des Koks durch Waſſer-, Aſchen- und Schwefelgehalt vgl. [8].

Die Erhitzung der Steinkohlen zum Zweck der Austreibung der flüchtigen Beſtandteile erfolgt heutzutage ausſchließlich in den **Koksöfen.**

Ueber früher gebräuchliche Einrichtungen zur Koksdarſtellung (Meiler, Haufen, Stadeln) vgl. [2], [5]. Die heute gebräuchlichen Koksöfen ſind geſchloſſene Kammern mit Außenbeheizung Betreffs der in England und Nordamerika noch anzutreffenden veralteten Bienenkorbkoksöfen, die indeſſen mehr und mehr verdrängt werden, ſ. [1], S. 388, [3], S. 729.

Eine größere Anzahl von Koksöfen, in der Regel 30—60, ſind zu einer Gruppe vereinigt und an einen gemeinſamen Abhitzekanal und Schornſtein angeſchloſſen. Die ganze Anlage, in der Regel mehrere Gruppen umfaſſend, wird als Koksanlage, Kokerei bezeichnet.

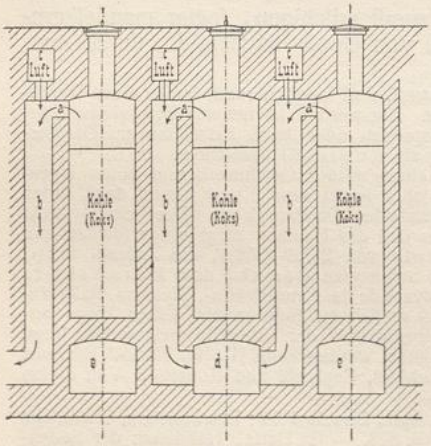


Fig. 1.

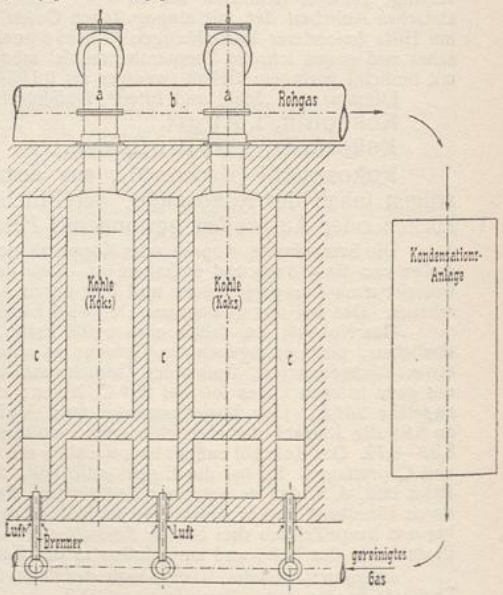


Fig. 2.

Die Koksöfen mit Außenbeheizung kann man in a) Koksöfen ohne Gewinnung von Nebenprodukten, Koksflammöfen, und b) Koksöfen mit Gewinnung von Nebenprodukten, Deſtillationsöfen, einteilen. Die bei der Verkokung der Steinkohlen zu gewinnenden Nebenprodukte ſind Teer, Ammoniak, Benzol und deſſen Homologe, Cyan u. a. Der weſentliche Unterſchied der beiden Syſteme geht aus den ſchematiſchen Fig. 1 und 2 hervor.

a) Koksflammöfen (Fig. 1): In der aus den beiden Seitenwänden, der Sohle und der Decke gebildeten Ofenkammer, welche vorn und hinten je durch eine Tür verſchließbar iſt, befindet ſich die Kohle. Infolge ihrer Erhitzung durch die rotglühenden feuerfeſten Steinwände findet die Austreibung ihrer flüchtigen Beſtandteile ſtatt, welche durch eine größere Anzahl oben in der linken Seitenwand befindlicher Abzugsöffnungen *a* nach den in der Wand zwiſchen je zwei Oefen angeordneten ſenkrechten Kanälen *b* entweichen. Durch den Querkanal *c* wird

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Luft angeſaugt, welche in die ſenkrechten Kanäle *b* eintritt, ſo daß eine Verbrennung der Waſſerſtoff, Kohlenwaſſerſtoffe u. ſ. w. enthaltenden Deſtillationsprodukte der Kohle in ihnen ſtattfindet und dadurch die Beheizung der Koksofenwände erfolgt. Bei dem Koksofenſyſtem (Fig. 1) (Coppée) treten die Gaſe je zweier Oefen zuſammen zunächſt in den Sohlkanal *d* des einen Ofens und dann in den (*e*) des zweiten, worauf die Gaſe in den für alle Oefen gemeinſamen Abhitzekanal abziehen.

b) Deſtillationskoksöfen (in Deutſchland ſeit 1882 eingeführt, Fig. 2): Bei dieſen gelangen die aus der Kohle entweichenden Gaſe unter möglichſt vollſtändigem Luftabſchluß durch die Steigröhren *a* in die Sammelleitung *b* (Vorlage); ſie werden dann abgekühlt, wobei der in den Gaſen enthaltene Teer und der Waſſergehalt der Gaſe mit einem Teil des darin gelöſten Ammoniaks ſich niederſchlagen, und paſſieren hierauf Waſchapparate zur möglichſt vollſtändigen Gewinnung des Ammoniaks und eventuell des Benzols. Die gereinigten Gaſe werden dann zu den Oefen zurückgeleitet und in die zwiſchen zwei Oefen befindlichen Verbrennungskammern *c* eingeführt und unter Luftzutritt verbrannt. — In der Regel richtet man die Koksöfen der zweiten Art ſo ein, daß ſie ſowohl als Flammöfen (insbeſondere für die Inbetriebſetzung), als auch als Deſtillationsöfen betrieben werden können.

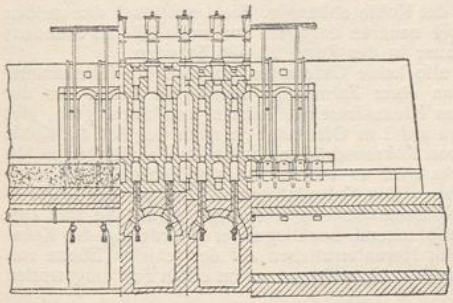
Die zahlreichen Koksofenſyſteme unterſcheiden ſich in folgendem voneinander:

1. In der Lage der Hauptachſe der Ofenkammern. Die wagerechte Lage iſt die jetzt ausſchließlich angewendete. Ueber die veralteten Oefen mit ſenkrechter Achſe (ſenkrechte Koksöfen von Appolt u. a.) vgl. [3];

2. in der Anordnung der Heizkanäle in den Seitenwänden. Dieſe ſind entweder ſenkrecht, wie in Fig. 1 und 2, oder (ſeltener) wagerecht, oder teils wagerecht, teils ſenkrecht;

3. in der Wandſtärke der Zwiſchenwände. Je dünner dieſe gewählt werden, deſto beſſere Wärmeübertragung findet ſtatt. Zur Erzielung genügender Feſtigkeit der Oefen bei geringer Heizwandſtärke hat man auch Koksöfen mit zwei durch eine Mittelwand getrennten Heizkanalſyſtemen gebaut;

4. in der Verwendung nicht, mäßig oder ſtark vorgewärmter Verbrennungsluft.



Schnitt *a—b* *c—d* *e—f* *g—h*

Fig. 3.

Von den verſchiedenen Koksofenſyſtemen ſeien die folgenden, vorzugsweiſe angewendeten erwähnt:

A. **Koksflammöfen.** a) Koksflammofen von Coppée-Otto: Die Ofenkammern ſind ſchmal und hoch, die Wandheizkanäle ſenkrecht. Die Länge der Ofenkammer beträgt durchſchnittlich 9 m, die Breite 0,6 m, die Höhe 1,5 m, die Stärke der Zwiſchenwand 0,35 m. b) Coppée-Otto-Ofen mit Gasausgleich (D.R.P. Nr. 106 959), Die einzelnen Ofenkammern ſind durch runde Oeffnungen von 2—3 cm Durchmeſſer untereinander in Verbindung. Dadurch können die aus einer friſch gefüllten Ofenkammer entweichenden Gaſe, deren Menge zu Beginn der Verkokung am größten iſt und allmählich abnimmt, in die benachbarten früher gefüllten Ofenkammern, in denen die Gasentwicklung bereits eine geringere geworden iſt, übertreten, ſo daß eine annähernd gleichbleibende Beheizung der Ofenwände erzielt wird. — Ueber die Koksflammofenſyſteme von Collin, von Bauer ſowie über die älteren von Smet, François-Rexroth u. a. ſ. [1].

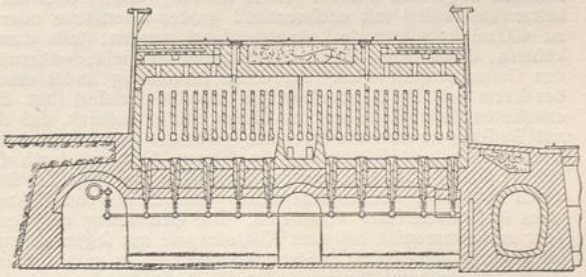


Fig. 4. Schnitt durch die Ofenwand.

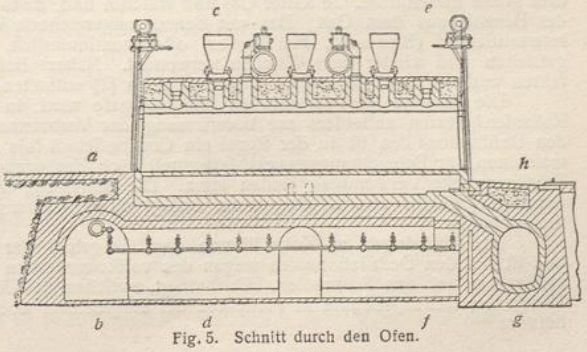


Fig. 5. Schnitt durch den Ofen.

B. **Deſtillationskoksöfen.** Die verbreitetſten Syſteme ſtammen von C. Otto & Cie., G. m. b. H., Dahlhauſen a. d. Ruhr.

a) Koksofen von Otto-Hoffmann: Die zur Verbrennung der von Teer, Ammoniak u. ſ. w. gereinigten Gaſe notwendige Luft wird mit Hilfe unter den Oefen angeordneter Siemensſcher Wärmeſpeicher (Regeneratoren) erhitzt und trifft in der Heizkammer mit dem aus einer Düſe ausſtrömenden gereinigten Gas zuſammen. Die

abziehenden Gaſe dienen zur Heizung der Wärmeſpeicher. Eine eingehende Beſchreibung dieſer Oefen iſt in [1] enthalten.

b) Koksofen von Otto mit Unterfeuerung (D.R.P. Nr. 88200, Fig. 3—5): Zum Zweck möglichſt gleichmäßiger Beheizung der Ofenwände wird das gereinigte Gas in die Heizkanäle aus einer größeren Anzahl (zehn) über die Länge der Oefen verteilten Brenner (von 8—12 mm lichter Weite) eingeführt. Zur Verminderung des für die Beheizung der Kammern erforderlichen Gasverbrauchs und zur Erzielung eines für andre Zwecke dienenden Gasüberſchuſſes werden die Oefen auch mit Vorwärmung der Verbrennungsluft in Regeneratoren ausgeführt. Die Abmeſſungen der Ottoſchen Oefen ſind: 10 m Länge, 1,9—2 m lichte Höhe und 0,43—0,6 m lichte Weite. Ueber die Deſtillationskoksöfen von Brunck, Otto-Ruppert, Hüffener, Collin ſ. [7], von Bauer [8], Jahrg. 1907.

Der **Betrieb** der Koksöfen umfaßt die Arbeiten des Füllens und Entleerens der Oefen. Bei gutbackender Kohle kann die Füllung der Ofenkammer aus Trichterwagen durch die Füllöffnungen in der Ofendecke (Fig. 1) mit darauffolgendem Einebnen durch Oeffnungen in den Ofentüren geſchehen. Dieſes Einebnen wird von Hand oder maſchinell mit Hilfe von Planiermaſchinen [1] beſorgt. Bei der Anwendung des Stampfverfahrens (ſ. oben) wird die Kohle ſeitwärts von den Oefen ſchichtenweiſe in einem Kaſten aufgeſtampft, deſſen Boden eine verſchiebbare Zahnſtange bildet, die durch in der Regel elektriſchen Antrieb mit dem darauſſitzenden Kohlenkuchen in den Ofen eingeſchoben wird. Das Aufſtampfen des Kohlenkuchens erfolgt entweder von Hand oder beſſer und gleichmäßiger mit Kohlenſtampfmaſchinen. Die gebräuchlichſten Syſteme ſind in [1] beſchrieben. Der Kohlenkuchen bezw. die Zahnſtange mit zugehörigem Antrieb kann vor jede Ofenkammer auf Gleiſen gefahren werden. Nach dem Einſchieben der Kohle wird die Türe herabgelaſſen und feſtgekeilt, worauf die Zahnſtange wieder zurückgezogen wird. — Die Dauer für die vollſtändige Entgaſung der Füllung einer Ofenkammer, die Garungsdauer, iſt vorzugsweiſe von der Breite der Oefen, der gleichmäßigen Beheizung der Kammer, der Temperatur und von der Kohle abhängig. Sie beträgt bei den meiſten Flammöfen älterer Konſtruktion 48 Stunden, bei neueren dagegen nur noch 33—36 Stunden; bei den Deſtillationsöfen beträgt die Garungsdauer in der Regel 22—36 Stunden.

Iſt die Verkokung beendigt, entweichen alſo keine Gaſe mehr, ſo wird die Ofenkammer entleert, indem der Koksblock durch einen an einer Zahnſtange befeſtigten Schild aus der Ofenkammer hinausgeſchoben wird. Damit das Hinausſchieben leichter vonſtatten geht, gibt man den Ofenkammern Konizität von 4—10 mm auf 1 m Ofenlänge je nach der Art der Kohle und der Füllung der Oefen. Beſchreibungen von Koksausdrückmaſchinen ſind enthalten in [1]. Unmittelbar nach dem Hinausſchieben des Koks wird er mit Waſſer abgelöſcht, damit keine Verluſte durch Verbrennen an der Luft entſtehen. Die Koksplattformen ſind in der Regel ſo hoch gelegt, daß ein bequemes Beladen der Kokstransportwagen erfolgen kann; ſie ſind entweder horizontal oder ſtark geneigt mit dementſprechend hochliegender Anordnung der Koksöfen; im letzteren Fall fällt der Koksblock beim Herunterrutſchen auf der ſchiefen Ebene von ſelbſt auseinander, wodurch das Ablöſchen erleichtert iſt, während er im erſten Fall umgeworfen werden muß.

Zur Gewinnung der Nebenprodukte aus den Gaſen der Deſtillationsöfen muß das Gas zunächſt abgekühlt werden. Dieſe Kühlung erfolgt teils mit Luft, indem die Gaſe durch Behälter (Luftkühler) mit entſprechend großer Oberfläche oder durch eine genügend lange (bis zu 400 m) hochliegende Leitung geführt werden, teils durch Waſſer mit Hilfe von Röhrenkühlern, durch deren Röhren das Kühlwaſſer fließt, während die Außenfläche der Röhren von den Gaſen umſpült wird. Bei dieſer Abkühlung findet eine Abſcheidung eines großen Teils des Teers und des Ammoniaks (als Ammoniakwaſſer) ſtatt. Eine weitergehende Entfernung der erwähnten Beſtandteile aus den Gaſen erfolgt dadurch, daß die Gaſe in unmittelbare Berührung mit Waſſer gebracht werden; dies geſchieht neuerdings faſt ausſchließlich in Skrubbern mit Holzeinlagen und Berieſelung (in älteren Anlagen durch Glockenwaſcher mit Vorreinigern), vgl. [1], [3], [4]. Das Ammoniakwaſſer wird in der Regel auf ſchwefelſaures Ammoniak ($(NH_4)_2SO_4$) durch Erhitzen des Ammoniakwaſſers unter Zuſatz von Kalkmilch und Einleiten des Ammoniakgaſes in Schwefelſäure verarbeitet. Die Gewinnung des Benzols beruht darauf, daß die von Teer und Ammoniak befreiten Koksofengaſe mit ſogenanntem Waſchöl, das ſind höher ſiedende (Siedepunkt 250—300° C.) Steinkohlenteeröle, in möglichſt innige Berührung gebracht werden. Hierzu dienen entweder zwei oder drei beſonders konſtruierte Waſchapparate oder am häufigſten drei große Rieſeltürme. Je kälter Gas und Waſchöl ſind, deſto vollſtändiger iſt die Ausſcheidung des Benzols aus dem Gas. Das mit Benzol angereicherte Waſchöl wird in Blaſen entweder intermittierend (Brunck, Hüffener) oder kontinuierlich (Brunck, Hirzel, Still) abgetrieben und wieder zum Waſchen verwendet. Nähere Beſchreibung der verſchiedenen Verfahren und der dazu gehörigen Apparatur iſt in [1] enthalten.

Die Abhitze der verbrannten Koksofengaſe wird in Dampfkeſſeln und bei einzelnen Koksofenſyſtemen außerdem zur Vorwärmung der Verbrennungsluft (ſ. oben) ausgenutzt. Bei den Deſtillationsöfen iſt in der Regel ein Gasüberſchuß (bis zu 25%) vorhanden, der in Gasmaſchinen, für Beleuchtungszwecke (eventuell nach Karburation mit Benzol) und für Heiz- und Trockenzwecke Verwendung finden kann. Die Bewegung der Gaſe bei den Deſtillationsöfen durch die Kühler und Waſchapparate erfolgt durch Gaslauger, Zylindergebläſe oder Dampfſtrahlapparate.

Das Ausbringen an Koks iſt von dem Gasgehalt der verwendeten Steinkohle abhängig und iſt bei den Deſtillationsöfen wegen des vollkommeneren Luftabſchluſſes um einige Prozent größer als bei den Flammöfen. Es beträgt zwiſchen 68—74% der eingeſetzten Kohle. Die Menge der Nebenprodukte in Prozenten der eingeſetzten trockenen Kohle geht aus der Tabelle hervor:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

	Weftfalen	Oberfchlefien	Saarrevier
Teer	3—3,5	2,7—3,5	3,9—4,0
Schwefelfaures Ammoniak . .	1,1—1,3	0,7—0,8	0,8—0,9
Benzol	0,5	0,3—0,7	0,9—1,0.

Die Gasmenge beträgt durchfchnittlich 270—300 cbm für 1 t Kohle; 1 cbm Koksofengas entwickelt nach Abfcheidung der Nebenprodukte zwifchen 3800 bis 4800 W.E. Die Zufammenfetzung des Gafes fchwankt etwa in folgenden Grenzen: 35—45 Vol.-Proz. Waffertoff, 21—33% Methan, 1,5—2,5% fchwere Kohlenwaffertoffe, 5,5—8,0% Kohlenoxydgas, 3—5% Kohlenfäure, 8—20% Stickftoff. S. a. Brennftoffe, Bd. 2, S. 291.

Literatur: [1] Die Entwicklung des rheinifch-weftfälifchen Steinkohlenbergbaus in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Bd. 9, Berlin 1905. — [2] Ledebur, A., Handbuch der Eifenhüttenkunde, Bd. 1, 5. Aufl., Leipzig 1907. — [3] Wedding, Herm., Ausführliches Handbuch der Eifenhüttenkunde, Bd. 2, Braunfchweig 1902. — [4] Beckert, Th., Leitfaden der Eifenhüttenkunde, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1898. — [5] Dürre, E. F., Die neueren Koksöfen, Leipzig 1892. — [6] Derf., Die Hochofenbetriebe am Ende des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900. — [7] Simmersbach, O., Die Grundlagen der Kokschemie, Berlin 1895. — [8] Derf., Die Eifeninduftrie, Leipzig und Berlin 1906. — [9] Lunge, G., Die Induftrie des Steinkohlenteers und Ammoniaks, 4. Aufl., bearbeitet von H. Köhler, Braunfchweig 1899. — [10] Haarmann, O., Ueber die Nebenprodukteninduftrie der Steinkohle, Dresden 1906. — [11] „Stahl und Eifen", Düffeldorf. — [12] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing., Berlin. — [13] Jahrbuch für das Eifenhüttenwefen, Düffeldorf (Literaturnachweife für Einzelartikel, desgl. in [2]). *A. Widmaier.*

Kokslöfch ift der beim Ablöfchen des glühenden Koks bei deffen Herftellung (f. Koks) und beim Transport und Umladen entftehende Abfall und Abrieb, aus kleinen Koksftücken und Kokspulver beftehend.

Die Menge des Kokslöfches ift um fo größer, je fchlechter die Backfähigkeit der Kohle ift (f. Koks), je niedriger beim Verkoken die Temperatur unter der notwendigen gehalten wird und je frühzeitiger vor der vollftändigen Beendigung der Verkokung des Koks aus dem Ofen entfernt wird. Im allgemeinen follte Schmelzkoks am Ankunftsort nicht mehr als 5—6% Löfch enthalten, wenn der Verluft an Brennftoff nicht zu erheblich werden foll. In manchen Gegenden dient der Kokslöfch zur Herftellung der leichten, poröfen Löfchfteine (Schlackenfteine), wobei als Bindemittel für den Löfch gebrannter Kalk dient. Auch zum Ziegelbrennen und bei Dampfkeffeln mit Unterwindfeuerung fowie zur Gaserzeugung in Schachtgeneratoren findet der Kokslöfch Verwendung. *A. Widmaier.*

Koku, japanifches Gewicht = 756,1 kg; als Flüffigkeitsmaß = 1,8148 hl.

Kolben, f. Dampf-, Preß- und Pumpenkolben.

Kolben (Kolbenbefatzung), f. Schloß.

Kolbenbewegung, abhängig von der Bewegung einer Kurbel mit gleichmäßiger Umfangsgefchwindigkeit.

Wegen der Schrägftellung der Pleuelftangenlänge l weichen die Kolbenwege s von der reinen Sinusbewegung $s = r(1 - \cos\alpha)$ ab. Die Tabelle gibt s in Prozenten des Hubes für α^0 Kurbelwinkel vom inneren Totpunkt aus für $r : l = 1 : 5$. Außerdem enthält fie den Klammerausdruck zur Berechnung der Befchleunigung $b = (u^2/r)[\cos\alpha + (r/l)\cos 2\alpha]$, ebenfalls für $r/l = 1 : 5$. Man braucht diefe, um den Betrag $q_0 = b\,G_0/F$ in Atmofphären als Anteil des Kolbendruckes zur Ueberwindung der Maffenwiderftände zu berechnen (f. Bd. 2, S. 592).

Kurbelwinkel	$\alpha =$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Kolbenweg	$s =$	0	0,91	3,60	7,95	13,77	20,81	28,78	37,25	46,22	55,05
$\cos\alpha + {}^1/_5\cos 2\alpha =$		1,200	1,173	1,093	0,966	0,801	0,608	0,400	0,189	—0,014	—0,200
	$\alpha =$	100	110	120	130	140	150	160	170	180°	
	$s =$	63,58	71,50	78,78	85,09	90,37	94,55	97,47	99,39	100%	
$\cos\alpha + {}^1/_5\cos 2\alpha =$		—0,372	—0,495	—0,600	—0,678	—0,731	—0,766	—0,786	—0,797	—0,800	

Lindner.

Kolbendruckdiagramm, f. Indikator.

Kolbenliderung, f. Dampfkolben.

Kolbenmafchine, f. Hubmafchinen, Dampfmafchinen, Bd. 2, S. 597, und Bohr- und Sprengarbeit.

Kolbenrad oder Kolben nennt man zuweilen das kleinere, eiferne Stirnrad eines Holzeifengetriebes.

Kolbenreibung, -ringe, f. Dampfkolben.

Kolbenfetzmafchine, f. Setzarbeit.

Kolbenftangen tragen den Kolben und verbinden ihn, durch eine Stopfbüchfe aus dem Zylinder heraustretend, mit dem äußeren Triebwerk.

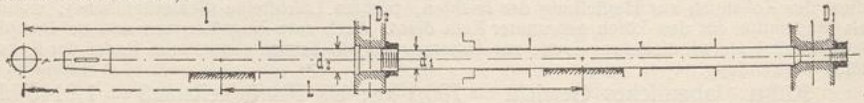
Man wählt für Kolbenftangen, damit fie in der Stopfbüchfe mit glatter Oberfläche und geringer Abnutzung laufen, einen nicht zu weichen Stahl von etwa 0,75% Kohlenftoffgehalt. Die Befeftigung der Stange im Dampfkolben erfordert (nach Bd. 2, S. 589, Fig. 1—12) einen Abfatz, entweder eben oder mit kurzem Kegel von 1 : 1 bis 1 : 2 oder mit fchlankem Kegel von 1 : 10 bis 1 : 20 Seitenneigung und Verfchraubung mit einer bronzenen Mutter, oder unmittelbare Verfchraubung in einem fchmiedeeifernen Kolben. Der Abfatz mit dem Durchmeffer-verhältnis 1,15 bis 1,4 : 1 wird in der Achfenrichtung mit 50 p kg/qcm bei p Atmofphären Kolbendruck belaftet. Ein vorfpringender Bund ift ohne Stauchung des Stahls herzuftellen und muß unter

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Umſtänden noch erlauben, die Stange mit der Grundbüchſe aus der Stopfbüchſe herauszuziehen. Die Verbindung mit dem Kreuzkopf erfolgt in der Regel mit ſchlankem Kegel und Querkeil (ſ. Keile, Fig. 1), ſeltener durch Verſchraubung.

Der Stangendurchmeſſer d beträgt normal ein Siebentel vom Zylinderdurchmeſſer D. Der Schaft erhält dabei $50\,p$ kg/qcm Zug- und Druckſpannung; doch beſchränkt man die Zugſpannung an den Befeſtigungsſtellen, nämlich im Kern der Kolbenſchraube und im Kegel neben dem Keilloch möglichſt auf 300—400 kg/qcm und den Flächendruck an der Mutter auf 150 bis 200 kg/qcm. Man berechnet die Schaftſtärke auf Knickung und bei liegenden Maſchinen mit nicht im Zylinder aufruhendem Kolben noch auf Durchbiegung. In der Knickformel $JE\pi^2 = \mathfrak{S} Pl^2$ iſt zu ſetzen: $J = d^4/20$; $E = 2200000$ kg/qcm; $\pi^2 = 10$; $\mathfrak{S} = 10$fache bis 20fache Sicherheit; P kg Stangendruck; l die Länge von Mitte Kolben bis Mitte Kreuzkopf, ohne Rückſicht auf die Stopfbüchſenführung. Mit $\mathfrak{S} = 20$ wird $d^4 = Pl^2/53000$. Wenn z. B. $l = 1{,}5\,S$ für S cm Kolbenhub geſetzt werden kann und $P = \pi\,d^2/4$, ſo erhält man $d^4 = S^2\,P/24000 = S^2\,D^2\,p/30000$. An liegenden Maſchinen mit durchgehender, beidendig geführter Kolbenſtange ſenkt ſich der ſchwebend getragene Kolbenkörper um f cm unter die Achſe der Geradführungen, und zwar iſt $f = L^3\,(G_k + {}^5/_8\,G_S)/48\,EJ$. Hierin bedeutet L in Zentimetern die ganze Länge der Stange zwiſchen ihren Stützpunkten; das Kolbengewicht G_k und das Stangengewicht G_S laſſen ſich ſchätzungsweiſe (nach Bd. 2, S. 592) ſetzen $(G_k + {}^5/_8\,G_S) = D^2\,(D + 40)/1000$; für $J = d^4/20$ wird man bei Stangen, die vor und hinter dem Kolben verſchiedene Stärke haben, einen Mittelwert einſetzen. Das Maß f ſoll kleiner als der ſeitliche Spielraum des Kolbens im Zylinder ſein. Setzt man f feſt, ſo kann man d ausrechnen und findet z. B. für $f = 0{,}25$ cm auf 100 cm Hub, und wenn $L = 3{,}5\,S$ geſetzt werden kann, $d^4 = S^2\,D^2\,(D + 40)/300000$. Je größer die Zylinder und je kleiner der Druck p, um ſo mehr kommt die Durchbiegung gegenüber der Knickung in Betracht, ſo daß man bei großen Gebläſezylindern gelegentlich zu hohlen, gußeiſernen Kolbenſtangen übergegangen iſt. Um das Maß f müſſen ſich die Stopfbüchſen bei jedem Hub auf und ab verſchieben, wenn ſie nicht etwa ſelbſt tragen. Darum iſt empfohlen, die Stange ſo herzuſtellen, daß ſie unter der Wirkung des Kolbengewichtes gerade wird (D.R.P. Nr. 34184 von A. Collmann).

Z. B.:	$p =$	4	8	12 atm
$S/D = 1$		9	8	$7\,D/d$
„	$= 1{,}5$	8	7	6 „
„	$= 2$	7	6	5 „



An Tandemmaſchinen berechnet man die Kolbenſtange (ſ. die Figur) je für das Stück vom Kreuzkopf bis Vorderkolben und zwiſchen den Kolben für die entſprechenden Stangendrucke auf Knickung und beſchränkt die Durchbiegung nach Möglichkeit durch paſſend eingebaute Gleitlager. Für die Stärke an den einzelnen Stellen der Stange ſind ſchließlich noch die Rückſichten auf das Ein- und Ausbauen der Kolben und der Stange maßgebend.

Kolbenſtangen für Verbrennungsmotoren (ſ. d.) werden zum Zweck der Kühlwaſſerzuführung und -abführung der Länge nach durchbohrt. *Lindner.*

Kolbenverſchluß, ſ. Verſchlüſſe der Geſchütze.

Kolbenwegdiagramm, Raumdiagramm, Volumendiagramm. Man verſteht hierunter eine graphiſche Darſtellung der Abhängigkeit der Kolbenwege, bezw. der bei dieſen Kolbenwegen vom Kolben abgeſchloſſenen Zylinderräume von den Stellungen der Kurbel beim Schubkurbelmechanismus.

Iſt nach Fig. 1 die Länge $a\,b$ der Schubſtange $= L$ und $AB = l = 2\,r$ die Hublänge, alſo $bc = r$ die Kurbellänge, ſo findet man den zum Kurbelwinkel w gehörigen, vom Totpunkt A gerechneten Kolbenweg s_a, indem man mit L als Radius von dem Kreuzkopfzapfenmittelpunkt a durch den Kurbelzapfenmittelpunkt b den Bogen $b\,d$ zieht; es iſt dann $A\,d = s_a$ der Kolbenweg. Teilt man nun den halben Kurbelkreis $A\,b\,B$ in n gleiche Teile und ſchlägt man durch dieſe Teilpunkte mit L als Radius bis zur Linie $A\,B$ Kreisbogen; fällt man weiter von den ſo auf $A\,B$ erhaltenen Punkten Lote und teilt man die beliebig anzunehmende Strecke $A\,C$ ebenfalls in n gleiche Teile, ſo erhält man, wenn man durch die zuletzt auf $A\,C$ erhaltenen Teilpunkte wagerechte Linien zieht, ein Netz $A\,B\,C\,D$, in das ſich leicht die Linie $A\,D$ einzeichnen läßt. Dieſe ſtellt die Abhängigkeit der Kolbenwege s_a von den Kurbelzapfenwegen w_a dar, wobei letztere im Maßſtab $A\,C : r\,\pi$ gegenüber

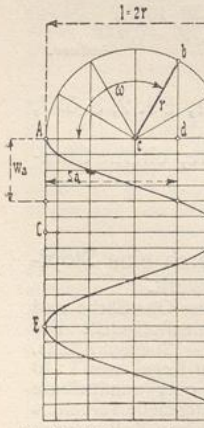


Fig. 2. Kolbenwegdiagramm für $L = \infty$.

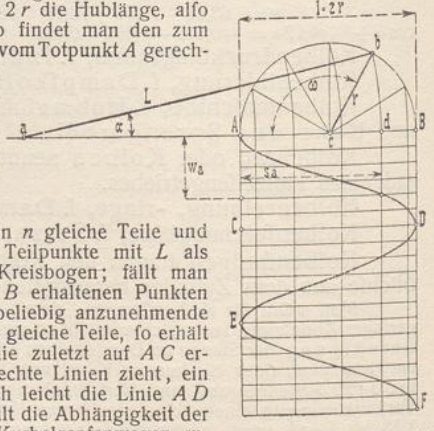


Fig. 1. Kolbenwegdiagramm für $L = 42$.

den auf dem Kurbelhalbkreiſe $A\,b\,B$ zu meſſenden Bogenlängen erſcheinen. Es gilt $A\,D$ für den erſten, $D\,E$ für den zweiten, $E\,F$ für den dritten Hub. Iſt die Schubſtangenlänge L gegenüber r ſehr groß, ſo können die Bogen $b\,d$ der Fig. 1 durch Lote $b\,d$, Fig. 2, annähernd erſetzt werden. Genau iſt die Darſtellung Fig. 2 für den Mechanismus der rechtwinkligen Kurbelſchleife (ſ. d., $L = \infty$). — Die wichtigſte Anwendung haben Kolbenwegdiagramme bei der Unterſuchung der Arbeitsverhältniſſe ſolcher Maſchinen gefunden, bei denen ein und dieſelbe Dampf- oder Gasmenge in zwei oder mehreren Zylindern zur Wirkung kommt (Verbunddampfmaſchinen, Verbundkompreſſoren u. ſ. w.). Die Kolbenwegdiagramme geſtatten in dieſen Fällen eine bequeme Darſtellung der Veränderung des zwiſchen zwei Kolben liegenden Volumens. Aus dieſer Aenderung des Volumens ergibt ſich dann unter Zugrundelegung der betreffenden Art der Zuſtandsänderung auch die Aenderung der Spannung des zwiſchen den beiden Kolben abgeſperrten Dampfes oder Gaſes.

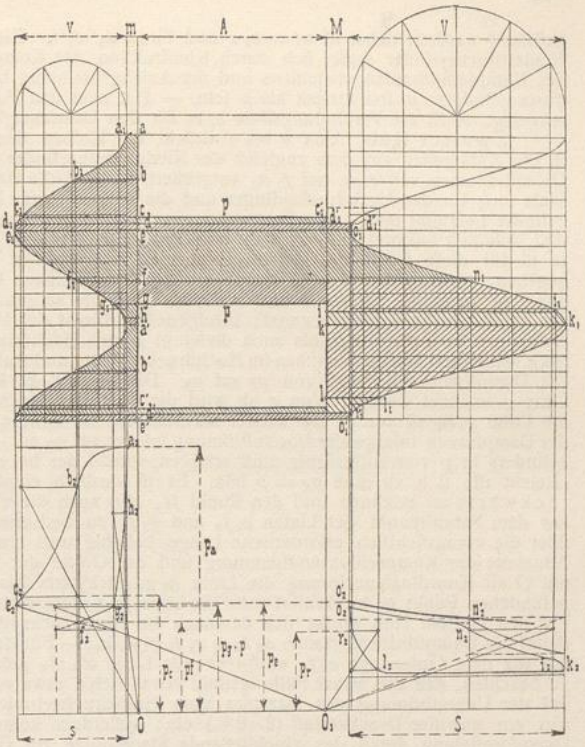


Fig. 3. Kolbenwegdiagramm für eine Tandemmaſchine.

a) **Tandemverbunddampfmaſchine.** Fig. 3 zeigt die Verwendung der Kolbenwegdiagramme für eine Tandemverbunddampfmaſchine. Es iſt v das Hubvolumen des Hochdruckzylinders, m das Volumen des ſchädlichen Raumes des Hochdruckzylinders, A das Volumen des Zwiſchenbehälters oder Aufnehmers (Receivers), M der ſchädliche Raum des Niederdruckzylinders und V das Hubvolumen des Niederdruckzylinders. Denkt man ſich die beiden Kolbenflächen der Zylinder zunächſt gleich, ſo ſind die Hübe den Volumen proportional; in Fig. 3 würden dann die Werte v und V zugleich die beiden Hübe s und S darſtellen können. In Wirklichkeit ſind bei der Tandemmaſchine allerdings die Hübe gleich und die Kolbenflächen verſchieden, doch iſt es für die folgende Betrachtung einfacher, die Kolbenflächen gleich und die Hübe verſchieden vorauszuſetzen. In Fig. 3 ſind nun für jeden Zylinder die Kolbenweglinien eingezeichnet. Da bei der Tandembauart beide Kolben zugleich die Totlage erreichen, ſo ſind in Fig. 3 beide Kolbenweglinien gleichläufig gezeichnet. Für den Fall, daß beide Zylinder durch ihre ſchädlichen Räume und durch den Aufnehmer hindurch in Verbindung ſtehen, ergibt ſich die Aenderung des Geſamtvolumens bei der Kolbenbewegung aus der Aenderung des wagerechten Abſtandes beider Kolbenweglinien. — Die Aufzeichnung der Dampfdruckdiagramme kann nun in folgender Weiſe geſchehen:

Erſter Hub. Der ſchädliche Raum $a\,a_1$ des Hochdruckzylinders iſt am Hubanfang mit Dampf von der Spannung p_a (Fig. 3 links unten) gefüllt. Für die Kurbeldrehung von a bis b erfolgt Füllung; das Dampfvolumen im Hochdruckzylinder wächſt hierbei von $a\,a_1$ auf $b\,b_1$ an, wobei ſich, den Steuerungsverhältniſſen beim Füllungsabſchluß entſprechend, die Füllungslinie $a_2\,b_2$ für den Dampfdruck ergibt. Bezüglich des Droſſelungsabfalles kann auf Bd. 2, S. 613, Fig. 3, verwieſen werden. Von b bis c erfolgt im Hochdruckzylinder Expanſion. Das Dampfvolumen wächſt von $b\,b_1$ auf $c\,c_1$; die Dampfſpannung fällt nach der Linie $b_2\,c_2$ bis auf p_c. Die Linie $b_2\,c_2$ kann für trocken geſättigten Dampf annähernd als Mariotteſche Linie von O aus gezeichnet werden (vgl. Bd. 2, Fig. 2 auf S. 611 und Abſ. 3 auf S. 612). In c, d. h. am Ende der Expanſion, wird der Hochdruckzylinder zum Zwecke des rechtzeitigen Druckausgleiches mit dem Aufnehmer A verbunden (Vorauslaß). Das Volumen wächſt daher plötzlich von $c_1\,c$ auf $c_1\,c_1'$; dabei iſt im Aufnehmer A eine Dampfſpannung p vorhanden; p iſt um ein geringes kleiner anzunehmen als p_c. Der zwiſchen p_c und p erfolgende Druckausgleich ſoll bis zum Totpunkt e vollendet ſein; doch iſt noch zu berückſichtigen, daß auch der Niederdruckzylinder vor Erreichung der Totlage zwecks Voreinſtrömung an den Aufnehmer A angeſchloſſen wird. Es ſoll dies in d erfolgen; dann wächſt das Volumen $d_1\,d_1'$ plötzlich um das Volumen $d_1'\,d_1''$; letzteres iſt mit Kompreſſionsdampf von der Spannung p_r angefüllt (Fig. 3, rechts unten). Im Totpunkt e iſt dann zwiſchen beiden Kolben ein Volumen $v_e = e_1\,o_1$ vorhanden. Die ſich aus der zweimaligen, in c und d erfolgenden Miſchung und aus der geringen Volumenänderung ergebende Dampfſpannung p_e im Totpunkte kann annähernd aus der Gleichung

$$v_e\,p_e = v_c\,p_c + A\,p + V_d\,p_r \qquad 1.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beſtimmt werden; dabei iſt $v_c = c_1 c$ und $V_d = d_1' d_1''$. Die Kompreſſionsendſpannung p_r im Niederdruckzylinder ergibt ſich durch Konſtruktion der Kompreſſionslinie $l_2 r_2$ unter Annahme des Kompreſſionsanfangsvolumens und der Anfangsſpannung bezw. Auslaßſpannung des Niederdruckzylinders; p_r ſoll kleiner als p ſein. — Hat man den Punkt e_2 durch Berechnung von p_e feſtgelegt, ſo iſt die Verbindungslinie $c_2 e_2$ für den Druckausgleich ſchätzungsweiſe einzutragen.

Zweiter Hub. Von e bis f drückt der Kolben des Hochdruckzylinders den Dampf in den Aufnehmer, aus dem zugleich der Niederdruckzylinder gefüllt wird. Da ſich hierbei das Geſamtvolumen von $e_1 o_1$ auf $f_1 n_1$ vergrößert, ſo ſinkt die Dampfſpannung von p_e auf p_f. Die Linie $e_2 f_2$ für den Hochdruckzylinder und die entſprechende Linie $o_2' n_2'$ für den Niederdruckzylinder beſtimmt man am beſten rechnungsmäßig. Für den Anfangszuſtand in e ſind Spannung und Volumen bekannt; nimmt man nun zwiſchen e_1 und f_1 eine beliebige Kolbenſtellung an, ſo iſt für dieſe ſofort das Geſamtvolumen im wagerechten Abſtand beider Kolbenweglinien gegeben; es kann daher unter Benutzung des Mariotteſchen Geſetzes ($p \cdot v =$ konſtant) die zugehörige Spannung berechnet und unten als Ordinate aufgetragen werden. In f iſt die Füllung des Niederdruckzylinders beendet; infolgedeſſen bleibt der Hochdruckzylinder allein mit dem Aufnehmer in Verbindung, bis auch dieſer in g vom Hochdruckzylinder abgeſperrt wird. Von f bis g verkleinert ſich das Volumen im Hochdruckzylinder und Aufnehmer von $f_1 f + A$ auf $g_1 g + A$. Die Dampfſpannung ſteigt von p_f auf p_g. Die Linie $f_2 g_2$ kann von O_1 aus als Mariotteſche Linie gezeichnet werden. Von g ab wird der Dampf im Hochdruckzylinder bis h komprimiert; die Linie $g_2 h_2$ iſt von O aus wieder als Mariotteſche Linie zu zeichnen. Von h_2 bis a_2 ſteigt der Dampfdruck infolge der Voreinſtrömung wieder auf p_a an. — Die Abſperrung des Hochdruckzylinders in g vom Aufnehmer muß erfolgen, ſobald der bei c vorausgeſetzte Aufnehmerdruck p erreicht iſt; d. h. es muß $p_g = p$ ſein. Es iſt deshalb empfehlenswert, die Linie $f_2 g_2 h_2 a_2$ rückwärts zu zeichnen und den Punkt f_2, alſo auch die Füllung des Niederdruckzylinders, aus dem Schnittpunkt der Linien $e_2 f_2$ und $g_2 f_2$ zu beſtimmen. Man zeichnet zunächſt $e_2 f_2$ über die vorausſichtlich erforderliche Länge beliebig weit hinaus, wählt dann Punkt h_2 unter Annahme der Kompreſſionsendſpannung und der Größe der Voreinſtrömung, zeichnet von h_2 mit O als Koordinatenurſprung die Linie $h_2 g_2$ rückwärts bis zur Spannung p. Von dem ſo gefundenen Punkt g_2 konſtruiert man die Linie $g_2 f_2$ rückwärts bis zum Schnitt mit $e_2 f_2$ in f_2. Für den zweiten Hub ergibt ſich demnach im Hochdruckzylinder die Linie $e_2 f_2 g_2 h_2 a_2$ und damit das Dampfdruckdiagramm $a_2 b_2 c_2 e_2 f_2 g_2 h_2 a_2$. — Für den Niederdruckzylinder war bisher nur die dem Linienzuge $e_2 f_2$ entſprechende Linie $o_2' n_2'$ gefunden worden. Es iſt jetzt noch zu beachten, daß die wahre Füllungslinie etwas tiefer, etwa von o_2 bis n_2 verlaufen wird, denn bei der Ueberſtrömung des Dampfes vom Hochdruckzylinder nach dem Niederdruckzylinder tritt ein gewiſſer Druckverluſt (3–6 %) ein; außerdem kommt am Füllungsende wieder die Dampfdroſſelung durch das abſchließende Steuerorgan zur Geltung. An die Füllung ſchließt ſich von n_1 bis i_1 die Expanſion und hieran von i_1 bis k_1 der Vorauslaß an; die Dampfdrucklinie iſt daher für den Niederdruckzylinder $o_2 n_2 i_2 k_2$.

Dritter Hub. Im Hochdruckzylinder vollzieht ſich von a' bis e' derſelbe Vorgang, wie beim erſten Hub von a bis e. Im Niederdruckzylinder findet gleichzeitig von k_1 bis l_1 Auslaß, von l_1 bis r_1 Kompreſſion und hierauf bis zum Totpunkt Voreinlaß ſtatt. Die entſprechende Dampfdrucklinie iſt $k_2 l_2 r_2 o_2$, ſo daß $o_2 n_2 i_2 k_2 l_2 r_2 o_2$ das ganze Dampfdruckdiagramm des Niederdruckzylinders darſtellt.

b) **Verbunddampfmaſchine mit 90° Kurbelverſetzung.** Fig. 4 zeigt dieſelbe Darſtellung für eine Verbundmaſchine mit 90° Kurbelverſetzung. Die beiden Kolbenweglinien liegen mit den Totpunkten nicht in gleicher Höhe, ſondern verſetzt um ein Stück, das einer Kurbeldrehung von 90° entſpricht.

Erſter Hub. Von a bis b erfolgt Füllung, von b bis c Expanſion. In c beginnt der Vorauslaß; der Hochdruckzylinder wird an den Aufnehmer angeſchloſſen, in dem wieder die Spannung $p < p_c$ vorauszuſetzen iſt. Die Drucklinie iſt $a_2 b_2 c_2 d_2$ und wird wie vorher beſchrieben erhalten; insbeſondere iſt die Miſchſpannung p_d am Hubende annähernd zu beſtimmen aus

$$(v + m + A)\, p_d = v_c\, p_c + A\, p, \qquad 2.$$

wobei $v_c = c_1 c$ iſt. Die Verbindungslinie iſt von c_2 nach d_2 ſchätzungsweiſe einzutragen.

Zweiter Hub. Von d bis e drückt der Kolben des Hochdruckzylinders den Dampf in den Aufnehmer. Der Druck ſteigt entſprechend der Linie $d_2 e_2$ (Mariotte von O_1 aus). In e beginnt der Voreinlaß des großen Zylinders, deſſen Kompreſſionsendſpannung p_r iſt. Von e bis f vollzieht ſich die Dampfmiſchung zugleich mit einer gewiſſen Volumenverkleinerung von $e_1 e_1'$ auf $f_1 o_1$. Die Spannung p_f in f_2 kann annähernd beſtimmt werden aus

$$(\tfrac{1}{2} v + m + A + M)\, p_f = (v_e + A)\, p_e + V_e\, p_r, \qquad 3.$$

wobei $v_e = e_1 e$ und $V_e = e' e_1'$ iſt. Die Verbindungslinie von e_2 nach f_2 iſt ſchätzungsweiſe einzutragen. In f beginnt die Füllung des großen Zylinders. Die Volumenänderung während der Füllung ergibt ſich aus der Aenderung der Länge der Wagerechten zwiſchen beiden Kolbenweglinien; die Aenderung der Spannung kann daher rechnungsmäßig nach dem Geſetz $p \cdot v =$ konſtant beſtimmt werden. Im erſten Teile der Füllung ſteigt die Spannung zunächſt noch an, da ſich das Geſamtvolumen verkleinert, indem der in der Hubmitte befindliche Kolben des Hochdruckzylinders ein größeres Volumen verdrängt, als der in der Totlage befindliche Kolben des Niederdruckzylinders zunächſt hinzuzufügen vermag. Die Geſchwindigkeit des Hochdruckkolbens iſt aber in der Abnahme, diejenige des Niederdruckkolbens in der Zunahme begriffen. Das Geſamtvolumen erreicht daher einen kleinſten Wert v_{min} und nimmt hierauf wieder zu, während die Spannung nach Erreichung des Höchſtwertes p_{max} wieder zu fallen beginnt, wie dies der Linienzug $f_2 g_2$ wiedergibt. In g wird der Hochdruckzylinder vom Aufnehmer abgeſperrt; die weitere Füllung des Niederdruckzylinders kann daher nur aus dem Aufnehmer erfolgen. Den Punkt g_2 beſtimmt man als Schnittpunkt der Linie $f_2 g_2$ mit der von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

h_2 aus rückwärts konſtruierten Kompreſſionslinie $h_2 g_2$ (Mariotte von O aus). An die Kompreſſion $g h$ des Hochdruckzylinders ſchließt ſich jetzt der Voreinlaß bis zum Totpunkt a' an, wofür die Linie $h_2 a_2$ einzutragen iſt, ſo daß $a_2 b_2 c_2 d_2 e_2 f_2 g_2 h_2 a_2$ das Diagramm des Hochdruckzylinders darſtellt. Für den Niederdruckzylinder hat man zunächſt für den Vorgang von f bis g die Spannungslinie $o_2' g_2'$ einzutragen, die der Spannungslinie $f_2 g_2$ des Hochdruckzylinders entſpricht. Nach Abſchluß des Hochdruckzylinders in g vollzieht ſich bis i die Füllung des Niederdruckzylinders allein aus dem Aufnehmer. Das Füllungsende in i iſt dadurch beſtimmt, daß der Niederdruckzylinder vom Aufnehmer abgeſperrt werden muß, ſobald in dieſem die vorher in c vorausgeſetzte Spannung p erreicht wird. Man konſtruiert deshalb von g_2' die Linie $g_2' i_2'$ (Mariotte von O aus) bis zur Erreichung der Spannung p in i_2'. Es iſt jetzt wieder zu beachten, daß anſtatt der Füllungslinie $o_2' g_2' i_2'$ die etwas tiefer liegende Linie $o_2 i_2$ zu wählen iſt, welche die Druckverluſte bei der Ueberſtimmung berückſichtigt. Im Niederdruckzylinder vollzieht ſich hierauf die Expanſion nach der Linie $i_2 k_2$ (Mariotte von O_1 aus); ferner der Vorauslaß nach $h_2 l_2$; ſchließlich Auslaß, Kompreſſion und Voreinlaß nach der Linie $l_2 n_2 r_2 o_2$, ſo daß $o_2 i_2 k_2 l_2 n_2 r_2 o_2$ das Diagramm des Niederdruckzylinders darſtellt.

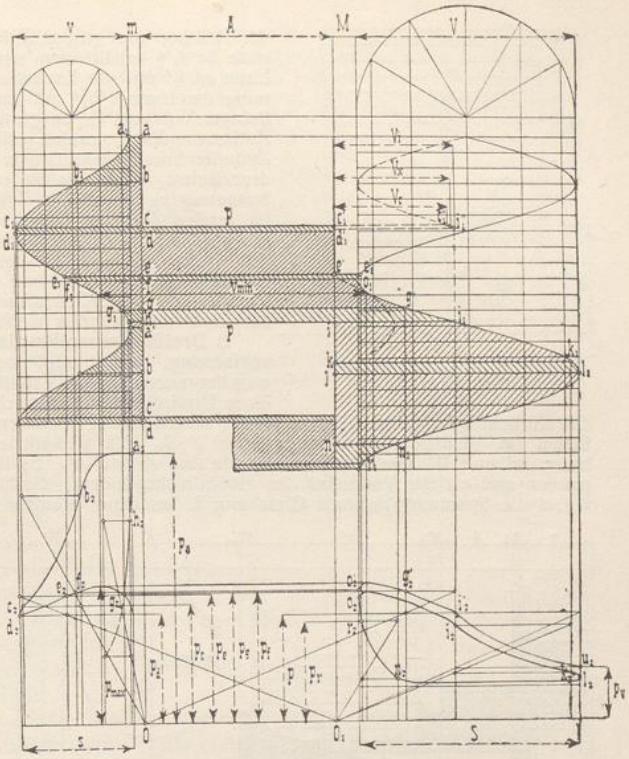


Fig. 4. Kolbenwegdiagramm für eine Verbundmaſchine mit 90° Kurbelverſetzung.

Es ſei noch darauf hingewieſen, daß das Füllungsende des Niederdruckzylinders in i früher eintreten ſoll als der Vorauslaß der zweiten bisher nicht betrachteten Kolbenſeite des Hochdruckzylinders; doch kann dies nicht immer erreicht werden. Es kommen dann in c beim Anſchluß des Hochdruckzylinders an den Aufnehmer andre Miſchungsverhältniſſe in Betracht, als ſie bei Aufſtellung der betreffenden Gleichung [2] für die Berechnung von p_d angenommen wurden. Das Volumen v_c des Hochdruckzylinders kommt dann in c nicht nur mit A, ſondern auch noch mit dem Volumen $V_c = c_1' c_1''$ des großen Zylinders in Verbindung. (Es gilt hierbei in Fig. 4 die punktierte Kolbenweglinie für die andre Kolbenſeite des großen Zylinders.) Berückſichtigt man, daß in i_1'' beim Füllungsende des großen Zylinders das Volumen V_i vom Geſamtvolumen abgeſchloſſen wird, ſo beſteht für die Berechnung der Spannung p_d im Totpunkte des kleinen Zylinders ſtatt 2. jetzt die Beziehung

$$v_c p_c + (A + V_c) p - V_i p_i = p_d (v + m + A). \qquad 4.$$

Hierbei iſt p_i die Spannung im großen Zylinder am Füllungsende; p_i kann aus der Bedingung abgeleitet werden, daß im Beharrungszuſtande die für einen Hub im Hochdruckzylinder aufgewendete Dampfmenge theoretiſch gleich der Hubdampfmenge des großen Zylinders ſein muß. Für den kleinen Zylinder kann als Maßſtab der Hubdampfmenge der Wert $v_c p_c - v_h p_h$ angeſehen werden. Für den großen Zylinder gilt dementſprechend der Wert $V_i p_i - V_e p_r$; aus der Gleichheit beider Werte folgt dann

$$V_i p_i = v_c p_c - v_h p_h + V_e p_r. \qquad 5.$$

Hat man die Punkte c_2, h_2 und r_2 im Dampfdruckdiagramm feſtgelegt, ſo kann nach 5. der Wert $V_i p_i$ berechnet werden; da nun nach Fig. 4 auch

$$(M + S) p_u = V_i p_i \qquad 6.$$

ſein muß, ſo kann auch p_u berechnet und die theoretiſche Expanſionslinie $u_2 i_2'$ für den Niederdruckzylinder von u_2 aus rückwärts bis zu einem beliebig anzunehmenden Punkte konſtruiert werden. Wählt man noch die Spannung p, und zwar wieder $p < p_c$, ſo kann nach 4. die Spannung p_d berechnet werden, wodurch Punkt d_2 gefunden iſt. Die Verbindungslinie $c_2 d_2$ iſt wieder ſchätzungsweiſe einzutragen. Für den Hochdruckzylinder kann jetzt der Linienzug $d_2 e_2 f_2 g_2 h_2 a_2$ in vorher angegebener Weiſe gezeichnet werden; insbeſondere behält auch Gleichung 3. volle Gültigkeit. Die Linie $o_2' g_2'$ folgt wieder durch einfache Uebertragung von $f_2 g_2$ auf die Niederdruckſeite. Von g_2' ab iſt die Expanſionslinie vom Punkte O aus zu konſtruieren, und zwar bis zum Volumen V_c, wobei ſich als Endſpannung der angenommene Wert p ergeben muß. Von c_1'' ab iſt jetzt auch die Vorauslaßſeite des kleinen Zylinders an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

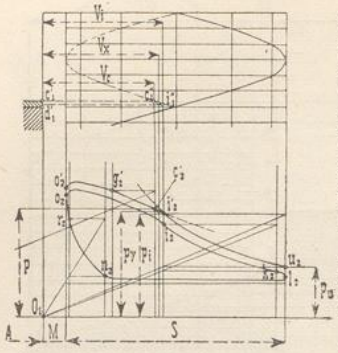


Fig. 5.

der Füllung des großen Zylinders beteiligt. Das Füllungsende in i_1'' erhält man nach Fig. 5 als Schnittpunkt der Linie $c_2' i_2'$ mit der Expanſionslinie $i_2' u_2$. Für die Aufzeichnung der Linie $c_2' i_2'$ gilt das folgende. Nimmt man ein beliebiges Volumen V_x im großen Zylinder an, ſo iſt aus dem Kolbenwegdiagramm das gleichzeitige Volumen v_x im kleinen Zylinder ſofort zu erkennen. Nach Eintragung der Dampfdrucklinie $c_2 d_2$ iſt aber für jeden Wert v_x auch die zugehörige Spannung p_x im kleinen Zylinder bekannt. Die gleichzeitig im großen Zylinder und im Aufnehmer herrſchende Spannung p_y iſt aber beſtimmt durch die Beziehung

$$v_x p_x + (A + V_x) p_y = v_c p_c + (A + V_c) p. \qquad 7.$$

Hiernach läßt ſich die Linie $c_2' i_2'$ einzeichnen. Die weitere Konſtruktion des Niederdruckdiagramms geſchieht dann in der ſchon angegebenen Weiſe.

c) **Dreifachexpanſionsdampfmaſchine mit 120° Kurbelverſetzung.** Fig. 6 zeigt noch die Verwendung der Kolbenwegdiagramme für die Ermittlung der Dampfdruckdiagramme einer Dreifachexpanſionsmaſchine mit 120° Kurbelverſetzung. Die Kurbelfolge iſt hierbei: Hochdruck-, Niederdruck-, Mitteldruckzylinder. Die Zylinderinhalte ſtehen im Verhältnis $v : v' : V$ bezw. $s : s' : S$. Die ſchädlichen Räume haben die Größe m bezw. m' und M. Die Aufnehmerinhalte ſind A und A'. Es iſt $a\,b$ die Füllung, $b\,c$ die Expanſion und $c\,d$ der Vorauslaß des Hochdruckzylinders; hierfür gilt die Drucklinie $a_2\, b_2\, c_2\, d_2$, wobei die Spannung p_d nach Gleichung 2. berechnet werden kann. Von d bis e folgt Kompreſſion im kleinen Zylinder und im Aufnehmer A, hierauf von e bis f Voreinlaß des Mitteldruckzylinders. Die Drucklinie hierfür iſt $d_2\, e_2\, f_2$, wobei p_e durch Konſtruktion von O_1 aus, p_f dagegen durch Berechnung aus

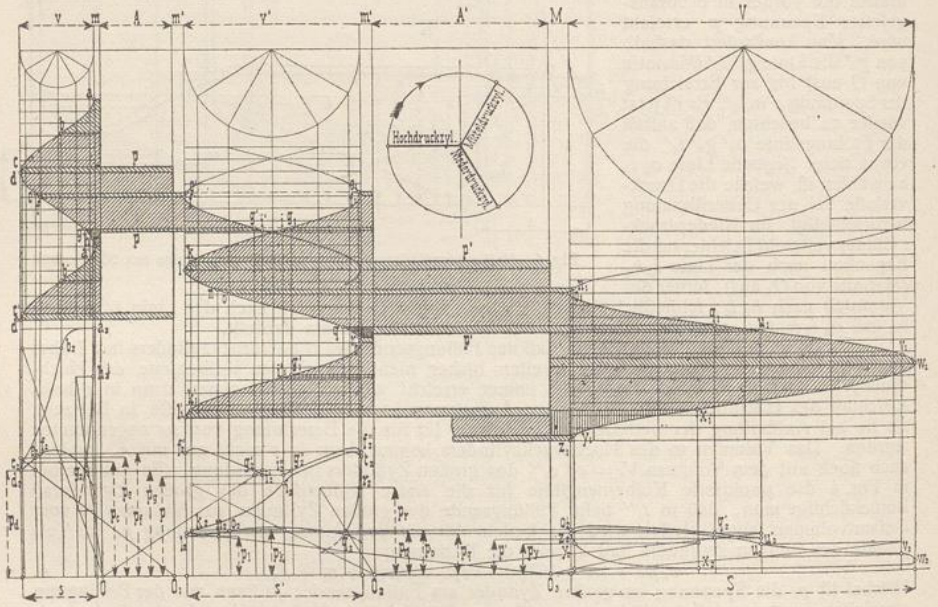


Fig. 6. Kolbenwegdiagramm für eine Dreifachexpanſionsmaſchine mit 120° Kurbelverſetzung.

$$(v_e + A)\, p_e + v_e'\, p_r = (v_f + A + m')\, p_f \qquad 8.$$

gefunden werden. Die Werte v_e, v_e', v_f geben die Zylinderinhalte einſchließlich der ſchädlichen Räume für die Kolbenſtellungen e, e' und f an. Von f bis g wird der Mitteldruckzylinder aus dem kleinen Zylinder und dem Aufnehmer A gefüllt. Punkt g_2 ergibt ſich als Schnittpunkt der beiden Linien $f_2\, g_2$ und $h_2\, g_2$. Ferner iſt $g\,h$ = Kompreſſion und $h\,a'$ = Voreinlaß im Hochdruckzylinder. Es iſt $a_2\, b_2\, c_2\, d_2\, e_2\, f_2\, g_2\, h_2$ das Diagramm des Hochdruckzylinders. Von g' bis i' wird der Mitteldruckzylinder aus dem Aufnehmer A allein gefüllt, bis in i' die vorher in c vorausgeſetzte Aufnehmerſpannung p erreicht iſt. Es iſt $f_2' g_2'$ die Uebertragung der Linie $f_2\, g_2$ und $g_2' i_2'$ eine Mariotte von O aus bis zur Spannung p. Die Linie $f_2' g_2' i_2'$ iſt nach $f_2'' g_2'' i_2''$ übertragen, worauf mit Berückſichtigung der Druckverluſte die wahre Füllungslinie $i_2\, i_2$ des Mitteldruckzylinders eingezeichnet werden kann. Von i bis k expandiert der Dampf im Mitteldruckzylinder; in k erfolgt Vorauslaß, d. h. Anſchluß des Mitteldruckzylinders an den Aufnehmer A'. Die Linie $i_2\, k_2$ iſt eine von O_2 aus gezeichnete Mariotte. Punkt l_2 erhält man durch Berechnung der Spannung p_l aus der Beziehung

$$v_k'\, p_k + A'\, p' = (v' + m' + A')\, p_l. \qquad 9.$$

Die Linie $k_2 l_2$ ist hierauf schätzungsweise einzutragen; die Spannung p' im Aufnehmer A' ist etwas kleiner als p_k vorauszusetzen. Von l bis n wird der Dampf im Mitteldruckzylinder und im Aufnehmer A' komprimiert. $l_2 n_2$ ist eine Mariotte von O_3 aus. In n bezw. n_1 beginnt für den Niederdruckzylinder der Voreinlaß, der bis o bezw. o_1 dauert. Die Endspannung p_0 ist wieder bestimmt durch die Gleichung: $(v_n' + A')\, p_n + V_n\, p_y = (v_o' + A' + M)\, p_o$. 10.
Die Linie $n_2 o_2$ ist hierauf schätzungsweise einzuzeichnen. Von o bis q wird der Niederdruckzylinder aus dem Mitteldruckzylinder und dem Aufnehmer A' gefüllt. Die durch Rechnung gefundenen Spannungen liefern den Linienzug $o_2 q_2$ für den Mitteldruckzylinder, bezw. $o_2' q_2'$ für den Niederdruckzylinder; q_2 wird als Schnittpunkt der Linien $o_2 q_2$ und $r_2 q_2$ gefunden. Es ist $q r$ Kompression und $r t$ Voreinlaß im Mitteldruckzylinder, so daß sich demgemäß das Dampfdruckdiagramm $t_2 i_2 k_2 l_2 n_2 o_2 q_2 r_2$ für den Mitteldruckzylinder ergibt. Der Niederdruckzylinder wird aus dem Aufnehmer A' noch von q_1 bis u_1 gefüllt, bis nämlich die in k vorausgesetzte Aufnehmerspannung p' wieder erreicht ist; $q_2' u_2'$ ist daher eine von O_4 konstruierte Mariotte mit der Endspannung p'. Sobald wieder die wahre Füllungslinie $z_2 u_2$ etwas tiefer als $o_2' q_2' u_2'$ eingetragen worden ist, läßt sich das Niederdruckdiagramm $z_2 u_2 v_2 w_4 x_2 y_2$ in bekannter Weise fertig zeichnen.

Literatur: [1] Schröter, M., Methode der graphischen Behandlung mehrzylindrischer Dampfmaschinen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884, S. 191. — [2] Gottlob, Sigmund, Zur graphischen Untersuchung mehrzylindrischer Dampfmaschinen, ebend. 1884, S. 643. — [3] Werner, R. R., Zwei- und Dreizylinderdampfmaschinen, deren arithmetische und graphische Berechnung, ebend. 1884, S. 822. — [4] Mönch, E., Konstruktion der Diagramme von Mehrzylinderdampfmaschinen, ebend. 1890, S. 553. — [5] Illeck, J., Die graphische Berechnung mehrzylindrischer Dampfmaschinen, ebend. 1899, S. 14. — [6] Des Ingenieurs Taschenbuch „Hütte", Berlin 1905, I. Teil, S. 993—997. — Vgl. a. Literaturangaben von Dampfmaschinenlehrbüchern unter Dampfmaschinen, Bd. 2, S. 609 und 610. *O. Herre.*

Kolk, s. Auskolkung.

Kolkothar, s. Eisenrot, Roteisenerz.

Kollektivlinse, Sammellinse, insbesondere bei Fernrohren und Mikroskopen die Konvexlinse, welche die bereits durch das Objektiv konvergent gemachten Strahlen noch stärker konvergent macht. *Aug. Schmidt.*

Kollektor, s. Dynamomaschine, Bd. 3, S. 187.

Kollergang, s. Mühlen.

Kolletschnur, s. v. w. Platinenschnur (Korde), s. Weberei.

Kolligative Eigenschaften nennt Ostwald nach einem Vorschlage Wundts diejenigen physikalischen Merkmale chemischer Körper, die von der speziellen Natur derselben wie der Art und Anordnung der Atome in ihnen völlig unabhängig sind, dagegen für chemisch vergleichbare (äquimolekulare) Mengen gleich werden und somit zur Bestimmung des Molekulargewichts der Stoffe dienen können.

Solche Eigenschaften sind das Molekularvolumen in Gasgestalt, bei gelösten Körpern der osmotische Druck, die Erniedrigung des Dampfdrucks, des Gefrierpunkts, die Erhöhung des Siedepunkts des Lösungsmittels, die Beeinflussung der Löslichkeit und manche andre.

Literatur: Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Bd. 1, 2. Aufl., Leipzig 1891; Nernst, Theoretische Chemie, Stuttgart 1906. *Abegg.*

Kollimation, das Zusammenfallen zweier Richtungen, welche bei astronomischen oder geodätischen Instrumenten durch die Absehlinie des Fernrohres (oder der Visiereinrichtung) und gewissen andern Linien, die sich als Achsen oder Durchmesser von Kreisteilungen darstellen, gegeben sind.

Man spricht von einem Kollimationsfehler, wenn dieses durch die Theorie für den ideellen Zustand des Instruments geforderte Zusammenfallen nicht stattfindet. Zum Beispiel kann verlangt werden, daß bei einem Höhenkreise die Absehlinie des Fernrohrs mit dem Durchmesser 0^0—180^0 der Teilung des Vertikalkreises parallel ist. Ist das nicht der Fall, so wird der Winkel zwischen Durchmesser und der senkrechten Projektion der Absehlinie auf die Ebene des Kreises als Kollimationsfehler bezeichnet. (In neuerer Zeit pflegt man in diesem Fall wohl auch von einem Indexfehler zu sprechen.) Steht in einem andern Falle bei einem Durchgangsinstrument die Absehlinie des Fernrohres nicht senkrecht zur Umdrehungsachse, so wird die Abweichung des Winkels zwischen beiden Linien von 90^0 auch Kollimationsfehler genannt. Es gibt in der Theorie der Beobachtungskunst vielerlei Methoden, den Kollimationsfehler zu bestimmen oder zu eliminieren, z. B. durch Umlegen der Kippachsen der Instrumente in ihren Lagern oder durch Durchschlagen des Fernrohres. Es sind darüber zu vergleichen die Artikel: Durchgangsinstrumente, Theodolit, Kollimator u. s. w. *Ambronn.*

Kollimationsachse, Zielachse, Absehlinie des Zielfernrohrs an astronomischen und geodätischen Instrumenten, s. Fadenkreuz. Kollimationsfehler, die Abweichung dieser Achse von der Stellung, welche der Theorie des Instruments entspricht; s. Theodolit, Nivellieren. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kollimator. Kollimatoren sind Hilfsfernrohre zur Bestimmung des Kollimationsfehlers, der Biegung und ähnlicher Fehler bei großen astronomischen oder geodätischen Meßinstrumenten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Solche Hilfsfernrohre werden dazu verwendet, mittels ihrer Abfehlinien beftimmte Richtungen zu fixieren, die für die eigentlichen Meßinftrumente dann zum Vergleich der Ablefungen mit den ideellen Angaben dienen. Man verwendet entweder einen oder zwei folcher Kollimatoren gleichzeitig; im letzteren Falle fo, daß die Richtungen ihrer Abfehlinien miteinander zum Zufammenfallen gebracht werden oder wenigftens einander genau parallel verlaufen. Steht dann z. B. ein Meridiankreis, ein Durchgangsinftrument oder ein Theodolit fo zwifchen diefen Kollimatoren, daß deren gemeinfame Abfehrichtung zufammenfällt mit der Richtung der Abfehlinie des Hauptinftrumentes in deffen einer Lage, fo wird in deffen andrer Lage (d. h. entweder um genau 180° gedreht oder in den Lagern umgelegt) die Abweichung zwifchen den beiderfeitigen Abfehlinien, die durch ein Schraubenmikrometer (am Hauptinftrument oder an einem der Kollimatoren) gemeffen werden kann, den doppelten Kollimationsfehler bezeichnen. Man nennt wohl auch Linfen oder Spiegel, welche dazu dienen, Lichtftrahlen, die von einem Punkt ausgehen, parallel und fo folche Lichtquellen auf große Entfernungen hin fichtbar zu machen Kollimationslinfen oder fchlechtweg Kollimatoren. Auch in Fernrohren und Mikrofkopen kommen folche Kollimationslinfen vor, fie haben dort den Zweck, Strahlenbündel, die vom Objekt durch das Objektiv des Inftruments eintreten, ftärker konvergent zu machen, alfo fchon vor Entftehen des Bildes mehr oder weniger „zu fammeln". — Im einzelnen find hier die Artikel: Meridiankreis, Durchgangsinftrument, Fernrohr, Mikrofkop u. f. w. zu vergleichen.

Literatur: Alles auf Kollimatoren, die bei aftronomifchen und geodätifchen Inftrumenten und Meffungen Verwendung finden, Bezügliche findet fich in Ambronn, L., Handbuch der aftronomifchen Inftrumentenkunde, Berlin 1899, Bd. 1, S. 89 ff., wo auch alle wichtigere Originalliteratur angegeben ift. *Ambronn.*

Kollineation, beftimmte Art der Verwandtfchaft geometrifcher Figuren, bei welcher fich Punkt für Punkt, Seite für Seite entfprechen. So find z. B. eine Figur und ihre fenkrechte Projektion auf eine Ebene kollinear. Kongruenz und Aehnlichkeit find Grenzfälle der Kollineation. *Wölffing.*

Kollifionsfchott, ein Querfchott im Bug der Handelsfchiffe, welches bei Kollifionen und demnach Befchädigungen des Buges die vorderen Laderäume gegen Waffereinbruch fchützt. *T. Schwarz.*

Kollodium (lösliche Schießbaumwolle), die alkoholifch-ätherifche Löfung eines Gemenges von Salpeterfäureeftern der Cellulofe, welches durch Einwirkung von Salpeterfchwefelfäure auf Cellulofe entfteht und gewöhnlich auch als fchwach nitrierte Cellulofe bezeichnet wird.

Je nach den Reaktionsbedingungen befitzt die entftehende fogenannte Nitrocellulofe verfchiedene Eigenfchaften. Bei der Einwirkung eines kalten Gemifches von 1 Teil Salpeterfäure mit 2—3 Teilen konzentrierter Schwefelfäure auf reine Baumwolle entfteht Schießbaumwolle oder Pyroxylin. Diefe ift im wefentlichen das Hexanitrat der Cellulofe, unlöslich in Alkohol und Aether und in dem Gemifch beider und fehr explofiv. Läßt man dagegen 1 Teil reine Baumwolle in einem Gemenge von 20 Teilen gepulvertem Salpeter mit 30 Teilen konzentrierter Schwefelfäure 12—24 Stunden ftehen, indem man durch Befchweren mit Glasftäben dafür forgt, daß die Baumwolle während der Einwirkungsdauer von der Flüffigkeit bedeckt bleibt, fo erhält man ein Produkt, welches, durch forgfältiges Wafchen mit Waffer von der anhaftenden Säure befreit und an der Luft getrocknet, äußerlich unveränderte Baumwolle darftellt, jedoch beim Anzünden unter fchwachem Verpuffen verbrennt und in einem Gemifch von 3 Teilen Alkohol und 18 Teilen Aether löslich ift, oder man arbeitet mit fchwächeren Säuren und läßt gleiche Teile Salpeterfäure von 75 % Monohydrat und Schwefelfäure von 96 % Monohydrat bei einer Temperatur von 40° C. 1—1½ Stunden einwirken. Diefes Produkt befteht wefentlich aus dem Tetra- und Pentanitrat der Cellulofe $C_{12}H_{16}(O \cdot NO_2)_4O_6$ und $C_{12}H_{15})O \cdot NO_2)_5O_5$ und wird als lösliches Pyroxylin oder Kollodiumwolle bezeichnet; feine alkohol-ätherifche Löfung, eine firupdicke, fchleimige, aber klare Flüffigkeit, ift das Kollodium. Diefelbe hinterläßt beim Verdunften das Pyroxylin in Geftalt eines dünnen, durchfichtigen, in Waffer unlöslichen Häutchens und wird daher zum Verkleben von Wunden und in der Photographie verwendet. Eine Löfung von Kollodiumwolle in Nitroglyzerin zu gleichen Teilen liefert eine Sprenggelatine. Durch inniges Vermifchen mit Kampfer erhält man das fogenannte Celluloid (f. Cellulofe, Celluloid und Celluloidlacke, Pyroxyline).

Literatur: Beilftein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig 1893, 3. Aufl., Bd. 1, S. 1076; Schmidt, Lehrbuch der pharm. Chemie, Braunfchweig 1903; Guttmann, Schieß- und Sprengmittel, ebend. 1900. *Bujard.*

Kollodium, photographifches, ift eine Löfung von Kollodiumwolle in Aetheralkohol, welche mit photographifchen Präparaten verfetzt ift.

Photographifches Negativkollodium enthält z. B. Jodkadmium, Jodammonium und eventuell auch Bromfalze. Es wird auf Glasplatten ausgegoffen und in Silbernitratlöfungen empfindlich gemacht (Bildung von Jod- bezw. Bromfilber). Hierauf beruht das naffe Kollodiumverfahren. Kollodiumbilder auf lackierten Eifenplatten f. Ferrotypie. — Bromfilberkollodium enthält in feinfter Verteilung (Emulfion) Bromfilber. Es wird nach Zufatz geeigneter Farbftoffe (Farbenfenfibilifatoren) zur Reproduktion von farbigen Objekten verwendet. Chlorfilberkollodium, das außer Chlorfilber noch Silbernitrat, -zitrat, ferner Zitronenfäure u. f. w. enthält, dient zum Ueberziehen von entfprechend vorbereiteten Papieren zur Herftellung von photographifchen Kopierpapieren (Celloidinpapier). *J. M. Eder.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kollodiumseide, s. Kunstseide.

Kollograph, s. Hektograph.

Kolloide, lösungsfähige feste Körper, deren Lösungen sich in vieler Hinsicht erheblich von den im Gegensatz zu ihnen Kristalloide (s. d.) genannten unterscheiden. Zunächst sind Kolloide nicht kristallisierbar, sie diffundieren (s. Diffusion) ungemein langsam, besitzen einen auffallend geringen osmotischen Druck, erniedrigen kaum den Dampfdruck und Gefrierpunkt, erhöhen den Siedepunkt ihres Lösungsmittels sehr wenig, und viele von ihnen sind imstande, gelatinierende Lösungen zu geben. Alle diese Eigenschaften finden eine Erklärung in der Annahme einer abnormen Größe der Kolloidmolekeln.

Die üblichen Methoden zur Bestimmung des Molekulargewichts (s. d.), gegen deren Gültigkeit bei Kolloiden kein Grund spricht, ergeben Molekulargewichtszahlen von nicht viel unter 1000 an bis zu Zahlen von der Größe ca. 50000. Einige der wichtigsten Kolloide sind Kieselsäure, Tonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und viele andre Metallhydroxyde, Stärke, Dextrin, Gummiarabikum, Karamel, Tannin, Eiweiß und Leim (Gelatine), von dessen letzteren griechischem Namen der Name der Körperklasse stammt. Es haben sich z. B. folgende Molekulargewichte ergeben, welche teils als nur ungefähr richtig, jedenfalls als Minimalwerte anzusehen sind, da die häufig mögliche Verunreinigung mit Kristalloiden zu geringe Molekulargewichte ergeben würde:

Gummi	ca. 3200	Dextrin	ca. 1100	Konglutin	ca. 9500
Leim	„ 5000	Eiweiß	„ 14000	Eisenhydrate	„ 6000
Wolframsäure	„ 800	Tannin	„ 1100	Kieselsäure	> 49000

Für die langsame Diffusion der Kolloide zeugen folgende Angaben von Graham, dem Entdecker dieser Körperklassen: Es diffundieren gleich weit in Zeiten, die sich wie die nebenstehenden Zahlen verhalten:

Kristalloide:				Kolloide:	
Salzsäure	1	Zucker	7	Eiweiß	49
Chlornatrium	2,33	Magnesiumsulfat	7	Karamel	98

Auf dieser ungeheuer verschiedenen Diffusionsgeschwindigkeit beruht auch im wesentlichen die Reinigung der Kolloide von Kristalloiden, indem man nämlich letztere aus ihnen hinaus diffundieren läßt. Eine noch handlichere Trennungsmethode bietet die Dialyse (s. d.), welche auf der Unfähigkeit der Kolloide beruht, die Poren der verschiedensten Membranen, z. B. Pergament, zu durchdringen, wohl wegen der Größe ihrer Molekeln. Anscheinend aus demselben Grunde kann ein Lösungsmittel, welches mit einem Kolloid bis zum Gelatinieren gesättigt ist, kein andres Kolloid mehr aufnehmen, während ja gesättigte Lösungen von Kristalloiden für andre Kristalloide noch annähernd dieselbe Lösungsfähigkeit besitzen wie das reine Lösungsmittel (vgl. Löslichkeit). Gelatinierte Kolloidlösungen verhalten sich Kristalloiden gegenüber in ihrem Lösungsvermögen wie das reine Lösungsmittel, auch die Diffusion und das elektrolytische Leitungsvermögen von Kristalloiden in solchen (mit Gelatine oder Agar-Agar) gelatinierten Lösungen wird durch die Anwesenheit des Kolloids nur unwesentlich beeinflußt. Kolloidlösungen gerinnen (gelatinieren) durch Temperaturerniedrigung oder Zusatz kleiner Mengen fremder Körper, und solche gelatinierte Lösungen verhalten sich vergleichbar einem mit Flüssigkeit vollgesogenen Schwamm, dessen Substanz dem Kolloid entsprechen würde. Man kennt auch kolloidale Lösungen andrer Lösungsmittel als Wasser, z. B. Kautschuk in Benzol und Tannin in Eisessig.

Man unterscheidet reversible Kolloide, die nach Ausscheidung (Koagulierung) aus ihren Lösungen wieder in Lösung gebracht werden können (z. B. Gelatine, Dextrin), und irreversible, wie Stärke, Kieselsäure, Eisenhydrat, die dann unlöslich bleiben.

Literatur: Nernst, Theoretische Chemie, Stuttgart 1906; Graham, Liebigs Annalen, **121**, 1 (1862); Sabanejeff, Journ. russ. Ges., **1**, 80 (1891). *Abegg.*

Kolmation (aus dem italienischen „colmata“ abgeleitet) bedeutet die Erhöhung von Ländereien durch Auffchwemmung von Sinkstoffen (Kies, Sand, Schlamm). Vgl. [1]—[5].

In **natürlicher Weise** vollzieht sich der Vorgang der Auflandung vielerorts da, wo die Hochfluten unbedeichter Flüsse über die Ufer austreten, die Niederungen unter Wasser setzen und infolge der hierbei eintretenden Verminderung der Abflußgeschwindigkeit ihre Sinkstoffe zum größeren oder kleineren Teil absetzen; derart kann das Niederungsgelände im Lauf längerer Zeiträume eine namhafte Erhöhung erfahren.

Die **künstliche Kolmation** tiefgelegener versumpfter Gebiete kann verschiedenerlei Zwecke kulturtechnischer, hygienischer und hydrotechnischer Art im Auge haben.

In kulturtechnischer Hinsicht wird durch die Erhöhung des Geländes die vorhandene Versumpfung aufgehoben, der schädliche Einfluß des zu hohen Grundwasserstandes beseitigt, der regelmäßige Abfluß des Tagwassers und eine zweckmäßige Bodenentwässerung ermöglicht, die pflanzentragende Bodenschicht — insbesondere durch Auffchlämmung toniger Bestandteile — verbessert und derart das Gedeihen von Kulturpflanzen ermöglicht oder befördert.

In gesundheitlicher Beziehung erlangt die Kolmation insofern oft große Bedeutung, als durch Urbarmachung von Sümpfen die Gefahren beseitigt werden, welche infolge des Entstehens miasmatischer Ausdünstungen Leben und Gesundheit der Anwohner bedrohen. So konnten die umfangreichen Sumpfgebiete des Chianatales und der Maremmen in Italien nur durch die Ausführung großartiger Kolmationsarbeiten besiedelungs- und kulturfähig gemacht werden [3].

Endlich kann die Kolmation als rein hydrotechnisches Hilfsmittel zur Anwendung kommen bei der Korrektion der die Sumpfniederung regellos durchziehenden Wasserläufe, denen es bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der tiefen und flachen Lage des Sumpfgebietes an der erforderlichen Vorflut gebricht. Hier wird durch die als Vorarbeit der Korrektion zu betrachtende planmäßige Aufhöhung eines für den neuen Flußlauf in Anſpruch zu nehmenden Geländeſtreifens zunächſt die für die Gefällentwicklung der Korrektionsanlage erforderliche Höhenlage geſchaffen, um alsdann den korrigierten Fluß in dieſe Anſchwemmung einzubetten. Derart wurde bei der Regelung der Waſſerläufe im Chianatal in Italien verfahren [3].

Die Vorausſetzung einer wirkſamen Kolmation iſt das Vorhandenſein eines Waſſerlaufes, welcher erhebliche Mengen feſter Stoffe mit ſich führt und ſo hoch liegt, daß eine möglichſt vollſtändige Abſchwemmung dieſer Stoffe in die Niederung möglich wird. Die Menge der Sinkſtoffe des zu benutzenden Waſſerlaufes zu kennen iſt für den Entwurf einer Kolmation wichtig, um hiernach die für dieſelbe erforderliche Zeitdauer oder die Möglichkeit der Durchführung einer Kolmation von gegebenem Umfang überhaupt bemeſſen zu können. Der **Gehalt an Sinkſtoffen** iſt in den einzelnen Waſſerläufen verſchieden; auch wechſelt er ſelbſtverſtändlich bei jedem Gewäſſer mit den Waſſerſtänden. Am ſchlammreichſten ſind Gebirgsflüſſe, welche aus ſedimentären Formationen kommen, und um ſo ſchlammreicher, je ſteiler ihr Quellgebiet iſt. Einen weſentlichen Einfluß auf die Schlammführung hat der Kulturzuſtand des Einzugsgebietes und die größere oder geringere Fürſorge für den Zuſtand der Waſſerläufe auf denjenigen Strecken, wo ſie den Charakter von Wildbächen beſitzen. So führen ganz außerordentliche Schlammmengen die von den waldarmen Appenninen herabkommenden Flüſſe und Bäche in Italien (z. B. enthält der Ombrone nach Markus [3] bei Hochwaſſer nicht weniger als 8 Volumprozente Schlamm!); dieſelben ſind deshalb zu den umfaſſenden Kolmationsanlagen jener Gegend hervorragend geeignet. Von andern Waſſerläufen werden folgende Gehalte an Sinkſtoffen angegeben:

Var	36,617 kg	Schlamm in 1 cbm Hochwaſſer
Seine	2,740 „	„ „ „ „ „
Rhône bei Lyon . .	1,256 „	„ „ „ „ „
Loire bei Tours . .	0,467 „	„ „ „ „ „
Elbe	0,109 „	„ „ „ „ „

Der Rhein führt nach Grebenau 0,1—1,5 ‰ Gewichtsteile Schlamm bei verſchiedenen Waſſerſtänden. Beim Entwerfen größerer Kolmationen iſt eine vorherige Meſſung der nutzbaren Sinkſtoffmengen in dem zu benutzenden Waſſerlauf nicht zu umgehen.

Die **Zuleitung des Schlammwaſſers** zur Kolmationsfläche kann bei unmittelbarer Nachbarſchaft des Fluſſes aus dieſem ſelbſt geſchehen; andernfalls ſind beſondere Kanäle für dieſen Zweck anzulegen. Bei Herſtellung der Kolmationskanäle iſt es von größter Wichtigkeit, denſelben eine ſolche Höhenlage zu geben, daß auch bei fortſchreitender Aufhöhung des Kolmationsgebietes dieſes immer noch durch den Kanal beherrſcht wird; der Endpunkt des letzteren hat demnach diejenige Höhe zu erhalten, welche das Gelände nach beendeter Kolmation planmäßig beſitzen ſoll. Nicht minder wichtig iſt die richtige Gefällbemeſſung für den Kolmationskanal, um dieſen zur Abführung der im Waſſer enthaltenen Sinkſtoffe zu befähigen und zu verhüten, daß ſie im Kanal liegen bleiben.

Zur Fortbewegung der Sinkſtoffe ſind an der Sohle des Kanals folgende Geſchwindigkeiten erforderlich:

bei feinem Ton . .	0,15 m
„ Sand	0,30 „
„ Kies	0,60 „
„ Kieſelſteinen . .	0,90 „

Die mittleren Profilgeſchwindigkeiten werden dieſe Werte um etwa ein Drittel überſteigen müſſen. Beim Gebrauch der üblichen Geſchwindigkeitsformeln iſt zu beachten, daß bei ſchlammreichem Waſſer ein größerer Rauhigkeitskoeffizient einzuführen iſt (bei der Ganguillet-Kutterſchen Formel n mindeſtens = 0,030—0,035).

Das Kolmationsgebiet wird durch Dämme in paſſende Abteilungen zerlegt und das Waſſer zwiſchen den Dämmen aufgeſtaut. Die Stauhöhe über der Bodenfläche beträgt meiſt 0,5—1,2 m; größere Stauhöhen werden wegen der Koſten der Dammſchüttungen tunlichſt vermieden, wenngleich die Aufhöhung naturgemäß um ſo raſcher voranſchreitet, je höher das Waſſer über den Boden angeſtaut wird. Ueber die Größe der einzelnen Staubecken gibt es keine allgemeine Regel; ſie hängt weſentlich von der Größe des Zufluſſes ab. In Italien werden Staubecken von mehreren Quadratkilometern Flächengehalt angelegt; im allgemeinen gilt dort der Grundſatz, die Waſſermengen nicht unnötig zu zerſplittern.

Der **Kolmationsbetrieb** iſt entweder ein unterbrochener oder ein dauernder. Beim unterbrochenen Betrieb bleibt das eingelaſſene Waſſer einige Zeit ruhig im Kolmationsbecken ſtehen und wird dann in geklärtem Zuſtand abgelaſſen, um durch friſches Waſſer erſetzt zu werden. Je häufiger der Wechſel, deſto raſcher die Auflandung. Der dauernde Betrieb wird namentlich bei geringer Zuflußmenge angewendet, wo eine häufige Erneuerung des Waſſers nicht möglich iſt. Das Waſſer fließt dann in langſamer Bewegung von einem Staubecken in das andre; zu dem Zweck ſind in den Zwiſchendämmen Einſchnitte angebracht, die ein ruhiges Ueberfließen geſtatten. Da bei dieſer Betriebsweiſe die oberen Abteilungen ſich naturgemäß raſcher aufhöhen als die unteren, muß das Grabennetz ſo angelegt ſein, daß nach Bedarf einer jeden Abteilung das friſche ſchlammreiche Waſſer zugeführt werden kann.

Ebenſo wichtig wie die Zuleitung iſt auch eine richtige **Ableitung** des geklärten Waſſers aus den Kolmationsbecken. Die hierzu dienenden Ablaßſchleuſen müſſen ſo eingerichtet ſein, daß das Waſſer von der Oberfläche — alſo mit Ueberfällen — und nicht am Boden — mit Grundablaß — abfließt, damit nicht die abgelagerten Sinkſtoffe mitgeriſſen werden. Durch einen Abzugskanal mit freier Vorflut muß für eine vollſtändige und raſche Ableitung des zur Auflandung benutzten Waſſers aus dem Kolmationsgebiet geſorgt werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die umfangreichſten Kolmationen ſind in Südfrankreich an den Flüſſen Var [7], Durance und Iſère [6] ausgeführt, ferner in Italien. Von den italieniſchen Kolmationen ſind beſonders bemerkenswert jene im Chianatal und in den Maremmen von Toskana, welche als großartige Werke der Waſſerbaukunſt bezeichnet werden können. Die Kolmationsanlagen des Val di Chiana [9] erſtrecken ſich über ein in den beiden Provinzen Arezzo und Siena belegenes Gebiet von 65 km Länge und 5 km Breite von der Stadt Chiuſi im Süden bis gegen die Stadt Arezzo im Norden, welches vom Chianafluß durchzogen wird. Durch den ungeordneten Zuſtand dieſes Fluſſes und die zahlreichen, aus dem benachbarten Gebirge hervorbrechenden Wildbäche, deren maſſenhafte Geſchiebe in der gefällarmen Talſohle ſich regellos ausbreiteten, wurde allmählich eine vollſtändige Verſumpfung des Talbodens herbeigeführt, welche im Mittelalter ihren Höhenpunkt erreichte und den Aufenthalt von Menſchen wie auch jegliche Bodenbenutzung unmöglich machte. An dem Problem der Entwäſſerung und Urbarmachung dieſes Sumpfgebietes haben ſeit jener Zeit die bedeutendſten Techniker und Gelehrten, wie Galilei, Torricelli, Prony, Humboldt, Poſſenti u. a., ſich verſucht und die verſchiedenartigſten Projekte vorgeſchlagen. Zur Ausführung gelangte ſchließlich ein Entwurf, nach welchem die Herſtellung des erforderlichen Abflußgefälles in der nahezu horizontalen Talſohle des Chianafluſſes durch eine großartige Kolmation bewirkt werden ſoll, und zwar derart, daß die Gefällrichtung des Tales von Süd nach Nord mit Ausmündung in den Arno ſich ergibt, während in früheren Jahrhunderten der Fluß in der umgekehrten Gefällrichtung in den Tiber ſich ergoſſen hatte. Zu den ſchon im 14. Jahrhundert noch wenig planvoll begonnenen, erſt in der neueren Zeit ſyſtematiſch betriebenen Kolmationsarbeiten traten im vorigen Jahrhundert planmäßige Korrektionsarbeiten an dem Hauptgewäſſer und die Anlage größerer Kanäle in dem 14823 ha umfaſſenden Bonifikationsgebiete. Der Erfolg der wenngleich noch nicht vollendeten Arbeiten iſt als ein hervorragender zu bezeichnen, indem der größere Teil des Gebiets bereits der Kultur zugeführt iſt und der Wertzuwachs des Geländes die aufgewendeten Koſten bedeutend überſteigt, außerdem die ehedem gefürchteten Sümpfe beſeitigt und die menſchlichen Wohnſtätten ſaniert ſind.

Nicht minder bedeutend iſt die Kolmation der Maremmen von Toskana [8], einer Gruppe von Sümpfen an der Weſtküſte Italiens zwiſchen den Städten Civitavecchia im Süden und Livorno im Norden, welche ein Gebiet von 120 km Länge bei 24 km Breite mit einer Bonifikationsfläche von 14967 ha umfaſſen.

Literatur: [1] Hagen, G., Handbuch der Waſſerbaukunſt, Berlin 1869, 1. Teil, Bd. 1. — [2] Perels, E., Handbuch des landwirtſchaftl. Waſſerbaues, 2. Aufl., Berlin 1884. — [3] Markus, E., Das landwirtſchaftliche Meliorationsweſen Italiens, Wien 1881. — [4] Nadault de Buffon, Hydraulique agricole. Des submersions fertilisantes, comprenant les travaux de colmatage, limonage, irrigations d'hiver, Paris 1867. — [5] Cossigny, J. Charpentier de, Notions élémentaires théoriques et pratiques sur les irrigations, Paris 1874. — [6] Choron, Die Kolmation im Iſèretale, Annales des ponts et chaussées, 1871 Mai. — [7] Vigan, Hiſtoriſche und techniſche Abhandlung, betreffend die Eindeichung und Kolmation am linken Ufer des Varfluſſes, Annales des ponts et chaussées, 1872, Mai. — [8] Baccarini, A., Sul compinento delle opere di bonificazione nelle Maremme Toscane, Rom 1873. — [9] Possenti, C., Sulla sistemazione idraulica di Val di Chiana, Florenz 1866, 1867, 1868. — [10] Lanciani, F., Sul Fiume Lamone, Rom 1876. *Drach.*

Kolonnenapparate, f. Spiritusfabrikation.

Kolophonit, f. Granat.

Kolophonium (Colophane, Roſin) iſt das von dem ätheriſchen Oel und von Waſſer befreite Harz der Abietineen.

Bedeutende Mengen dieſer gegenwärtig in der Technik vielverwendeten und äußerſt wichtigen Ware werden in Frankreich zwiſchen Bayonne und Bordeaux (jährlich 4000000 kg) gewonnen; am großartigſten iſt aber die Kolophoniumproduktion in den „Turpentine orchards", den von Pinus australis und P. heterophylla *Elb* (= Cuban pine) gebildeten Waldungen Nordkarolinas, Georgias, Alabamas, Virginias und Floridas. Außerdem kommen noch Rußland, Portugal, Spanien und Oeſterreich in Betracht, deren Produkte aber in dem betreffenden Lande verbleiben. Ausführliches über die Darſtellung ſ. [1]—[3].

Je nachdem die Temperatur, bei welcher das ätheriſche Oel abdeſtilliert wird, niedriger oder höher iſt, ergibt ſich ein helleres, durchſichtiges Produkt, „Transparentroſin" oder ein dunkleres, „Blackroſin"; der Deſtillationsrückſtand, der noch Waſſer und Oel enthält (etwa unſer Waſſerharz, ſ. Bd. 4, S. 24), iſt „Yellowroſin", white turpentine oder gelbes Harz. Beſtes Kolophonium iſt hellgelb, vollkommen durchſichtig, ſehr ſpröde, großmuſchelig brechend, in den meiſten Harzlösern löslich, erweicht bei 80° und ſchmilzt bei 90—100°; ſpez. Gew. 1,07; geringe Sorten ſind dunkelbraun und nur durchſcheinend. Die ſkandinaviſchen Fichtenharze geben auch bei niederer Temperatur nur dunkle Sorten. Kolophonium iſt das amorphe Anhydrid der Abietinſäure, das, mit Weingeiſt von 0,89 ſpez. Gew. geſchüttelt, bei gelinder Wärme nach einiger Zeit (die Stückchen dürfen nicht zuſammenkleben) ſich in ein ſandiges Kriſtallpulver von Abietinſäure verwandelt. Amerikaniſches Kolophonium beſteht nach [2] aus α-Abietinſäure (30%), β-Abietinſäure (22%), beide in Ammonkarbonat löslich, aus γ-Abietinſäure (31,6%), in Natriumkarbonat löslich, Reſen (5—6%) und aus Spuren von ätheriſchem Oele. Es löſt ſich gänzlich in Aether, Alkohol, Methyl- und Amylalkohol, Benzol, Chloroform, Terpentinöl, Toluol, Schwefelkohlenſtoff und in Petroläther (zum Teile) [4].

Nebſt der nicht unbeträchtlichen Verwendung als Geigenharz dient Kolophonium hauptſächlich zur Darſtellung zweier techniſch wertvoller Materialien, der Harzſeifen und der Harzöle (ſ. d.).

Literatur: [1] Flückiger, Pharmakognoſie des Pflanzenreiches, 2. Aufl., S. 90, Berlin 1883. — [2] Tſchirch u. Studer, B., Ueber das amerikaniſche Kolophonium, Arch. d. Pharm. 1903, Bd. 241,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

7. Heft, S. 495 ff. — [3] Tſchirch, Die Harze und die Harzbehälter, Berlin 1900. — [4] Bezüglich der Löslichkeit in Petroläther vgl. Fahrion in Zeitſchr. f. angewandte Chemie 1901, S. 1197; außerdem die bei Fichtenharz (Bd. 4, S. 24) angegebene Literatur. *T. F. Hanauſek.*

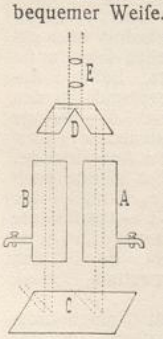
Kolorierfarben, in feſter, teigiger oder flüſſiger Form, zum Kolorieren von Papierbildern, Bemalen von Papier, Holz, Leinwand dienend, haben eine den Aquarellfarben ähnliche Zuſammenſetzung; ſie ſollen im allgemeinen nicht decken, ſondern laſieren, alſo transparent und vor allem vollkommen giftfrei ſein, weil viele Perſonen, namentlich Kinder, die Gewohnheit haben, die mit den Farben gefüllten Pinſel in den Mund zu nehmen oder beim Malen entſtandene Fehlſtellen mit der Zunge abzulecken. Saftfarben (ſ. d.) eignen ſich am beſten dazu. *Andés.*

Kolorimetrie (Farbenmeſſung) bezweckt in der quantitativen Farbſtoffanalyſe die Feſtſtellung des Gehaltsverhältniſſes von Farbſtoffen durch Vergleichung der Farbtiefe ihrer Löſungen. Dazu bedarf man einer Normallöſung, von der man weiß, wieviel ſie von dem zu beſtimmenden Körper enthält. Mit der Farbe dieſer Normallöſung vergleicht man diejenige der Löſung des Farbſtoffes, deſſen Gehalt beſtimmt werden ſoll, indem man die Dicke der Schicht der tiefer gefärbten Flüſſigkeit ſo lange vermindert, bis beide Flüſſigkeiten beim Durchſehen gleichgefärbt erſcheinen.

Unter der Vorausſetzung, daß das Lichtabſorptionsvermögen a und a' zweier gefärbten Flüſſigkeitsſchichten umgekehrt proportional den Schichtendicken h und h' iſt, welche die Lichtſtrahlen zu durchlaufen haben, ergibt ſich bei Einſtellung auf gleiche Intenſität der Färbung die Beziehung $a : a' = h' : h$. Nun iſt das Vermögen eines Körpers, Licht zu abſorbieren, eine Funktion ſeiner Moleküle, gewiſſe Lichtſtrahlen teilweiſe oder ganz vermöge der eignen Molekularbewegung zurückzuhalten. Je mehr lichtabſorbierende Moleküle der Lichtſtrahl durcheilen muß, d. h. je konzentriertere Löſung man bei beiſpielsweiſe gleicher Schichtendicke anwendet, um ſo größer iſt der Lichtverluſt, um ſo größer die lichtabſorbierende Kraft der Flüſſigkeit. Dieſe (a und a') iſt ſomit der Konzentration direkt proportional. Sind c und c' zwei verſchiedene Konzentrationen von Löſungen desſelben farbigen Körpers, ſo iſt $c : c' = a : a'$ oder, da $a : a' = h' : h$, ſo iſt $c : c' = h' : h$, d. h. die Konzentration iſt umgekehrt proportional der Länge der von den Lichtſtrahlen durchlaufenen Flüſſigkeitsſchicht. Kennt man nun die Konzentration der einen Flüſſigkeit (c) und ermittelt man durch Einſtellung auf gleiche Helligkeit die Schichtendicken h und h', ſo kann man die Konzentration der zu unterſuchenden Flüſſigkeit c' berechnen: $c' = c\,h : h'$.

Die kolorimetriſche Unterſuchung von Teerfarben führt oft zu Reſultaten, welche von den durch vergleichende Ausfärbungen erhaltenen weſentlich abweichen, inſofern zwei Farbſtoffe in Löſung zuweilen den gleichen Farbenton und die gleiche Farbentiefe zeigen, dabei aber ſehr verſchiedene Farben auf der Faſer liefern können. Gleichwohl iſt ſie geeignet zum Vergleich von nach Muſter gelieferten Farbſtoffen ſowie zur quantitativen Beſtimmung von Farbſtoffen auf der Faſer, wenn man die Farbſtoffmenge beſtimmen will, mit welcher eine Färbung hergeſtellt worden iſt. Eine kolorimetriſche Unterſuchung iſt ſchwierig auszuführen, wenn man in der Weiſe verfährt, daß man nacheinander die eine und dann die damit zu vergleichende Löſung betrachtet. Sie wird weſentlich dadurch erleichtert, daß man beide Löſungen gleichzeitig und unmittelbar nebeneinander, z. B. in dem Okular eines Fernrohrs, beobachtet. Eine derartige Verſuchsanordnung iſt in den Kolorimetern verwertet, Inſtrumenten, durch welche mittels geeigneter optiſcher Vorrichtungen die Strahlen, welche durch die zwei miteinander zu vergleichenden Löſungen gegangen ſind, unmittelbar nebeneinander gelagert werden. Derartige Kolorimeter ſind von Dubosq, Stammer und C. H. Wolff konſtruiert worden.

Der Wolffſche Apparat geſtattet die Ausführung kolorimetriſcher Beſtimmungen in beſonders bequemer Weiſe. Er beſitzt einen unten am Stativ befeſtigten Beleuchtungsſpiegel C und oben ein reflektierendes Prismenpaar D, das die beiden Strahlenbündel im Geſichtsfelde einer Lupe E ſo vereinigt, daß die eine Hälfte des Geſichtsfeldes dem durch das eine Prisma, die andre Hälfte dem durch das andre Prisma gegangenen Licht entſpricht. Zwiſchen die beiden Prismen D und den Spiegel C werden zwei je 100 ccm faſſende und in Kubikzentimeter geteilte Zylinder A und B mit ſeitlichen Abflußhähnen eingeſchaltet. Dieſelben ſind mittels einer Meſſingfaſſung unten durch planparallele Glasplatten verſchloſſen, welche vor Ausführung einer Verſuchsreihe ſtets ſorgfältig geſäubert werden müſſen. Die Flüſſigkeitshöhen in den Zylindern A und B werden durch Benutzung der ſeitlichen Abflußhähne ſo eingeſtellt, daß beiderſeits im Geſichtsfelde gleiche Helligkeit herrſcht. Hierbei bleibt zur Vereinfachung der Rechnung der Zylinder mit der verdünnteren Löſung bis zur Marke 100 gefüllt, während die Höhe der Flüſſigkeit im andern Zylinder ſo weit verringert wird, bis beide Geſichtsfelder gleich hell ſind. Durch öfters wiederholte kürzere Beobachtungen kommt man ſchneller und ſicherer zum Ziel, als wenn man zur genauen Einſtellung das Auge einigemal je eine oder mehrere Minuten lang anſtrengt. Zwiſchen der Augenortsblende und der oberſten Okularlinſe kann noch ein Rauchglas eingeſchoben werden, und es empfiehlt ſich ſehr, abwechſelnde Beobachtung mit und ohne Rauchglas zu machen; das Auge nimmt bei Beobachtung mit Rauchglas oft noch kleine Unterſchiede in den Farbentönen wahr, die



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ihm bei ſtärkerer Helligkeit entgehen. — Näheres über Kolorimetrie und Spektrokolorimetrie ſ. Krüß, G. und H., Kolorimetrie und Spektralanalyſe, Hamburg und Leipzig 1891. *R. Möhlau.*

Kolorin, durch Ausziehen von Krappkohle (durch Behandeln der Krappwurzel mit konzentrierter Schwefelſäure) mit Alkohol und Aether erhaltener gelber Farbſtoff, ein Gemenge von Purpurin und Alizarin mit Fetten und andern in Alkohol löslichen Stoffen. *Andés.*

Kolur, ſ. Koordinaten am Himmel.

Kombination, die Auswahl einer beſtimmten Anzahl von Elementen aus einer gegebenen Zahl von ſolchen, wobei es auf die Reihenfolge der Elemente innerhalb der Kombination nicht ankommt. Man unterſcheidet Kombinationen mit und ohne Wiederholung, je nachdem ein und dasſelbe Element mehrmals genommen werden darf oder nicht.

Iſt n die Zahl der gegebenen Elemente, r die Zahl der zu wählenden Elemente, ſo nennt man die Kombination eine ſolche von n Elementen zur $r$ten Klaſſe. Beiſpiel: Die Kombinationen von drei Elementen a, b, c zur zweiten Klaſſe ſind ohne Wiederholung: ab, ac, bc; mit Wiederholung: aa, ab, ac, bb, bc, cc. Die Kombinationen zur 1., 2., 3., 4. . . . Klaſſe heißen auch Unionen, Amben, Ternen, Quaternen . . . Die Zahl der Kombinationen von n Elementen zur $r$ten Klaſſe iſt ohne Wiederholung $\frac{n!}{r!\,(n-r)!} = \binom{n}{r}$, mit Wiederholung $\frac{(n+r-1)!}{r!\,(n-1)!} = \binom{n+r-1}{r}$ (wenn $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots [n-1]\,n$ das Produkt der n erſten Zahlen). Die Kombinationszahlen ſind alſo Binomialkoeffizienten (ſ. d.); zu ihnen gehören die Dreiecks- und Tetraedralzahlen (ſ. Figurierte Zahlen).

Literatur ſ. Kombinationslehre. *Wölffing.*

Kombinationsdrucke, alle graphiſchen Preſſenprodukte, zu deren Herſtellung mehrere Drucktechniken dienten. Dies iſt namentlich bei Bildreproduktionen häufig. Vgl. Farbendruck.

Kombinationslehre, die Lehre von der Anordnung gegebener Elemente in Komplexionen, d. h. in Gruppen von beſtimmter Anzahl oder Reihenfolge. Näheres ſ. unter Permutation, Kombination, Variation.

Literatur: [1] Lipſchitz, R., Lehrbuch der Analyſis, Bd. 1, Bonn 1877. — [2] Ettingshauſen, A. v., Die kombinatoriſche Analyſis, Wien 1826. — [3] Netto, Lehrbuch der Kombinatorik, Leipzig 1901. — [4] Staudacher, Lehrbuch der Kombinatorik, Stuttgart 1893. *Wölffing.*

Kombinationswiderſtand, ſ. Ohmſches Geſetz.

Kombinierte Träger, ſ. Träger, zuſammengeſetzte.

Kombüſe, die Schiffsküche bezw. der Schiffskochherd. Die Schiffskombüſen enthalten bei kleineren Schiffen Sparherde mit Kohlenfeuerung, bei Kriegs- und Auswandererſchiffen Dampfkochherde. *T. Schwarz.*

Kommandoapparate, ſ. Kommandoelemente.

Kommandobrücke, eine Plattform im Vorſchiff oberhalb des Oberdecks, von wo aus die Leitung des Schiffes im Hafen ſowie in See erfolgt.

Auf der Kommandobrücke finden das Steuerrad nebſt Kompaß ſowie die einzelnen Kommandoelemente Aufſtellung; auch iſt die Kommandobrücke meiſt mit einem Kartenhaus verbunden. Bei Kriegsſchiffen umſchließt die Kommandobrücke den gepanzerten Kommandoturm, in welchem alle Apparate für die Navigierung und Gefechtsleitung geſchützt untergebracht ſind. *T. Schwarz.*

Kommandobude, ſ. Stellwerke.

Kommandoelemente, Apparate der Befehlsübertragung für die Navigierung und Gefechtsleitung von Schiffen mit mechaniſchem oder elektriſchem Antrieb mit Kommandogeber und Kommandoanzeiger — Maſchinentelegraphen, Steuertelegraphen, Schottelegraphen ſowie Artillerie- und Torpedotelegraphen —, ferner Sprachrohre und lauttönende Telephone; vgl. a. Elektrizität im Schiffbau.

Kommaſſation (Commaſſation, Zuſammenlegung der Grundſtücke) iſt die Bezeichnung eines Zweigs des Auseinanderſetzungsverfahrens der Feldbereinigung, worunter man in Deutſchland die je nach Lage der Verhältniſſe kombinierten Maßregeln der Zuſammenlegung der Grundſtücke, der Gemeinheitsteilung und der Servitutsablöſung ſamt den damit in Verbindung ausgeführten Graben- und Weganlagen verſteht; ſ. Feldbereinigung. *Lubberger.*

Kommunionwirtſchaft, ſ. Deichgenoſſenſchaft.

Kommutator, ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 187.

Komparator, eine Vorrichtung zu Maßvergleichungen und zur Beſtimmung der Ausdehnungskoeffizienten von Meßwerkzeugen. Der Komparator wird z. B.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

benutzt zur Beſtimmung der Länge von Urmaßen, Normalen, Baſisapparaten und Längenmeßinſtrumenten. Es ſind Komparatoren zur Vergleichung von End- und Strichmaßen zu unterſcheiden.

1. Komparatoren für Endmaße. Zur Vergleichung von Meßlatten mit Normalſtäben ſind zwei Schneiden ſenkrecht auf einer feſten Unterlage in einem Abſtande befeſtigt, der etwas größer iſt als die Länge der zu prüfenden Latte. Der Abſtand dieſer feſten Schneiden wird zuerſt mit den Normalſtäben und danach mit dem zu prüfenden Meßinſtrument gemeſſen, wobei die kleinen Reſtſtücke mit einem Meßkeil (ſ. d.) beſtimmt werden, ſo daß die Differenzen der Keilableſungen den Maßunterſchied unmittelbar angeben. — Eine andre Einrichtung wird erhalten, wenn eine der Schneiden beweglich auf einem mit Teilung verſehenen Schieber angebracht wird, der bei Kontakt der Schneiden mit den Stabenden ſofort den Maßunterſchied aus den Schieberableſungen liefert. — Die Temperaturbeſtimmung für die Normalſtäbe geſchieht durch Queckſilberthermometer, deren Gefäße mit den Stäben in möglichſt innige Berührung gebracht werden, z. B. durch Hülſen mit Eiſenfeilſpänen. — Reitz empfiehlt, zur Verſchärfung der Temperaturbeſtimmung als Normale hohle Stäbe zu verwenden, die mit einer Flüſſigkeit gefüllt werden können [1]. — Zur Maßbeſtimmung der als Endmaßſtäbe eingerichteten Baſisapparate (ſ. Baſismeſſung) dienen entſprechend ausgebildete Vorrichtungen. Es iſt hinzuweiſen auf die Verwendung von feſten Endſchneiden und Meßkeilen, z. B. durch Beſſel [2], [3], und auf die Verwendung beſonderer Kontaktvorrichtungen. Solche ſind das Mikrometer mit Fühlhebel von Reichenbach, das bei Maßvergleichen für die fränkiſche Grundlinie der bayriſchen Landesvermeſſung benutzt wurde [5], und die Mikrometer mit Gewichtsfühlplättchen von Troughton & Simms [6], mit Libellenfühlhebel von Reichel [7] und mit Fühlſpiegel von Steinheil [8]. Ueber die Konſtruktion eines optiſchen Komparators ſ. [9].

2. Komparatoren für Strichmaße beſtehen aus zwei in einem beſtimmten Abſtande lotrecht aufgeſtellten Mikroſkopmikrometern, deren Abſehlinien ihre gegenſeitige Stellung für zwei unmittelbar aufeinander folgende Vergleichungen unverändert beibehalten ſollen. Dieſe Mikroſkope ſind entweder feſt aufgeſtellt oder beweglich. Bei feſter Aufſtellung werden die zu vergleichenden Maßſtäbe auf kleinen in der Längs- und Querrichtung gleitenden Wagen ſo unter die Mikroſkope geführt, daß die Mikroſkopfäden auf die Endſtriche eingeſtellt und die Maßunterſchiede mikrometriſch beſtimmt werden können. Im andern Falle liegen die zu vergleichenden Maßſtäbe feſt, und die von einem ſtarken Träger gehaltenen Mikroſkope können durch eine Vorrichtung über die Maßſtäbe gebracht werden. Die erſte Anordnung iſt z. B. bei dem Komparator des internationalen Maß- und Gewichtsbureaus in Breteuil, die letztere bei dem von Repfold konſtruierten Apparate der Kaiſ. Normaleichungskommiſſion in Berlin angewendet. Bei derartigen Apparaten ruhen die zu vergleichenden Stäbe auf Trägern, die zur Temperaturregulierung in Trögen für Flüſſigkeitsbäder lagern. Die Oberflächen der Maßſtäbe können durch Feinſtellvorrichtungen in dieſelbe Horizontalebene geführt werden. Die lotrechte Stellung der Mikroſkopachſen muß geprüft werden, wozu Queckſilberhorizonte oder andre Einrichtungen dienen. Zur Elimination von Beobachtungs-, Temperatur- und andern Fehlern wird das Beobachtungsverfahren unter Wechſel der Temperaturfolgen und Stablagen entſprechend angeordnet. Diejenigen Apparate, die zur Ausführung von fundamentalen metronomiſchen Arbeiten dienen, müſſen in beſonderen, mit Einrichtungen zur Temperaturregulierung verſehenen Komparatorſälen aufgeſtellt ſein. Näheres in [10]. Ueber einige einfache Apparate ſ. [11], [12]. Weiteres ſ. a. [13]. — Die Apparate für Strichmaßvergleichungen laſſen ſich auch durch Hilfsvorrichtungen zur Vergleichung von Endmaßen geeignet machen. Eine ſolche Hilfsvorrichtung beſteht im weſentlichen aus zwei mit Kontaktſchiebern verſehenen Stücken, auf deren Oberflächen Strichmarken angebracht ſind. Die Stücke werden auf den Stabträgern befeſtigt. Bei Kontakt mit den Stabenden durch Gewicht oder Federdruck werden die Mikrometer auf die Strichmarken wie bei den obengenannten Apparaten eingeſtellt. Die Konſtanten der Hilfsvorrichtung ſind durch beſondere Meſſungen zu beſtimmen. S. a. [4]. Ueber das Beobachtungsverfahren bei Maßvergleichen ſ. [2]—[5], [10], [13]—[16]. Einiges Geſchichtliches ſ. [17].

Literatur: [1] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1886, S. 424. — [2] Beſſel, Gradmeſſung in Oſtpreußen u. ſ. w., ausgeführt durch F. W. Beſſel und Baeyer, Berlin 1838. — [3] Die königl. preuß. Landestriangulation, Hauptdreiecke, 2. Teil, Berlin 1873, 1874. — [4] Ebend., 6. Teil, Berlin 1894. — [5] Die bayriſche Landesvermeſſung u. ſ. w., München 1873. — [6] Bericht über die wiſſenſchaftl. Apparate auf der Londoner internationalen Ausſtellung 1876, Braunſchweig 1878, S. 162 und 208. — [7] Löwenherz, Bericht über die wiſſenſchaftl. Inſtrumente auf der Berliner Gewerbeausſtellung 1879, Berlin 1880, S. 176. — [8] Generalbericht der europäiſchen Gradmeſſung 1869 und 1870, ſowie auch Sitzungsberichte der math.-phyſikal. Klaſſe der Münchener Akademie vom 8. Januar 1870. — [9] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1903, S. 127. — [10] Wiſſenſchaftl. Abhandlungen der Kaiſ. Normaleichungskommiſſion, Heft 1, Berlin 1895, oder Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1895, S. 313. —]11] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1892, S. 311. — [12] Ebend. 1881, S. 41. — [13] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, 5. Aufl., bearbeitet von Reinhertz, Bd. 3, Stuttgart 1907. — [14] Weinſtein, Handbuch d. phyſikal. Maßbeſtimmungen, Bd. 2, Berlin 1888. — [15] Publikation des Geodät. Inſtituts, Maßvergleichungen, Heft 1, Berlin 1872, Heft 2, Berlin 1876. — [16] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1901, S. 302. — [17] Ebend. 1883, S. 176; 1885, S. 257; 1888, S. 189.

(† Reinhertz) Hillmer.

Kompartement, ſ. Drainageeinrichtung des Schiffes.

Kompaß (Schiffskompaß), dient zur Beſtimmung des zu ſteuernden Kurſes mit Hilfe der Richtkraft der Magnetnadel. Er beſteht in der Hauptſache aus einem Gehäuſe von Kupfer oder Meſſing (Kompaßkeſſel), der unten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit Blei beſchwert iſt und in deſſen Mitte ſich ein Stift, Pinne genannt, zum Tragen der Magnetnadel befindet. Die Magnetnadel, welche in der Mitte ein Meſſinghütchen mit Stein, Saphir, Beryll oder Rubin (zur Lagerung auf der Pinne) trägt, iſt an der unteren Seite der Roſe von Karton oder Marienglas befeſtigt; die Oberſeite der Roſe enthält die Einteilung in 32 Steuerſtriche und geben die in der Mittellinie der Magnetnadel liegenden Striche die Nordſüdlinie an. An der Innenſeite des Kompaßgehäuſes ſind in ſchwarzen Strichen die Steuerſtriche angegeben, welche in der Vertikalebene durch die Pinne und in der Längsachſe des Schiffes liegen. Das Gehäuſe iſt oben mit einer plangeſchliffenen Glasplatte bedeckt, auf welcher bei Azimut- und Peilkompaſſen die Peilvorrichtung aufgeſtellt wird. Das Kompaßgehäuſe iſt mittels cardaniſcher Aufhängevorrichtung an dem Kompaßſtänder befeſtigt. Derſelbe, ein meſſingener, mit verſchließbarer Tür verſehener Hohlzylinder, iſt im Innern mit Vorrichtungen zum Einſtellen der Korrektionsmagnete verſehen und trägt an dem oberen Ende zwei Halter für die Kugelkorrektoren. Für die Nacht erhält das Kompaßgehäuſe ein mit Scheiben und Lampenbeleuchtung verſehenes Nachthaus aus Blech.

Für die **Konſtruktion** des Schiffskompaſſes ſind in der Hauptſache folgende Bedingungen zu erfüllen: 1. Der Reibungswiderſtand bei Bewegung der Magnetnadel muß möglichſt klein ſein, damit die Nadel der magnetiſchen Richtkraft Folge leiſten und leicht wieder zurückſchwingen kann. Dieſe „Empfindlichkeit" des Kompaſſes erreicht man durch geringes Gewicht der Roſe und glatte, harte Hütchen auf ſpitzen Pinnen. 2. Der Widerſtand gegen eine Ablenkung der Roſe aus ihrer magnetiſchen Gleichgewichtslage beim Schlingern, Stampfen und Vibrieren des Schiffes muß möglichſt groß ſein. Dieſe ſogenannte Ruhe des Kompaſſes wird ohne Gewichtsvermehrung der Roſe am beſten dadurch erreicht, daß man das Trägheitsmoment der Roſe im Verhältnis zum Gewicht möglichſt groß und gleich mit Bezug auf jede Drehachſe macht, was die Verwendung mehrerer Magnetnadeln bedingt. 3. Der Schwerpunkt der Roſe muß unter dem Aufhängepunkt liegen, um die Stabilität der Roſe zu ſichern. 4. Die Magnetnadeln müſſen ſo klein ſein, daß man ihre Länge im Verhältnis zur Entfernung von den nächſtliegenden Eiſenteilen vernachläſſigen kann. Dieſe Bedingung iſt für eine genaue Kompenſation des Kompaſſes von Wichtigkeit.

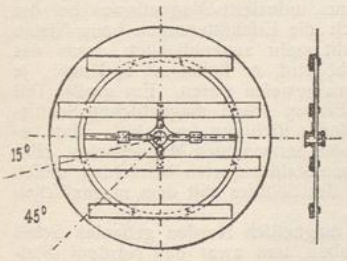


Fig. 1.

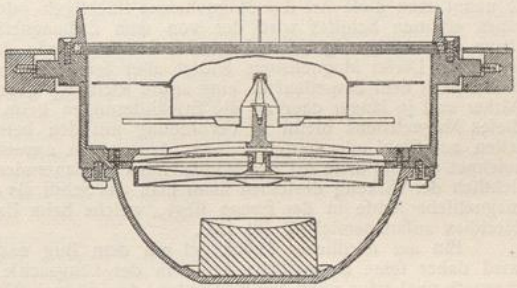


Fig. 2.

Die an Bord der Schiffe **gebräuchlichen Kompaſſe** ſind folgende:

1. Der Normalkompaß zeigt im allgemeinen die eingangs beſchriebene Form. Die Roſe trägt vier Doppellamellenmagnete, welche auf einem dünnen Meſſingring parallel zur N.S.-Linie derart befeſtigt ſind, daß die Verbindungslinie der Polenden der inneren Doppellamellen mit dem Mittelpunkt der Roſe mit der N.S.-Linie einen Winkel von 15°, die der äußeren Magnete einen Winkel von 45° einſchließen (ſ. Fig. 1). Die Roſe iſt zur Beſtimmung der Kollimation der magnetiſchen Achſe zum Umlegen eingerichtet. Der Peilapparat iſt auf dem Glasdeckel angebracht und beſteht aus einem Alhidadenkreis mit Diopter und Nonien. Das Okulardiopter mit Prisma iſt auf dem Alhidadenkreis feſt, das Objektivdiopter mit Ausſchnitt und vertikalem Roßhaar zum Niederklappen eingerichtet [5], [6], [13].

2. Der Fluidkompaß (Fig. 2) beſteht aus einem mit verdünntem Alkohol gefüllten Kompaßkeſſel, in welchem die aus dünnem emaillierten Kupferblech beſtehende Roſe mit Hilfe eines Schwimmers auf der Pinne ſchwebt. Die ſtarke Ausdehnung des Alkohols bei Temperaturzunahmen bedingt einen elaſtiſchen Boden aus gewelltem Metallblech. Oben wird die Kompaßbüchſe durch einen Glasdeckel mit Gummiring abgeſchloſſen. — Da die Schwimmdoſe den größten Teil des Gewichts der Roſe aufhebt, ſo kann man an ihr ſchwere und daher kräftige Magnete befeſtigen, welche durch ihr großes magnetiſches Moment die Widerſtände der Roſe beim Drehen leicht überwinden. Die Fluidkompaſſe zeichnen ſich durch große Ruhe aus und eignen ſich daher beſonders für Steuerkompaſſe. Bei ſchnellen Drehungen des Schiffes zeigt ſich ein Nachſchleppen der Roſe [5], [6].

3. Der Kompaß von Thomſen, auf engliſchen Schiffen allgemein in Anwendung, zeichnet ſich durch eine wohldurchdachte Konſtruktion aus. Die cardaniſchen Ringe lagern auf Schneiden. Der Kompaßkeſſel hat einen doppelten Boden, deſſen luftdicht geſchloſſener Zwiſchen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

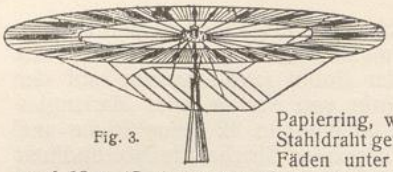


Fig. 3.

raum teilweiſe mit Rizinusöl gefüllt iſt, um die Schwingungen des Keſſels abzuſchwächen. Die Roſe beſteht aus einem Aluminiumring, mit welchem die Aluminiumbüchſe mit dem Hütchen durch ſeidene oder kupferne Fäden verbunden iſt, und einem äußeren Papierring, welcher die Stricheinteilung trägt (Fig. 3). Die acht aus Stahldraht gefertigten Magnete ſind parallel zueinander mittels ſeidener Fäden unter der Roſe aufgehängt. Das Geſamtgewicht der Roſe, rund 12 g, iſt etwa zehnmal geringer als das der gewöhnlichen. Die Roſe zeichnet ſich ferner durch ein ſehr kleines magnetiſches Moment (etwa einem Zwölftel des gewöhnlichen) aus, wodurch die Schwingungsperiode derſelben faſt dreimal ſo groß wird wie die der gewöhnlichen Roſe; auch wird hierdurch die gegenſeitige Induktion zwiſchen den Korrektoren von weichem Eiſen und den Magneten aufgehoben. Die leichte Roſe und elaſtiſche Lagerung der Magnete macht den Kompaß gegen heftige Erſchütterung beim Schießen u. ſ. w. widerſtandsfähig. Der zum Peilen dienende Azimutſpiegel iſt auf dem Glasdeckel aufgeſetzt und nach dem Prinzip der Camera lucida eingerichtet, weil bei Anwendung gewöhnlicher Viſiere die zur Beſeitigung der quadrantalen Deviation dienenden Kugelkorrektoren niedrige Objekte in der Querſchiffsrichtung verdecken würden [3], [5], [6], [10], [13].

4. Die Roſe von Hechelmann ſieht gleichfalls Magnetnadeln vor, welche an der Aluminiumplatte der Roſe mit je ſechs Seidenfäden aufgehängt ſind; ſie verwendet vier durchbrochene Nadeln, welche das Gewicht der Roſe mehr an den Rand verlegen und dadurch das Trägheitsmoment des Syſtems vergrößern. Die Verbindungslinien der äußeren Pole mit dem Mittelpunkt der Roſe ſchließen mit der Mittellinie Winkel von 19° und 51° ein [6].

Die **Benutzung des Kompaſſes** an Bord der Schiffe bietet durch die ſtörenden Einflüſſe des Schiffsmagnetismus auf die Kompaßnadel mannigfache Schwierigkeiten. Die in einem Schiffe enthaltenen Eiſenmaſſen nehmen infolge Induktion durch den Erdmagnetismus ebenfalls magnetiſche Eigenſchaften an, und zwar erhalten die nach Norden gerichteten Enden der Eiſenteile Nordpolarität, die nach Süden zeigenden Südpolarität, entſprechend dem an den Erdpolen vorhandenen Magnetismus. Da beim Bau eines Schiffes alle einzelnen Eiſenteile miteinander verbunden werden, ſo kann man das Schiff als einen einzigen Eiſenkörper auffaſſen, deſſen magnetiſche Achſe je nach dem Kurs eine verſchiedene Lage zur Kielrichtung haben wird. Liegt das Schiff Nord an, ſo erhält das vordere Ende des Schiffes Nord-, das hintere Südpolarität; bei Oſtkurs hat das Schiff an Backbord Nord-, an Steuerbord Südpolarität. Da ſich hiernach die Lage der Pole im Schiff während der Drehung augenblicklich und ſtetig ändert, ſo nennt man dieſe Art des Magnetismus flüchtigen oder tranſienten Magnetismus. Beim Bau eines eiſernen Schiffes wird der von dem Erdmagnetismus induzierte Magnetismus bei der lange andauernden gleichen Lage des Schiffes ſowie durch die Erſchütterungen beim Nieten verſtärkt. Dieſer Magnetismus ändert aber ſeine Lage nicht mehr augenblicklich, wenn das Schiff nach dem Stapellauf in eine andre Richtung gebracht wird, er haftet um ſo länger, je ſtärker und je länger dauernd die Erſchütterungen beim Bau geweſen waren. Ein großer Teil dieſes Magnetismus bleibt in Verbindung mit den beim Einbau ſchon magnetiſchen Schiffsteilen aus Stahl oder härterem Eiſen dauernd in unveränderter Richtung im Schiff. Man bezeichnet deshalb dieſe Art des Magnetismus als dauernden oder permanenten Magnetismus. Hinſichtlich der Wirkung desſelben kann man das Schiff als einen Stahlmagneten betrachten, deſſen magnetiſche Achſe in der Ebene liegt, welche beim Bau des Schiffes mit dem magnetiſchen Meridian zuſammenfiel [3], [6], [11].

Ein auf nördlicher Halbkugel mit dem Bug nach magnetiſch Norden gebautes Schiff wird daher ſeine magnetiſche Achſe in der Längsachſe haben, und zwar den Nordpol (Südmagnetismus) oder roten Pol Bug unten, den Südpol (Nordmagnetismus) oder blauen Pol Heck oben, während der Baukurs mit dem Bug nach Oſten die magnetiſche Achſe querſchiffs und den Nordpol B. B. unten, den Südpol St. B. oben angibt.

Ein andrer Teil des durch die Erſchütterungen hervorgerufenen Magnetismus verliert ſich allmählich wieder, wenn das Schiff eine andre Richtung annimmt. Da ferner das Schiff in Fahrt mehr oder weniger heftigen Erſchütterungen ausgeſetzt iſt, ſo wird in der augenblicklichen Richtung zu dem von der Erdkraft induzierten Magnetismus ein Pol hinzukommen, welcher nicht ſofort verſchwindet, ſondern welcher erſt allmählich wieder eine andre Richtung bei einer Kursänderung annimmt. Dieſen Teil bezeichnet man mit halbfeſtem oder remanentem Magnetismus [6]. Auf den Kompaß an Bord eines Schiffes wirkt daher außer der magnetiſchen Erdkraft T der von dieſer Kraft in den Eiſenteilen des Schiffes induzierte flüchtige und der in ihnen enthaltene feſte Magnetismus ein und lenken die Magnetnadel desſelben aus der Richtung des magnetiſchen Meridians ab. Die Winkelabweichung in horizontaler Ebene nennt man Deviation (δ). Ebenſo wie nun die magnetiſche Erdkraft T in eine ſenkrechte Z und eine horizontale Teilkraft H zerlegt werden kann, wobei $Z = T \sin \Theta$ und $H = T \cos \Theta$ iſt, worin Θ den Inklinationswinkel darſtellt, ſo kann man die Mittelkraft aus der Erdkraft und der Schiffskraft in Längsſchiffskräfte, Querſchiffskräfte und ſenkrechte Teilkräfte zerlegen [3], [6], [7], [11].

Um den Einfluß des Schiffsmagnetismus auf den Kompaß näher zu ergründen und durch andre Hilfsmittel zu beſeitigen, haben die Engländer F. J. Evans und Archibald Smith eine **Deviationstheorie** ausgebildet, die jetzt allgemein für die Regulierung und Kompenſierung der Kompaſſe benutzt wird. Die von denſelben eingeführten Koeffizienten ſind folgende: ζ magnetiſcher Kurs, d. h. Winkel zwiſchen Kiel und magnetiſchem Meridian; ζ' Kompaßkurs, d. h. Winkel zwiſchen Kiel und abgelenkter Nadel; δ Deviation, d. h. Winkel zwiſchen magnetiſchem Kurs und Kompaßkurs; Θ Inklination; λ das Mittel der horizontalen Richtkraft der Nadel an Bord des Schiffes H_1 im Verhältnis zu der am Lande H, letztere gleich 1 geſetzt;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

μ das Mittel der vertikalen Richtkraft an Bord im Verhältnis zu der am Lande; J Krängungskoeffizient. — Für die Theorie gelten folgende Vorausfetzungen: 1. daß die Länge der Nadel fehr klein iſt, ſo daß ſie mit Bezug auf die Entfernung derſelben von den nächſten Eiſenteilen vernachläſſigt werden kann; 2. daß der Schiffsmagnetismus nur aus feſtem und induziertem flüchtigen Magnetismus beſteht; 3. daß der induzierte Magnetismus proportional der Intenſität der induzierenden Kraft iſt; 4. daß der Magnetismus der Nadel konſtant iſt. — Es kommen nur die Wirkungen des Schiffsmagnetismus auf den Nordpol der Nadel (roter Pol) in Frage. Wählt man den Mittelpunkt der Kompaßroſe zum O-Punkt eines Koordinatenſyſtems und iſt OX in der Horizontalebene der Roſe parallel dem Kiel, OY desgleichen querſchiffs nach Steuerbord und OZ vertikal zur Roſe nach unten gerichtet, ſo kann man alle magnetiſchen Kräfte nach dieſen Achſen zerlegen, und zwar mit + oder — Zeichen, je nach der Ablenkung der Nadel nach den poſitiven oder negativen Achſen (Fig. 4).

Der permanente Magnetismus des Schiffskörpers kann durch drei Magnete erſetzt werden. Von jedem derſelben gehen Kräfte aus, die nur in den Richtungen der Magnete wirken, und zwar P horizontal in der Richtung des magnetiſchen Meridians, Q horizontal, aber ſenkrecht zu P und R vertikal zur Roſe. Liegt die Kompaßroſe horizontal bezw. das Schiff aufrecht, ſo kommen für die Deviation der Roſe nur P und Q in Frage, da R vertikal zur Roſe durch deren Mittelpunkt wirkt. Die Komponente R tritt in Wirkung, wenn das Schiff ſich neigt, wodurch R zur Roſe ſchräg gerichtet iſt, ſo daß eine Horizontalkomponente ſich ergibt. Die beiden Komponenten üben nun auf die Kompaßnadel eine ſemizirkuläre oder halbkreisartige Deviation aus. Mag der Magnet horizontal über der Roſe oder in der Horizontalebene der Roſe oder ſenkrecht zur Roſe liegen, die Deviation der Nadel iſt auf zwei diametral gegenüberliegenden Kurſen, die in der Regel mit dem Baukurs zuſammenfallen, gleich Null, dagegen auf zwei dazwiſchen liegenden diametral gegenüberliegenden Kurſen ein Maximum (Fig. 5). Die Ablenkung der Nadel durch den feſten Schiffsmagnetismus iſt daher in einem Halbkreiſe öſtlich, im andern weſtlich; die Richtkraft wird ferner in einem Halbkreis vermehrt, in dem entgegengeſetzten vermindert [3], [6], [7], [11]. Den induzierten flüchtigen Magnetismus des weichen Eiſens kann man durch neun Stäbe weichen Eiſens dargeſtellt denken, die parallel den drei Hauptachſen gerichtet ſind (Fig. 4). Die einzelnen Lagen, welche die Stäbe im Schiffe einnehmen, ſind durch die Figur wiedergegeben. Das + Zeichen gibt die Fälle an, in denen der Stab auf den N-Pol der Nadel eine Kraft in der Richtung von OX, OY oder OZ äußert, das — Zeichen die Fälle, wo die Kraft in entgegengeſetzter Richtung wirkt; dabei ſind die horizontalen Stäbe nur durch die Horizontalkraft des Erdmagnetismus induziert gedacht, die vertikalen nur durch die Vertikalkraft Z des Erdmagnetismus. — Dreht man die Stäbe a, b, d, e um die Kompaßroſe, ſo entſteht eine quadrantale oder viertelkreisartige Deviation, d. h. eine Ablenkung der Kompaßnadel, die dasſelbe Vorzeichen behält, wenn die Schiffsachſe in demſelben Quadranten verbleibt, und das Zeichen wechſelt, wenn die Schiffsachſe aus einem in den andern Quadranten geht (Fig. 6); die viertelkreisartige Deviation erklärt ſich daraus, daß die Stäbe in der Lage Oſtweſt unmagnetiſch ſind und dann keine Wirkung auf den Kompaß ausüben, ſowie daraus, daß ſie beim Drehen durch die Oſtweſtlinie ihre Pole wechſeln. a und e verſtärken die mittlere Richtkraft der Nadel, wenn ſie auf einer Seite der Nadel liegen, dagegen verringern ſie dieſelbe, wenn ſie zu beiden Seiten der Nadel verteilt ſind. Das horizontale weiche Eiſen beeinflußt daher die Deviation in zweierlei Weiſe: 1. direkt durch die quadrantale Deviation, 2. indirekt durch Vermehrung oder Verminderung der Richtkraft der Nadel. Die Stäbe g, h, k üben auf die Nadel nur Vertikalkräfte aus und kommen daher nicht in Wirkung, ſolange das Schiff aufrecht ſchwimmt. Die vertikalen Stäbe c und f erzeugen eine ſemizirkuläre Deviation, da ſie der Nadel ſtets die gleichen Pole auf derſelben Halbkugel zuwenden und daher wie permanente Magnete wirken. Die totale ſemizirkuläre Deviation iſt daher von zwei ſtörenden Kräften abhängig, von dem konſtanten permanenten Magnetismus und dem mit der geographiſchen Lage ſich ändernden induzierten Magnetismus des vertikalen weichen Eiſens. Der Stab a erzeugt die Deviation:

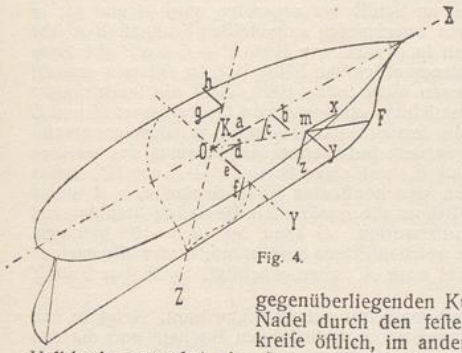


Fig. 4.

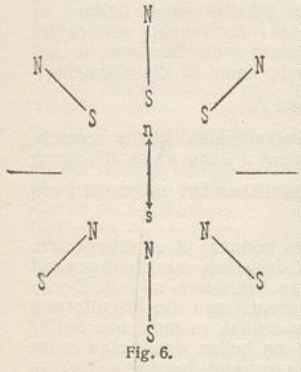


Fig. 6.

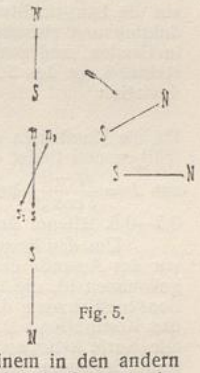


Fig. 5.

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{\frac{1}{2}aH\sin 2\zeta}{H + \frac{1}{2}aH(1+\cos 2\zeta)}.$$

Dieſe muß zu der durch P und Q verurſachten Deviation hinzugefügt werden; desgleichen die

durch die Stäbe b, c, d, e und f verurſachten Deviationen. Werden alle dieſe Werte vereinigt, ſo ergibt ſich die Deviation als Funktion des magnetiſchen Kurſes ζ

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{\frac{1}{2}(d-b)H + \sin\zeta\,(cZ+P) + \cos\zeta\,(fZ+Q) + \sin 2\zeta\,\frac{1}{2}(a-c)H + \cos 2\zeta\,\frac{1}{2}(d+b)H}{H + \frac{1}{2}(a+e)H - \sin\zeta\,(fZ+Q) + \cos\varphi\,(cZ+P) - \sin 2\zeta\,\frac{1}{2}(d+b)H + \cos 2\zeta\,\frac{1}{2}(a-c)H}$$

$$\text{oder } \operatorname{tg}\delta = \frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}\sin\zeta + \mathfrak{C}\cos\zeta + \mathfrak{D}\sin 2\zeta + \mathfrak{E}\cos 2\zeta}{1 + \mathfrak{B}\cos\zeta - \mathfrak{C}\sin\zeta + \mathfrak{D}\cos 2\zeta - \mathfrak{E}\sin 2\zeta},$$

$$\text{worin } \mathfrak{A} = \frac{1}{\lambda}\frac{d-b}{2},\ \mathfrak{B} = \frac{1}{\lambda}\left(c\operatorname{tg}\Theta + \frac{P}{H}\right),\ \mathfrak{D} = \frac{1}{\lambda}\frac{a-e}{2},\ \mathfrak{C} = \frac{1}{\lambda}\left(f\operatorname{tg}\Theta + \frac{Q}{H}\right),$$

$$\mathfrak{E} = \frac{1}{\lambda}\frac{d+b}{2},\ \lambda = 1 + \frac{a+e}{2}.$$

$\mathfrak{A}\,\mathfrak{B}\,\mathfrak{C}\,\mathfrak{D}\,\mathfrak{E}\,\lambda$ heißen die genauen Deviationskoeffizienten. Bleiben die Deviationen unter 20°, ſo kann man die Formel auch ſchreiben: $\delta = A + B\sin\zeta' + C\cos\zeta' + D\sin 2\zeta' + E\cos 2\zeta'$. In dieſer Formel, in der δ als Funktion des Kompaßkurſes erſcheint, iſt δ und ſomit auch A, B, C, D und E nicht in Teilen des Radius, ſondern in Gradmaß ausgedrückt. Die Koeffizienten A, B, C, D und E heißen die angenäherten Koeffizienten der Deviationen [1], [2], [3], [6], [7]. Der Koeffizient A iſt unabhängig vom Kompaßkurs, bezeichnet demnach die ſogenannte konſtante Deviation, die durch unſymmetriſche Verteilung der Eiſenmaſſen im Schiff hervorgerufen wird (d und b); er enthält zugleich die Beobachtungsfehler. Für einen zweckmäßig aufgeſtellten Kompaß iſt A ſehr klein, unter 1°. Die Koeffizienten B und C ſtellen in der Summe $B\sin\zeta' + C\cos\zeta'$ die ſemizirkuläre Deviation dar; dieſelbe überſteigt in hölzernen Schiffen ſelten 10°, in eiſernen erreicht ſie jedoch oft 20°, auf Kriegsſchiffen in Panzertürmen nicht ſelten 100°. B iſt die ſemizirkuläre Deviation längsſchiffs, abhängig von P, C die querſchiffs, abhängig von Q; da ferner B und C in Beziehung ſtehen zu H und tg Θ, ſo wechſelt die ſemizirkuläre Deviation mit dem geographiſchen Ort, ſie ſind auch ſchließlich abhängig von dem induzierten Magnetismus des weichen Eiſens c und f. Die beiden Koeffizienten D und E, und zwar $D\sin 2\zeta' + E\cos 2\zeta'$, ſtellen die quadrantale Deviation dar. Da D und E von den konſtanten Koeffizienten a, e, d und b und λ abhängen, ſo iſt für einen beſtimmten Schiffskurs die quadrantale Deviation konſtant und daher keinem Wechſel durch Ortsveränderung unterworfen. D kann bis zu 5—10° betragen. E, von der Wirkung des unſymmetriſch verteilten weichen Eiſens herrührend, iſt im allgemeinen ſehr klein und wird vielfach vernachläſſigt. Bleibt auch A unberückſichtigt, ſo iſt $\delta = B\sin\zeta' + C\cos\zeta' + D\sin z\zeta'$.

Vorſtehende Erörterungen ſetzen voraus, daß das Schiff aufrecht ſchwimmt. Neigt es ſich auf die Seite, ſo ändern die den permanenten Magnetismus darſtellenden Magnete und die den induzierten Magnetismus erſetzenden Eiſenſtäbe ihre Lage zur Erde und zur Kompaßroſe, wodurch die Deviation eine Aenderung erfährt. Iſt z. B. das Schiff mit dem Bug nach Norden gebaut, ſo haben die oberen Teile des Schiffes, die Decks, in der Nähe des Kompaſſes Nord- oder blauen Magnetismus. Beim Neigen des Schiffes iſt die Symmetrie des weichen Eiſens in bezug auf die Längsſchiffsebene geſtört, die luvwärts liegenden Teile des Schiffes zeigen ſtärkere Induktion und ziehen den Nordpol der Nadel (roter Pol) an. Bezeichnet i die Neigung des Schiffes in Graden, und zwar poſitiv nach St. B. und negativ nach B. B., ferner δ die Deviation in aufrechter Lage des Schiffes und δ_i bei Neigung desſelben um i Grad, dann iſt die Krängungsdeviation

$$\delta_i = \delta + \frac{c-g}{2\lambda}i + Ji\cos\zeta - \frac{c+g}{2\lambda}i\cos 2\zeta'.$$

Da die Konſtanten c und g ſehr klein ſind, ſo kann man die ſie enthaltenden Glieder vernachläſſigen und findet dann $\delta_i = \delta + Ji\cos\zeta'$. Der Krängungskoeffizient J kann durch Krängung aus $J = \frac{\delta_i - \delta}{i\cos\zeta'}$ beſtimmt werden; er ändert ſich mit dem geographiſchen Ort und variiert von 0,5—0,6, ſeltener ſteigt er bis 1,0.

Um den Kompaß an Bord der Schiffe zuverläſſig benutzen zu können, iſt es erforderlich, vor der Ausreiſe des Schiffes, nachdem der magnetiſche Zuſtand desſelben ins Gleichgewicht gekommen iſt, die Deviation des Kompaſſes auf den Hauptkurſen zu beſtimmen und die Deviationskoeffizienten A, B, C, D und E zu berechnen. Dieſe Arbeit nennt man die **Regulierung des Kompaſſes.** Da die Deviation ſich mit dem Kurs des Schiffes ändert, ſo muß man ſie für alle Kurſe kennen; ſie wird daher bei der Deviationsbeſtimmung am beſten durch eine ganze Rundſchwingung des Schiffes auf 32 oder 16 gleich weit voneinander entfernt liegenden Punkten der Windroſe beſtimmt. Die Deviation δ ergibt ſich dann aus dem mißweiſenden Kurs ζ und dem Kompaßkurs ζ' aus der Gleichung $\delta = \zeta - \zeta'$, wobei die Peilungen von N. über O. bis 360° gezählt werden [6].

Die ſo gefundenen Deviationen werden zur beſſeren Ueberſicht und Kontrolle mittels des Napierſchen Diagramms zu einer Kurve vereinigt, aus welcher man für einen Kompaßkurs den mißweiſenden Kurs oder umgekehrt aus dem mißweiſenden den Kompaßkurs erhalten und auf dieſe Weiſe, da in der Regel nach magnetiſchen (mißweiſenden) Kurſen geſteuert wird, eine Deviations- und Steuertafel zuſammenſtellen kann [3], [6], [11].

Da ſich die Deviation eines Kompaſſes mit der Zeit und bei Ortsveränderungen des Schiffes infolge der Aenderung der Horizontalintenſität und der Inklination des Erdmagnetismus von Ort zu Ort ändert, ſo muß die Deviation ſtändig kontrolliert werden. Hierzu müſſen die Deviationskoeffizienten nach jeder Deviationsbeſtimmung berechnet werden. In der Praxis genügt der Wert der Näherungskoeffizienten und die Ermittlung der genauen aus dieſen. Da A, D und E auf allen Breiten konſtant bleiben, genügt für die Verbeſſerung der Deviation die Berechnung von B und C. — Zur Berechnung der angenäherten Koeffizienten bedient man ſich der Formel $\delta = A + B\sin\zeta' + C\cos\zeta' + D\sin 2\zeta' + E\cos 2\zeta'$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Am beſten erfolgt die Berechnung, wenn die Deviationen auf 16 oder 32 gleichmäßig um die Roſe verteilten Kurſen bekannt ſind. Näheres ſ. [3], [6], [11], [13].

Sobald der Schiffsmagnetismus in den Zuſtand der Ruhe gekommen iſt, werden A und E konſtant verbleiben; man bemerkt dieſes, ſobald zu verſchiedenen Zeiten und an verſchiedenen Orten die durch Kompaßregulierungen gefundenen Werte von A und E wenig variieren. Für weitere Regulierungen braucht man alsdann nur B, C und D zu beſtimmen. Hierzu muß man die Deviation auf zwei Kardinalſtrichen und einem Quadrantalſtrich beobachten; denn es iſt z. B.:

Bug nach	Norden	$\delta_0 = A$	$+C$	$+E$	1.
„ „	Nordoſt	$\delta_4 = A + 0{,}7\,(B+C) + D$			2.
„ „	Oſt	$\delta_8 = A + B$		$-E$	3.
„ „	Südoſt	$\delta_{12} = A + 0{,}7\,(B-C) - D$			
„ „	Süd	$\delta_{16} = A$	$-C$	$+E$	
„ „	Südweſt	$\delta_{20} = A - 0{,}7\,(B+C) + D$			
„ „	Weſt	$\delta_{24} = A - B$		$-E$	
„ „	Nordweſt	$\delta_{28} = A - 0{,}7\,(B-C) - D$			

Gleichung 1 gibt $C = \delta_0 - (A+E)$, Gleichung 3: $B = \delta_8 - (A-E)$. Sind B und C beſtimmt, ſo gibt Gleichung 2: $D = \delta_4 - A - 0{,}7\,(B+C)$. C ergibt ſich auch aus $\delta_{16} = A - C + E$, doch mit Minuszeichen und B aus $\delta_{24} = A - B - E$, desgleichen negativ, d. h. B iſt annähernd gleich der Deviation auf Oſtkurs oder gleich der Deviation auf Weſtkurs, aber mit umgekehrtem Zeichen, C iſt annähernd gleich der Deviation auf Nordkurs oder gleich derjenigen auf Südkurs, aber mit umgekehrtem Zeichen. Für die übrigen Kompaßſtriche ändert ſich B mit dem Sinus, C mit dem Coſinus der entſprechenden Kurſe. $-D$, welches ſeinen größten Wert auf den Quadrantalſtrichen hat, ändert ſich wie der Sinus des doppelten Kurswinkels. Mit Hilfe der Gleichung $\delta = B \sin \zeta' + C \cos \zeta' + D \sin 2\zeta'$ kann man alsdann eine Tabelle zuſammenſtellen, vorausgeſetzt, daß das Schiff aufrecht ſchwimmt; bei geneigtem Schiff muß man die Korrektion der Neigung hinzufügen [3], [6], [8]. Iſt außer A, E und D auch λ bekannt, ſo laſſen ſich die Koeffizienten B und C durch Deviationsbeobachtungen auf nur einem Kurſe und Ermittlung von $\frac{H_1}{H}$ beſtimmen. Es iſt daher zu empfehlen, λ im Abgangshafen zu beſtimmen, um ſo mehr, als der Wert von λ darauf ſchließen läßt, ob der Kompaß günſtig aufgeſtellt iſt; λ ſollte nicht unter 0,7 zugelaſſen werden.

Die genauen Deviationskoeffizienten $\mathfrak{A}\,\mathfrak{B}\,\mathfrak{C}\,\mathfrak{D}\,\mathfrak{E}$ laſſen ſich mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit aus folgenden Formeln beſtimmen:

$$\mathfrak{A} = \sin A;\quad \mathfrak{B} = \sin B\left(1 + \frac{\sin D}{2}\right);\quad \mathfrak{C} = \sin B\left(1 - \frac{\sin D}{2}\right);\quad \mathfrak{D} = \sin D;\quad \mathfrak{E} = \sin E$$ [6], [11].

Für das Verhalten des Kompaſſes, die Größe der Deviationskoeffizienten und hiermit für die Größe der Deviation iſt die **Beſchaffenheit des Aufſtellungsortes** an Bord von größter Bedeutung. Der Kompaß iſt von allen ſtörenden Einwirkungen des Schiffsmagnetismus möglichſt fern zu halten, und in einer Entfernung von 2 m ſollten Eiſenmaſſen jeglicher Art vermieden werden. Um die konſtanten Koeffizienten A und E vernachläſſigen zu können, muß der Kompaß in der Mittſchiffslinie und fern von beweglichen Eiſenteilen — Bootsdavits, Geſchütztürme, Ventilatorköpfe — ſtehen, damit alle Eiſenteile des Schiffes zu beiden Seiten des Kompaſſes gleichmäßig verteilt ſind. Durch Aufſtellung fern von den Enden des Schiffes wird der Kompaß der Wirkung des Schiffsmagnetismus, welcher, wie bei allen Magneten, an den Enden am ſtärkſten iſt, am meiſten entrückt und zwar um ſo mehr, je mehr der Baukurs mit der Nord-Südrichtung übereinſtimmt. Vertikal ſtehende Eiſenmaſſen in Höhe des Kompaſſes ſind zu vermeiden, da hierdurch der Koeffizient C vergrößert wird, wodurch die durch große Breitenveränderungen bedingten Aenderungen der Deviation die zuläſſigen Grenzen überſchreiten können. Durch möglichſte Erhöhung über Deck und Vermeidung der Nähe horizontaler Eiſenmaſſen werden die quadrantale Deviation — Koeffizient D — vermindert und die Richtkraft (λH) verſtärkt, was wiederum zur Verringerung der Veränderung der Deviation und des Krängungsfehlers beiträgt [6], [11], [13]. Elektriſche Scheinwerfer ſollten 8 m vom Kompaß entfernt bleiben, Dynamomaſchinen und elektriſche Motoren mindeſtens 10 m, wegen der ablenkenden Wirkung des von ihnen hervorgerufenen ſtarken magnetiſchen Feldes. Elektriſche Leitungen können in 1 m Entfernung verlegt werden, wenn Hin- und Rückleitung in einem Kabel vereinigt ſind [12]. Der Regelkompaß muß ferner zum Peilen einen freien Umblick geſtatten. Für die Steuerkompaſſe, deren Aufſtellungsorte von den Steuerſtellen abhängig ſind, iſt die Innehaltung vorſtehender Grundſätze nur in beſchränktem Maße möglich.

Trotz aller bei der Aufſtellung der Kompaſſe verwendeten Sorgfalt werden ſich bei eiſernen Schiffen große Deviationen nicht vermeiden laſſen, und hierdurch entſtehen folgende Nachteile. Die Genauigkeit des Steuerns und Peilens wird beeinträchtigt, weil große Deviationen von Kurs zu Kurs ſich ſchnell ändern; bei einer Drehung des Schiffes wird die Kompaßroſe unruhig und gerät in Schwingungen, beim Schlingern desſelben gerät die Roſe bei großem Krängungsfehler in ſchwingende Bewegung; große Deviationen machen die Richtkraft ungleichmäßig und machen den Kompaß auf gewiſſen Kurſen leicht träge. Dieſen Nachteilen wird durch das Kompenſieren der Kompaſſe entgegengewirkt, um die Deviation zu vermindern und die Richtkraft auf den verſchiedenen Kurſen zu verſtärken und auszugleichen. Das Prinzip der Kompenſation beruht darauf, die ſtörende Einwirkung der magnetiſchen Kräfte auf die Kompaßnadel durch Erzeugung andrer im entgegengeſetzten Sinne wirkender magnetiſcher Kräfte aufzuheben. Man wird daher den flüchtigen Magnetismus durch weiche Eiſenmaſſen, den feſten durch Stahlmagnete kompenſieren können. Den halbfeſten Magnetismus kann man nur teilweiſe kompenſieren, da derſelbe nach Richtung und Stärke ſtändigen Schwankungen unterworfen iſt. Die richtige Lage

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Stahlmagnete ergibt ſich aus der Wirkung der Magnete P, Q und R, welche die Komponenten des feſten Magnetismus darſtellen, die Lage des weichen Eiſens nach den 9 Stäben weichen Eiſens, welche den induzierten Magnetismus wiedergeben. — Iſt $A > 2^0$, ſo pflegt man den Kompaß entſprechend zu drehen. $B = \frac{1}{\lambda H}(cZ + P)$ wird beſeitigt: 1. Durch einen oder mehrere Magnete, welche die Wirkung von P aufheben, daher parallel zum Kiel gerichtet ſind; 2. durch eine vertikale Stange weichen Eiſens, um die Wirkung von c auszugleichen. $C = \frac{1}{\lambda H}(fZ + Q)$ erfordert zum Ausgleich von Q einen oder mehrere Magnete, und zwar querſchiffs gerichtet; f iſt ſehr klein und braucht daher nicht beſeitigt zu werden. — Da P und Q mit dem geographiſchen Ort wechſeln, ſo müſſen die Magnete verſchoben werden, wenn das Schiff den geographiſchen Ort wechſelt. — Die quadrantale Deviation kann man beſeitigen durch einen andern weichen Eiſenſtab in entſprechender Entfernung von der Kompaßroſe, aber rechtwinklig zum erſteren. Gewöhnlich benutzt man zwei Kugelkorrektoren aus weichem Eiſen zu beiden Seiten der Roſe. — Die Deviationen infolge der Krängung werden durch einen vertikalen Magneten unter der Mitte der Roſe kompenſiert, welcher beim Ortswechſel verſchoben werden muß. Sind die Koeffizienten B, C, D und E möglichſt auf Null reduziert, ſo iſt $\delta = a$, d. h. auf allen Strichen konſtant. Die Kompenſation hebt die Schwankungen der Richtkraft der Nadel auf, und letztere wird durch die Kugelkorrektoren vergrößert.

Die Schwierigkeiten, auf den neueren Kriegsſchiffen günſtige Aufſtellungsorte namentlich für die Turmkompaſſe zu erhalten, haben zu verſchiedenen Verbeſſerungen der Kompenſation ſowie des Baumaterials geführt. So bezweckt der holländiſche Turmbodenkompaß, durch einen den im Boden des Kommandoturms eingebauten Kompaß umgebenden Kranz weicher Eiſenſtäbe die Richtkraft zu vermehren. Als Material für die Decke der Kommandotürme verwendet man neuerdings hochprozentigen Nickelſtahl, welcher unmagnetiſierbar iſt und dieſe Eigenſchaft bis zu einer Temperatur von -80^0 beibehält. Auch ſind Einrichtungen erprobt, welche die Bewegungen der Kompaßroſe eines an magnetiſch günſtiger Stelle ſtehenden Kompaſſes nach der Steuerſtelle auf elektriſchem Wege übertragen [14].

Literatur: [1] Evans, F. S., Elementary manual for the deviations of the compass in iron ships, London 1903. — [2] Evans u. A. Smith, Admiralty manual for the deviations of the compass, London 1882. — [3] Collet, A., Traité de la régulation et de la compensation des compas, Paris 1902. — [4] Handbuch der Navigation, Berlin 1901. — [5] Handbuch der nautiſchen Inſtrumente, Berlin 1890. — [6] Der Kompaß an Bord, Hamburg 1906. — [7] Rottok, Die Deviationstheorie und ihre Anwendung in der Praxis, Berlin 1903. — [8] Der Schiffskompaß, Oldenburg. — [9] Mitteilungen aus dem Gebiete des Seeweſens, Pola 1888, S. 271. — [10] Ebend. 1890, S. 1. — [11] Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [12] Jungclaus, Ueber die Einwirkung der elektriſchen Licht- und Kraftübertragungsanlagen in Schiffen auf den Kompaß, Geeſtemünde 1897. — [13] Schilling, C., Der Kompaß an Bord eiſerner Schiffe, Leipzig 1904. — [14] Rottok, E., Kompaßverſuche und Verbeſſerungen in der Kaiſerlichen Marine, Marine-Rundſchau 1902.

T. Schwarz.

Kompaß, in der Markſcheidekunde, ſ. Buſſole, Grubeninſtrumente.

Kompenſation, Einrichtung, um die durch die Temperaturſchwankungen verurſachten Aenderungen in der Schwingungsdauer des Taktgebers (Pendels, Unruhe) auszugleichen; ſ. Chronometer und Uhren.

Kompenſation der Rohrleitungen, ſ. d. und Dampfleitungen, Bd. 2, S. 596, Kraftübertragung, hydrauliſche, und Stopfbüchſe.

Kompenſationskupplung, ſ. Kupplungen.

Kompenſationsmagnet, ſ. Meßinſtrumente, elektriſche.

Kompenſationsregulator, ſ. Weberei.

Kompenſationsreſervoire, Sammelbehälter oder Stauweiher (Sammelteiche), welche durch Anſammlung unbenutzter Abflußmengen (Hochwaſſer) eines Waſſerlaufes und geregelten Ablaß derſelben Entſchädigung (Kompenſation) zu gewähren haben, wenn ein Teil der von den Werkbeſitzern am Waſſerlaufe früher benutzten Normalwaſſermenge für andre Zwecke (z. B. Quellen für Waſſerverſorgung) abgeleitet wird; ſ. a. Mühlweiher, Sammelteiche.

Kompenſationsröhren (Ausgleichungs- oder Dehnungsröhren) bezwecken die Herſtellung der Nachgiebigkeit einer Rohrleitung gegenüber von Längenänderungen.

Solche Längenänderungen entſtehen insbeſondere bei Leitungen für heiße Flüſſigkeiten; ſie treten jedoch auch bei Kaltwaſſerleitungen, die frei liegen (z. B. bei Steigleitungen in Waſſertürmen u. ſ. w.), infolge von Temperaturdifferenzen und mechaniſchen Einwirkungen auf. Kleine Aenderungen werden bei den im Boden liegenden Kaltwaſſerleitungen durch Muffenverbindungen (ſ. Rohrverbindungen), Gelenkmuffen u. ſ. w. kompenſiert. Bei Dampfleitungen und Warmwaſſerleitungen oder anläßlich beſonderer Urſachen, bei welchen die Längenänderungen ein größeres Maß annehmen, ſind die in den Fig. 1, 2, 3, 4 dargeſtellten Scharnierröhren, hauptſächlich aber die in Fig. 5 dargeſtellte Expanſionsmuffe und der Kupferkrümmer (Fig. 6) empfehlenswert. Die ebenfalls empfehlenswerte entlaſtete Stopfbüchſe von Dehne (vgl. Bd. 2, S. 595, Fig. 3) leiſtet dieſelben Dienſte. Bei Waſſerleitungen mit normaler Preſſung (ca. 4 Atmoſphären) findet

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

man da und dort die in Fig. 7 und 8 dargeſtellten Dehnungsröhren angewendet. Die Funktion der einzelnen Anordnungen iſt ohne weiteres aus den Figuren klar; ſehr zu berückſichtigen ſind bei der Dimenſionierung der Kompenſationsröhren die in Richtung der Rohrachſe wirkenden Kräfte, und es empfiehlt ſich ſtets, die Maße reichlich zu wählen, um gegen unliebſame Ueberraſchungen geſichert zu ſein. Weitere Anordnungen findet man in den Katalogen der Waſſer- und Dampfarmaturenfabriken.

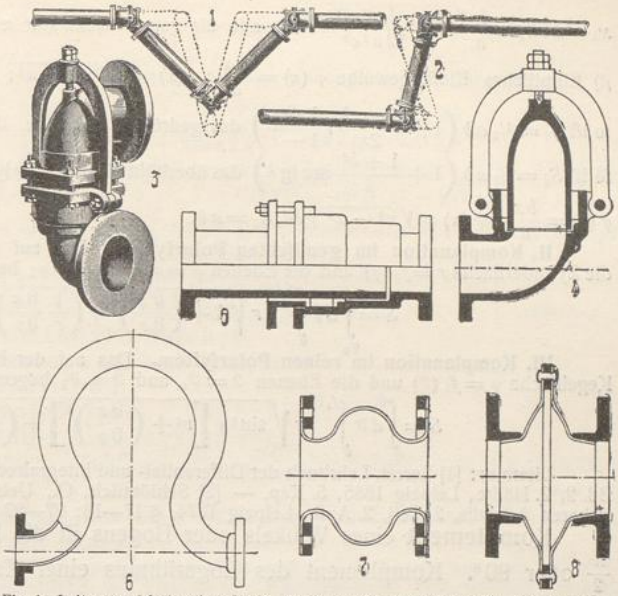


Fig. 1: Leitungsachſe in einer Linie. Fig. 2: Leitungsachſe verſetzt. Fig. 3 u. 4: Scharnier. Fig. 5: Stopfbüchſenrohr, Expanſionsmuffe. Fig. 6: Kupferkrümmer (Federbogen). Fig. 7 und 8: Dehnungseinſätze.

Kompenſationsvorrichtung (Dilatationsvorrichtung), vgl. Fahrbahn der Eiſenbahnbrücken.

Kompenſationswicklung, ſ. Wechſelſtrommaſchine und Wendepole.

Kompenſator, ſ. Dampfleitungen, Galvanismus und Zirkularpolariſation.

Kompenſierter Drehſtrommotor, ſ. Motor, elektriſcher.

Kompenſierung des Kompaſſes, ſ. Kompaß (Schiffskompaß), S. 577.

Komplanation, die Berechnung des Inhalts krummer Flächen.

I. Komplanation in Parallelkoordinaten. Gefucht Stück S der Fläche $z=f(x,y)$, das begrenzt iſt durch die Ebenen $x=x_0$ und $x=x_1$ und die Zylinderflächen $y=\varphi(x)$ und $y=\psi(x)$. Es iſt

$$S=\int_{x_0}^{x_1} dx \int_{\varphi(x)}^{\psi(x)} \sqrt{1+\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}\, dy.$$

Beiſpiel: Böhmiſches Gewölbe, d. h. Fläche der Kugel $x^2+y^2+z^2=c^2$, begrenzt durch die Ebenen $x=0$, $x=a$; $y=0$, $y=b$. Es iſt: $S=c\,(a\alpha+b\beta-c\gamma)$, wenn

$$\sin\alpha=\frac{b}{\sqrt{c^2-a^2}};\quad \sin\beta=\frac{a}{\sqrt{c^2-b^2}};\quad \sin\gamma=\sin\alpha\,\sin\beta.$$

Beſondere Fälle der Komplanation in Parallelkoordinaten.

a) Bei einer Drehungsfläche, die durch Drehung der Kurve $y=f(x)$ um die x-Achſe entſteht, hat das von den Ebenen $x=x_0$ und $x=x_1$ begrenzte Stück die Fläche

$$S=2\pi\int_{x_0}^{x_1} y\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\, dx.$$

Beiſpiele: Drehungsellipſoid $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2+z^2}{b^2}=1$.

$\alpha)$ $a>b$ $\qquad S=2\pi b\left(b+\frac{a^2}{\sqrt{a^2-b^2}}\arccos\frac{b}{a}\right)$;

$\beta)$ $a<\beta$ $\qquad S=2\pi b\left(b+\frac{a^2}{\sqrt{b^2-a^2}}\,l\,\frac{b+\sqrt{b^2-a^2}}{a}\right)$.

b) Der Körper ſei begrenzt durch zwei Zylinderflächen $y=\varphi(x)$ und $z=\psi(x)$, durch die Ebenen $y=0$, $z=0$, $x=x_0$, $x=x_1$; ſo iſt die Fläche des erſten Zylinders, die an der Begrenzung teilnimmt, $S_1=\int_{x_0}^{x_1} z\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\, dx$; die entſprechende Fläche des zweiten Zylinders $S_2=\int_{x_0}^{x_1} y\sqrt{1+\left(\frac{dz}{dx}\right)^2}\, dx$.

Beiſpiele:

$\alpha)$ Paraboliſches Kloſtergewölbe gibt mit $\varphi(x)=\frac{bx}{a}$; $\psi(x)=\frac{c\,(a^2-x^2)}{a^2}$; $x_0=0$;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$x_1 = x : S_2 = \frac{b}{a} \frac{\sqrt{(a^4 + 4c^2x^2)^3} - a^6}{12a^2c^2}$; alſo die ganze Fläche (für $x = a$) $\frac{b}{12} \frac{\sqrt{(a^2 + 4c^2)^3} - a^3}{c^2}$.

β) Elliptiſches Kloſtergewölbe $\varphi(x) = \frac{bx}{a}$; $\psi(x) = \frac{c}{a}\sqrt{x^2 - a^2}$; 1. iſt $a > c$; $\varepsilon = \frac{\sqrt{a^2 - c^2}}{a}$, ſo iſt $S_2 = {}^1/_2\, a\, b \left(1 + \frac{1 - \varepsilon^2}{2\varepsilon} l \frac{1 + \varepsilon}{1 - \varepsilon}\right)$ das gedrückte Gewölbe. 2. Iſt $a < c$; $\lambda = \frac{\sqrt{c^2 - a^2}}{a}$, ſo iſt $S_2 = {}^1/_2\, a\, b \left(1 + \frac{1 + \lambda^2}{\lambda} \operatorname{arc\,tg} \lambda\right)$ das überhöhte Gewölbe. γ) Kreisförmiges Kloſtergewölbe $\varphi(x) = \frac{bx}{a}$; $\psi(x) = \sqrt{x^2 - a^2}$ gibt $S_2 = a\, b$.

II. Komplanation im gemiſchten Polarſyſtem. Das auf der Fläche $z = f(r, \varphi)$ durch die Zylinderfläche $r = f_1(\varphi)$ und die Ebenen $\varphi = \varphi_0$ und $\varphi = \varphi_1$ begrenzte Stück hat die Fläche

$$S = \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} d\varphi \int_0^{f_1(\varphi)} r \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z}{\partial r}\right)^2 + \left(\frac{1}{r}\frac{\partial z}{\partial \varphi}\right)^2}\, dr.$$

III. Komplanation im reinen Polarſyſtem. Das auf der Fläche $r = f(\varphi, \vartheta)$ durch die Kegelfläche $\varphi = f_1(\vartheta)$ und die Ebenen $\vartheta = \vartheta_0$ und $\vartheta = \vartheta_1$ begrenzte Stück iſt

$$S = \int_{\vartheta_0}^{\vartheta_1} d\vartheta \int_0^{f_1(\vartheta)} r \sqrt{\sin^2\varphi \left[r^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial \varphi}\right)^2\right] + \left(\frac{\partial r}{\partial \vartheta}\right)^2}\, d\varphi.$$

Literatur: [1] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, deutſch von Harnack, Bd. 2, 2. Hälfte, Leipzig 1885, 5. Kap. — [2] Schlömilch, O., Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, 2. Teil, 2. Aufl., Leipzig 1874, § 17—18; 27—29. *Wölffing.*

Komplement eines Winkels oder Bogens iſt die Ergänzung desſelben zu $\frac{\pi}{2}$ oder 90^0. Komplement des Logarithmus einer Zahl iſt der Logarithmus ihres reziproken Werts. *Wölffing.*

Komplementärfarben, ſ. Farben, Bd. 3, S. 604.

Komplettmaſchinen, in der Buchdruckerei Preſſen, welche die Anfertigung eines zweiſeitig bedruckten Bogens (Schön- und Widerdruck) in einem Arbeitsvorgange zulaſſen. In der Schriftgießerei heißen Komplettmaſchinen die zur Erzeugung der Lettern dienenden Apparate, deren Produkte nicht erſt durch ſogenannte Vollendmaſchinen oder durch Handarbeit „fertig gemacht" werden müſſen; vgl. Buchdruckmaſchinen und Schriftgießerei.

Komplex. 1. Eine dreifach unendliche Schar von geometriſchen Gebilden (z. B. von Geraden, Kugeln u. ſ. w.), die aus den vierfach unendlich vielen überhaupt vorhandenen herausgegriffen wird (ſ. Liniengeometrie); 2. ſ. Komplexe Größen. *Wölffing.*

Komplexe Größen, Summen von reellen und imaginären Größen; ſie ſind von der Form $a + bi$.

Zwei komplexe Größen ſind dann und nur dann einander gleich, wenn die reellen und die imaginären Teile einzeln einander gleich ſind; aus $a + bi = a' + b'i$ folgt daher $a = a'$; $b = b'$. Zwei komplexe Größen $a + bi$ und $a - bi$, die ſich nur im Vorzeichen des imaginären Teils unterſcheiden, heißen komplex konjugiert oder kurz konjugiert. Ihre Summe $2a$ und ihr Produkt $a^2 + b^2$, die ſogenannte Norm, iſt reell. Hat eine Gleichung mit reellen Koeffizienten eine komplexe Wurzel, ſo hat ſie auch die zu derſelben konjugierte. Eine komplexe Zahl $a + bi$ wird geometriſch dargeſtellt, indem man ihr in einer Ebene (der ſogenannten Gaußſchen Ebene) vermittelſt eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems den Punkt (a, b) anordnet. Dabei bilden ſich die reellen Zahlen auf der x-Achſe, die rein imaginären auf der y-Achſe ab. Führt man noch Polarkoordinaten ein, ſo heißt der Radiusvektor $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ auch abſoluter Betrag oder Modul; hierzu kommt noch der Polarwinkel $\varphi = \operatorname{arc\,tg} \frac{b}{a}$. Dabei iſt $a + bi = r(\cos\varphi + i \sin\varphi) = re^{i\varphi}$, wobei $\cos\varphi + i \sin\varphi = e^{i\varphi}$ als Richtungskoeffizient bezeichnet wird.

Jede Funktion einer komplexen Größe läßt ſich auf die Form einer komplexen Größe bringen. Hierbei gelten die Formeln:

$$a + bi \pm (a' + b'i) = a \pm a' + (b \pm b')i.$$

(Der Modul einer Summe iſt nicht größer als die Summe und nicht kleiner als die Differenz der Module der Summanden; der Modul der Differenz zweier komplexen Zahlen iſt gleich der Entfernung der Punkte, in die ſich die Zahlen abbilden.)

$$r(\cos\varphi + i\sin\varphi) \cdot r'(\cos\varphi' + i\sin\varphi') = rr'[\cos(\varphi + \varphi') + i\sin(\varphi + \varphi')];$$

$$\frac{r(\cos\varphi + i\sin\varphi)}{r'(\cos\varphi' + i\sin\varphi')} = \frac{r}{r'}[\cos(\varphi - \varphi') + i\sin(\varphi - \varphi')];$$

$$[r(\cos\varphi + i\sin\varphi)]^m = r^m(\cos m\varphi + i\sin m\varphi);$$

$$e^{x+iy} = e^x(\cos y + i\sin y);\ a^{x+iy} = a^x[\cos(y\,la) + i\sin(y\,la)];$$

$$l(x + iy) = {}^1/_2\, l(x^2 + y^2) + i \operatorname{arc\,tg} \frac{y}{x};$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$$\sin(x+iy)=\frac{e^{y}+e^{-y}}{2}\sin x+i\frac{e^{y}-e^{-y}}{2}\cos x=\mathfrak{Cos}\,y\sin x+i\,\mathfrak{Sin}\,y\cos x;$$

$$\cos(x+iy)=\frac{e^{y}+e^{-y}}{2}\cos x-i\frac{e^{y}-e^{-y}}{2}\sin x=\mathfrak{Cos}\,y\cos x-i\,\mathfrak{Sin}\,y\sin x;$$

$$\operatorname{tg}(x+iy)=\frac{2\sin 2x+i\left(e^{2y}-e^{-2y}\right)}{\left(e^{2y}+e^{-2y}\right)+2\cos 2x}=\frac{\sin 2x+i\,\mathfrak{Sin}\,2y}{\cos 2x+\mathfrak{Cos}\,2y};$$

$\operatorname{arc\,sin}(x+iy)=\operatorname{arc\,sin}T+il\left(S+\sqrt{S^2+1}\right)$; $\operatorname{arc\,cos}(x+iy)=\operatorname{arc\,cos}T-il\left(S+\sqrt{S^2+1}\right)$,
wo $S=\frac{1}{2}\sqrt{(1+x)^2+y^2}+\sqrt{(1-x)^2+y^2}$; $T=\frac{1}{2}\left[\sqrt{(1+x)^2+y^2}-\sqrt{(1-x)^2+y^2}\right]$;

$$\operatorname{arc\,tg}(x+iy)=\tfrac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{2x}{1-(x^2+y^2)}+\frac{i}{4}l\frac{x^2+(1+y)^2}{x^2+(1-y)^2}\text{ für }x^2+y^2<1\text{ und }\operatorname{arc\,tg}(x+iy)$$

$$=\tfrac{1}{2}\left[\pi-\operatorname{arc\,tg}\frac{2x}{1-(x^2+y^2)}\right]+\frac{i}{4}l\frac{x^2+(1+y)^2}{x^2+(1-y)^2}\text{ für }x^2+y^2>1.$$

Literatur: Hankel, Theorie der komplexen Zahlen, Leipzig 1867. *Wölffing.*

Komplexion, ſ. Kombinationslehre.

Komponente, ſ. Zerlegung von Kräften.

Kompoſitbau, ſ. Schiffbau.

Kompoſition (Zinnſolution), ſ. Zinnchloride.

Kompoſitionsmetall, ſ. Zinnlegierungen.

Kompoſitionsſchwarz, Rückſtand der Berlinerblaufabrikation, als ſchwarze Körperfarbe dienend. *Andés.*

Kompoſtdünger beſteht aus einer Miſchung von Erde mit pflanzlichen, tieriſchen und mineraliſchen Stoffen.

Zu ſeiner Herſtellung ſind alle zerſetzungsfähigen organiſchen Abfälle aus dem landwirtſchaftlichen und Haushaltungsbetriebe, wie Fleiſch- und Knochenſtücke, Blut, wollene Lumpen, Leder, Krautſtengel, Kehricht, Unkrautſamen, Bachkraut und andre Unkräuter, mit Nutzen zu verwenden. Dieſelben werden mit Erde zu einem Haufen geſchichtet, und die Maſſe wird von Zeit zu Zeit umgeſtochen, um eine innige Miſchung zu erzielen und der Luft Zutritt zu verſchaffen. Die Zerſetzung wird durch Zugabe von etwas gebranntem Kalk, ferner durch Begießen mit Jauche und durch Zwiſchenlegung von Pferde- und Schweinemiſt befördert. Der Kompoſt iſt als reif zu betrachten, wenn die ſämtlichen organiſchen Gemengteile vollkommen zerſetzt ſind und ſich mit den erdigen Teilen zu einer gleichmäßigen ſchwärzlichen, krümeligen Maſſe umgewandelt haben, was immerhin einige Monate bis Jahresfriſt erfordert. Die Kompoſtdüngung hat vorzügliche Wirkung insbeſondere auf ſchlechten, namentlich moorigen Wieſen, vorausgeſetzt, daß dieſelben gut entwäſſert ſind. Auf den berühmten Wieſenanlagen Oberitaliens wird eine ausgedehnte Kompoſtwirtſchaft durch Vermengung des bei der regelmäßigen Reinigung der Bewäſſerungsgräben ſich ergebenden Grabenſchlamms mit Stallmiſt betrieben; der Kompoſt wird im Frühjahr mit Hilfe der Bewäſſerung überallhin gleichmäßig verbreitet und in den Boden eingeſchlämmt. Im größten Maßſtab wird die Kompoſtierung durch die holländiſche Stadt Groningen betrieben. Daſelbſt werden ſämtliche Abtrittſtoffe der ſtädtiſchen Bevölkerung ſamt dem Straßenkot und den zerſetzungsfähigen Hausabfällen in einer hierzu erbauten ſtädtiſchen Anſtalt zu Kompoſt verarbeitet, welcher zu Schiff in die nahegelegenen Moordiſtrikte verfrachtet und als Hauptdüngemittel auf den berühmten Veenkulturen verwendet wird. *Drach.*

Kompoundbleche, -platten, ganz allgemein Bleche oder Platten, die aus zwei oder mehr verſchiedenen, miteinander verbundenen Schichten beſtehen; im beſonderen bezeichnet man mit Kompoundplatten Panzerplatten [1], bei denen auf eine rotglühende Schweißeiſenplatte harter Flußſtahl aufgegoſſen wurde, worauf man die Platte ausgewalzt hat. Sie werden nicht mehr hergeſtellt; vgl. Panzerplatten.

Literatur: [1] Ledebur, Handb. der Eiſenhüttenkunde, Bd. 3, Leipzig 1903. — [2] Beck, Th., Geſchichte des Eiſens, 5. Abt., Braunſchweig 1902. — [3] „Stahl und Eiſen", Düſſeldorf. — [4] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. *A. Widmaier.*

Kompoundmaſchine (Verbundmaſchine), ſ. Dampfmaſchinen, Bd. 2, S. 604, und Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 185.

Kompoundpanzer, älterer Schiffspanzer, der aus einer ſtählernen harten Vorderplatte und einer ſchmiedeeiſernen weichen Hinterplatte zuſammengeſchweißt wurde (ſ. Schiffspanzer). *T. Schwarz.*

Kompreſſe, Reibungsbremſe für ältere Schiffslafetten (ſ. Lafettierung).

Kompreſſibilität, ſ. v. w. Zuſammendrückbarkeit. Speziellere Bedeutung ſ. unter Kompreſſionskoeffizient.

Kompreſſionsbremſen (Luftdruckbremſen), ſ. Bremſen, Bd. 2, S. 268.

Kompreſſionskaltdampfmaſchinen, ſ. Kältemaſchine, S. 259.

Kompreſſionskoeffizient. Wirkt auf die ganze Oberfläche eines Körpers lediglich ein gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

es findet bei konſtanter Temperatur durch eine Aenderung ∂p von p eine Aenderung $\frac{\partial v}{v}$ der Volumeneinheit ſtatt, ſo heißt

$$\gamma = -\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial p} \qquad 1.$$

der Kompreſſionskoeffizient des betreffenden Körpers [15], S. 71, wonach derſelbe auch annähernd die Volumenabnahme pro Volumeneinheit, $-\frac{\Delta v}{v}$, durch die Druckzunahme $\Delta p = 1$ bei konſtanter Temperatur bedeutet (gewöhnliche Definition). Häufig wird γ als Kompreſſibilität bezeichnet (der Ausdruck ſcheinbare Kompreſſibilität bezieht ſich auf den aus Verſuchen erhaltenen Wert von γ, vor Berückſichtigung erkannter Fehlerquellen).

Wird anſtatt des im allgemeinen veränderlichen Kompreſſionskoeffizienten γ ein mittlerer Kompreſſionskoeffizient γ' eingeführt, welcher von p_1 bis p die gleiche Volumenänderung $v - v_1$ wie der wirkliche bedingt, ſo hat man nach 1.:

$$\gamma' = \frac{1}{p - p_1}\log n \frac{v_1}{v}, \qquad 2.$$

und mit Rückſicht auf die Reihe für logn, wenn die Volumenänderungen ſo klein ſind, daß das Quadrat und höhere Potenzen von $\frac{v - v_1}{v_1}$ gegen letzteren Wert vernachläſſigt werden dürfen [15], S. 72:

$$\gamma' = \frac{1}{v_1}\frac{v_1 - v}{p - p_1}, \qquad v = v_1(1 - \gamma'[p - p_1]). \qquad 3.$$

In 1.—3. können unter v, v_1 die Volumen der Gewichtseinheit oder die ganzen Volumen des betrachteten Körpers verſtanden werden. Beziehungen zwiſchen γ und andern Koeffizienten (Ausdehnungskoeffizient, Spannungskoeffizient) ſ. z. B. [1], S. 476, [15], S. 72.

Für Gaſe und Dämpfe werden die Volumenänderungen am einfachſten aus der Zuſtandsgleichung und verwandten Beziehungen berechnet. S. Boyle-Gay-Luſſacſches Geſetz, Gaſe, gasförmige Körper, Dampf, geſättigter und überhitzter, oder [15], I und II.

Für Waſſer hat man nach Graffi (Annales de chimie et de physique 1837, XXXI, S. 437) z. B.

wenn	$p =$	3,25	3,50	5,34	6,60	6,35 Atmoſphären
und konſtant	$t =$	4,0	10,8	18,0	34,5	53,0°
	$\gamma =$	0,0000499	0,0000480	0,0000462	0,0000453	0,0000441,

wonach die Zuſammendrückung von 1 cbm Waſſer von 5,34 Atmoſphären Druck und 18° Temperatur durch eine Druckerhöhung von 1 Atmoſphäre (zu 1,0333 kg pro Quadratzentimeter) gleich 0,0000462 cbm und durch 50 kg pro Quadratzentimeter, wenn $\gamma' = \gamma$ geſetzt wird, nach 3.:

$$\frac{v_1 - v}{v_1} = 0{,}0000462\,\frac{50}{1{,}0333} = 0{,}00224 \text{ cbm} = 2{,}24 \text{ l}.$$

Violle gab auf Grund der Verſuche von Graffi für gewöhnliche Drucke [10], S. 508:

$$\gamma = 0{,}0000503 + 0{,}0000013185\,t - 0{,}00000003734\,t^2,$$

und Röntgen [3], S. 660, erhielt für 18° genau wie Graffi $\gamma = 0{,}0000462$. Bei höheren Drücken hat Amagat Verſuche angeſtellt [11]. Er erhielt für 10000000 γ'

	bei $t =$	0	5	10	15	20	30	40	50	60	100°
von 1 bis 100 Atmoſphären:		511	493	483	473	468	460	449	449	455	478
„ 100 „ 200 „ :		492	475	461	451	442	436	429	425	427	468

und insbeſondere

	bei $t =$	0	5	10	15	20°
von 1— 25 Atmoſphären		525	512	500	495	491
„ 25— 50 „		516	496	492	480	476
„ 50— 75 „		509	485	473	465	456
„ 75—100 „		502	481	470	457	453
„ 100—125 „		494	477	466	454	449
„ 125—150 „		491	475	463	454	446
„ 150—175 „		491	475	463	451	442
„ 175—200 „		488	472	460	447	438.

Bei ſehr hohen Drücken können bedeutend kleinere Kompreſſionskoeffizienten maßgebend ſein, wie folgende von Amagat [8] erhaltenen Werte von 10000000 γ' bei 0° zeigen.

	für	Waſſer	Aether	Alkohol
von 1— 500 Atmoſphären		475	1072	769
„ 500—1000 „		416	708	566
„ 1000—1500 „		358	537	458
„ 1500—2000 „		324	452	385
„ 2000—2500 „		292	371	331
„ 2500—3000 „		261	317	284.

Zahlreiche Verſuche ſind über die Kompreſſibilität des Queckſilbers angeſtellt worden. Es erhielten bei wenig von 0° verſchiedener Temperatur: Regnault 0,00000352, Graffi 0,00000295, Tait 0,0000036, Amagat 0,0000039, de Metz 0,00000374, wonach Queckſilber von allen Flüſſigkeiten die kleinſte bekannte Kompreſſibilität beſitzt. De Metz [9] konnte für Queckſilber von 0 bis 19,4° ausdrücken:

$$\gamma = 0{,}00000374 + 0{,}0000000877\,t.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Näheres und weitere Kompreſſionskoeffizienten von Flüſſigkeiten ſ. u. a. [7], S. 359, [10], S. 508, [12], S. 265, [13], S. 326, 330, 333.

Für elaſtiſche Volumenänderungen iſotroper feſter Körper liefert die Elaſtizitätslehre [2], S. 170, [7], S. 224, [13], S. 235, bei konſtanten Werten des Elaſtizitätsmoduls E (ſ. d.) und des Elaſtizitätsquotienten ε (ſ. d.) mit $\mu = 1/\varepsilon$:

$$\gamma = \frac{\varepsilon - 2}{\varepsilon}\frac{3}{E} = \frac{3}{E}(1 - 2\mu), \qquad 4.$$

worin unter gewiſſen Vorausſetzungen (ſ. hierüber und über Werte von ε, μ unter Elaſtizitätsquotient) $\varepsilon = 4$, $\mu = 0{,}25$ wäre. Amagat erhielt durch Verſuche für p, E in Atmoſphären, d. h. in Einheiten von 1,0333 kg pro Quadratzentimeter, auf Grund von 4. [6]:

	E pro Quadratzentimeter	μ	γ
für Glas	677 500	0,2451	0,000002197
„ Kriſtallglas . .	624 200	0,2499	0,000002405
„ Stahl	2 033 300	0,2694	0,00000680
„ Kupfer	1 197 900	0,3288	0,00000857
„ Meſſing . . .	1 068 000	0,3305	0,00000953
„ Deltametall . .	1 205 000	0,3333	0,00001021
„ Blei	162 600	0,4252	0,00002761

und ohne Anwendung von Elaſtizitätsformeln [4]:

	für Glas	für Kriſtallglas
von 1— 500 Atmoſphären	0,000002250	0,000002454
„ 1—1000 „	0,000002248	0,000002424
„ 1—1500 „	0,000002235	0,000002415
„ 1—2000 „	0,000002229	0,000002405,

wonach die feſten Körper im allgemeinen weit weniger kompreſſibel als die Flüſſigkeiten ſind und ihre Kompreſſibilität mit μ zu wachſen ſcheint. Werte von γ für andre feſte Körper ſ. u. a. [12], S. 103.

Literatur: [1] Rühlmann, Handbuch der mechaniſchen Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1876, S. 466. — [2] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1885, S. 170, 173. — [3] Röntgen und Schneider, Ueber die Kompreſſibilität des Waſſers, Wiedemanns Annalen 1888, XXXIII, S. 644. — [4] Amagat, Compressibilité du mercure et du verre, Compt. rend. 1889, CVIII, S. 228. — [5] Derſ., Détermination directe de la compressibilité du verre, du cristal et des métaux, jusqu'à 2000 at., ebend. 1889, CVIII, S. 729. — [6] Derſ., Recherches sur l'élasticité des solides, ebend. 1889, CVIII, S. 1199. — [7] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, I. Allgemeine und ſpezielle Mechanik, Akuſtik, Breslau 1891, S. 220, 224, 355. — [8] Amagat, Sur les lois de compressibilité des liquides, Compt. rend. 1892, CXV, S. 638, 919. — [9] De Metz, Ueber die abſolute Kompreſſibilität des Queckſilbers, Wiedemanns Annalen 1892, XLVII, S. 706. — [10] Violle, Lehrbuch der Phyſik, I, Mechanik, Berlin 1893, S. 497. — [11] Amagat, Dilatation et compressibilité de l'eau, Compt. rend. 1893, CXVI, S. 41. — [12] Landolt und Börnſtein, Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1894, S. 265. — [13] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, I, Allgemeine Phyſik und Akuſtik, Leipzig 1895, S. 235, 317. — [14] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, I, Braunſchweig 1902, S. 547, 719. — [15] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 71; II, Stuttgart 1907, S. 380. *Weyrauch.*

Kompreſſionskurve, ſ. Aeußere Arbeit.

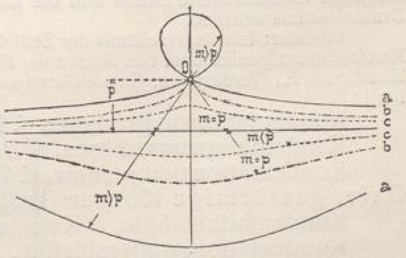
Kompreſſionswärme wird mitunter die bei der Kompreſſion eines Körpers ohne Wärmezu- oder -abfuhr erſcheinende Wärme genannt.

Dieſelbe entſteht durch Umwandlung der zur Zuſammendrückung dienenden äußeren Arbeit (ſ. d.) in Wärme und kann bei Gaſen nnd Dämpfen ſehr bedeutend werden (vgl. Adiabatiſche Zuſtandsänderung); ſie läßt ſich aber auch bei Flüſſigkeiten und feſten Körpern an merklichen Temperaturerhöhungen nachweiſen. Im Gegenſatze zur Kompreſſionswärme ſteht die bei der Expanſion ohne Wärmezu- oder -abfuhr verſchwindende Wärme. Näheres bezüglich der Kompreſſionswärme von Gaſen und Dämpfen enthalten alle Lehrbücher der mechaniſchen Wärmetheorie, die folgenden Angaben betreffen feſte und flüſſige Körper.

Literatur: [1] Rühlmann, Handbuch der mechaniſchen Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1876, S. 474. — [2] Clauſius, Die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1887, S. 198. — [3] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphyſik, II, Leipzig 1896, S. 598. — [4] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Braunſchweig 1905, S. 560. *Weyrauch.*

Kompreſſoren, ſ. Kältemaſchine, Luftkompreſſor, Luftpumpen.

Konchoide des Nikomedes (Muſchellinie), eine Kurve vierter Ordnung, die dadurch entſteht, daß eine Gerade ſich um einen Punkt O dreht und auf ihr von ihrem Schnittpunkt mit einer feſten im Abſtand p von O befindlichen Geraden ein Stück m nach beiden Seiten abgetragen wird.



Ihre Gleichung in Parallelkoordinaten iſt $(x^2 + y^2)(p - y)^2 = m^2 y^2$, in Polarkoordinaten $(r \pm m)\cos\varphi = p$. Im unendlich fernen Punkt der feſten Geraden $y = p$ hat die Konchoide einen Selbſtberührungspunkt mit der Geraden als Aſymptote; ſie geht durch die unendlich

fernen Kreispunkte und befitzt dreierlei Formen: je nachdem nämlich $m \gtrless p$ ift der Urfprung ein Doppelpunkt, Rückkehrpunkt, ifolierter Punkt (Kurven *a*, *b*, *c* in der Figur). Im letzteren Fall find vier, fonft nur zwei reelle Wendepunkte vorhanden.

Anwendungen diefer Kurve: Dreiteilung des Winkels, Konftruktion zweier mittleren Proportionalen zwifchen zwei Strecken, graphifche Löfung von Gleichungen dritten und vierten Grades und endlich (nach Vignola) Verjüngung der Säulenfchäfte.

Literatur: [1] Fifcher, Unterfuchungen über die Konchoide, Kempen 1861. — [2] Schorre, Theorie der Konchoide, Kaffel 1855. — [3] Spencer, Ueber Konchoiden, Schwerin 1902. *Wölffing.*

Koncyklifch heißen zwei fphärifche Kegelfchnitte, die diefelben cyklifchen Bogen befitzen, d. h. die auf einer Kugel von zwei Kegeln ausgefchnitten werden, deren Kreisfchnittebenen diefelben Stellungen haben.

Literatur: Salmon, G., Analytifche Geometrie des Raumes, deutfch von Fiedler, 1. Teil, 3. Aufl., Leipzig 1879, S. 353. *Wölffing.*

Kondenfation, Verdichtung, in fpezieller Bedeutung Flüffigmachung eines Gafes (f. Luftkomprefforen, Kältemafchine, Dampf, Gafe, gasförmige Körper), namentlich die Zurückführung des Waffердampfes in Waffer. Die Kondenfation des Dampfes bei Dampfmafchinen gefchieht in den mit diefen verbundenen Kondenfatoren (f. d.) und bezweckt eine beffere Ausnutzung des Dampfes.

Während bei den Mafchinen ohne Kondenfation auf die der wirkfamen Kolbenfläche entgegengefetzte Fläche der äußere Luftdruck wirkt, als wirkfamer Ueberdruck daher nur die Differenz zwifchen dem Dampf- und dem Luftdruck in Rechnung zu fetzen ift, wird bei den Mafchinen mit Kondenfation diefer Gegendruck auf etwa $^1/_{10}$ Atmofphäre verringert, der ganze wirkfame Druck daher um nahezu eine Atmofphäre vermehrt. Arbeitet z. B. eine Mafchine mit 4 Atmofphären Ueberdruck, fo werden bei Anwendung der Kondenfation etwa 0,9 Atmofphären gewonnen; dann beträgt der neue wirkfame Druck 4,9 Atmofphären, das Verhältnis beider $4{,}9/4 = 1{,}225$, der Gewinn alfo 22,5%. Arbeitet die Mafchine dagegen mit 8 Atmofphären Ueberdruck, fo ift der gefamte Gewinn bei gleichem Kondenfatordruck $8{,}9/8 = 1{,}1125$ oder 11,25%, d. h. nur die Hälfte des obigen. Es geht hieraus hervor, daß mit zunehmender Betriebsfpannung der Nutzen der Kondenfation verhältnismäßig geringer wird. Ein Teil der gewonnenen Arbeit geht übrigens zum Betriebe der Kondenfatorluftpumpe und der Wafferpumpe verloren.

Eine Hauptbedingung für die Anwendung der Kondenfation ift das Vorhandenfein von Kühlwaffer in genügender Menge. Die Befchaffung desfelben erfolgt neuerdings häufig mittels fogenannter Rückkühlanlagen (f. d. und Gradierwerke), welche die wiederholte Abkühlung des Kondenfationswaffers bewirken und nur einen geringen täglichen Zufatz von Kühlwaffer benötigen. Die bei der Kondenfation frei werdende latente oder Verdampfungswärme (537 W.E. für 1 kg Dampf) muß vom Kühlwaffer aufgenommen werden. Hieraus berechnet fich leicht die Kühlwaffermenge für 1 kg Dampf, wenn die Anfangs- und Endtemperatur des Waffers und Dampfes gegeben ift. Man findet fie annäherungsweife nach der Gleichung $W = \frac{630 - T}{T - t}$, worin W die für 1 kg Dampf erforderliche Waffermenge von einer Temperatur t (in Celfiusgraden) und T die Mifchungstemperatur ift. Für mittlere Dampfdrücke ergibt fich hieraus die Waffermenge W zu 25—30 kg für 1 kg Dampf. Nach erfolgter Kondenfation ift im Kondenfator ein Gemifch von Kühl- und Einfpritzwaffer, Kondenfationswaffer, Dampf und Luft vorhanden, welch letztere mit dem Kühlwaffer in den Kondenfator gelangt; 1 kg Waffer enthält im Mittel 0,07 l Luft gebunden, fo daß, wenn man 25 kg Einfpritzwaffer für 1 kg Dampf annimmt, jedem Kilogramm des letzteren 1,75—2 l in den Kondenfator eingeführter und aus demfelben wieder zu befeitigender Luft entfpricht. Die bei der Kondenfation entftehende Spannungsverminderung oder Erzeugung des Vakuums ift aus der Volumverminderung des Dampfes bei der Kondenfation zu erklären. Da das Gewicht eines Kubikmeters Dampf von 1 Atmofphäre abfoluter Spannung bei einer Temperatur von 99,09° C. 0,5823 kg beträgt, alfo bei gleicher Spannung und Temperatur 1 kg Dampf ein Volumen von 1,717 cbm, nach der Kondenfation, theoretifch aber nur ein Volumen von 1 l oder $^1/_{1000}$ cbm einnimmt, fo wird hieraus ohne weiteres klar, daß der noch zurückbleibende unkondenfierte Dampf und die Luft eine außerordentliche Volumenvergrößerung, alfo Druckabnahme erleiden.

Literatur: Inhaltsverzeichnis der Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1883—1893, 1894—1903, Art. Kondenfation; fpeziell über den Nutzen der Kondenfation f. diefe Zeitfchr. 1891, S. 263/328; vgl. a. Hausbrand, E., Verdampfen, Kondenfieren und Kühlen, Berlin 1899; Weiß, F. J., Kondenfation, Berlin 1901. *v. Ihering.*

Kondenfationshygrometer, f. Feuchtigkeitsmeffer.

Kondenfationsmafchinen, f. Dampfmafchinen, Bd. 2, S. 599.

Kondenfationstemperatur, f. Dampf und Dampf, gefättigter, auch Gafe, gasförmige Körper (Verflüffigung derfelben).

Kondenfationstöpfe, f. Kondenfationswafferableiter.

Kondenfationswafferableiter, Kondenfationstöpfe oder Dampfwafferableiter find Vorrichtungen, die das in Dampfleitungen oder Heizkörpern niedergefchlagene Dampfwaffer aus den Dampfräumen herausfchaffen follen, ohne daß mit dem Waffer zugleich Dampf entweichen kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei den am meiſten gebräuchlichen Kondenſationswaſſerableitern wird das Dampfwaſſer durch Ventile abgeführt, die durch den Auftrieb eines vom Dampfwaſſer getragenen Schwimmers offen bezw. geſchloſſen gehalten werden (Schwimmerkondenſationstöpfe, Fig. 1—10). Es gibt aber auch Kondenſationswaſſerableiter, bei denen die Ventile durch die

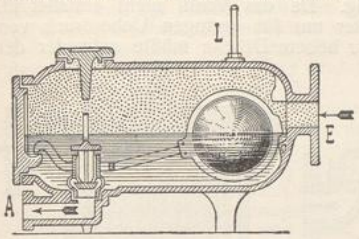


Fig. 1. Hebelſchwimmerkondenſationstopf mit nichtentlaſtetem Ventil von der Maſchinen- und Armaturenfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker.

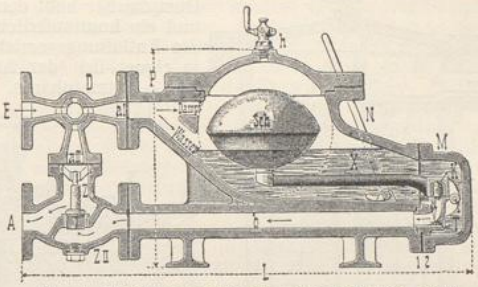


Fig. 2. Hebelſchwimmerkondenſationstopf mit nichtentlaſtetem Ventil und Umlaufvorrichtung von Dreyer, Roſenkranz & Droop.

verſchieden ſtarke Ausdehnung eines mehr oder minder ſtark erwärmten Metallſtabes oder Rohres betätigt werden (Ausdehnungsdampfwaſſerableiter, Fig. 13). Die Schwimmerkondenſationstöpfe arbeiten entweder kontinuierlich (Fig. 1—7), d. h. ſie ſchaffen das Dampfwaſſer in einem ununterbrochenen, dem Zufluß entſprechenden Strome fort, oder ſie arbeiten periodiſch (Fig. 8—12), d. h. das Dampfwaſſer ſammelt ſich immer erſt bis zu einer beſtimmten Menge an und wird dann in kurzer Zeit herausgeſchafft. In beiden Fällen kann der Auftrieb des Schwimmers entweder durch Vermittlung eines Hebels (Fig. 1—5) oder auch unmittelbar (Fig. 6—12) auf die Ventile einwirken. Letztere können ſehr verſchiedenartig ausgebildet werden; ſo zeigen die Fig 1 und 2 die Anwendung einfacher, einſitziger, nicht entlaſteter Kegelventile. Bei den Fig. 3—5 ſind zweiſitzige, entlaſtete Tellerventile benutzt worden; ſchließlich zeigen die Fig. 6 bis 12 nichtentlaſtete Doppelventile, von denen ſich das kleinere zuerſt öffnet.

Alle Kondenſationswaſſerableiter ſollen mit einer Entlüftungsvorrichtung verſehen ſein, die beim Anſtellen der Leitung die Abführung der Luft aus dem Kondenſationstopf geſtattet. Ferner iſt eine Vorrichtung vorzuſehen, die eine unmittelbare Abführung des Dampfwaſſers in größerer Menge ohne Benutzung der Schwimmerwirkung ermöglicht. Beim Anſtellen

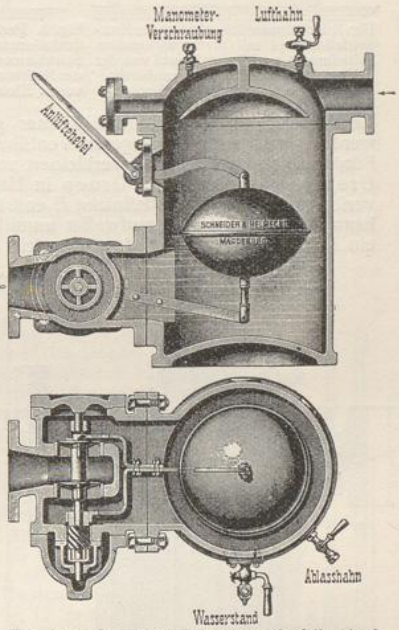


Fig. 4 und 5. Hebelſchwimmerkondenſationstopf mit entlaſtetem doppelſitzigen Schraubenventil von Schneider & Helmecke.

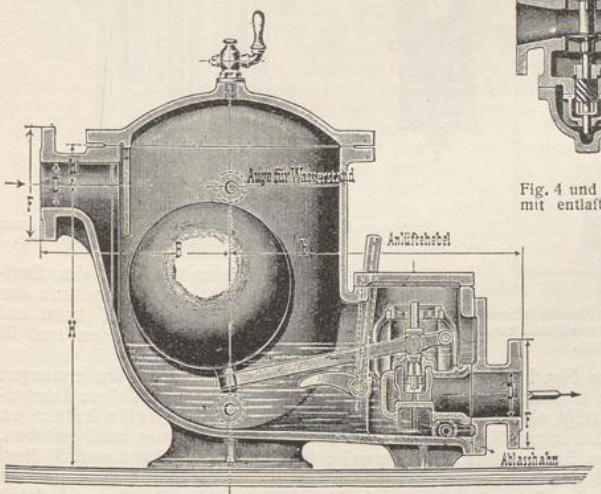


Fig. 3. Hebelſchwimmerkondenſationstopf mit entlaſtetem Doppelſitzventil von der Maſchinen- und Armaturenfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker.

der Leitung z. B. ſind beſonders große Dampfwaſſermengen abzuleiten; es wäre aber unzweckmäßig, die Größe der Ableiter nach dieſen Mengen zu bemeſſen. Es genügt, wenn der Ableiter die im Beharrungszuſtande des Betriebes ſich bildende Dampfwaſſermenge ſicher bewältigen kann; im übrigen benutzt man die erwähnte Umlaufvorrichtung, die natürlich abzuſtellen iſt, ſobald der Ableiter das Dampfwaſſer ſelbſttätig abzuführen vermag.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 1 zeigt einen einfachen Dampfwaſſerableiter von Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal mit Schwimmer, Hebelübertragung und einfachem Kegelventil. Das bei *E* eintretende Dampfwaſſer hebt den Schwimmer, wodurch das Ventil geöffnet und ein kontinuierlicher Abfluß nach *A* ermöglicht wird; *L* iſt die Entlüftungsvorrichtung. Da das Ventil nicht entlaſtet iſt, ſo eignet ſich der Ableiter nur für geringen Ueberdruck von 0—1½ Atmoſphären. Für höhere Drücke müßte entweder der

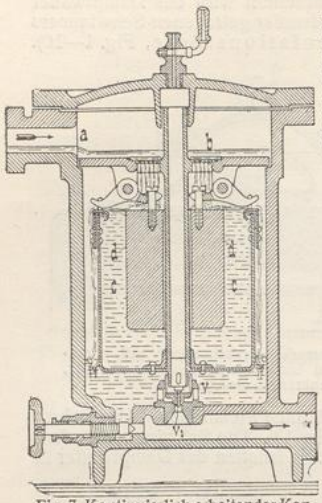


Fig. 7. Kontinuierlich arbeitender Kondenſationstopf mit direkt wirkendem Schwimmer- und Doppelventil von der Maſchinen- und Armaturenfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker.

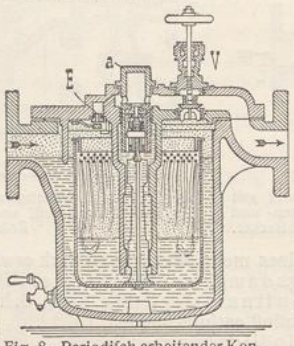


Fig. 8. Periodiſch arbeitender Kondenſationstopf mit direkt wirkendem Schwimmer und Doppelventil von der Maſchinen- und Armaturenfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker.

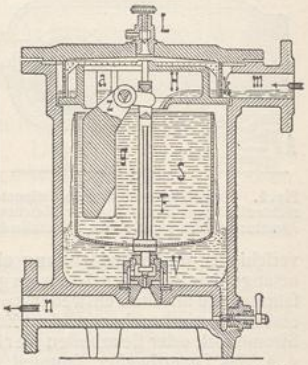


Fig. 6. Kontinuierlich arbeitender Kondenſationstopf mit direkt wirkendem Schwimmer und Doppelventil von Bopp & Reuther.

Ventilquerſchnitt entſprechend kleiner gewählt oder eine ſtärkere Hebelüberſetzung benutzt werden, was einen geringeren Ventilhub zur Folge hätte. In beiden Fällen würde alſo die Fördermenge entſprechend verkleinert werden Dasſelbe gilt von dem ähnlichen Ableiter von Dreyer, Roſenkranz & Droop in Hannover (Fig. 2), der noch mit einer Umlaufvorrichtung verſehen iſt. Der Eintrittsſtutzen *E* enthält einen Dreiwegehahn *D*. Beim Beginn des Betriebes kann hierdurch das Dampfwaſſer unmittelbar nach dem Ablaufſtutzen *A* geleitet werden; *Z* iſt ein Rückſchlagventil, das den Uebertritt des Waſſers nach dem Ableiter verhindert. Bei der in

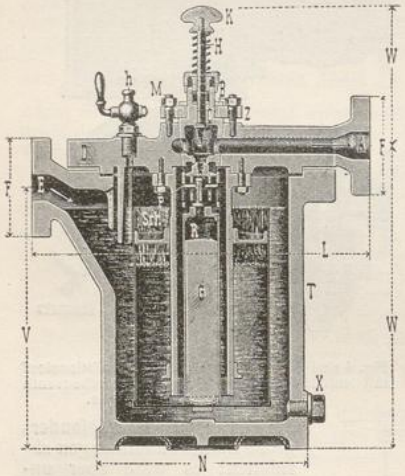


Fig. 9 und 10. Periodiſch arbeitender Kondenſationstopf mit direkt wirkendem Schwimmer und Doppelventil von Dreyer, Roſenkranz & Droop.

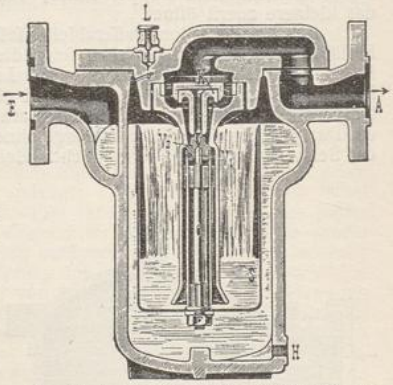


Fig. 12. Kondenſationstopf, Modell 1907, von Gebr. Körting, Körtingsdorf bei Hannover.

Fig. 2 gezeichneten Stellung des Dreiwegehahnes *D* geht das Waſſer durch den Ableiter Der Ventilkegel *K* kann auf beiden Seiten verwendet werden und iſt auch leicht auswechſelbar.

Sollen die Vorrichtungen Fig. 1 und 2 auch für hohe Drücke und große Waſſermengen brauchbar ſein, ſo müſſen die nichtentlaſteten einfachen Kegelventile durch entlaſtete Doppelventile erſetzt werden. Fig. 3 zeigt einen ſolchen Ableiter von Klein, Schanzlin & Becker. Die Ventilachſe iſt ſenkrecht; das doppelſitzige Ventil wird durch den Schwimmer axial gehoben. Bei dem ähnlichen Ableiter von Schneider & Helmecke in Magdeburg (Fig. 4 und 5) liegt die Ventilachſe wagerecht und der Schwimmer dreht das Ventil, wobei durch eine mit der Ventilachſe verbundene ſteilgängige Schraube eine axiale Verſchiebung des Ventils und damit die Oeffnung desſelben erfolgt. Die Ableiter (Fig. 3—5) arbeiten ununterbrochen und bei den höchſten Drücken und ſind beſonders bei großen Waſſermengen zu empfehlen. Nachteilig iſt

nur die durch die Hebelübertragung bedingte verhältnismäßig große Raumbeanſpruchung. Durch das Verlangen nach möglichſt gedrängter Bauart ſind die durch den Schwimmer unmittelbar auf das Ventil einwirkenden Ableiter (Fig. 6—12) entſtanden. Fig. 6 gibt den bewährten Kondenswaſſerableiter (Miſſongtopf) von Bopp & Reuther in Mannheim-Waldhof wieder. Das Dampfwaſſer ſtrömt bei *m* zu und gelangt nach Paſſieren eines Siebes durch Oeffnungen *a* in den Raum *H* und aus dieſem nach dem Schwimmer *S*, deſſen Gewicht ſamt Waſſerinhalt durch ein bei *z* angebrachtes Gegengewicht *g* entlaſtet wird. Läuft der Schwimmer über, ſo füllt ſich der Raum zwiſchen dem Topfe und dem Schwimmer mit Waſſer, der Schwimmer ſteigt, geführt durch die Stange *F*, und öffnet zunächſt das durch die Spitze der Schwimmerſpindel gebildete kleine Ventil; bei ſtärkerem Waſſerzufluß ſteigt der Schwimmer weiter und öffnet dann das größere der Ventile *V*. Beide Ventile entlaſſen das Waſſer nach dem Abflußrohre *n*. Der Ableiter arbeitet kontinuierlich; unten links iſt ein Umleitungs- und Entleerungsventil, oben am Deckel ein Entlüftungsventil *L* angeordnet. Bei dem ähnlichen Ableiter von Klein, Schanzlin & Becker (Fig. 7) iſt die Ausgleichung des Gewichtes des ganz gefüllten Schwimmers *c* durch das Gewicht *d* bewirkt; auch hier wird durch den Auftrieb des Schwimmers, ſobald ſich das Kondenſationswaſſer in genügender Menge zwiſchen Topf und Schwimmer angeſammelt hat, zuerſt das kleine Ventil *v* und dann das größere Ventil v_1 geöffnet. Das bei *a* zufließende Waſſer paſſiert bei *b* ein Sieb. Bei abgeſtelltem Dampfe entleert ſich auch der Schwimmer zum Teil durch zu dieſem Zwecke angebrachte Bohrungen und wird leichter als das Gegengewicht *d*, das nun durch ſein Uebergewicht den Schwimmer hebt und das Ventil geöffnet hält, bis wieder bei Anſtellung des Dampfes friſches Kondenſationswaſſer zufließt. Die Leitungen entlüften ſich dadurch ſelbſttätig und die Töpfe können nicht einfrieren. Der von derſelben Firma gebaute Dampfwaſſerableiter (Fig. 8) arbeitet im Gegenſatz zu den bisher beſprochenen Konſtruktionen periodiſch. Das zufließende Dampfwaſſer füllt zunächſt den Raum zwiſchen Topf und Schwimmer aus. Der Auftrieb des letzteren hält die oben befindlichen Ableitungsventile geſchloſſen. Das Waſſer füllt ſchließlich auch das Innere des Schwimmers aus, bis durch das Uebergewicht zunächſt wieder das kleine Ventil entgegen dem Dampfdrucke geöffnet wird. Durch die Wucht der herabfallenden Maſſe des Schwimmers wird dann auch das größere Ventil aufgeriſſen. Der Dampf drückt das im Schwimmer befindliche Waſſer durch das zentrale Rohr in die Höhe und durch die Ventile ins Freie, bis der Auftrieb des entleerten Schwimmers die Ventile wieder ſchließt, worauf ſich nach Anſammlung neuer Waſſermaſſen der Vorgang wiederholt. Bei dem periodiſch arbeitenden Dampfwaſſerableiter von Dreyer, Roſenkranz & Droop (Fig. 9 und 10) iſt beſondere Rückſicht auf einen ſchnellen und bequemen Ausbau der Ventile nebſt Gehäuſe genommen. Der Auftrieb des leeren Schwimmers wirkt auf die Gewichtsſtange *G* nach oben. Die letztere iſt durch Rohr *R* mit dem Ventil verbunden; dagegen beſteht kein feſter Zuſammenhang zwiſchen *G* und dem Schwimmer. Füllt ſich der letztere ſo weit mit Waſſer daß ſich derſelbe abwärtsbewegt, dann folgt dieſer Bewegung auch die Stange *G*, infolge der Gewichtswirkung derſelben, wodurch die Ventile geöffnet werden. Hat der Dampf das Waſſer aus dem Schwimmer durch das zentrale Abflußrohr herausgedrückt, ſo hebt der Auftrieb den leeren Schwimmer und dieſer die Stange *G*, worauf Ventilſchluß eintreten muß. Der Ventilkörper (Fig. 10) iſt im Deckel *D* des Topfes mittels Konus *C* befeſtigt. Nach Löſung der Muttern *M* kann man durch zwei Abdruckſchrauben den Flanſch *Z* heben, der durch das Bund *B* den Konus *C* herauszieht. Mit dem Konus können dann das Ventilgehäuſe, die Ventile, das Rohr *R* und das Gewicht *G* herausgehoben werden, ohne daß der Deckel *D* gelöſt zu werden braucht. Dies iſt für die Reinigung der Ventile und das Nachſchleifen jedenfalls von Vorteil. Durch Druck auf den Knopf *K* der Stange *H* kann jederzeit eine willkürliche Oeffnung der Ventile bewirkt werden. Gewöhnlich iſt ein Entlüftungshahn *h* am Topfdeckel angebracht; auf Wunſch wird aber auch das ſelbſttätige Entlüftungsventil (Fig. 11) angeordnet, das, ſolange im Topf kein Ueberdruck herrſcht, offen ſteht und die Luft entweichen läßt. Beim Eintritt des Dampfes in den Topf drückt der Ueberdruck das Ventil *V* gegen die obere Sitzfläche. Fig. 12 zeigt den neuen Kondenſationstopf von Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover. Der Schwimmer öffnet bei ſeinem Niedergange ein kleines Ventil V_1, das mit dem Schwimmer *S* feſt verbunden iſt. Durch die frei gewordene Ventilöffnung tritt Druckwaſſer über den Kolben *K*, der mit ſeinem verhältnismäßig großen Querſchnitt, d. h. mit energiſcher Wirkung das große Ventil V_2 öffnet und damit dem Kondenswaſſer den Austritt frei gibt. Durch den Druck des ausſtrömenden Waſſers wird der Kolben *K* in ſeine Anfangsſtellung zurückgedrückt, während die Ventile V_1, V_2 beim Auftrieb des Schwimmers *S* geſchloſſen werden. Fig. 13 zeigt noch einen Ausdehnungsdampfwaſſerableiter von Dreyer, Roſenkranz & Droop. Das Dampfwaſſer gelangt bei *E* in ein oben und unten offenes Meſſingrohr *M*, unter dem ein Ventilkegel *V* angebracht iſt, der auf den mit Rotguß vorgeſchuhten Rändern des Meſſingrohres abdichtet. Befindet ſich Dampf im Rohr *M*, ſo wird dasſelbe vermöge der größeren Wärme länger: das Ventil *V* ſchließt. Sammelt ſich Dampfwaſſer in *M*, ſo wird das Rohr abgekühlt; der Dampf treibt dann durch das ſich öffnende Ventil das Dampfwaſſer bei *A* aus. Die Länge *L* ſchwankt zwiſchen 500 und 700 mm; das Handrad *H* dient zum genauen Einſtellen des Ventils. Bei der Inbetriebſetzung laſſe man zunächſt bei geöffnetem Ventil Dampf durchblaſen und ſchließe dabei das Ventil allmählich (ohne jedoch dabei Gewalt anzuwenden), bis das Blaſen aufhört. Der Ableiter iſt dann betriebsfertig.

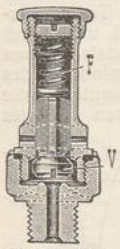


Fig. 11. Entlüftungsventil von Dreyer, Roſenkranz & Droop.

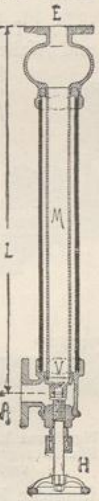


Fig. 13. Ausdehnungsdampfwaſſerableiter von Dreyer, Roſenkranz & Droop.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: S. das Inhaltsverzeichnis der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., Jahrg. 1884—1893 und 1894—1903, Stichwörter: Dampf, Dampfkeſſel, Dampfleitung, Dampfwaſſerableiter, Kondenſation, Berlin 1895 und 1905. Ferner ſind nachzuſehen die Kataloge der Armaturfabriken, z. B. A. L. G. Dehne, Halle a. S.; Gebr. Körting, Körtingsdorf-Hannover; Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau u. ſ. w. und der im Text genannten Firmen, auf die auch wegen der Preiſe und Abmeſſungen verwieſen wird. Zu vgl. die Patentſchriften. *O. Herre.*

Kondenſationswaſſerrückleiter (Dampfwaſſerrückleiter), Vorrichtungen, die das in Dampfleitungen und Heizkörpern niedergeſchlagene Dampfwaſſer ohne größeren Temperaturverluſt wieder in den Keſſel zurückführen.

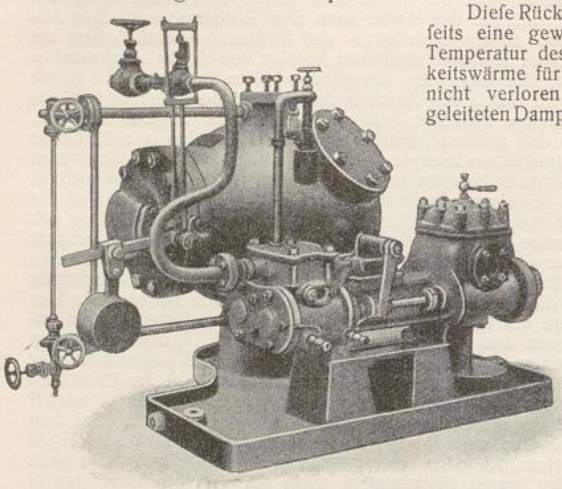


Fig. 1. Kondenſationswaſſerrückleiter mit Kolbenpumpe von Franz Seifert & Co., Berlin.

Dieſe Rückleitung des Dampfwaſſers bedingt einerſeits eine gewiſſe Wärmeerſparnis, indem die der Temperatur des Dampfwaſſers entſprechende Flüſſigkeitswärme für die folgende Verdampfung im Keſſel nicht verloren geht; anderſeits wird im zurückgeleiteten Dampfwaſſer ein keſſelſteinfreies Speiſewaſſer gewonnen. Dieſe Vorteile ſind beſonders bei Dampfheizungen, auch Abdampfheizungen, wertvoll, weil hier das Kondenſat der geſamten Dampfmenge in den Keſſel zurückgeführt werden kann. Aber ſelbſt beim Betriebe von Dampfmaſchinen kann die Rückleitung des vor der Maſchine und in den Heizräumen derſelben (Dampfmantel der Zylinder und Zwiſchenbehälter) niedergeſchlagenen Dampfwaſſers noch bemerkenswerte Vorteile bieten. In der Regel machen die Kondenſationswaſſerrückleiter auch die Anwendung beſonderer Kondenſationswaſſerableiter (ſ. d.) überflüſſig.

Die Rückleitung des Dampfwaſſers muß derart erfolgen, daß dasſelbe nicht erſt mit der Atmoſphäre in Berührung kommt, weil hierbei Teile des Dampfwaſſers durch Druckentlaſtung verdampfen, alſo Wärme-, Temperatur- und Waſſerverluſte auftreten würden. Das Dampfwaſſer muß vielmehr möglichſt unter dem gleichen Druck, unter dem es ſich gebildet hat, bleiben, bis es durch geeignete Pumpen oder in andrer Weiſe in den Keſſel zurückgedrückt wird. Zur Ueberwindung des Keſſeldruckes benutzt man entweder Kolbenpumpen (Fig. 1—3) oder unmittelbar die Druckwirkung des geſpannten Dampfes (Fig. 4—8).

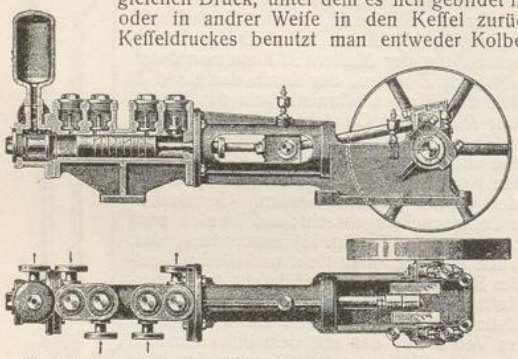


Fig. 2 und 3. Pumpe (Syſtem Joſſe) zur Rückleitung von Dampfwaſſer aus Räumen verſchiedener Spannung.

Fig. 1 zeigt den Dampfwaſſerrückleiter von Franz Seifert & Co., Berlin, Das im Sammelgefäß, dem „Oval“, befindliche Kondenſat betätigt einen Schwimmer, welcher ein entlaſtetes Dampfſteuerventil beeinflußt. Dieſes iſt in die Dampfzuleitung zur Pumpe eingebaut und regelt den Gang der letzteren. Das Waſſer fließt vom tiefſten Punkte des Ovals der Pumpe durch einen in der Grundplatte liegenden Kanal zu. Da dieſer einen Waſſerſack bildet, ſo ſind die Pumpenventile vor der Berührung mit Dampf geſchützt. Das Gewicht des Schwimmers iſt außen durch

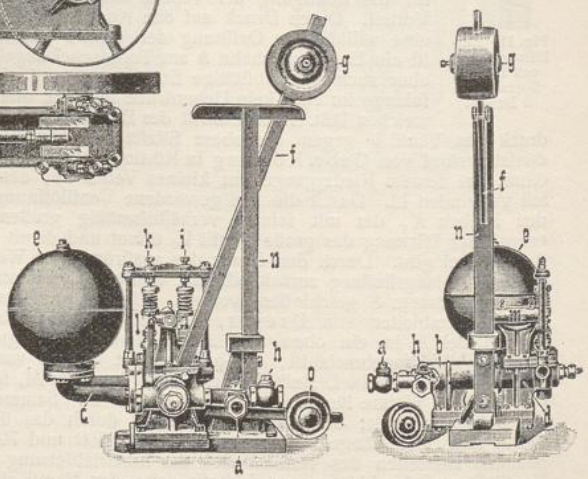


Fig. 4 und 5. Kondenſationswaſſerrückleiter ohne Kolbenpumpe von C. F. Pilz, Chemnitz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ein Gegengewicht teilweiſe ausgeglichen. Ein Waſſerſtandsglas, das durch Rohrleitungen mit dem höchſten und tiefſten Punkte des Sammelgefäßes verbunden iſt, ermöglicht, den Schwimmer auf ſeine Wirkſamkeit zu prüfen. Da das Kondenſat der Pumpe mit vollem Dampfdruck zufließt, ſo iſt der Arbeitsaufwand der Dampfpumpe ein ſehr geringer.

Das bei Dampfkraftanlagen aus den einzelnen Räumen abzuführende Dampfwaſſer ſteht unter verſchiedenen Drücken; Rohrleitungen, Hauptwaſſerabſcheider vor der Maſchine und Hochdruckzylindermantel bilden ein Kondenſat von höchſtem Druck und höchſter Temperatur; die Dampfmäntel der Mittel- und Niederdruckzylinder, die in der Regel mit gedroſſeltem Dampf geheizt werden, bilden ein Kondenſat von niederer Spannung und Temperatur; der Oberflächenkondenſator liefert Kondenswaſſer unter Vakuum mit noch geringerer Temperatur, das aber doch mit Vorteil in den Keſſel zurückgefördert wird, da es vollſtändig keſſelſteinfrei iſt und durch Einſchaltung eines Oelabſcheiders, den der Dampf vor dem Eintritt in den Oberflächenkondenſator paſſieren muß, vollſtändig ölfrei gemacht werden kann. Das Kondenſat aus den Zwiſchenbehältern mehrzylindriger Dampfmaſchinen iſt dagegen wegen ſeines Oelgehaltes auszuſchließen, da die Oelentziehung ſehr umſtändlich, langwierig und nur annähernd erreichbar iſt. Die Fig. 2 und 3 zeigen nun eine Dampfwaſſerrückleitepumpe von Joſſe (Ausführung von Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau), die auch die unmittelbare Rückleitung von Dampfwaſſer aus Räumen verſchiedener Spannung und Temperatur ohne weiteres ermöglicht. Der in dem Zylinder paſſend geführte, durch Ringe gedichtete Kolben gibt bei ſeinem Einlaßhub auf der hinteren Pumpenſeite in der Zylinderwand eine Oeffnung frei, durch die Kondenswaſſer von niedrigſtem Drucke (z. B. aus dem Dampfmantel des Niederdruckzylinders) nach Oeffnen eines Rückſchlagventils infolge ſeines eignen Ueberdruckes einſtrömt, bis der Kolben bei ſeinem weiteren Vorwärtsſchreiten einen zweiten Schlitz in der Wandung des Pumpenkörpers freigibt, durch den Kondenſat von höherem Druck (z. B. aus dem Dampfmantel des Mitteldruckzylinders) nach Paſſieren eines Rückſchlagventils in die Pumpe eintritt. Sobald der Kolben den Eintritt des Kondenſats von höherem Druck freigibt, ſchließt das letztere das Rückſchlagventil nach dem Kondenswaſſerraum von niederem Drucke ſelbſttätig ab, ſo daß nur Kondenswaſſer von höherem Druck eintreten kann. Beim Rückgang des Kolbens wird auch das zweite Rückſchlagventil geſchloſſen und das eingefüllte Kondenswaſſer durch ein Druckventil in den Keſſel zurückgefördert. Die Pumpe iſt doppelt wirkend und nimmt auf der Vorderſeite, ebenfalls nach Paſſieren von Rückſchlagventilen, Kondenswaſſer aus Räumen noch höherer Spannung (z. B. aus dem Dampfmantel des Hochdruckzylinders und dem Hauptwaſſerabſcheider vor der Maſchine) auf, das nach dem Hubwechſel in den Keſſel zurückgedrückt wird. Das Hubvolumen der Pumpe iſt ſo reichlich bemeſſen, daß es mit Sicherheit die Kondenſate aufnimmt. Es ſtrömt dabei auch etwas Dampf mit ein, was jedoch keinen Verluſt bedeutet, da der Dampf gemeinſchaftlich mit dem heißen Kondenſat in den Keſſel geſpeiſt wird. Durch dieſe Einrichtung wird das Kondenswaſſer niemals unter geringeren Druck geſetzt als denjenigen, bei dem es ſich gebildet hat; bemerkenswerte Wärme- und Dampfverluſte können nicht auftreten, da alles wieder in den Keſſel zurückgelangt. Die Pumpe kann auch verwendet werden, um die Kondenſate aus dem Oberflächenkondenſator ſowie dem Hauptwaſſerabſcheider und den Dampfmänteln der Dampfzylinder in die Keſſel zu ſpeiſen. In dieſem Falle würde die eine Kolbenſeite allein für den Kondenſator verbleiben; die andre Kolbenſeite würde zuerſt das Waſſer aus dem Mantel des Niederdruckzylinders, dann dasjenige aus dem Mantel des Mittel- und endlich dasjenige aus dem Mantel des Hochdruckzylinders und des Hauptwaſſerabſcheiders aufnehmen. Der Kraftbedarf der Pumpe iſt ein ſehr geringer, da nur diejenige Arbeit aufzuwenden iſt, die ſich aus der Differenz der Spannung der Kondenſate gegenüber der Keſſelſpannung ergibt. Auch aus Dampfturbinen mit Oberflächenkondenſation bringt die Joſſe-Pumpe das ſämtliche Kondenſationswaſſer, das vollkommen ölfrei iſt, in den Keſſel zurück, ebenſo aus Verdampfapparaten und Heizanlagen aller Art unter beliebiger Spannung und Temperatur.

Die Fig. 4 und 5 geben einen Dampfwaſſerrückleiter ohne Kolbenpumpe von C. F. Pilz in Chemnitz wieder. Das Dampfwaſſer tritt durch das Rückſchlagventil *a* und die Schenkel *bc* der dreiarmigen Rohrwelle *b c d* in die an *c* angeſchloſſene Hohlkugel *e*. Mit der Rohrwelle iſt der Hebel *f* feſt verbunden, der das Gewicht *g* trägt, durch das die Hohlkugel ſo lange hochgehalten wird, bis ſie ganz mit Waſſer gefüllt iſt. Das Uebergewicht bringt hierauf die Kugel in die tiefſte Stellung. Bei dieſer Abwärtsbewegung werden durch den Arm *c*, die Zugſtange *l* und das muldenförmige Hebelſtück *m*, das ſich um zwei von oben gegen Staub geſchützte Lager dreht, die beiden Dampfventile *k* und *i* betätigt, indem im erſten Hubdrittel das bisher offenſtehende Dampfaustrittventil *k* durch Federkraft geſchloſſen und im letzten Hubdrittel das Dampfeintrittventil *i* geöffnet wird. Vom Keſſel tritt Dampf durch ein im Innern der Hohlkugel

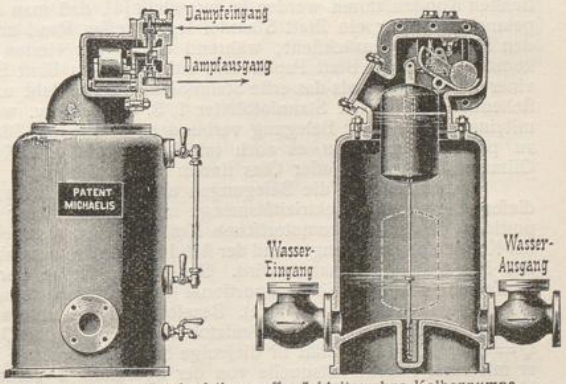


Fig. 6 und 7. Kondenſationswaſſerrückleiter ohne Kolbenpumpe (Patent Michaelis) von Schne der & Helmecke, Magdeburg.

angeordnetes, ummanteltes, bis zum höchſten Punkt der Kugel geführtes Rohr in dieſe ein und drückt durch das Rückſchlagventil *h* das Waſſer in den Keſſel, während das Rückſchlagventil *a* durch den etwas größeren Druck des direkten Keſſeldampfes geſchloſſen gehalten wird. Iſt die Kugel entleert, ſo erlangt wieder *g* das Uebergewicht, die Kugel wird gehoben, wobei im erſten Hubdrittel das Dampfeintrittventil *i* durch Federkraft geſchloſſen, im letzten Hubdrittel das Dampfaustrittventil *k* geöffnet wird, ſo daß wieder Dampfwaſſer in die Kugel eintreten kann. Bei dem Dampfwaſſerrückleiter, Patent Michaelis, von Schneider & Helmecke in Magdeburg, wird die Hubbewegung durch einen vom zulaufenden Dampfwaſſer getragenen Schwimmer erzielt, der mit Unterſtützung eines Kipplaufgewichtes (Fig. 6 und 7) die Dampfein- und -austrittventile ſteuert; im übrigen iſt die Wirkung ähnlich der vorher beſchriebenen. Die ohne Kolbenpumpe arbeitenden Rückleiter haben den Nachteil, daß ſie mindeſtens 1 m über dem Keſſel bezw. über dem Waſſerſpiegel desſelben aufgeſtellt werden müſſen und daß ihnen daher das Waſſer in der Regel durch Kondenstöpfe zugeführt werden muß. Will man die Kondenstöpfe vermeiden, ſo iſt neben dem hochſtehenden Rückleiter noch ein zweiter tiefſtehender Rückleiter aufzuſtellen (Fig. 8), dem das Dampfwaſſer von ſelbſt zuläuft und der es bis zum hochſtehenden Rückleiter fortdrückt. Ferner wird durch das Dampfaustrittventil der Sammelraum vom Druck entlaſtet, wenn nicht ein entſprechend belaſtetes, ſelbſttätig arbeitendes Ventil zwiſchen dem geſteuerten Auslaßventil und der Atmoſphäre angeordnet wird. Das Ventil iſt derart einzuſtellen, daß es erſt bei einem Drucke, der um etwa $^1/_2$ Atmoſphäre kleiner als der kleinſte übliche Arbeitsdruck des Keſſels iſt, ſelbſttätig den Ausgang frei gibt, bei kleineren Drücken aber den Dampfaustritt verhindert.

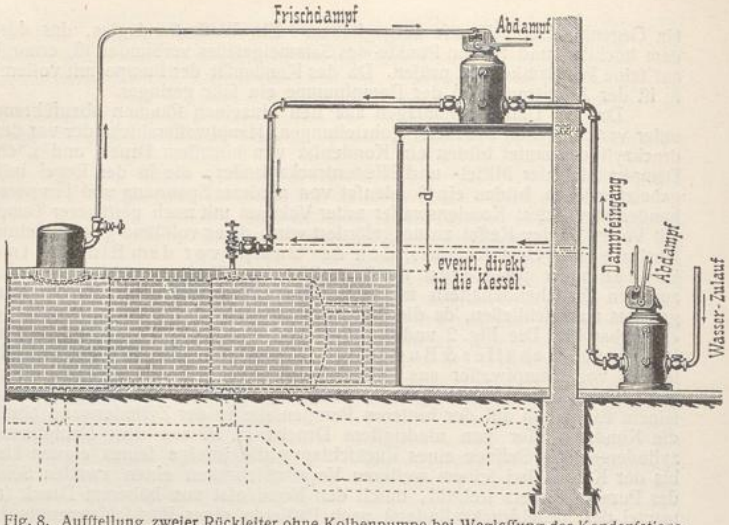


Fig. 8. Aufſtellung zweier Rückleiter ohne Kolbenpumpe bei Weglaſſung der Kondenſationstöpfe.

Literatur: S. das Inhaltsverzeichnis der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884—93 und 1894 bis 1903; Stichwörter: Dampf, Dampfkeſſel, Dampfleitung, Dampfwaſſerrückleiter, Kondenſation, Berlin 1895 und 1905; ferner ſind nachzuſehen die Preisverzeichniſſe der hier genannten und ſonſtiger bekannter Armaturenfabriken ſowie die Patentſchriften. *O. Herre.*

Kondenſator, elektriſcher, Apparat nach dem Prinzip der Leidener Flaſche [3], [4] (ſ. a. Bd. 3, S. 402), der wie dieſe imſtande iſt, eine größere Elektrizitätsmenge zu binden.

Im einfachſten Falle [2] beſteht er aus einer Zuſammenſtellung zweier Leiter (Belegungen), die durch einen Iſolator (Dielektrikum, ſ. d.) voneinander getrennt ſind. Die gebräuchlichſten Kondenſatoren werden ſo hergeſtellt [4], daß man auf ein Blatt in geſchmolzenes Paraffin getauchtes Papier ein Blatt Stanniol legt, deſſen Rand an drei Seiten einige Zentimeter gegen den Papierrand zurückſteht, während es an der vierten Seite dieſen Rand überragt. Hierauf kommt wieder ein Blatt Papier und auf dieſes ein Blatt Stanniol, das über den Papierrand an einer andern Stelle als das erſte Stanniolblatt hervorſteht u. ſ. w. Die nach der einen Seite überſtehenden Ränder der Stanniolblätter 1, 3, 5, 7 u. ſ. w. werden dann durch Zuſammenklemmen miteinander zu einer Belegung verbunden, ebenſo die Blätter 2, 4, 6 u. ſ. w. Statt das Papier zu paraffinieren, kann es auch mit Leinölfirnis und Kolophonium getränkt werden. Auch Glimmer, Hartgummi oder Glas finden Verwendung.

Verbindet man die Belegungen eines Kondenſators mit einer Stromquelle, ſo fließt von dieſer eine gewiſſe Elektrizitätsmenge auf dieſelben (der Kondenſator wird geladen), die proportional iſt der elektromotoriſchen Kraft der Stromquelle und einer von der Form und Größe der Kondenſatorbelegungen und der Art des Dielektrikums abhängigen Konſtante C, die Kapazität des Kondenſators genannt wird. Sie iſt der Größe der Belegungen direkt, der Dicke der Zwiſchenſchicht indirekt proportional und abhängig vom Material (ſ. Dielektrikum und Dielektrizitätskonſtante). Bezeichnet E die elektromotoriſche Kraft und Q die Elektrizitätsmenge, die auf den Kondenſator übergeht, ſo iſt $Q = C \cdot E$. Setzt man $E = 1$, ſo wird $Q = C$, d. h. die Kapazität iſt diejenige Elektrizitätsmenge, die der Kondenſator aufnimmt, wenn er mit einer Elektrizitätsquelle von der Spannung 1 verbunden iſt. Die Einheit der Kapazität iſt das Farad; ein Kondenſator hat die Kapazität 1 Farad, wenn er bei der Ladung mittels einer Stromquelle von 1 Volt Spannung eine Elektrizitätsmenge von 1 Coulomb aufnimmt. Den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

millionſten Teil derſelben nennt man Mikrofarad; 1 Mikrofarad = 10^{-6} Farad. Werte von Kapazitäten ſ. [1]. — Die aufgenommene Elektrizitätsmenge bleibt auf den Kondenſatorbelägen gebunden, auch wenn die Verbindung mit der Batterie unterbrochen wird. Erſt wenn beide Belegungen miteinander, z. B. durch Einſchaltung eines Galvanometers, in Verbindung gebracht werden, entladet ſich der Kondenſator wieder. Zu den Kondenſatoren iſt auch das Kabel zu rechnen [2]; ſ. a. Leitungen, elektriſche, Kabel.

Der Kondenſator findet Verwendung bei verſchiedenen Aufgaben der praktiſchen Elektrotechnik, z. B. bei der Beſtimmung von Selbſtinduktionskoeffizienten, Kabeluntersuchungen, bei der Telegraphie ohne Draht [1] u. dergl. Bei Einſchaltung eines Kondenſators in einen Wechſelſtromkreis eilt der Strom der Spannung um $^1/_4$ Periode voraus. Da nun in einem Wechſelſtromkreis mit Selbſtinduktion der Strom gegen die Spannung zurückbleibt, ſo kann z. B. durch Parallelſchalten eines geeigneten Kondenſators zu einem Transformator mit offenem magnetiſchen Kreiſe (Transformator von Swinburne) die Stromſtärke in der Zuleitung gegen die, welche ohne Einſchaltung des Kondenſators herrſchen würde, erheblich verringert werden [4] (ſ. Wechſelſtrom und Umformer). Flüſſigkeitskondenſator (elektrolytiſcher Kondenſator) iſt eine Zerſetzungszelle, die infolge der an ihren Elektroden auftretenden wechſelnden Polariſation eine hohe Kapazität zeigt und daher ebenfalls eine Phaſenverſchiebung zwiſchen Strom und Spannung erzeugt (ſ. a. Motor, elektriſcher). Ueber Anwendung des Kondenſators beim Induktionsapparat ſ. Induktion und [4].

Literatur: [1] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. — [2] Fröhlich, Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus, Berlin 1878. — [3] Ayrton, Handbuch der praktiſchen Elektrizität, überſetzt von Krieg, Jena 1889. — [4] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [5] Handbuch der Elektrotechnik von Heinke und Ebert, Leipzig 1902/04. *Holzt.*

Kondenſatoren, Apparate zur Kondenſation von Dämpfen. Speziell verſteht man unter Kondenſator den Apparat zur Verdichtung des Betriebsdampfes von Dampfmaſchinen durch Abkühlung mit Waſſer. Je nach der Methode unterſcheidet man Einſpritz- oder Miſchkondenſatoren, bei welchen der aus dem Dampfzylinder kommende Abdampf im Kondenſator durch entgegengeſpritztes Waſſer kondenſiert wird, und Oberflächenkondenſatoren, bei welchen der Dampf ſich innerhalb bezw. außerhalb gekühlter Rohre niederſchlägt, um welche bezw. durch welche Kühlwaſſer fließt, wobei alſo eine direkte Berührung oder Miſchung des Dampfes mit dem Kühlwaſſer ausgeſchloſſen iſt. Die erſtere Art findet meiſtens bei ſtationären, die letztere bei Schiffsmaſchinen Anwendung.

Bei den Miſchkondenſatoren ſind zwei Hauptarten zu unterſcheiden: ſolche mit Parallelſtrom oder gemeinſamer Luft- und Waſſerabführung und ſolche mit Gegenſtrom oder getrennter Luft- und Waſſerabführung. Zur erſten Klaſſe gehören weitaus die meiſten Kondenſatoren von ſtationären Maſchinen, zur letzteren vor allem der Weißſche Kondenſator [1], bei dem das Gegenſtromprinzip am vollkommenſten durchgeführt und infolgedeſſen der Kraft- und Waſſerbedarf gegenüber den gewöhnlichen Miſchkondenſatoren gering iſt; ferner die Kondenſatoren mit getrennter Luft- und Waſſerabführung von Becker, Horn, Riedler, Oerlikon, Riedinger u. a. [2].

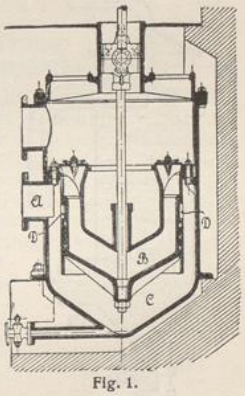


Fig. 1.

Zur Bewegung des Luft- und Dampfgemiſches und des im Kondenſator enthaltenen Waſſers dienen die von den Dampfmaſchinen meiſtens direkt angetriebenen Luft- oder Kondenſatorpumpen in liegender und ſtehender Ausführung, mit Gummi- oder Lederklappen oder Gummi- und Metallventilen verſehen.

Die Ausführung einer ſtehenden Luftpumpe der Maſchinenfabrik G. Kuhn in Stuttgart iſt aus Fig. 1 zu erſehen. Das Waſſer-, Luft- und Dampfgemiſch tritt bei *A* in den doppelwandigen Zylinder *C* ein, in deſſen Innerm der hohle Kolben *B* ſich auf und nieder bewegt. Eine ringförmige Oeffnung *D* dient zum Eintritt der Luft und des Waſſers, ſobald der obere Rand des Kolbens den Ringkanal geöffnet hat. Das über dem Waſſerſpiegel befindliche Dampf- und Luftgemiſch tritt zuerſt über den Kolben. Durch den Niedergang des letzteren wird das unterhalb desſelben befindliche Waſſer aus dem Zylinder *C* durch den Ringkanal *D* in den Hohlraum des Kolbens gedrückt. Wenn nun auch beim Aufgang des Kolbens ein Teil des Waſſers durch den Ringkanal *D* wieder abfließt, ſo iſt bei dieſer Konſtruktion der gänzliche Fortfall von Saugventilen und die hierdurch bewirkte einfachere und billigere Herſtellung und größere Betriebsſicherheit beachtenswert und vorteilhaft gegenüber andern Konſtruktionen mit Saugventilen.

Die Konſtruktion einer ſtehenden Kondenſatorpumpe mit Gummiventilen (Ausführung von R. Trenk in Erfurt) [3] iſt aus Fig. 2 ohne weitere Erklärung verſtändlich. Dieſe Luftpumpe gehört zu einer ſtehenden Verbundmaſchine mit im hinteren Framen oder Ständer angebrachter Oberflächenkondenſation. Die Anordnung einer liegenden Luftpumpe iſt aus den Fig. 3 und 4 (Ausführung der Maſchinenbauanſtalt „Humboldt“ in Kalk bei Cöln) zu erſehen. Die Saugklappen liegen unten, die Druckklappen oben, und die Pumpe iſt doppelt wirkend. Um bei Miſchkondenſatoren, die entweder im Parallel- oder im Gegenſtrom arbeiten können, eine völlig ſichere Waſſerabführung zu erzielen, iſt bei dem Balckeſchen Kondenſator (Fig. 5, D.R.P. Nr. 119345) die Waſſerpumpe mit dem Kondenſator derart verbunden, daß das Waſſer aus dem Kondenſator

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit natürlichem Gefälle in den Pumpenſtiefel einläuft. Der das abzuführende Kondenſat und das abzuführende Kühlwaſſer aufnehmende Raum *A* des Kondenſatorkörpers *B* liegt außerhalb des horizontalen Pumpenzylinders *C*. Letzterer beſitzt an den Enden die Druckventile *D* und nahe an ſeiner Mitte zwei Reihen von Oeffnungen *E*, die abwechſelnd durch den Kolben *F* freigelegt werden. Der Raum *A* füllt ſich von *B* aus beſtändig mit Waſſer, das den Pumpenzylinder umgibt und daher bei der Oeffnung der einen oder der andern Reihe der Löcher *E* frei in den Raum des Zylinders *E* einläuft, worauf der zurückkehrende Kolben nach gänzlicher Ueberdeckung der Oeffnungen *E* das Waſſer durch das betreffende Druckventil hinausdrückt; am Ende des Kolbenhubes erfolgt ſodann die Freilegung der andern Reihe von Oeffnungen. Der Dampf tritt bei *G* ein, bei *H* das Kühlwaſſer. Das letztere fließt in bekannter Weiſe über eine Reihe von durchlöcherten Ueberfallblechen nach unten. Am oberen Ende des Kondenſators iſt eine an die trockene Luftpumpe *K* anſchließende Rohrleitung *I* angebracht, durch die etwa nicht kondenſierter Dampf und die bei der Kondenſation frei werdende Luft abgeſaugt wird. Die etwa in den Pumpenzylinder hineingelangende Luft wird durch zwei beſondere an der höchſten Stelle des Zylinders angebrachte Luftrohre *L* nach dem oberen Raume des Kondenſators abgeführt und von der Luftpumpe abgeſaugt. Durch dieſe Rohre *L* wird der Pumpenzylinder während des Einlaufes des Waſſers ſtets unter den Druck der Luftpumpe geſetzt, ſo daß der Einlauf in den Zylinder ohne weſentlichen Druckverluſt erfolgt und hierdurch auch vermieden wird, daß an irgendeiner Stelle des Kondenſators, namentlich im Pumpenzylinder ſelbſt, ſich Luftſäcke bilden können.

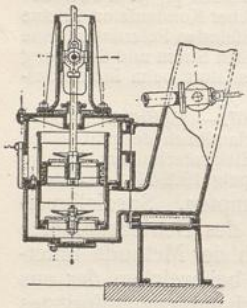


Fig. 2.

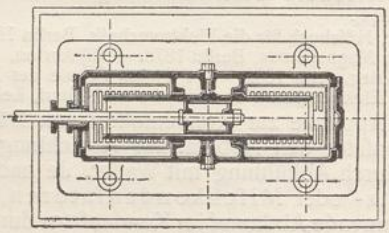


Fig. 4.

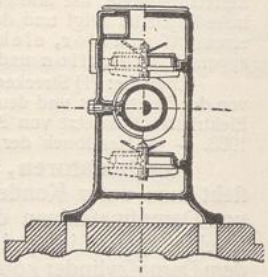


Fig. 3.

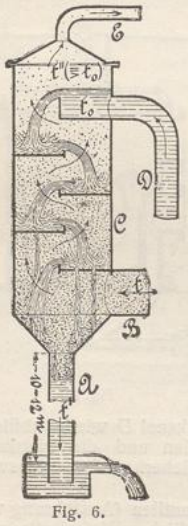


Fig. 6.

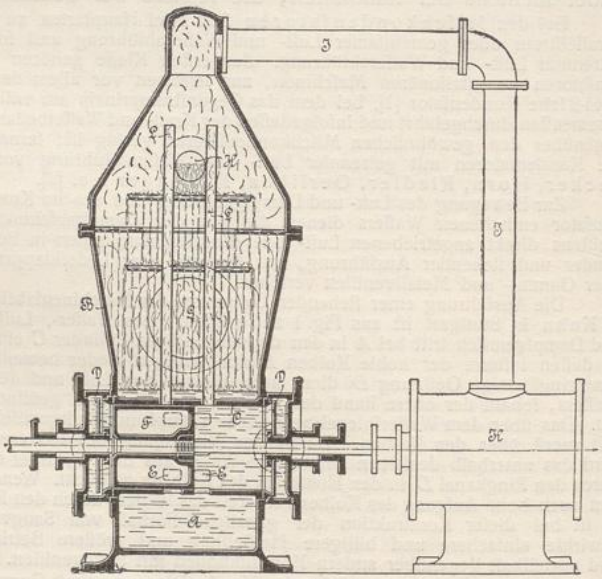


Fig. 5.

Eine beſondere Eigenart zeigt der Kondenſator mit barometriſcher Saugwaſſerſäule und trockener Luftpumpe von Weiß in Baſel. Das Kühlwaſſer tritt durch das Rohr *D* oben ſeitlich (Fig. 6) in den als ſtehenden Zylinder ausgeführten Kondenſator *C* ein und fließt über eine Reihe halbkreisförmiger Querwände nach unten dem aufſteigenden Dampf entgegen. Der letztere tritt am unteren Ende des Kondenſators ſeitlich bei *B* ein. Die im Kühlwaſſer enthaltene Luft, die mit Waſſerdampf geſättigt iſt, wird zugleich mit dem nichtkondenſierten Dampf an der höchſten Stelle durch eine trockene Schieberluftpumpe abgeſaugt, während das Kühl- und Kondenſationswaſſer von der tiefſten Stelle des Kondenſators durch ein je nach dem gewünſchten Vakuum

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kürzeres oder längeres (im Maximum 10—12 m) Abflußrohr abfließt. Die Luft wird, da ſie an der kühlſten Stelle des Kondenſators abgeſaugt wird, von relativ größter Dichtigkeit, alſo relativ kleinſtem Volumen ſein. Eine neuere Anordnung des Weißſchen Gegenſtromkondenſators iſt in den Katalogen der Firma Guſtav Brinkmann & Co. in Witten a. d. Ruhr nachzuſehen. Für die Kühlwaſſerpumpe ſoll man nie eine Zentrifugalpumpe, ſondern nur Kapſelräder- oder Kolbenpumpen nehmen, damit ſie imſtande ſind, ohne Veränderung der Tourenzahl das Waſſer, entſprechend den verſchiedenen Vakuumgraden, auf verſchiedene Förderhöhe zu heben. Vorteile der Weißſchen Konſtruktion ſind: 1. Die Luft hat eine über $2^1/_2$ mal größere Dichtigkeit als bei den unter ſonſt gleichen Umſtänden arbeitenden naſſen Luftpumpen, weshalb das Hubvolumen der Luftpumpe bedeutend kleiner ſein kann als bei erſteren. 2. Hierdurch iſt, weil eine kleinere Pumpe ausreicht, eine billigere Herſtellung ſowie ein geringerer Kraftverbrauch der Anlage bewirkt. 3. Der Kühlwaſſerverbrauch iſt beträchtlich kleiner als bei gewöhnlichen Einſpritz- oder Miſchkondenſatoren, weil die Kühlwirkung des Waſſers bedeutend beſſer durch das Gegenſtromprinzip ausgenutzt wird, da dasſelbe mit der Temperatur des zuſtrömenden Dampfes abfließt. 4. Der Raumbedarf und das Gewicht des Kondenſators ſind beträchtlich kleiner als bei andern Syſtemen, wodurch die Aufſtellung auch bei geringem verfügbarem Raume ermöglicht iſt.

Außer den erwähnten Arten von Kondenſatoren finden in neuerer Zeit die Körtingſchen Strahlkondenſatoren mannigfache Anwendung, bei welchen der aus der Maſchine abgehende Dampf in einem Strahlapparat mit dem Kühlwaſſer gemiſcht wird. Der Abdampf ſaugt hierbei das Kühlwaſſer an und erzeugt ein Vakuum von 0,8—0,86 Atmoſphären (60—65 cm Queckſilber), wobei die erforderliche Waſſermenge im Minimum gleich dem 25fachen Dampfgewicht iſt [4]. Ueber Oberflächenkondenſatoren ſ. [5] und Kondenſator für Schiffsmaſchinen.

Bei größeren Anlagen, namentlich Hüttenwerken, wo eine größere Anzahl zerſtreut liegender Maſchinen an dem Nutzen der Kondenſation teilnehmen ſollen, wendet man neuerdings an Stelle einzelner durch jede Maſchine betriebener Kondenſatoren ſogenannte Zentralkondenſationen an. Dieſelben ſind mit einer beſonderen Dampfmaſchine, Zentrifugalpumpen, Kolbenpumpen, Ventilatoren und Luftpumpen verſehen und faſt immer mit einer größeren Rückkühlanlage verbunden [6]. Auch bei dieſen im übrigen koſtſpieligen Anlagen läßt ſich eine Kohlenerſparnis von 15—20, ja ſelbſt 25% erreichen. Hierher gehören die Zentralkondenſationsanlagen von Theiſſen, von Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal, die Körtingſchen Zentralkondenſationsanlagen mit Streudüſen oder Zerſtäubern und Sammelbaſſins u. a. m. Wir verweiſen auf die Kataloge dieſer Firmen.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1888, S. 9; 1891, S. 293. — [2] v. Ihering, Gebläſe, Berlin 1893, S. 242: Luftpumpen mit getrennter Luft- und Waſſerabführung. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, Tafel 7. — [4] Ueber Waſſerſtrahlkondenſatoren, ebend. 1892, S. 570, 1009, 1124, 1527; 1896, S. 269. — [5] Oberflächenkondenſatoren, ebend. 1893, S. 258, 940, 1149, 1216; 1895, S. 53; 1896, S. 469, 1315; 1903, S. 713. — [6] Ueber Zentralkondenſation für Walzwerke, ebend. 1887, S. 234; 1889, S. 768; 1893, S. 1275; 1895, S. 230; 1902, S. 1825; 1905, S. 246.

v. Ihering.

Kondenſator für Schiffsmaſchinen wird ſeit Einführung hoher Dampfſpannungen und mehrfacher Expanſionsmaſchinen als Oberflächenkondenſator ausgeführt. Nur auf Flüſſen und in Meeresbuchten von geringem Salzgehalt fahrende Dampfer ſind vereinzelt mit Einſpritzkondenſatoren verſehen.

Letztere haben den Nachteil, daß das aus denſelben entnommene Speiſewaſſer zu viel Salzgehalt beſitzt, wodurch Niederſchläge und Keſſelſteinbildungen im Keſſel entſtehen, die ſeine Lebensdauer gefährden. Der Einſpritzkondenſator beſteht aus einem Kondenſationsraum, in welchen der Exhauſtdampf entweicht und durch feinzerteiltes Einſpritzwaſſer, das durch das Einſpritzrohr und den Einſpritzhahn von See aus eintritt, kondenſiert und niedergeſchlagen wird. Die Kondenſationsprodukte werden durch die Luftpumpe unter Einſchaltung zweier Wände mit Saug- und Druckventilen in den Warmwaſſerraum — Luftpumpendruckraum — befördert, von wo dieſelben durch das Saugrohr der Speiſepumpe in den Keſſel oder durch das Ausgußrohr und das Luftpumpenausgußventil nach Außenbord geſchafft werden.

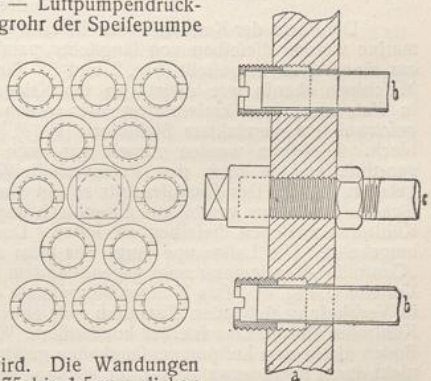


Fig. 1. *a* Rohrwand. *b* Kondenſationsrohr. *c* Stehbolzen.

Der Oberflächenkondenſator bezweckt einerſeits Verringerung des Gegendrucks im Niederdruckzylinder, anderſeits Wiedergewinnung des verbrauchten Dampfes als Keſſelſpeiſewaſſer. Aus letzterem Grunde werden auch die wichtigſten Hilfsmaſchinen an Bord der Schiffe an den Hauptkondenſator oder einen beſonderen Hilfskondenſator angeſchloſſen [7]. Der Exhauſtdampf der Maſchine wird durch Kühlung mittels Seewaſſer, das von dem Dampf durch dünne metallene Wandungen getrennt iſt, zu deſtilliertem Waſſer niedergeſchlagen und mit Hilfe der Luftpumpe in die Luftpumpenzifterne gedrückt, von wo das Waſſer für die Speiſung der Keſſel wieder verwertet wird. Die Wandungen zwiſchen Abdampf und Kühlwaſſer beſtehen aus 0,75 bis 1,5 mm dicken meſſingenen (60—70% Kupfer bei 40—30% Zink), außen und innen ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zinnten Rohren von 17—22 mm äußerem Durchmeſſer, die an den Enden bezw. auch in der Mitte durch bronzene Rohrplatten von 20—26 mm Stärke hindurchgeführt und an den Enden in dieſen ſtopfbüchſenartig in Baumwollenſchnur verpackt und waſſerdicht gedichtet ſind (Fig. 1). Die Rohre werden in Zickzackform angeordnet, und es beträgt die Entfernung t der Rohrmitten voneinander wenigſtens $t = d + 9$ mm; d der äußere Durchmeſſer der Kühlrohre [4]. Je nachdem der Dampf durch die Rohre geht und in ihnen kondenſiert oder dieſe umſtreicht, unterſcheidet man Innen- und Außenkondenſation. Letztere findet wegen ihrer mannigfachen Vorzüge — leichtere Unterſuchung und bequemeres Auswechſeln lecker Rohre, gleichmäßiger Waſſerdurchfluß — allgemeinere Anwendung. Das Kühlwaſſer kommt von See durch das Bodenventil des

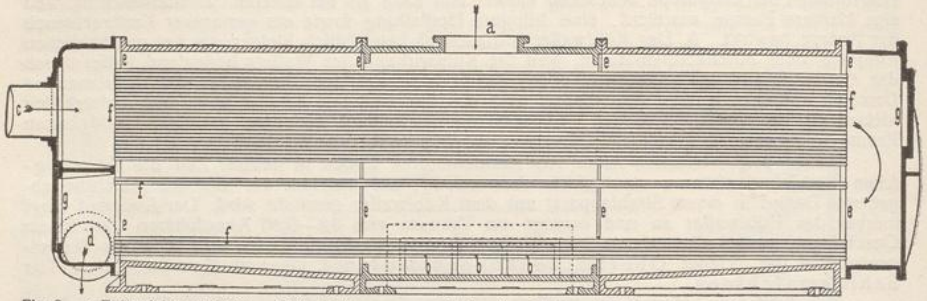


Fig. 2. *a* Exhauſtdampfeintritt. *b* Zur Luftpumpe. *c* Kühlwaſſereintritt. *d* Kühlwaſſeraustritt. *e* Rohrwände. *f* Kondenſatorrohre. *g* Reinigungslöcher.

Saugrohrs der Zirkulationspumpe, wird mittels dieſer (eine mit der Hauptmaſchine gekuppelte Kolbenpumpe oder beſſer eine durch eine beſondere Dampfmaſchine betriebene Zentrifugalpumpe) durch den Kondenſator getrieben bezw. geſaugt. Die Zirkulation des Seewaſſers erfolgt meiſt nach dem Prinzip der Gegenſtrömung, und das Kühlwaſſer im Kondenſator ſoll mindeſtens einen Weg von 6 m zurücklegen. Man läßt daher das Waſſer ein- bis dreimal im Kondenſator hin und her gehen. Bei Außenkondenſation muß alsdann der Raum zwiſchen Rohrwand und Kondenſatordeckel ſo getrennt werden, daß das Zirkulationswaſſer nur einen Teil der Rohre nach einer Richtung und den andern Teil nach der entgegengeſetzten Richtung durchfließt (Fig. 2 und 3). Das Kühlwaſſerquantum richtet ſich nach ſeiner Temperatur und der Temperatur des Exhauſtdampfes ſowie nach der Kühlfläche. Im allgemeinen rechnet man pro 1 PS_i-Stunde bei Zweifachexpanſionsmaſchinen 250—300 l, bei Dreifach- oder Vierfachexpanſionsmaſchinen 200—250 l [4]. Die Kühlfläche wird am beſten nach der abſoluten Endſpannung des Dampfes beſtimmt und ſchwankt zwiſchen 0,14 bis 0,16 qm pro 1 PS_i-Stunde bei Zweifachexpanſionsmaſchinen und 0,1 bis 0,14 qm bei Dreifachexpanſionsmaſchinen [4]—[6]. Dieſe Werte müſſen für Schiffe, die nur in den Tropen fahren, um etwa 20 % vergrößert werden [1], [2]. Pro 1 kg in der Sekunde zu kondenſierenden Dampfes ergibt ſich die Kühlfläche

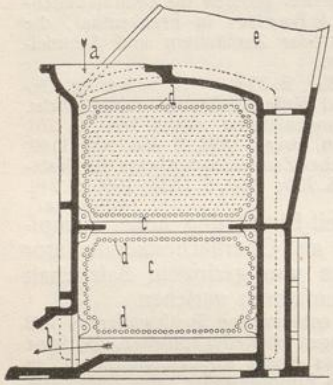


Fig. 3. *a* Exhauſtordampfeintritt. *b* Zur Luftpumpe. *c* Rohrwand. *d* Kondenſatorrohre. *e* Maſchinenſtänder.

bei einmaliger Zirkulation des Kühlwaſſers zu 86 qm
„ zweimaliger „ „ „ „ 76 „
„ dreimaliger „ „ „ „ 72 „

Die Form der Kondenſatoren iſt eine vielſeitige. Bei den Hammermaſchinen der Handelsmarine werden dieſelben von länglicher, parallelepipediſcher Form und mit den Zylinderſtändern aus einem Guß hergeſtellt (Fig. 2 und 3). Neuerdings baut man die Kondenſatoren für größere Maſchinen ebenſo wie diejenigen der Kriegsſchiffsmaſchinen aus Gewichtserſparnis geſondert in Walzenform von kreisrundem oder ovalem Querſchnitt, und zwar für Handelsdampfer aus geſchweißtem, verzinktem Stahlblech [4], [6], [7], für Kriegsſchiffe aus innen verzinntem Kupferblech. Dieſelben werden zurzeit nur noch liegend mit horizontalliegenden Kühlrohren angeordnet und je nach den Raumverhältniſſen im Schiff getrennt von den Hauptmaſchinen gelagert [1], [6]. Der Dampfeintritt erfolgt von oben, und unterhalb desſelben wird eine durchlöcherte Platte aus verzinktem Eiſenblech angebracht, um den Dampf auf die ganze Länge der Kühlrohre zwiſchen dieſelben zu leiten. Das Kühlwaſſer tritt oben ein und unten aus oder umgekehrt. Die Luftpumpe ſaugt aus dem unterſten Teil des Kondenſators. Der ſogenannte „Contraflo"-Kondenſator zeigt gegenüber dem gebräuchlichen Oberflächenkondenſator weſentliche Vorteile (ſ. Fig. 4). Das Kondenſatorgehäuſe beſteht der Höhe nach aus mehreren miteinander in Verbindung ſtehenden Kammern von abnehmender Größe, durch die der Abdampf um die Kühlrohre ſtrömt. Das hierbei kondenſierte Waſſer wird in jeder Kammer durch den geneigten Boden direkt zum Luftpumpenſaugkaſten geführt, ſo daß die Kühlrohrflächen der unteren Kammern nicht durch Kondenswaſſer in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden. Der nichtkondenſierte Dampf tritt mit abnehmender Temperatur und ziemlich trocken in die nächſte Kammer zum weiteren Flüſſigmachen über und gelangt ſchließlich zum Saugrohr der trockenen Luftpumpe. Durch dieſe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

frühzeitige Trennung von Kondenswaſſer und Dampf mit Luft wird eine höhere Temperatur des Kondenswaſſers und demnach für die Keſſelſpeiſung ein höherer thermiſcher Wirkungsgrad erzielt. Der „Contraflo"-Kondenſator erfordert eine geringere Kühlwaſſermenge, kleinere Abmeſſungen und geringeres Gewicht. Kühlfläche 0,04 qm pro 1 PSi. Wegen ſeines günſtigen Vakuums eignet er ſich ferner beſonders für den Dampfturbinenbetrieb auf Schiffen. Das Kühlwaſſer tritt bei demſelben oben ein und unten aus [10]. Für Schiffsturbinen werden die Kondenſatoren meiſt mit getrennter Trocken- und Naßluftpumpe ausgeſtattet zur Erhöhung des Vakuums [9]. Die Trockenluftpumpe wird dann entweder als beſondere Dampfpumpe ausgebildet oder von der Zirkulationspumpenmaſchine angetrieben. Bei Verwendung des Vakuumvermehrers von Parſon [8] genügt eine Naßluftpumpe. Dieſelbe wird dann etwa 1 m unterhalb des Kondenſators aufgeſtellt, und zwiſchen dem mit einem Luftſack verſehenen Saugrohr und dem Kondenſator wird ein Hilfskondenſator von etwa $^1/_{20}$ Kühlfläche des Hauptkondenſators eingeſchaltet; in dieſen bläſt ein Dampfinjektor die aus dem Hauptkondenſator abgeſogene Miſchung von Dampf und Luft zum Niederſchlagen und leitet das Kondenſat in das Saugrohr. Die Luftpumpe wird auf dieſe Weiſe entlaſtet und das Vakuum durch Abſaugen von Dampf und Luft geſteigert.

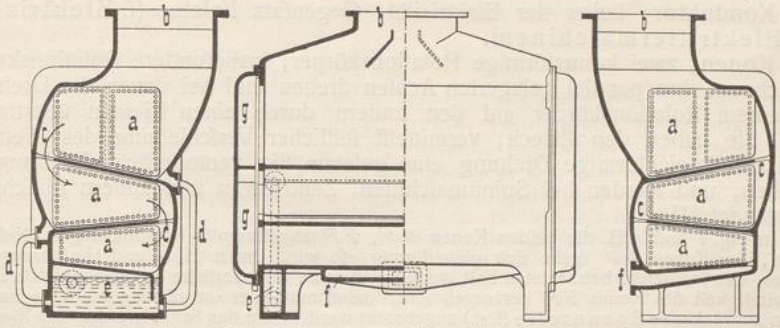


Fig. 4. Contraflo-Kondenſator. *a* Kondenſatorkammern. *b* Abdampfeintritt. *c* Dampfübergangskanäle. *d* Kondenswaſſerableitung. *e* Luftpumpenſaugekaſten *f* Saugerohr der trockenen Luftpumpe. *g* Kondenſatorvorlage für den Kühlwaſſerumlauf.

Die Vorteile der Oberflächenkondenſation gegenüber der Einſpritzkondenſation beſtehen in folgendem: Die Luftleere iſt eine günſtigere, da faſt keine Luft in den Kondenſator gelangt; das Speiſewaſſer iſt frei von Salzgehalt, da der Dampf mit dem Seewaſſer nicht in Berührung kommt, ſo daß der kondenſierte Dampf ohne Schaden für den Keſſel wieder zum Speiſen desſelben benutzt werden kann (2 % des Geſamtverbrauchs verloren gehendes Waſſer muß jedoch durch Zuſatzwaſſer erſetzt werden); es entſtehen keine Verluſte durch Salzausblaſen, und daher verringert ſich der Kohlenverbrauch. Der Hauptvorzug beſteht jedoch in der Möglichkeit, hohe Dampfſpannungen anzuwenden, da man ohne Schaden für den Keſſel bei dem verhältnismäßig reinen Speiſewaſſer die Temperatur des Keſſelwaſſers über 144° C. erhöhen kann. Um jeglichen Niederſchlag von Stoffen bezw. Salzen auf den Keſſelwandungen zu vermeiden, verwendet man jetzt für Keſſel mit hohem Druck ſtets Süßwaſſer als Zuſatzwaſſer, welches in beſonderen Räumen im Doppelboden mitgeführt wird. Für Dampftemperaturen von 180—200° C. genügt jedoch auch dieſes Waſſer nicht mehr, da dasſelbe die Bildung von Niederſchlägen auf den vom Feuer berührten Keſſelwänden nicht verhindert. Man ergänzt daher neuerdings das Keſſelwaſſer durch Speiſewaſſer, welches in beſonderen Deſtillierapparaten gewonnen wird, und verbindet hiermit zugleich ſogenannte Keſſelſpeiſewaſſerreiniger (ſ. d.), welche die mitgeführte Luft und die aus der Maſchinenſchmierung entſtehenden Fettbeſtandteile aus dem Speiſewaſſer entfernen. Mit Hilfe dieſer Apparate iſt der Oberflächenkondenſator für die modernen Schiffsmaſchinen einer der wichtigſten Faktoren geworden [3]. Bei Dampfturbinenſchiffsbetrieb gelangen keine Fettbeſtandteile in das Kondenſat, ſo daß eine Reinigung desſelben ſich erübrigt.

Literatur: Busley, C., Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. — [2] Scaton, A manual of marine engineering, London 1904. — [3] Busley, C., Die Entwicklung der Schiffsmaſchine, Berlin 1892. — [4] Bauer, G., Berechnung und Konſtruktion der Schiffsmaſchinen und -keſſel, Berlin 1904. — [5] Bertin, L. E., Machines marines, Paris 1899. — [6] Wilda, H., Die Schiffsmaſchinen, Hannover 1905. — [7] Klamroth, G., Leitfaden für den Unterricht in der Maſchinenkunde, Berlin 1907. — [8] Turbine-driven steamer „Manksman", Engineering 1904, II, S. 500. — [9] Berling, G., Neue Verſuche über Oberflächenkondenſation mit getrennter Kaltluft- und Warmwaſſerförderung, Jahrbuch der Schiffbautechniſchen Geſellſchaft, Berlin 1904. — [10] Weighton, R. L., The efficiency of surface-condensers, Engineering 1906, I, S. 497.

T. Schwarz.

Kondenſator, in der Leuchtgasfabrikation, ſ. Kühler; in der Brennerei, ſ. Spiritusfabrikation.

Konditionieranſtalten, Seide- und Wolltrocknungsanſtalten zur Beſtimmung des Konditionnements, d. i. des ſogenannten Handelsgewichtes dieſer Textilrohſtoffe.

Die in den Handel kommende Seide enthält als ſtark hygroſkopiſcher Körper mehr oder weniger Feuchtigkeit, und um die für den Handel richtige Gewichtsbaſis feſtzuſtellen, wird die Seide in den Konditionieranſtalten getrocknet und das abſolute oder wahre Gewicht der Seide

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ermittelt. Diesem Gewicht werden 11% als vorschriftsmäßiger Zuschlag zugerechnet, so daß daraus das rechtmäßige Handelsgewicht (das der Käufer wirklich zu bezahlen hat), resultiert. Solche Konditionieranstalten bestehen in Lyon, Paris, Mailand, Turin, Zürich, Basel, Krefeld, Wien u. s. w. Die Atteste dieser Anstalten „über das wahre und rechtmäßige Handelsgewicht, über den Feinheitsgrad (Titre), über die Filierung und Elastizität der Seide haben die Beweiskraft öffentlicher Urkunden". Die Wiener Anstalt ist eine 1855 gegründete Aktiengesellschaft.

Literatur: Sonndorfer, R., Die Technik des Welthandels, Wien 1889, S. 72, 2. Aufl. 1900.

Konditorfarben, zum Färben von Back- und Zuckerwerk bestimmt, müssen nicht nur giftfrei, sondern absolut unschädlich sein.

Für Gelb, Braun und Schwarz dient gewöhnlich gebrannter Zucker (Karamel), für Grün Blattgrün oder Chlorophyll, für Blau Indigokarmin und für Rot Kochenillekarmin. Durch Mischen von Karamel mit Rot läßt sich Orange, durch Mischen von Rot und Blau Violett darstellen, und es genügen die Nuancen, die man auf diese Weise erhält, vollkommen für den Zweck, so daß auch die Verwendung giftfreier Teerfarbstoffe überflüssig ist. *Andés.*

Konduktanz, s. Wechselstrom.

Konduktor, Leiter der Elektrizität, Gegensatz Isolator (s. Elektrizität und Elektrisiermaschinen).

Konen, zwei konusförmige Rotationskörper, insbesondere Rotationskegel, die sich um ihre parallel gelagerten Achsen drehen und bei denen die Drehung von einem Rotationskörper auf den andern durch einen Riemen übertragen wird. Sie haben den Zweck, vermittelst seitlicher Verschiebung des Riemens durch eine gleichförmige Drehung eine gesetzmäßig veränderliche Drehung zu bewirken, und werden bei Spinnmaschinen, Zentrifugen und andern Maschinen angewendet [1].

In Fig. 1 sind z. B. die beiden Konen $\Phi\,\Phi'$, $F\,F'$ abgestumpfte Rotationskegel. Nehmen wir an, der Konus $\Phi\,\Phi'$ drehe sich gleichförmig, so wird durch Hin- und Herführung des Riemens, der in diesem betrachteten Fall gekreuzt ist, eine veränderliche entgegengesetzte Drehgeschwindigkeit des Konus $F\,F'$ hervorgebracht; dabei muß aber im allgemeinen eine an den Riemen andrückende Spannrolle (s. d.) angebracht werden, um das Schlaffwerden des Riemens zu vermeiden. Bezeichnen $\varrho = \mu\,\varkappa$, $r = m\,k$ die Radien an der Stelle der Riemenmitte, so stehen die Drehgeschwindigkeiten der Konen $\Phi\,\Phi'$, $F\,F'$ in dem Verhältnis $r:\varrho$. Soll zur Vereinfachung die Spannrolle beseitigt werden, dann müssen die Konen derart voneinander abhängig gestaltet sein, daß die Straffheit des Riemens während seiner seitlichen Verschiebung erhalten bleibt. Bei gekreuztem Riemen bleibt die Länge desselben konstant, wenn die Summe jener Radien $r + \varrho$ konstant ist [2]. Es müssen demnach die beiden Rotationskegel kongruent, also die Radien $\mu_0\,\varkappa_0 = m_n\,k_n$, $\mu_n\,\varkappa_n = m_0\,k_0$ sein. In dieser einfachsten Gestaltung werden die Konen am meisten ausgeführt und angewendet; aber es ist bei Rotationskegeln die Veränderung der durch gleichförmige Drehung des einen Konus auf den andern übertragenen Drehgeschwindigkeit nicht proportional der seitlichen Verschiebung des Riemens. Wenn diese Proportionalität gefordert wird, dann ergibt sich durch eine einfache Konstruktion, daß in Fig. 2 die beiden Meridiankurven der Konen kongruente gleichseitige Hyperbeln sind [3]. Es ist das Hyperbelstück $\varkappa'_0\,\varkappa'_n$ kongruent $k_0\,k_n$ und ferner ist $\mu_0\,\varkappa'_0 = m_n\,k_n$, $\mu_n\,\varkappa'_n = m_0\,k_0$ gemacht. Ist der Riemen nicht gekreuzt, also offen, dann drehen sich die Konen in gleichem Sinne. In diesem Falle ist bei konstanter Riemenlänge die Beziehung jener beiden Radien ϱ, r sehr kompliziert; und es können in Fig. 3 die entsprechenden Meridiankurven $\varkappa_0\,\varkappa_n$, $k_0\,k_n$ nur vermittelst einer Hilfskurve konstruiert werden [3]. In Fig. 3 sind diese entsprechenden Meridiankurven so gestaltet, daß die Veränderung der durch gleichförmige Drehung des einen Konus auf den andern übertragenen Drehgeschwindigkeit der seitlichen Verschiebung der Riemen proportional ist.

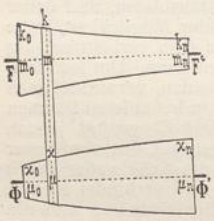


Fig. 1.

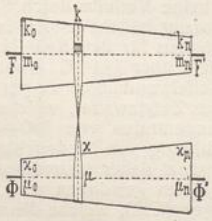


Fig. 2.

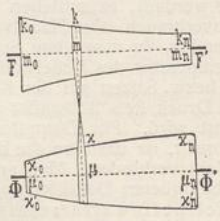


Fig. 3.

Literatur: [1] Th. R. Williams Specification Nr. 5412 vom 19. Sept. 1826 hat die Konen zuerst angewendet, vgl. a. Polytechnisches Journal 1828, Bd. 27, S. 99. — [2] Redtenbacher, Bewegungsmechanismen, Mannheim 1857, S. 8, und dessen Maschinenbau, Mannheim 1862, Bd. 1, S. 349. — [3] Burmester, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 395—404, enthält eine vollständige Theorie der Konen und die Konstruktionen derselben. *Burmester.*

Koneopside, s. Lupe.

Konfiguration, in der Ebene Gebilde, bestehend aus Geraden und Punkten, wobei durch jeden Punkt eine bestimmte Anzahl von Geraden gehen und auf jeder Geraden eine bestimmte Anzahl von Punkten liegen.

Beispiel: Die Figur zum Satz des Menelaus (s. Menelaus, Satz des), die aus sechs Punkten besteht, durch deren jeden zwei Gerade gehen, und aus vier Geraden, auf deren jeder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

drei Punkte liegen. Ebenſo exiſtieren im Raume Konfigurationen, aus Punkten, Geraden und Ebenen beſtehend. *Wölffing.*

Konfiguration, chemiſche, die gegenſeitige räumliche Lage der Atome zueinander innerhalb der Molekel. Dieſen Begriff hat die Stereochemie (ſ. d.) zur Erklärung einer Reihe ſehr intereſſanter Iſomerien (ſ. d.) im Gebiet der Kohlenſtoff- und Stickſtoffverbindungen mit großem Erfolg herangezogen, die durch Verſchiedenheit der chemiſchen Konſtitution nicht erklärbar ſind. *Abegg.*

Konfokale Flächen, eine Schar von Flächen zweiter Ordnung von der Gleichung $\frac{x^2}{a+\lambda}+\frac{y^2}{b+\lambda}+\frac{z^2}{c+\lambda}=1$, wo λ ein Parameter. Zwei Flächen der Schar ſchneiden ſich, wo ſie ſich treffen, rechtwinklig. Durch jeden Punkt des Raumes gehen drei Flächen der Schar: ein Ellipſoid, ein ein- und ein zweimanteliges Hyperboloid.

Literatur: Salmon, Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, 3. Aufl., 1. Teil, Leipzig 1879, S. 203—246. *Wölffing.*

Konfokale Kurven, ſ. Kegelſchnitte.

Kongenerationstheorie, ſ. Gang.

Konglomerat, dasjenige Geſtein, welches aus mehr oder weniger runden, abgerollten, im Durchſchnitt mehr als 10 mm Durchmeſſer beſitzenden Bruchſtücken oder Geröllen von einem oder verſchiedenen Geſteinen beſteht.

Die Verbindung zwiſchen den einzelnen Geröllen iſt teils eine feſte, teils eine lockere, je nachdem die Zwiſchenräume durch ein Bindemittel ausgefüllt ſind oder nicht. In letzterem Fall bemerkt man zwiſchen den größeren Geröllen ein ſandiges bis toniges feines Zerreibſel ähnlicher Herkunft wie die der Gerölle. Sind ſolche lockere Konglomerate Aufſchüttungen von früheren oder heutigen Flüſſen, ſo nennt man ſie auch Schotter. Als Kies bezeichnet man lockere, kleinſtückige Konglomerate, deren Gerölle weſentlich aus Quarz- oder Quarzitbrocken beſtehen. Die Natur des Bindemittels der feſten Konglomerate wechſelt wie bei den Sandſteinen. Durch kohlenſauern Kalk verkittete Konglomerate treten im oberen Rotliegenden, in der Kreide, im Diluvium (Nagelfluh) auf. Solche mit quarzigem oder kieſeligem Bindemittel ſind in den älteren Formationen, aber auch im Tertiär verbreitet. Ein ganz aus Quarz- oder Hornſteingeröllen beſtehendes, durch ein reinkieſeliges Bindemittel wieder verkittetes, braunes oder graues Konglomerat iſt der ſogenannte Puddingſtein, der zu Nippſachen (Doſen, Briefbeſchwerer u. ſ. w.) wie Achat verſchliffen wird. Tonige und eiſenreiche Bindemittel ſind beſonders häufig in der Steinkohlenformation und im Rotliegenden. In der Regel beſteht das Bindemittel aus dem feinzerriebenen Schlamm, der beim Abrollen der Geſteinsbrocken ſich bildete oder auch teilweiſe in Löſung ging und wieder abgeſetzt wurde. Die meiſten Konglomerate beſitzen daher ein der Geſamtheit der Gerölle entſprechendes Bindemittel. Nach der Hauptbeſchaffenheit der Gerölle werden die Konglomerate als Porphyr-, Melaphyr-, Baſalt-, Trachyt-, Bimsſtein-, Quarzitkonglomerat u. ſ. w. bezeichnet. Die aus eruptivem Material beſtehenden Gerölle ſind in vielen Fällen nicht oder nur wenig verkittet. Die Konglomerate ſind faſt durchweg geſchichtete Ablagerungen; die Schichtung macht ſich ſtets durch einen Wechſel in der Korngröße (gröbere, feinere Konglomerate bis Sande) bemerkbar. Sie bilden ſelten auf große Strecken hin gleichmäßig dicke Ablagerungen, ſondern keilen nach wenigen Metern oft ſchon aus, verſchwinden und kehren an einer andern Stelle der Schicht wieder. Die Form der Bruchſtücke und die Unregelmäßigkeit der Lagerung beweiſen, daß die Konglomerate Ablagerungen aus ſtarkbewegtem Waſſer an ſteilem Ufer, Küſten oder in reißenden Strömen ſind. Sie bildeten ſich zumeiſt da, wo plötzlicher Wechſel in der Verteilung von Waſſer und Land oder die Bildung ſteiler Küſten erfolgte, alſo nach bedeutenden Gebirgsſtörungen, Schaffung von Gebirgen, z. B. in der oberen Steinkohlenformation, im Rotliegenden, im Buntſandſtein, dann in der Kreideformation, im Tertiär, Diluvium, Alluvium. Den Tiefſeeablagerungen ſind ſie im allgemeinen fremd. Lockere Konglomerate, Kies und Schotter dienen bei geringer Korngröße zum Unterhalt von Fußwegen und bei harter Beſchaffenheit der Gerölle auch als Deckmaterial für Straßen. Feſte, durch Kalk oder durch kieſelige Bindemittel verkittete Konglomerate werden beſonders zu Hochbauten, für Sockel und rauhes Mauerwerk verwendet. Die verkieſelten Konglomerate eignen ſich vorwiegend für Waſſerbauten, auch für Mühlſteine. Bei einiger Größe und Härte der Gerölle macht die Bearbeitung und das Behauen Schwierigkeiten. Kaolin- oder feldſpatreiche, eiſenfreie Quarzkonglomerate werden zur Herſtellung von feuerfeſtem Material benutzt. Viele lockere und feſte Konglomerate ſind die Muttergeſteine von Diamant und Gold (Seifen). *Leppla.*

Kongorot, ſ. Farbſtoffe, künſtliche, organiſche, Bd. 3, S. 625.

Kongreßſtoff, grober, nach Art der Gaze gewebter Baumwollſtoff; die feineren Stoffe heißen Etamine, Marly, Camilla (ſ. Weberei). *E. Müller.*

Kongruenz, 1. der Zahlen, ſ. Zahlen; 2. die Fähigkeit zweier Figuren, zur Deckung gebracht zu werden. Zwei Dreiecke ſind kongruent, wenn entweder a) zwei Seiten und der eingeſchloſſene Winkel, oder b) eine Seite und zwei Winkel, oder c) die drei Seiten, oder d) zwei Seiten und der Gegenwinkel der größeren in beiden entſprechend gleich ſind; 3. eine doppelt unendliche Schar von Geraden, ſ. Liniengeometrie. *Wölffing.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Koniferin, ein Glykofid (f. d.) von der Zufammenfetzung $C_{16}H_{22}O_8 + 2H_2O$, welches fich hauptfächlich im Kambialfaft der Koniferen findet, an der Luft verwittert und wafferfrei bei 185° fchmilzt.

Durch Einwirkung von Emulfin (f. Fermente) oder durch Kochen mit Säuren wird es in Traubenzucker und Koniferylalkohol gefpalten. Diefer liefert bei der Oxydation mit Chromfäure Vanillin. Das Koniferin wird zur Herftellung von Vanillin nicht mehr verwendet, nachdem man ergiebigere Gewinnungsmethoden diefer Subftanz aufgefunden hat. *Bujard.*

Konifchbohren und -drehen. Die Herftellung von Innen- und Außenkonen an Arbeitsftücken.

Sie kann in folgender Weife gefchehen, wobei auf die Art. Bohrmafchinen und Drehbank Bezug genommen wird:

a) **Konifchdrehen.**

1. Verfetzen der Reitftockfpitze (vgl. Drehbank, Bd. 3, S. 80) gegenüber der Achfe der Drehbankfpindel (Fig. 1). Das Verfahren ift viel gebräuchlich, hat aber den Nachteil, daß die Auflagerung des Arbeitsftücks an den Spitzen des Spindel- und Reitftocks eine ungünftige ift.

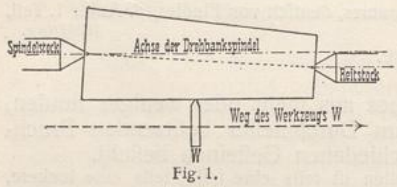


Fig. 1.

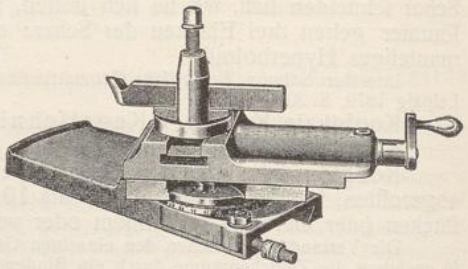


Fig. 2.

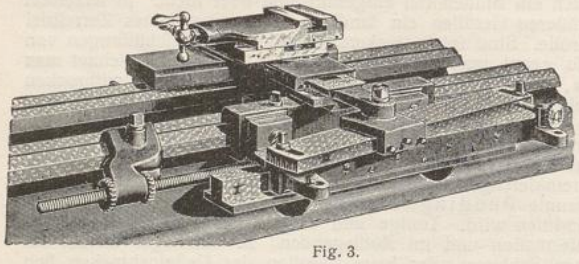


Fig. 3.

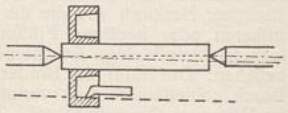


Fig. 5.

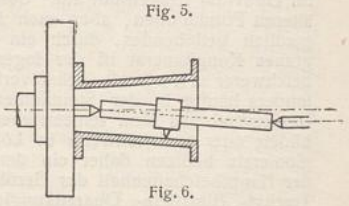


Fig. 6.

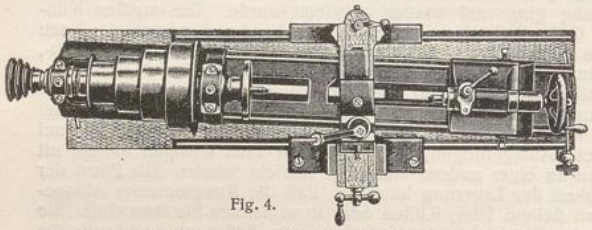


Fig. 4.

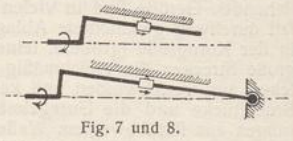


Fig. 7 und 8.

2. Anwendung eines drehbaren (Kreuz-)Supports, deffen Oberteil (Führung für den Werkzeugfchlitten) auf dem Unterteil oder der Bettplatte gedreht und nach der gewünfchten Konizität in der Regel mit Hilfe einer Skala eingeftellt werden kann (Fig. 2) (vgl. a. Drehbank, Bd. 3, S. 83).

3. Verwendung eines Leitlineals (Konusapparats), das am Drehbankbett der Konizität entfprechend befeftigt wird (Fig. 3). Der Querfchlitten gleitet mit einer Verlängerung an dem Leitlineal. Das Leitlineal fitzt entweder auf zwei Konfolen, die an dem Drehbankbett an beliebiger Stelle feftgefchraubt werden können, oder die Unterlage des Leitlineals, auf der es nach der Konizität eingeftellt werden kann, ift in einer am Bett feften Führung verfchiebbar und wird an der gewünfchten Stelle durch eine feitwärts angeordnete Klemme feftgehalten, mit der die Unterlage des Leitlineals durch eine Schraube in Verbindung ftehf (Fig. 3) [2].

4. Verfchiebung des auf gemeinfamer Grundplatte fitzenden Spindel- und Reitftocks und damit der Drehachfe des Arbeitsftücks gegenüber den Support-(Bettfchlitten-)führungen (Fig. 4, Draufficht). Bei Spezialdrehbänken zur Bearbeitung von Bolzen, Hahnküken u. dergl. angewendet.

5. Gleichzeitige Bewegung des Lang- und des Planzugs (f. Drehbank, Bd. 3, S. 57 ff.). Von diefem Verfahren wird fehr felten Gebrauch gemacht.

6. Verwendung von Breitftählen (Meffern), deren Schneidkante gleich der Länge des Konus ift und die der Konizität entfprechend gegen die Drehachfe des Arbeitsftücks eingeftellt werden. Für Konen von nicht zu großer Länge angewendet.

b) **Konifchbohren.** Hier ift zunächft zu unterfcheiden, ob das Ausbohren (Ausdrehen) auf der Drehbank erfolgt, wobei das Arbeitsftück in Drehung fich befindet, oder auf der Bohrmafchine, bei der das Werkzeug fich dreht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim Koniſchausbohren auf der Drehbank können unter entſprechender Anpaſſung die unter a) 1.—6. angeführten Verfahren Anwendung finden. Beim Verſetzen der Reitſtockſpitze wird es ſich dann in der Regel um die Befeſtigung des Arbeitsſtücks auf einem Drehdorn (Fig. 5) oder um die Anwendung einer zwiſchen den Spitzen von Reit- und Spindelſtock feſtſtehenden Bohrſtange (Fig. 6) handeln, längs der das Werkzeug (mit Schraube und Mutter) geſchaltet wird.

Beim Koniſchdrehen auf der Bohrmaſchine kann man zwei Verfahren unterſcheiden.

1. Verwendung einer in der Längenrichtung nicht verſchiebbaren Bohrſtange, deren Achſe ſchräg zur Achſe des Konus ſteht und die ſich um dieſe Achſe dreht (Fig. 7 und 8). Die Schaltung des Werkzeugs erfolgt entlang der Bohrſtange mit Schraubenſpindel und -mutter. Für kürzere Konen iſt die Bohrſtange fliegend angeordnet (Fig. 7), für längere dagegen an beiden Enden unterſtützt (Fig. 8), wobei für die in der Drehachſe liegende Auflagerung ein Kugellager zu wählen iſt. Eine Bohrſtange mit (in gewiſſen Grenzen) beliebig einſtellbarer Konizität iſt durch D.R.P. Nr. 127732 (Ernſt Schieß, Düſſeldorf) geſchützt [1].

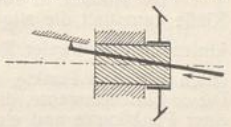


Fig. 9.

2. Verwendung einer in ihrer Längenrichtung verſchiebbaren Bohrſtange, deren Achſe ſchräg zur Drehachſe des Antriebs gelagert iſt (Fig. 9); zum Ausbohren der kegelförmigen Löcher für die Aufnahme von Kurbelzapfen verwendet [1].

Literatur: [1] Fiſcher, Hermann, Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 1088. *A. Widmaier.*

Koniſche Friktionsräder, ſ. Reibräder.

Koniſche Räder, ſ. Kegelräder.

Koniſches Kurbelgetriebe, ſ. Kurbelgetriebe, ſphäriſches.

Konjugiert, ſ. Komplexe Größen, Kurven, Durchmeſſer.

Konjugierte Richtungen, ſ. Involution der Schnitt- und Kraftrichtungen.

Konkavität, die Eigenſchaft einer Kurve gegenüber einer Geraden, daß die Krümmungsmittelpunkte entweder zwiſchen den zugehörigen Kurvenpunkten und den Schnittpunkten der Kurvennormale mit jener Geraden oder dieſe Schnittpunkte zwiſchen den Kurvenpunkten und den Krümmungsmittelpunkten liegen. *Wölffing.*

Konkret, ſ. v. w. Beton (ſ. d.) und Mörtel.

Konkretion, derjenige nichtweſentliche Gemengteil (oder Beſtandmaſſe) der Geſteine, der durch allmähliches Zuſammenziehen einer Mineralſubſtanz um einen beſtimmten Mittelpunkt entſteht.

Die Konkretion wächſt von innen nach außen durch erneutes Anwachſen von Mineralſubſtanz. Als ſolche tritt zumeiſt auf: kohlenſaurer Kalk, Eiſenhydroxyd als Brauneiſenerz, Kieſelſäure als Hornſtein, Phosphorit u. a., und zwar vorwiegend in Schichtgeſteinen wie in Sandſteinen, Mergeln, Schiefertonen, Lehm, Löß. Die äußere Form der Konkretionen neigt ſtets zur Kugelgeſtalt, weicht aber freilich im einzelnen durch Unregelmäßigkeiten und Kombinationen davon ab. Kohlenſaurer Kalk tritt als nuß- bis fauſtgroße ſogenannte Lößkindel oder Lößmännchen in Löß auf, als Knollen im Mergel, im Nilſchlamm, als Kugelfandſtein im Sandſtein. Brauneiſenerzkonkretionen, die aus verſchieden reichen Hüllen von Erz beſtehen, werden, wenn ſie einen feſten, aber loſen und klappernden Kern in einer weiteren Hülle beſitzen, als Klappерſteine bezeichnet. Die Form von zwei miteinander verwachſenen Ringen oder flachen Scheiben wird als Brillenſtein, die von kugeligen, aber mit ſchichtenförmigen Wülſten verſehenen Knollen als Imatraſteine bezeichnet. Sind die Konkretionen im Innern gewiſſermaßen durch Schwindung zerſprungen oder geborſten, ſo nennt man ſie Septarien. Konkretionen werden da, wo ihre Subſtanz als Geſteinsmaterial nur ſelten vorhanden iſt und techniſchen Wert beſitzt, auch verwendet, ſo z. B. in kalkarmen Gegenden die Kalkkonkretionen zur Mörtelbereitung, die Phosphoritknollen als Düngemittel, Hornſteinknollen zur Herſtellung feuerfeſter Produkte, Toneiſenſteinſeptarien zur Eiſengewinnung u. ſ. w. *Leppla.*

Konkurrenzſtraßen, Straßen, welche dieſelben Ortſchaften miteinander verbinden oder als Wettbewerbentwürfe zu ihrer Verbindung aufgeſtellt werden.

Sie verdienen namentlich in letzterem Fall ein tieferes Eingehen auf die Wirtſchaftlichkeit ihres Linienzuges, damit bei Feſtſtellung ihrer Lage und Richtung diejenige für die Ausführung herausgewählt werden kann, bei welcher die Koſten für die Transporteinheit, welche eine Funktion der Jahreszinſen, des Anlagekapitals, der jährlichen Verkehrsmenge und der Betriebskoſten ſind, zu einem Minimum werden. Hierfür ſind von Launhardt (ſ. Traſſierung) allgemeine Grundſätze abgeleitet worden. Bei Straßen im Hügellande und bei Gebirgsſtraßen, alſo im allgemeinen bei Straßen mit ſtärkeren Gefällswechſeln, kommt jedoch noch die Rückſicht auf die Anſtrengung der Zugtiere hinzu, ſo daß hier der Fall eintreten kann, daß eine kürzere und vom techniſchen Standpunkt ſcheinbar beſſere Straßentraſſe ſich als ungünſtiger für den Verkehr erweiſt als eine andre, die geringere Steigungen und daher eine größere Länge beſitzt und vielleicht ſogar größere Anlagekoſten bedingt. Eine eingehende Behandlung dieſer Frage findet man in: v. Willmann, Straßenbau, Heft 4, der zweiten Gruppe der Fortſchritte der Ingenieurwiſſenſchaften, Leipzig 1895, S. 4—18 (mit Literaturangabe). *L. v. Willmann.*

Konnektor, ſ. Telephonie.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konnex. Bezeichnet man einen Punkt (x, y) und eine durch ihn hindurchgehende Gerade (u, v) zuſammen als „Linienelement“ $(x, y; u, v)$, ſo enthält die Ebene ∞^4 Linienelemente. Eine Gleichung m-Ordnung in x, y und n-Ordnung in $u, v: f(x, y; u, v) = 0$ greift aus denſelben ∞^3 Linienelemente heraus, die einen Konnex bilden. Jeder Geraden α, β iſt eine Punktkurve $f(x, y; \alpha, \beta) = 0$ und jedem Punkt a, b eine Strahlenkurve $f(a, b; u, v) = 0$ zugeordnet.

Der Konnex iſt von der m-Ordnung und n-Klaſſe. Ein Konnex erſter Ordnung und erſter Klaſſe vermittelt die allgemeine bilineare Verwandtſchaft in der Ebene. Die ∞^2 gemeinſamen Linienelemente zweier Konnexe $\left\{\begin{matrix} f(x, y; u, v) = 0 \\ \varphi(x, y; u, v) = 0 \end{matrix}\right\}$ bilden eine Koinzidenz. Zu jeder Geraden gehören μ Punkte, zu jedem Punkt ν Gerade (μ und ν Ordnung und Klaſſe der Koinzidenz). Die ∞ Linienelemente, die drei Konnexen gemeinſam ſind, bilden ein Kurvenpaar, beſtehend aus einer Punktkurve und einer Strahlenkurve. Der Konnex $ux + vy + 1 = 0$ heißt identiſcher Konnex, die Koinzidenz, die dieſer mit einem Konnex gemein hat, Hauptkoinzidenz. Der zu einem gegebenen Konnex konjugierte Konnex beſteht aus den Elementen, deren Punkte bezw. Geraden im gegebenen Konnex je wenigſtens eine doppelt zählende Gerade bezw. Punkt entſpricht.

Literatur: Clebſch, A., Vorleſungen über Geometrie, herausgegeben von Lindemann, Bd. 1, Leipzig 1876, 7. Abt.

Wölffing.

Konoidflächen werden erzeugt durch die Bewegung einer Geraden, die eine Kurve (Leitlinie) und eine Gerade (Achſe) ſchneidet und einer Ebene (Richtebene) parallel bleibt. Statt eine Leitlinie zu ſchneiden, kann die Gerade aber auch eine Fläche (Leitfläche) berühren. Das Konoid heißt gerade, wenn die Achſe auf der Richtebene ſenkrecht ſteht.

Allgemeine Gleichung der Konoidflächen mit z-Achſe als Achſe und (xy)-Ebene als Richtebene: $\frac{y}{x} = F(z)$. Differentialgleichung: $px + qy = 0$. Beiſpiele: a) Kuneokuneus von Wallis $a^2y^2 + x^2z^2 = r^2x^2$ mit Kreis $\left\{\begin{matrix} x = a \\ y^2 + z^2 = r^2 \end{matrix}\right\}$ als Leitlinie. b) Flachgängige Schraubenfläche $\frac{y}{x} = \operatorname{tg} nz$ mit der Schraubenlinie $\left\{\begin{matrix} x = a\cos nz \\ y = a\sin nz \end{matrix}\right\}$ als Leitlinie. c) Kugelkonoid $y^2(r^2 - z^2) = x^2(a^2 + z^2 - r^2)$, deſſen Erzeugende die Kugel $(x - a)^2 + y^2 + z^2 = r^2$ berühren.

Wölffing.

Konſervatorium, ſtaatliche oder private Schulanſtalt, in der Muſikunterricht in Geſang und Spiel erteilt wird.

Außer den allgemeinen Unterrichtsräumen, etwaigen Wohnungen u. ſ. w. iſt nötig: 1. ein großer Konzertſaal zur Abhaltung von Einzel- und Geſamtaufführungen mit hinreichendem Raum für Zuhörer und getrenntem Zugang für dieſelben; 2. Uebungszimmer für Einzelſpiel in den verſchiedenen Inſtrumenten; dieſelben ſind ſo unter ſich zu trennen, daß der Schall nicht durch die Wände dringen kann und eine Störung der Studien verurſacht; 3. für größere Anſtalten, denen die Vorbildung für das Theater in Mimik, Deklamation u. ſ. w. zufällt, iſt ein Bühnenraum für kleine Aufführungen zu beſchaffen.

Weinbrenner.

Konſerven, ſ. Früchte, eingemachte, und Konſervierung.

Konſervendoſen, ſ. Blechgefäßherſtellung.

Konſervierung. Nach dem Ableben der Tiere und Pflanzen treten bei ihnen gewiſſe Erſcheinungen auf, welche man als Gärungs-, Fäulnis-, Verweſungsprozeſſe bezeichnet. Dieſe Vorgänge werden nicht, wie man früher annahm, durch die Einwirkung des Sauerſtoffs der atmoſphäriſchen Luft bewirkt, ſondern haben ihre Urſache in dem Auftreten und der ſchnellen Vermehrung von gewiſſen niederen Organismen pflanzlicher Natur, den Bakterien (ſ. d.), deren mikroſkopiſch kleine Keime überall in der Atmoſphäre vorhanden ſind und die in den eiweißhaltigen pflanzlichen und tieriſchen Stoffen einen Nährboden finden, deſſen ſie bei geeigneter Temperatur und Gegenwart von Feuchtigkeit zu ihrer Entwicklung bedürfen. Zahlreich vorgeſchlagene und mehr oder weniger erprobte Konſervierungsverfahren ſuchen die erwähnten Umwandlungsprozeſſe auszuſchließen. Das gelingt leichter, wenn es ſich um Gegenſtände handelt, wie wiſſenſchaftliche Präparate jeder Art, Holzſchwellen, Gewebe u. ſ. w., wo es nur auf Vernichtung und Fernhaltung aller zerſtörend wirkenden Einflüſſe ankommt, als bei Nahrungsmitteln, wo neben der Bekämpfung der Mikroorganismen noch die weitere Aufgabe zu löſen iſt, den Genuß der Konſerven für den Konſumenten gänzlich unſchädlich zu machen. Eine vollkommene Löſung iſt hier nur dann gefunden, wenn auch keine Veränderung in der Verdaulichkeit und im Wohlgeſchmack eintritt. Von größter Bedeutung iſt die Herſtellung von Lebensmittelkonſerven für die Verproviantierung der Feldarmeen, der Feſtungen, der Schiffe

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und für Reifen in unwirtliche und unerforfchte Gebiete. Außer Haltbarkeit und Schmackhaftigkeit ift ein möglichft geringes Volumen der Konferven zu erftreben, damit fie von der Verwendung für die Verpflegung großer Maffen nicht durch Transportfchwierigkeiten ausgefchloffen find.

1. Naturkundliche Sammlungspräparate.

1. **Mineralien.** Hier ift eine Konfervierung nur erforderlich, wenn es fich um Mineralien handelt, welche bröckelig find oder fich durch Einwirkung des Sauerftoffs oder der Feuchtigkeit der Atmofphäre verändern. Tränkung mit Schellacklöfung, mit Waffergias, Aufbewahrung in Petroleum find je nach Art des Minerals anzuwenden. Naffe Foffilien aus der Braunkohle können meiftens durch ein fehr langfames Austrocknen in Kellerräumen vor dem Zerreißen bewahrt werden. Hygrofkopifche Salze müffen in luftdicht fchließenden Gefäßen aufbewahrt werden.

2. **Pflanzen.** Bei dem Trocknen von ganzen Pflanzen für Herbarien zwifchen Fließpapier unter Druck (empfehlenswert find Zwifchenlagen von Filz) hat man zu beachten, daß in der erften Zeit alle 24 Stunden das feucht gewordene Papier durch trockenes erfetzt wird. Je fchneller das Austrocknen erfolgt, defto beffer werden die Pflanzen erhalten. Man befchleunigt daher zweckmäßig das Trocknen durch Einbringen der Fließpapierpacken in Trockenfchränke, in welchen fich Chlorcalcium als wafferanziehendes Mittel und außerdem eine Vorrichtung befindet, welche als Wärmequelle dient [1]. Um die getrockneten Pflanzen gegen Infektenfraß zu fchützen, benetzt man fie mit einer Sublimatlöfung (1 Teil Queckfilberchlorid auf 50 Teile Alkohol) und trocknet wieder zwifchen Fließpapier. Das Trocknen von fehr fleifchigen Objekten, von Zwiebeln, von Orchideenknollen u. f. w. wird durch vorhergehendes Eintauchen in heißes Waffer oder nach dem Henningsfchen Verfahren durch $^1/_2$—12ftündiges Einlegen in eine mit fchwefliger Säure gefättigte Löfung von 1 Teil Alkohol in 5 Teilen Waffer bewirkt [1]. Die durch Einwirkung der fchwefligen Säure etwa entfärbten Blüten erhalten mit Ausnahme gewiffer braunen Blütenfarben ihre Farbe nach dem Trocknen wieder. Als Konfervierungsflüffigkeiten werden angewendet: Alkohol, Glyzerin, Karbolfäure, Kochfalz-, Sublimatlöfung u. a., in welchen die Pflanzen einfach aufbewahrt werden. Früchte laffen fich durch Trocknen, zum Teil durch kurzes Einlegen in Glyzerin (Koniferen), durch Aufbewahrung in Alkohol, in wäßriger fchwefliger Säure, in flüffigem Paraffin, in Boroglyzerinlöfung (1 : 20—60 Teilen Waffer) konfervieren. Alkohol und Karbolfäure laffen fich auch in Dampfform anwenden, indem man einen damit getränkten Schwamm auf den Boden des luftdicht fchließenden Aufbewahrungsgefäßes legt [2]. Hutpilze werden fowohl durch Anfertigung von Schnitten für das Herbarium hergerichtet, als auch in ganzer Form, durch Einlegen in Flüffigkeiten oder durch Austrocknen konferviert. Näheres in [1], S. 296 ff., und [3] 1895, S. 487.

3. **Tiere.** Um ausgeftopfte Säugetiere, Vögel, größere Fifche und Reptilien gegen Infektenfraß zu fchützen, wird außer dem Einftäuben mit feingepulverter arfeniger Säure und dem Beftreichen mit einer wäßrigen Löfung von Kaliumarfenit mit Vorteil Arfenikfeife benutzt. Anftatt der zuerft von Becoueur angegebenen [4], in welcher fein verteilte arfenige Säure enthalten ift, werden jetzt zumeift folche Seifen benutzt, welche auf 100 Teile Seife etwa 28 Teile Kaliumarfenit enthalten. — Für die Aufbewahrung aller kleineren Tiere wird noch immer der Alkohol bevorzugt, trotzdem hierbei meiftens die natürlichen Farben verloren gehen. Man benutzt zuerft eine waffereiche Mifchung, erneuert dann den Alkohol mehrmals in allmählich fteigendem Verhältnis bis etwa 100 Teile Waffer auf 75 Teile Alkohol kommen. Bei der v. Brunnfchen Methode der Fifchkonfervierung werden die in Alkohol aufbewahrten Fifche naturgetreu mit Aquarellfarben angemalt [5]. Für niedere, weiche Tiere, wie Holothurien, Quallen u. f. w., wird auch eine zweiprozentige wäßrige Formalinlöfung verwendet. Sonft hat der Formaldehyd wenig Eingang in die Konfervierungspraxis naturkundlicher Präparate gefunden, da er oft eine Verwandlung der Gewebe bewirkt und den Präparator durch Erkrankung der Schleimhäute der Augen und der Nafe beläftigt. Häufiger wird er dagegen wegen feiner kompendiöfen Form auf Reifen zur vorläufigen Konfervierung verwendet [2], S. 579, 615, 674. Um zarte Seetiere, Plankton, zu konfervieren, benutzt man Chromfäure, Pikrinfchwefelfäure, Ueberosmiumfäure mit darauffolgendem Liegen in Waffer und Aufbewahren in Alkohol [2], S. 639, und [6]. Außer den bisher erwähnten Löfungen find noch weitere vorgefchlagen worden, fo Glyzerin-, Karbolfäure-, Alaun- und andre zum Teil aus mehreren Chemikalien zufammengefetzte Löfungen [7] wie die Wickersheimerfche Flüffigkeit (100 Teile Alaun, 25 Teile Kochfalz, 12 Teile Kalifalpeter, 60 Teile Pottafche, 10 Teile arfenige Säure gelöft in 3000 Teilen Waffer, filtriert und mit 1550 Teilen Glyzerin und 300 Teilen Methylalkohol verfetzt). Sie finden alle nur noch wenig Verwendung. Anatomifche Präparate werden in Alkohol, alkoholifcher Formaldehydlöfung [8], Glyzerin u. f. w., auch trocken nach Ritfert [9] aufbewahrt, nachdem fie $^1/_2$ Stunde in einer mit Karbolfäure verfetzten, auf dem Waffer bad erwärmten Gelatineglyzerinlöfung gelegen haben.

4. **Mikrofkopifche Präparate.** Als konfervierende Einfchlußmittel dienen einerfeits Glyzerin, Glyzeringelatine und Farrantfche Löfung (eine Mifchung von gleichen Teilen Gummiarabikum, Glyzerin und konzentrierter wäßriger Löfung arfeniger Säure) und anderfeits Kanadabalfam, Dammarlack und venezianifcher Terpentin; während jene direkt bei naffen Gegenftänden Verwendung finden können, laffen fich diefe nur bei entwäfferten benutzen. Ueber die Entwäfferung, Härtung und die fogenannten Fixationsmethoden fowie auch über andre Einfchlußmittel f. [2], S. 752, und [10].

II. Nahrungsmittel.

Die hier in Betracht kommenden Methoden laffen fich in vier Gruppen teilen: 1. Anwendung niedriger Temperaturen (Frigorifikverfahren), 2. Entziehen der Feuchtigkeit, 3. Erhitzung und Aufbewahrung bei Luftabfchluß, 4. Anwendung antifeptifcher Mittel. — In erfter Linie ift

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hier die Behandlung des wichtigſten Nahrungsmittels, des Fleiſches, daneben die der Gemüſe und des Obſtes anzuführen, ferner die ſpeziellen Konfervierungsmethoden für Fleiſchextrakt, Milch, Butter, Bier, Wein u. ſ. w.

1. **Die Kälte** iſt ſchon ſeit alten Zeiten, beſonders für Fleiſch, angewendet worden, indem man ſolches in kalten Räumen oder Eiskellern aufbewahrt. Temperaturen dicht an 0° und darunter hindern die Entwicklung aller Mikroorganismen; ſowie die Kälte nachläßt, ſowie die Gegenſtände mit wärmerer Luft in Berührung kommen, beginnt aber ſofort die Lebenstätigkeit der Keime, und die Fäulniserſcheinungen treten dann meiſtens in ſehr ſtarkem Maße ein. Faſt alle Arten von Nahrungsmitteln werden heute durch Kälte konſerviert. Während in kleineren Betrieben, beſonders in Schlächtereien noch das im Winter geerntete Eis, ſeltener das Kunſteis zu Konſervierungszwecken verwendet wird, ſind in Großſtädten große Kühlräume eingerichtet, in denen Wildbret, Geflügel, Fleiſch geſchlachteter Tiere, Eier, Obſt u. ſ. w. in der ihnen dienlichſten gleichmäßigen durch Kältemaſchinen erzeugten Temperatur aufbewahrt werden (ſ. Kühlung geſchloſſener Räume). Auch für den Transport auf weitere Entfernungen ſind in Eiſenbahnwaggons und Schiffen Kühlvorrichtungen geſchaffen [11].

2. Konſervierung durch **Verminderung des Waſſergehaltes.** Auch hierhin gehören einige Verfahren, welche ſchon ſeit langem in Gebrauch ſind, ſo die Darſtellung des Pemmikans bei den Indianern Nordamerikas, ein in Streifen geſchnittenes und in der Sonne getrocknetes Fleiſch, während ſüdamerikaniſche Indianer ihr Charque, Pato, Manta und Taſſajo herſtellen, indem ſie das Fleiſch vorher ſalzen und dann trocknen laſſen. Auch Carne pura iſt ein getrocknetes und geſalzenes Fleiſch, aber in gemahlenem Zuſtande. Bekannt iſt die Verarbeitung des Kabeljau zu Stockfiſch (getrocknet) und zu Klippfiſch (geſalzen und getrocknet). Doch wird nach ſolchen Methoden zwar eine gute Konſervierung, aber meiſtens nicht ein für Europäer ſchmackhaftes Nahrungsmittel erzeugt. Beſſere Reſultate liefert das auch ſchon lange gebräuchliche Dörren von Gemüſe und Obſt. Es geſchieht in ſüdlichen Gegenden durch die Sonnenwärme (Roſinen, Korinthen), in kälteren in Trockenkammern, in denen man früher die Gegenſtände auf Horden legte und durch Anwendung einer Heizquelle dörrte (Backobſt). Neuerdings wird heiße Zugluft verwendet (vgl. Darre). Für das Austrocknen von Fleiſch ſind verſchiedene Verfahren angegeben worden: Anwendung heißer Luft, kalter Luft, welche von aller Feuchtigkeit befreit iſt, Aufſtellung von hygroſkopiſchen Subſtanzen (Chlorcalcium) in der Trockenkammer und Benutzung des Vakuums. Auch werden dieſe Verfahren mit andern, wie Einſalzen und Verwendung andrer antiſeptiſchen Mittel, verbunden. — Die Wirkung aller Trockenmethoden beruht auf der Entziehung der den Fäulniserregern zu ihrer Entwicklung nötigen Feuchtigkeit, und ihr beſonderer Vorzug iſt die durch die Verminderung des Waſſergehalts erzielte Gewichtsabnahme, wodurch ſo konſervierte Nahrungsſtoffe (bei den Gemüſen wird das Volumen oft noch durch eine Preſſung ſehr verringert [11], S. 284) zu billigen Preiſen befördert werden können.

3. Konſervierung durch **Luftabſchluß** mit vorhergehender Tötung aller Mikroorganismen. Zuerſt 1804 von Appert angegeben, iſt das nach ihm benannte Verfahren mehrfach verbeſſert und beſonders für die Darſtellung im großen ausgearbeitet worden. Durch Kochen im Waſſerbade der in Glas- oder Blechgefäßen befindlichen Nahrungsmittel werden die Fäulniserreger getötet und durch Verſchluß der Gefäße der Zutritt neuer Keime gehindert. Nach dem Einfüllen in die verzinnten Blechdoſen wird der Deckel aufgelötet und nur eine kleine Oeffnung gelaſſen, die nach dem Erhitzen ſofort geſchloſſen wird. Neuerdings ſtellt man vielfach an Stelle der Lötung einen Falzverſchluß mittels Maſchinen her und erzielt den luftdichten Verſchluß durch einen Gummiring. In den großen Konſervenfabriken kommen die Nahrungsmittel gar nicht mit den Händen der Arbeiter in Berührung, und der ganze Prozeß von der Reinigung und Zerteilung bis zum endlichen Verſchluß geſchieht auf maſchinellem Wege. Auch wird hier bei dem Kochen durch Anwendung eines Druckes von $1^1/_2$—2 Atmoſphären eine Zeiterſparnis bis auf ein Zehntel erzielt. Wenn bei der Herſtellung mit Sorgfalt verfahren wird, z. B. je nach der Art des Fleiſches auch die Zeit des Erhitzens bemeſſen iſt, ſo ſind die Konſerven in bezug auf den Geſchmack und die Verdaulichkeit kaum von friſchbereiteten Nahrungsmitteln zu unterſcheiden. Ihre Haltbarkeit iſt eine faſt unbegrenzte. Ein Beweis für die gute Erhaltung der Konſerven iſt die nach innen gekehrte Wölbung des Bodens und Deckels der Doſe, welche durch die bei dem Abkühlen im Innern der Büchſe entſtehende Luftverdünnung verurſacht iſt. Anderſeits zeigen nach außen gekehrte Wölbungen Gasentwicklung an, die durch eine Zerſetzung des Büchſeninhalts hervorgerufen iſt. Es iſt nicht geſagt, daß dieſes ſogenannte Bombieren der Doſen, deren Inhalt unbedingt zu verwerfen iſt, ſich gleich oder bald nach der Fertigſtellung der Konſerven zeigt. Die ſtarke Gasentwicklung tritt vielmehr oft erſt nach einiger Zeit ein, wenn eine gewiſſe Konzentration der durch die Bakterien ſelbſt erzeugten Stoffe und damit ein günſtiger Boden für ihre ſchnellere Vermehrung erreicht iſt. Da die Verwendung verzinnter Doſen nicht ohne Bedenken iſt, weil Zinn in Löſung gehen kann und weil dauernder Genuß ſolcher Konſerven für den menſchlichen Organismus ſchädliche Folgen hat, ſo überzieht man heute vielfach, beſonders bei fäurehaltigen Obſtkonſerven, das Innere der Blechdoſen mit Lack [3] 1906, S. 1043. Ueber Herſtellung der Doſen ſ. [12] und Blechgefäßherſtellung. Ueber Konſerven mit Heizvorrichtung ſ. [13].

4. Anwendung fäulniswidriger **antiſeptiſcher Stoffe.** Die Wirkung ſolcher Subſtanzen liegt darin, daß ſie entweder die Entwicklung der Fäulniserreger hindern oder daß ſie dieſelben töten. Das älteſte und allgemein verbreitete Verfahren iſt das Einſalzen oder Pökeln, bei dem in gewiſſen Fällen dem Kochſalz etwas Salpeter zugeſetzt wird (ſ. Fleiſchwarenfabrikation). Der Billigkeit des Pökelns ſteht der Nachteil gegenüber, daß bei dem Einlegen ein Teil der Nährſalze aus dem Fleiſch in die Lake übergeht, daß das Fleiſch dadurch ſchwerer verdaulich wird und daß endlich ſein dauernder Genuß der Geſundheit nicht zuträglich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ift. So follen nach Unterfuchungen von Pollenske ([14], 7., S. 471) bis 14 % der ftickftoffhaltigen Subftanzen und bis 54 % der Phosphorfäure (als Anhydrid berechnet) in die Lake gehen, während das Fleifch bis 13 % Kochfalz aufnimmt. Bekannte andre Verfahren find das Einlegen in Effig (Fleifch, Fifche), oft mit Zufatz von Gelatine (Afpik), die Behandlung von Fifchen mit Kochfalz im Verein mit andern Gewürzen (Anchovis) oder mit Oel (Sardinen), ferner die Konfervierung von Obft und Fruchtfäften durch Zucker, zum Teil mit Zufatz von Effig, Zitronenfäure, Branntwein, Rum u. f. w. Alle bisher erwähnten antifeptifchen Methoden haben aber nicht nur den Zweck der Konfervierung, fondern meiftens auch den, ein Genußmittel von befonderem Gefchmack zu fchaffen. Anders liegt die Sache bei einer Anzahl von anorganifchen und organifchen Stoffen, welche nur der Konfervierung dienen follen und die den Nahrungsmitteln keinen andern Gefchmack verleihen oder wenigftens nicht verleihen follen. Hierhin gehören Borfäure, Fluorwafferftofffäure, Salizylfäure und eine Anzahl Salze diefer Säuren, fchwefligfaure und unterfchwefligfaure Salze, ferner der in den letzten Jahren verfchiedentlich empfohlene Formaldehyd, der noch in fehr geringer Menge konfervierend wirken, aber anderfeits auch noch in Verdünnungen von 1 : 40000 durch den Gefchmack bemerkbar fein foll [16] 1905, II, S. 159. Endlich find noch die fogenannten Präfervefalze zu nennen, welche durchgehend Gemenge der eben erwähnten Chemikalien find und von denen alljährlich viele meiftens mit wohlklingenden Namen verfehene, neue von den Fabrikanten angeprieſen werden. Ueber die Zufammenfetzung folcher Präfervefalze f. die einzelnen Jahrgänge von [13], [14] und [16]. In Deutfchland ift die Feilhaltung von Fleifch und Fleifchwaren, welche mit den angeführten Chemikalien behandelt find, gefetzlich verboten, nur das Pökeln ift geftattet. Diefe Beftimmungen werden jedoch, befonders in betreff der Borfäure, von manchen chemifchen und medizinifchen Fachleuten als zu weitgehend betrachtet, da fie den Genuß von Borfäure und Salizylfäure in fo geringen Mengen, wie fie den Nahrungsmitteln zugefetzt zu werden pflegen, für unfchädlich halten; f. darüber [17]. Ebenfo ift im Deutfchen Reich die Anwendung von Gafen und Dämpfen, wie Schwefligfäureanhydrid, Stickoxyd, Formaldehyd u. f. w., verboten, während das älteſte und wiederum fehr verbreitete Verfahren diefer Art, das Räuchern, geftattet ift (f. Fleifchwarenfabrikation). Bei der Schnellräucherei wird verdünnter Holzeffig zum Eintauchen oder Beftreichen benutzt und dadurch ein ähnlicher Erfolg wie bei dem Räuchern erreicht, da im Holzeffig ähnliche Beftandteile wie im Rauch enthalten find.

Spezielle Methoden.

Fleifchextrakt, nach Liebigs Angaben zuerft von Pettenkofer dargeftellt, wird feit Ende der fünfziger Jahre in größerem Maßftabe in Südamerika und Auftralien gewonnen. Nach Heinzerling [11], S. 214, wird das von Sehnen und Fett befreite und durch Schneidemafchinen zerhackte Fleifch von Rindern, feltener von Schafen, in großen Keffeln mit Dampf unter Hochdruck digeriert. Nach dem Erkalten vom abgefchiedenen Fett getrennt, klärt fich die Flüffigkeit, indem Eiweißftoffe und andre ausgefchiedene Subftanzen fich abfetzen. Nach der Filtration des Saftes wird er erft im Vakuum eingedampft und dann in mit großen Scheibenrührwerken verfehenen Pfannen die Konzentration bis zum gewünfchten Grade vorgenommen. Der Fleifchextrakt hält fich ohne jeden Zufatz von antifeptifchen Stoffen, da die im Fleifch enthaltenen Salze in fo konzentriertem Zuftande eine Zerfetzung verhüten. Nach diefer oder ähnlicher Methode hergeftellt, enthält der Fleifchextrakt aus organifchen Stoffen hauptfächlich Kreatin, Kreatinin, Leim, Milchfäure u. f. w., an anorganifchen Kalium, Natrium, Calcium, Eifen, Chlor, Schwefelfäure, Phosphorfäure. Der Waffergehalt fchwankt zwifchen 16 bis 30 % (flüffiger Fleifchextrakt Cibils enthält bis 65 %). Da Eiweiß oft gar nicht, meiftens nur in Spuren vorhanden, fo ift Fleifchextrakt nur als ein fchätzbares Genußmittel und nicht, wie man zuerft hoffte, als ein Nahrungsmittel zu betrachten. Als Nebenprodukte werden bei der Fleifchextraktfabrikation die ausgelaugten Fleifchrückftände im getrockneten Zuftande als Fleifchfuttermehl oder auch als Fleifchdüngermehl gewonnen.

Bei den **Fleifchpeptonen** find die Eiweißftoffe des Fleifches entweder durch überhitzten Waffердampf (meiftens mit Zufatz verdünnter Säuren oder Alkalien) oder durch verfchiedene Fermente (Pepfin, Pankreatin) in eine lösliche Form übergeführt; ihr Nährwert ift ein fehr verfchiedener. Letzteres gilt auch für die Suppenkonferven, Fleifchzwiebacke, Erbswurft u. f. w., die neben Fleifch oder Fleifchextrakt Fett, Mehl, Gemüfe und Gewürze, befonders Kochfalz enthalten.

Eierkonfervierung. Während Eier im großen durch Lagern in Kühlräumen konferviert werden, hat man für die Konfervierung der Eier im Haushalte eine Reihe von Verfahren angegeben, die alle erft eine Reinigung der Schale verlangen. Manche Methoden laufen darauf hinaus, die Poren der Eier zu fchließen, fo das Einlegen in Kalkwaffer (nach dem Herausnehmen entfteht durch die Kohlenfäure der Atmofphäre Calciumkarbonat), in Waffergias, Eintauchen in Sulfitcellulofeablauge, in flüffiges Paraffin oder Wachs, in Kollodium, Gummilöfung u. f. w. Bekannt ift die Aufbewahrung in Salzwaffer (Soleier). Andre empfehlen ein kurzes Liegen in Löfungen von Kaliumpermanganat, Borfäure oder Salizylfäure, zum Teil mit nachherigem Lagern in Torfmull, Sägefpänen, Kleie, Häckfel, Holzafche u. f. w. oder auch das Einwickeln in reines Papier. Noch andre halten die einfache Aufbewahrung auf Regalen in trockenen luftigen Räumen und dann und wann erfolgendes Umkehren der Eier, damit ein Anfetzen des Eigelbs an der Schale vermieden wird, für zweckmäßig. Endlich fei noch ein Verfahren erwähnt, nach dem man die Eier 15 Minuten in 35° C. warmes Waffer legt, dann die in Netzen, Sieben oder Körben befindlichen Eier 5 Sekunden lang in fiedendes Waffer taucht und darauf fofort mit kaltem Waffer abkühlt. Die an der Luft getrockneten Eier follen dann in Torfmull u. f. w. aufbewahrt werden [18]. Eierkonferven werden durch Eintrocknen bei 40—60° C. hergeftellt, indem man fowohl Eiweiß und Eigelb gefondert oder gemengt behandelt. Ausführliches f. [18] und [19] (f. a. Eiweißftoffe).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Milch. Wie kaum ein andres Nahrungsmittel ift die Milch der Veränderung, dem Sauerwerden unterworfen, indem aus dem Milchzucker Milchfäure entfteht, die das Kafein in der Milch ausfällt. Da bei gefunden Tieren die Milch völlig keimfrei im Euter enthalten ift, fo hat man verfucht, die Milch, ohne das Euter mit den Händen zu berühren, den Tieren zu entziehen, indem man die Zitzen direkt mit einem Röhrenfyftem in Verbindung fetzte, das in ein Sammelbaffin führte [15], 7, S. 131. Jedenfalls find die Reinlichkeit aller Gefäße und die Aufbewahrung in kühlen trockenen, vor Staub gefchützten Kellern zwei Erforderniffe, um rohe Milch eine Zeitlang gut zu erhalten. Rohe Milch verträgt nur kürzere Transporte; für weitere Verfendung muß Sterilifieren durch Erhitzen im Waffer- oder Dampfbade und luftdichter Verfchluß angewendet werden, alfo eine Art des Appertfchen Verfahrens, wie es heute mit Hilfe des Soxhletfchen Apparates für die zur Ernährung der Säuglinge benutzte Milch in vielen Haushaltungen verbreitet ift. Im großen gefchieht die Sterilifation durch das Neuhauß-Gronwald-Oelmannfche Verfahren, wobei, um ficher alle Keime zu töten, eine Vorfterilifation bei 90—99° und eine Hauptfterilifation bei 102° ftattfindet [14], 7, S. 150. Auch das direkte Gefrieren der Milch ift empfohlen worden [15] 1898, I, S. 399. Paſteuriſierte Milch wird 15—20 Minuten auf 70° C. erwärmt und dann fchnell auf 10—15° C. abgekühlt; fie befitzt weniger Kochgefchmack als die fterilifierte; homogenifierte Milch ift auf 50° C. erwärmte Milch, die einer heftigen Bewegung ausgefetzt worden, wodurch eine Zerkleinerung der Fettkügelchen und damit eine Verhinderung der Aufrahmung, felbft nach wochenlangem Stehen, bewirkt wird [15] 1903, II, S. 1385. Ein andrer Weg der Milchkonfervierung wurde in Europa zuerft im großen zu Cham (Kanton Zug) von der Fabrik der Anglo-Swiss Condensed Milk Company durch Herftellung der kondenfierten Milch eingefchlagen. Die zum Sieden erhitzte Milch wird in Vakuumapparaten bei 50—60° ungefähr auf ein Viertel ihres urfprünglichen Volumens entweder mit oder ohne Zufatz von Zucker eingedampft und nach dem Abkühlen rafch in Weißblechdofen luftdicht eingefchloffen. Das Produkt befitzt bei weißer bis gelblicher Farbe etwa Honigkonfiftenz und gibt, mit Waffer verrührt, eine gleichmäßige Flüffigkeit, in der das Kafein fowie die Fettkügelchen unverändert geblieben find. Auch die Verarbeitung der Milch zu Milchpulver ift ausgeführt worden. — Zufatz von Chemikalien zu frifcher Milch, welche die bei der Zerfetzung entftehende Säure binden (Natriumbikarbonat) oder direkt antifeptifch wirken follen (Fluornatrium, Waffer ſtoffſuperoxyd, Salizylfäure, Formaldehyd), find kaum zu empfehlen, jedenfalls für Säuglingsnahrung zu verwerfen.

Butter. Bei der gebräuchlichften Methode, dem Salzen, wirkt ein Zufatz von 3—5% gleichmäßig konfervierend, während ein Zufatz über 6% die Haltbarkeit beeinträchtigen foll. Von antifeptifchen Mitteln foll Borfäure und auch Fluornatrium benutzt werden. Vielfach wird Butter — außer durch Kälte in Kühlräumen — durch Schmelzen, am beften im Waffer- oder Dampfbade, konferviert. Die haltbarfte Butter foll aus zweimal paſteuriſiertem fauren Rahm bei niederer Temperatur gewonnen werden [14], 22, S. 235.

Bier und Wein. Auch hier ift jeglicher Zufatz von antifeptifchen Mitteln zu verwerfen. Die zur Aufbewahrung und zum Transport beftimmten Fäffer werden bei dem Wein gefchwefelt, bei dem Bier gepicht. Zur eigentlichen Konfervierung dient das Paſteuriſieren (ſ. Bd. 2, S. 25). Bei dem Ausfchank des Bieres dient flüffige Kohlenfäure nicht nur als Druck-, fondern auch als Konfervierungsmittel, indem fie die atmofphärifche Luft mit ihren Pilzkeimen abhält und auch das Schalwerden des Bieres verhindert. Ueber alle Fragen der Nahrungsmittelkonfervierung ſ. a. die einzelnen Jahrgänge von [20].

Vgl. a. Altertümer-, Gemälde-, Holzkonfervierung, Steinhärtungsmittel.

Literatur: [1] Dammer, U., Handbuch für Pflanzenfammler, Stuttgart 1891, S. 31 u. 42. — [2] v. Neumayers Anleitung zu wiffenfchaftl. Beobachtungen auf Reifen, 3. Aufl., Hannover 1906, Bd. 2, S. 432. — [3] Chemikerzeitung, Cöthen. — [4] Martin, P. L., Taxidermie, 3. Aufl., Weimar 1886. — [5] Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwiffenfchaften, Bd. 13, Ein Beitrag zur Mufeumstechnik, Hamburg 1895. — [6] Anleitung zum Sammeln, Konfervieren und Verpacken von Tieren für das zoologifche Mufeum in Berlin, 2. Aufl., 1902. — [7] Hinterwaldner, J. M., Wegweifer für Naturalienfammler, Wien 1888. — [8] Proceedings, U. S. National Mufeum, New York, Bd. 30, S. 245, Hrdlicka: Brains and brain preservations. — [9] Dinglers Polytechn. Journ., Stuttgart, Bd. 267, S. 381. — [10] Böhm u. Oppel, Handbuch der mikrofkopifchen Technik, 5. Aufl., München und Berlin 1904; Friedländer, Mikrofkopifche Technik, 6. Aufl., Berlin 1900; Zimmermann, A., Die botanifche Mikrotechnik, Tübingen 1892; Derf., Das Mikrofkop, Leipzig u. Wien 1895. — [11] Heinzerling, Ch., Die Konfervierung der Nahrungs- und Genußmittel, Halle a. S. 1884, S. 158 u. 161. — [12] Polytechn. Zentralbl., Berlin 1895—1896, S. 2. — [13] Zeitfchr. für Unterfuchung der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1905, S. 355. — [14] Arbeiten aus dem Kaif. Gefundheitsamt, Berlin. — [15] Chemifches Zentralbl., Hamburg u. Leipzig. — [16] Jacobfen, Chemifch-techn. Repertorium, Berlin. — [17] Zeitfchr. f. angew. Chemie, Berlin 1904, S. 652 ff. — [18] Prometheus, Berlin 1902, S. 447. — [19] Ahrens, Sammlung chemifch-techn. Vorträge, Stuttgart, V, S. 415; Strauch, Das Hühnerei als Nahrungsmittel und die Konfervierung der Eier, Bremen 1896. — [20] Konfervenztg., Braunfchweig.

Rathgen.

Konfolen zum Aufftellen von Stehlagern werden an einer Wand (Fig. 1 und 2) oder an einer Säule (Fig. 3 und 4) angebracht.

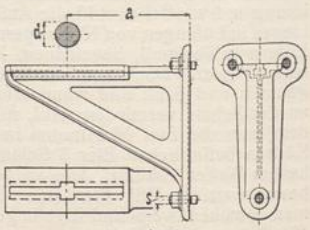


Fig. 1.

Die Ausladung *a*, die durch Verfchieben des Lagers um mehrere Zentimeter verändert werden kann, hängt bei Wandkonfolen von der Größe der Riemenfcheibe, bei Säulenkonfolen

von der Länge der Lagerfußplatten ab. Die Quer- oder Winkelkonsole (Fig. 2) trägt eine senkrecht zur Wand liegende Welle. Hohlgußkonsolen kommen für stärker belastete Wellen von 60—100 mm Stärke mit drei, von 120—200 mm mit fünf Ankern zur Anwendung. Die Ankerköpfe an der Rückseite der Wand liegen in Ankerplatten (s. Bd. 1, S. 215). Nach dem Ausrichten sind die

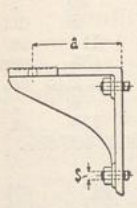


Fig. 2.

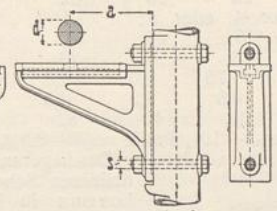


Fig. 3.

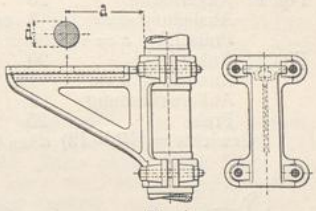


Fig. 4.

Konsolen mit Zement zu hintergießen. Auch sind Zwischenlagen von Holz und Eisenfilz (von der Filzfabrik Adlershof bei Berlin) zu empfehlen. Die Säulen erhalten zur Befestigung der Konsolen ebene, gehobelte Flächen (Fig. 3) oder Bunde für die Schellen (Fig. 4). Die senkrechte Entfernung der Anker ist (reichlich) gleich der Ausladung, die wagerechte in Fig. 1 ca. $2\,d + 40$, in Fig. 2 ca. $3\,d + 80$ mm. Nach der Liste der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft gilt für Fig. 1—4:

Wellenstärke d =	30—35	40—45	50—55	60—65	70—80	85—95	100—110	115—130	135—160 mm
Ankerstärke (Fig. 1 und 2)	16	20	20	23	26	29	32	35	39 „
„ (Fig. 3) s =	20	23	26	29	32	35	39	—	— „
Ausladung a (Fig. 1)	2—5	2—6	3—8	3—9	3—10	3—10	3—10	4—11	— dm
Preis für a = 4—5 dm	13	15	18	22	28	28	44	53	— *M.*
Ausladung a (Fig. 2)	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	3,1	3,6	4,0	— dm
„ (Fig. 3 und 4)	1,5—4	2—5	2,25—5	2,5—5	3—5	3,5—5	—	—	— „

Fig. 1. Gewichte: (15—20) d_{dm} a_{dm} kg; Preise: ca. 6 d_{dm} $(a_{dm}+2)$ *M.* für d und a in Dezimetern.
Fig. 2. „ (20—25) „ „ „ „ 7 d_{dm} $(a_{dm}+2)$ „ „ „ „ „ „ „
Fig. 3. „ (15—20) „ „ „ „ 7 d_{dm} $(a_{dm}+2)$ „ „ „ „ „ „ „
Fig. 4. „ (20—25) „ „ „ (auch Hohlguß) 10 d_{dm} $(a_{dm}+2)$ „ „ „ „ „ „ „

Lindner.

Konsolen (Konsolenträger) für Fußwege, bei eisernen Brücken, kommen dann zur Anwendung, wenn die Fußwege außerhalb der Hauptträger angeordnet werden.

Sie werden übereinstimmend mit den Fahrbahnquerträgern an den Knotenpunkten der Hauptträger angebracht und im allgemeinen als vollwandige oder gegliederte Kragträger von dreieckiger Grundform gebildet. Bei reicherer Ausschmückung hat man wohl auch die untere Gurtung der Konsole gekrümmt, die Gurte durch Zierglieder in Form von Ringen aus Flach- oder Winkeleisen oder durch verziertes Gitterwerk verbunden.

Literatur: Winkler, E., Querkonstruktionen an eisernen Brücken, 2. Aufl., Wien 1884; Häseler, Der Brückenbau, Die eisernen Brücken, 3. Liefer., Braunschweig 1897. *Melan.*

Konsolidation, eine besondere Art der Durchführung der Zusammenlegung der parzellierten, in einem für die Bewirtschaftung unzweckmäßigen Gemenge liegenden Grundstücke; s. Feldbereinigung. *Lubberger.*

Konsolidation, von Grubenfeldern, s. Bergrecht.

Konsollager sind (im Gegensatz zu Steh- und Hängelagern) seitlich an einer Wand (Fig. 1) oder einer Säule (Fig. 2—4) anzubringen und ersetzen eine Konsole (s. d.) mit besonderem Stehlager.

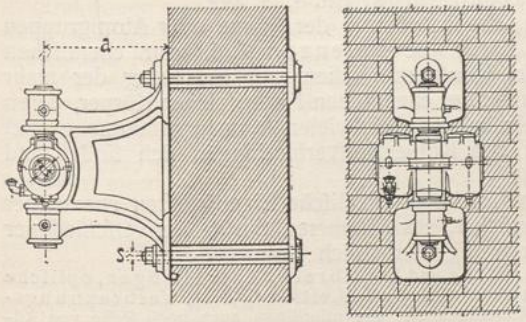


Fig. 1.

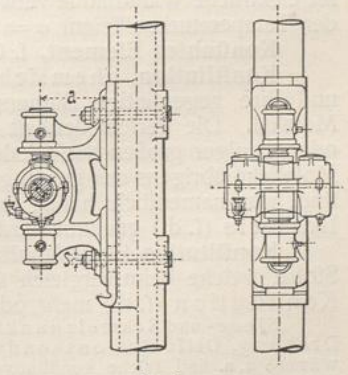


Fig. 2.

An den Ringſchmierlagern Fig. 1 und 2 (Eiſenwerk Wülfel vor Hannover) liegen die Schalen in Kugelflächen zwiſchen Schrauben, der Höhe nach verſtellbar. Die Ankerentfernung in Fig. 1 iſt ca. 1,3 a.

Wellenſtärke	$d =$	40—45	50—55	60—65	70—75	80—85	90—95	100—110	mm
Fig. 1: Ankerſtärke		20	23	26	32	32	35	39	"
Ausladung	$a =$	3 oder 4	oder 5;		4	oder		5	dm
Preis für	$a = 4$:	30	37	44	57	65	78	114	ℳ
Fig. 2: Ankerſtärke		20	23	26	26	29	32	35	mm
Ausladung	$a =$	1,5	1,75	2,0	2,0	2,25	2,5	2,75	dm
Ankerentfernung		2	3,8	4.3	4,5	5	5,5	6	"
Preis		25	31	41	52	61	73	110	ℳ

Gewichte $= (10 \sim 12)\ d^2_{\text{dm}}\,(a_{\text{dm}} + 10)$; Preiſe $= (70—80)\ d_{\text{dm}}$, mit Weißmetall $100\ d_{\text{dm}}$.

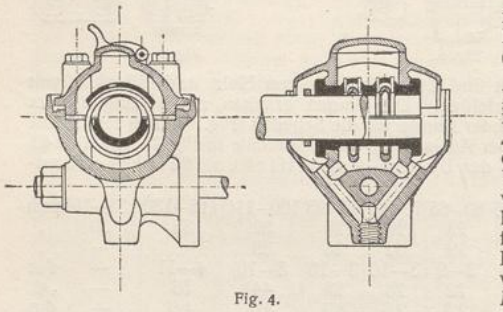


Fig. 4.

Das Lager mit ſchrägſtellbaren Schalen von Lorenz in Ettlingen (Fig. 3) wird auch von Lofenhaufen in Düſſeldorf u. a. hergeſtellt, annähernd mit der Ausladung $= 2\,d$, Ankerentfernung $6\,d + 30$ mm, Wellenhöhe in $^5/_8$ davon, Gewicht $= 8\ d^3_{\text{dm}}$, Preis $= (35—40)\ d^2_{\text{dm}}$ für d dm Wellenſtärke. Fig. 4 Ringſchmierlager von der Augsburger Maſchinenfabrik. *Lindner.*

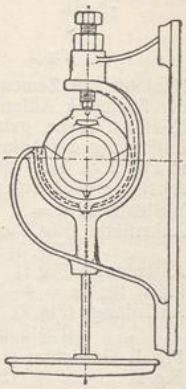


Fig. 3.

Konſonanz. Zwei oder mehr zugleich zum Ohre dringende Töne oder Klänge ſind konſonant oder diſſonant, je nachdem das Verhältnis ihrer Schwingungszahlen, das Intervall (ſ. Schall), durch kleine oder größere ganze Zahlen ausgedrückt iſt.

Ueber ältere theoretiſche Erklärungen der Urſache von Konſonanz und Diſſonanz vgl. [1]. Nach der Theorie von Helmholtz [2] ſind es einerſeits die Schwebungen, anderſeits die Obertöne, welche die Unterſchiede in der Annehmlichkeit oder Unannehmlichkeit gemiſchter Tonempfindungen bedingen. Die durch zwei Töne erzeugten Schwebungen bilden in größerer Zahl den Differenzton, ſie ſind dem Ohr unangenehm, wenn ſie als Stöße wahrgenommen werden, am unangenehmſten bei etwa 33 in der Sekunde. Ueber 132 Schwebungen in der Sekunde nimmt das Ohr nicht mehr wahr, ein knarrender Ton iſt für die Gehörnerven dasſelbe wie der Reiz eines flackernden Lichtes für das Auge. Indeſſen hängt die Wahrnehmbarkeit der die Diſſonanz erzeugenden Schwebungen nicht bloß von deren Zahl, ſondern auch von der Kleinheit des ſie erzeugenden Tonintervalls ab. Zwei Klänge, welche von übereinſtimmenden Obertönen begleitet ſind, erſcheinen dem Ohr verwandt. Die größte Uebereinſtimmung der Obertöne zeigen die Intervalle der Oktave und der Duodez, die Konſonanz iſt hier abſolut. Die Quint und Quart haben vollkommene Konſonanz, die große Sext und die große Terz mittlere, die kleine Sext und kleine Terz unvollkommene Konſonanz, die Sekund und kleine Sekund ſind vollkommene Diſſonanzen, beſonders in den niederen Tonlagen.

Literatur: [1] Violle, Lehrb. der Phyſik, deutſche Ausg., Berlin 1893, II, 1, S. 304. — [2] Helmholtz, H. v., Die Lehre von den Tonempfindungen, S. 273, 1. Aufl., 1863 (4. Aufl., Braunſchweig 1877).

Aug. Schmidt.

Konſtantan, Legierung aus 50% Kupfer und 50% Nickel, die als Material für elektriſche Widerſtände verwendet wird. Der ſpezifiſche Widerſtand iſt $c = 0{,}5$, der Temperaturkoeffizient $\alpha = 0{,}000025$. *Holst.*

Konſtantes Element, ſ. Galvanismus, Bd. 4, S. 242.

Konſtitution, chemiſche, die Anordnung der Atome oder Atomgruppen und ihre gegenſeitige Bindung durch die Valenzen (ſ. d.) zur chemiſchen Molekel. Die Verſchiedenheit der Konſtitution dient zur Erklärung der mehr oder weniger großen Verſchiedenheit der chemiſchen Natur ſolcher Körper, deren Molekeln übrigens aus genau gleichen und gleichvielen Atomen zuſammengeſetzt ſind, was namentlich häufig bei den Kohlenſtoffverbindungen ſich findet und Iſomerie (ſ. d.) genannt wird. *Abegg.*

Konſtitutive Eigenſchaften, ſolche phyſikaliſche Eigenſchaften chemiſcher Stoffe, welche beim Vergleich ähnlicher, etwa iſomerer, Stoffe von verſchiedener Konſtitution (ſ. d.) mehr oder weniger erheblich variieren.

Siede- und Schmelzpunkte, Farbe und Lichtbrechungsvermögen, optiſche Drehung, Diſſoziationskonſtante, elektriſche Leitfähigkeit, Verbrennungswärme u. a. ſind ſolche konſtitutive Eigenſchaften, die allerdings auch noch Reſte von Additivität enthalten, wie insbeſondere das Lichtbrechungsvermögen. Soweit die Geſetze des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zuſammenhangs ſolcher Eigenſchaften mit der chemiſchen Konſtitution erkannt ſind, bietet die Erforſchung dieſer Eigenſchaften natürlich wertvolle Methoden, um aus ihnen umgekehrt Konſtitutionsbeſtimmungen herzuleiten.

Literatur: Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., Leipzig 1891, Bd. 1, S. 1121; Nernſt, Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903. *Abegg.*

Konſtruktionshöhe, bei Brücken die aus der Höhenlage des Verkehrsweges und dem geforderten Lichtraum unter der Brücke hervorgehende, verfügbare Höhe zwiſchen Oberfläche der Fahrbahn und Unterkante der Brückenkonſtruktion.

Je nachdem dieſelbe mehr oder weniger beſchränkt iſt, ergeben ſich für den Ueberbau, insbeſondere der hölzernen und eiſernen Brücken, verſchiedene Anordnungen, nämlich: bei unbeſchränkter oder ausreichender Konſtruktionshöhe die als „Bahn oben" bezeichnete Anordnung, bei welcher die Hauptträger der Brücke gänzlich unter der Fahrbahn gelegen ſind; bei beſchränkter Konſtruktionshöhe die Anordnung von „Bahn verſenkt" oder „Bahn unten", wobei die Hauptträger ganz oder zum Teil über die Fahrbahn emporragen. Das Minimum der Konſtruktionshöhe wird durch die Stärke der Fahrbahn und der dieſelbe unmittelbar unterſtützenden Teile (Fahrbahnträger) bedingt; ſ. Fahrbahngerippe. *Melan.*

Konſtruktionskoeffizient, das Verhältnis des in einer Eiſenkonſtruktion wirklich aufgewendeten Materialvolumens (oder Gewichtes) V zu dem theoretiſch auf Grund der auftretenden Spannungen erforderlichen Volumen V_0.

Es iſt $V = CV_0$ und der Konſtruktionskoeffizient C ſtets > 1, weil erſtens die ausgeführten Querſchnitte der Träger oder Stäbe ſich nicht überall den theoretiſch notwendigen anſchmiegen können, weil zweitens Zuſchläge wegen Knickungsbeanſpruchung, Nietſchwächung, Stoßdeckungen u. ſ. w. erforderlich werden, und weil drittens verſchiedene Nebenteile (Knotenbleche, Futterbleche, Ausſteifungen u. ſ. w.) hinzutreten, welche in dem theoretiſchen Materialaufwande nicht inbegriffen ſind. Die Konſtruktionskoeffizienten ergeben ſich für die einzelnen Teile und Stabgruppen (Gurtungen, Ausfachungsſtäbe, Windſtreben) eines Fachwerkträgers verſchieden groß; ſie ſind aber auch verſchieden groß je nach der Art des Konſtruktionsſyſtems (Vollwand- oder gegliederte Träger, Parallelträger oder Träger mit polygonalen Gurtungen, Balken- oder Bogenträger u. ſ. w.), nach der Größe der Konſtruktion (Spannweite) und nach der konſtruktiven Durchbildung der Einzelheiten. Für Brückenträger von 20—150 m Spannweite liegen ihre Durchſchnittswerte etwa zwiſchen 1,80 und 1,30. Engeſſer ſetzt für eiſerne Brücken für den Geſamtüberbau $k = 1{,}353 + \frac{150}{g_0}$, wenn g_0 das theoretiſche Gewicht des Ueberbaues in Kilogramm/Meter iſt [2]. Weitere Angaben in [1]. Die Konſtruktionskoeffizienten ſpielen eine Rolle bei der Aufſtellung von Gewichtsformeln für Eiſenkonſtruktionen aus dem theoretiſch ermittelten Materialaufwande und bei den hieraus abzuleitenden Regeln für günſtige Maßverhältniſſe bei Trägeranordnungen; ſ. a. Eigengewicht, Bd. 3, S. 227.

Literatur: [1] Winkler, E., Theoretiſche Gewichtsbeſtimmung eiſerner Brücken, 14. Kap. in Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Leipzig 1882, Bd. 3, Brückenbau. — [2] Zeitſchr. f. Bauweſen 1878, S. 208. — [3] Seefehlner, Deutſche Bauztg. 1878, S. 438. *Melan.*

Konſtruktionsmaterial der eiſernen Brücken iſt nahezu ausſchließlich das ſchmiedbare Eiſen in Form von Blechen und Walzeiſen. Gegoſſene Stücke finden, von den Geländern und ſonſtigen dekorativen Nebenteilen abgeſehen, jetzt in der Regel nur bei den Auflagern der Brückenträger Anwendung und werden ſolche wichtigere Teile aus Stahlguß hergeſtellt. Eine ausnahmsweiſe Verwendung des Stahlguſſes zeigt die Alexander-Brücke in Paris, deren Bogenträger aus gegoſſenen Tiegelgußſtahlſegmenten beſtehen. Von den zwei nach der Erzeugungsweiſe unterſchiedenen Arten des ſchmiedbaren Eiſens, dem Schweißeiſen und Flußeiſen, iſt das erſtere urſprünglich das ausſchließlich und bis vor wenigen Jahrzehnten noch das häufiger angewendete Material für Brückenkonſtruktionen geweſen; gegenwärtig hat ſich aber durch die geänderte Produktionsweiſe dieſes Verhältnis umgekehrt, und es iſt jetzt das Flußeiſen das nahezu ausſchließliche Konſtruktionsmaterial für die eiſernen Brücken geworden.

Das neue Material hat aber ſeinen Sieg nicht einſpruchslos errungen. Die erſten vergleichenden Bruchverſuche, welche 1875 und 1876 im Auftrage der holländiſchen Regierung in Duisburg und Dortmund mit genieteten Trägern aus Flußeiſen (Beſſemereiſen) und Schweißeiſen ausgeführt worden ſind [1], haben für das Flußeiſen kein günſtiges Reſultat ergeben und waren Urſache, daß für längere Zeit die Verwendung dieſes Materials im Brückenbau keine Fortſchritte machte. Man hat hier anfänglich wohl auch den Fehler begangen, ein zu hartes Flußeiſenmaterial (von großer Feſtigkeit, aber geringer Dehnbarkeit) in Verwendung zu nehmen, und die Behandlung desſelben und Bearbeitung der Konſtruktion ohne die für ſolches Material gebotenen Vorſichten durchgeführt. Die zunehmende Erkenntnis dieſer Tatſache ſowie auch die Fortſchritte in der Erzeugungsweiſe des Flußeiſens haben ſeither auch die Reſultate mit Flußeiſenkonſtruktionen weſentlich günſtiger geſtaltet. In dieſer Hinſicht ſind als bedeutungsvoll hervorzuheben die vom Oeſterreichiſchen Ingenieur- und Architektenverein 1891 ausgeführten Verſuche mit Gitterträgern aus Schweißeiſen, ferner aus Thomaseiſen und aus baſiſchem Martin-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

flußeiſen [2], nach welchen ſich das letztere Material den andern überlegen erwies und die dazu Anlaß gegeben haben, daß in Oeſterreich anfänglich (1892) von den Flußeiſenſorten nur das weiche baſiſche Martinflußeiſen (mit 3500—4500 kg/qcm Zerreißfeſtigkeit bei 28—22% Längendehnung) für Brückenkonſtruktionen als zuläſſig erklärt wurde. In Deutſchland führten eingehende vergleichende Verſuche mit Martin- und Thomasflußeiſen [3] zu einer günſtigeren Beurteilung des Thomasflußeiſens, und es findet dieſes Material ſeit dem Baue der Weichſelbrücke bei Fordon (1891—93) bei den Brückenbauten in Deutſchland ausgedehnte Verwendung. Auch in Oeſterreich iſt auf Grund neuerlicher Verſuche [4] ſeit 1904 das Thomasflußeiſen als Konſtruktionsmaterial für Brücken zugelaſſen, doch iſt die Feſtigkeitsgrenze etwas niedriger geſetzt (4,2 t/qcm) als für Martineiſen (4,5 t/qcm) und wird verlangt, daß die Arbeitsziffer, d. i. das Produkt aus Zerreißfeſtigkeit (in Tonnenquadratzentimetern) und Bruchdehnung (in Perzenten) mindeſtens die Zahl 100 erreicht. Aehnliche Beſtimmungen gelten auch für andre Länder. Die preußiſche Miniſterialverordnung von 1892 fordert für das für Brücken zu verwendende Flußeiſen eine Feſtigkeit von 3,7—4,2 t/qcm und eine Bruchdehnung von 20%; die Schweizer Verordnung ſetzt 3,6—4,5 t/qcm und eine Arbeitsziffer von 90 feſt. Wichtig iſt bei der Verwendung des Flußeiſens, daß die Anarbeitung ſorgfältig ausgeführt wird und daß dabei alle das Material ſchädigenden Einwirkungen vermieden werden. Eine gewaltſame kalte Behandlung mit dem Hammer oder durch Scherenſchnitt iſt zu vermeiden, die Nietlöcher ſind zu bohren oder geſtanzte Löcher wenigſtens nachzubohren, die Nietung ſoll tunlichſt mit Maſchinen erfolgen.

Für Brücken von großen Spannweiten, bei welchen die mobile Belaſtung und deren dynamiſche Einwirkung gegenüber der bleibenden Belaſtung zurücktreten, hat auch die Wahl eines Materials von höherer Feſtigkeit (Cernawodabrücke, baſiſches Martineiſen 4,2—4,8 t/qcm Feſtigkeit), ſelbſt von eigentlichem Flußſtahl (Forthbrücke für die Zugglieder 4,7—5,2 t/qcm Feſtigkeit bei 20% Dehnung, Druckglieder 5,4—5,8 t/qcm Feſtigkeit bei 17% Dehnung) ſeine Berechtigung. Auch in Amerika, woſelbſt die Verwendung des Stahls zu Brücken, allerdings zuerſt nur in vereinzelten Ausführungen (1873 Miſſiſſippibrücke zu St. Louis), eigentlich ſeinen Ausgang genommen hat, iſt man von der einige Zeit verſuchten Anwendung härteren Materials (4,9—5,6 t/qcm Feſtigkeit) wieder abgekommen und verwendet gegenwärtig in ausgedehntem Maße weichen Stahl (soft steel), der unſerm Flußeiſen in der Hauptſache gleichkommt (3,8—4,3 t/qcm Feſtigkeit bei 25% Dehnung). Nur bei ſehr großen Brücken und für die Druckglieder mancher kleineren Brücken wird auch ein feſterer Bauſtoff (von 4,3—4,8 t/qcm Feſtigkeit) angewendet. — Die Qualität des Konſtruktionsmaterials wird allerorts durch Lieferungsbedingniſſe (ſ. die deutſchen Normalbeſtimmungen [5], ferner [4]) vorgeſchrieben und durch die darin verlangten mechaniſchen (Zerreiß-) und technologiſchen Proben konſtatiert. — Die wichtigſten Walzeiſenſorten, welche zu den Brückenkonſtruktionen verwendet werden, ſind: Bleche von 7—20 mm Stärke und bis zu 1,5 m Breite, Flacheiſen von 8—40 mm Dicke, 40—500 mm Breite, Winkeleiſen von 60—150 mm Schenkelbreite, T-Träger von 80—500 mm Höhe, dann weniger häufig ⊥-Eiſen und ⊏-Eiſen, ferner die verſchiedenen Belageiſen, endlich Nieteneiſen.

Literatur: [1] Tijdschrift van het koninklijk institut van ingenieurs 1883/84. — [2] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1891. — [3] „Stahl und Eiſen“ 1891. — [4] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1899. — [5] Normalbedingniſſe für die Lieferung von Eiſenkonſtruktion, aufgeſtellt vom Verbande deutſcher Architekten- und Ingenieurvereine, vom Verein deutſcher Ingenieure und vom Verein deutſcher Hüttenleute 1893. — [6] Grundſätzliche Beſtimmungen für die Lieferung und Aufſtellung eiſerner Brücken des k. k. öſterr. Handelsminiſteriums, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 139. — [7] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., Kap. 7, und 5. Abt., Kap. 16; daſelbſt auch weitere Literaturangaben. — [8] Conſidère, Ueber die Anwendung von Stahl und Eiſen in Bauwerken, Annales des ponts et chaussées 1885, I. — [9] Tetmajer, Der Wert des Thomasflußeiſens und des Schmiedeeiſens als Bauſtoff, Zürich 1885. — [10] Mehrtens, Eiſen und Eiſenkonſtruktionen, Berlin 1887. — [11] Derſ., Zur Frage d. Verwendung des Flußeiſens f. Baukonſtruktionen, Zentralbl. d. Bauverw. 1888. *Melan.*

Konſtruktionsriß eines Schiffes, die Linienzeichnung des Schiffsrumpfes (ſ. Schiffszeichnung).

Konſtruktionswaſſerlinie, diejenige Waſſerlinienkurve eines Schiffes, die dem Konſtruktionstiefgang entſpricht (ſ. Schiffszeichnung).

Konſtruktiv, in der techniſchen Sprache: den Regeln der Feſtigkeit und Dauer entſprechend. Bauteile und Bauglieder ſind konſtruktiv, wenn ſie dem Gedanken der Konſtruktion den wahrſten Ausdruck geben. Fälſchlich wird der Ausdruck gebraucht für Verzierungen, welche, im Gegenſatz zu freier Erfindung, durch geometriſche Konſtruktion feſtgeſtellt werden.

Kontaktanlagen, elektriſche Anlagen zur Meſſung der Fahrgeſchwindigkeit von Eiſenbahnzügen mittels auf den Stationen aufgeſtellter Apparate (ſ. Fahrgeſchwindigkeit der Eiſenbahnzüge). *Köchy.*

Kontakterſcheinungen, -hof, -metamorphismus, ſ. Metamorphismus.

Kontaktmine, Kontermine, ſ. Seeminen.

Kontaktvergoldung, das Verfahren, Meſſinggegenſtände, nachdem ſolche durch Gelbſieden vollkommen blank gemacht wurden, durch Eintauchen in eine Goldauflöſung und Berührung mit einem Zink- oder Kupferſtäbchen, wodurch ſich metalliſches Gold auf den Gegenſtänden niederſchlägt, zu vergolden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Kontaktvergoldung wird für ordinäre Goldwaren und Bronzeschmuck angewendet, welcher hierdurch das Aussehen von Gold erhält; für stärkeren Goldüberzug bleiben die Gegenstände etwas länger in der Goldlösung. Die Gegenstände werden zuerst in salpetersaurer Quecksilberlösung mit einem dünnen Ueberzug von Quecksilber versehen und dann in das Goldbad aus in Salpetersäure und Salzsäure gelöstem Gold, versetzt mit einer Lösung von doppeltkohlensaurem Kali, gebracht. *Andés.*

Kontaktvoltmeter, s. Fernspannungsregulierung, Bd. 3, S. 708.

Kontaktwiderstand, s. Widerstand, elektrischer.

Kontingenzwinkel, der unendlich kleine Winkel zweier aufeinander folgenden Tangenten; s. a. Krümmung und Kurven.

Kontinuebleiche nennt man einige Verfahren zum Reinigen und Bleichen rohen baumwollenen Gewebes, bei welchen letzteres in der Regel in Strangform und fortwährender Bewegung der Einwirkung chemisch und physikalisch wirkender Agenzien unterliegt (s. a. Baumwollstückbleiche, Bd. 1, S. 622).

Das Mather-Thompsonsche Bleichverfahren [1], hervorgegangen aus der Vereinigung der Bleichmethode Thompsons, bestehend in der Wirkung der aus Chlorkalk durch Kohlensäure befreiten unterchlorigen Säure und der Kochmethode Mathers mit Anwendung von Natronlauge, zerfällt in zwei Teile. Zuerst werden die mit Natronlauge getränkten Stücke unter fortwährendem Zufluß von Natronlauge im Matherkier getränkt und in demselben Apparat gewaschen, dann im Kontinueapparat gebleicht. Der Matherkier ist ein liegender, durch eine automatisch bewegte Tür verschließbarer Kessel. Jedem Kessel entsprechen zwei auf Schienen laufende Wagen aus verzinktem Eisenblech, welche so gebaut sind, daß sie, mit Ware beladen, den Raum des Kessels ganz ausfüllen, unter der Ware aber einen freien Raum lassen, der mit dem oberen Teil des Kessels durch Rohre mit dazwischen geschalteter Flügelpumpe in Verbindung steht. Die Rohre münden oben in Brausen. Die Wagenkörbe sind mit Gitterwerk versehen und tragen in der Mitte eine gelochte Säule, welche der Flüssigkeit gestattet, zu zirkulieren und in das Innere der Zeugmasse einzudringen. Nachdem die mit der rohen Ware beschickten Wagen in den Kier geschoben sind, wird dieser geschlossen und durch Einblasen von Dampf die Luft ausgetrieben. Mittels der Flügelpumpe wird sodann Natronlauge in den Kier gepumpt, welche sich als Sprühregen in den Inhalt eines jeden Wagens ergießt. Die Lauge sickert durch die Ware und sammelt sich unter den falschen Böden der Wagen, um von dort durch Rohre abgezogen und wieder über das Gewebe gepumpt zu werden, so daß sich die Flüssigkeit in beständigem Kreislauf befindet. Der Inhalt des Kessels wird durch eine am Boden desselben liegende Dampfschlange indirekt erhitzt. Nach dem Bäuchen wird die Ware in demselben Kessel durch Ablassen der Lauge und Ersetzen derselben durch heißes Wasser gespült, die Wagen werden ausgefahren und die Ware wird dem Kontinueapparat zugeführt, in welchem sie gebleicht wird. Dieser Apparat besteht aus einem oder zwei in 15 Abteilungen geteilten langen Kasten, dessen einzelne Abteilungen mit Ausnahme der für die Bleichung mit Chlorkalk und Kohlensäure dienenden, oben offen sind. Passende Leit- und Quetschwalzen führen das Zeug auf- und absteigend zu mehreren Strängen nebeneinander durch den Apparat. In der ersten Abteilung läuft das Gewebe durch reines warmes Wasser, in der zweiten durch Chlorkalklösung 0,75° Bé. Die dritte Abteilung ist aus einer mit gasförmiger Kohlensäure gefüllten Kammer gebildet, in welche das Zeug durch einen engen Schlitz eintritt, um sie ebenso zu verlassen. In der vierten, fünften und sechsten Abteilung wird es mit kaltem Wasser gewaschen; in der siebenten läuft es durch 60—75° warme, 0,1prozentige Sodalösung und wird in der achten, neunten und zehnten wieder mit Wasser gewaschen. In der elften Abteilung läuft das Gewebe nochmals durch Chlorkalklösung von 0,35° Bé, in der zwölften trifft es wieder mit Kohlensäure zusammen, die dreizehnte, vierzehnte und fünfzehnte enthalten 1prozentige Salzsäure. Nach Verlassen des Apparates wird das Gewebe auf der Waschmaschine gewaschen und dann getrocknet. Dem Verfahren wird ein gutes Resultat bei außerordentlicher Zeitersparnis nachgerühmt, indessen scheint die Benutzung des Kontinueapparates aufgegeben worden zu sein, während diejenige des Matherkiers bei der Natronbleiche von H. Köchlin und Mather und Platt [2] sich dauernd eingeführt hat. — Bezüglich des Kontinuebäuchverfahrens von Grether und Bentz, bei dem das baumwollene Gewebe in Strangform, teils durch kochende Lauge, teils mit letzterer imprägniert, in gespanntem Dampf fortbewegt wird, vgl. [3] und Bäuchkessel.

Literatur: [1] Thompson und Rickmann, D.R.P. Nr. 26839; Dingl. Polyt. Journ., Bd. 252, S. 392; Bd. 253, S. 428; Knecht, Rawson und Löwenthal, Handbuch der Färberei der Spinnfasern, Berlin 1900—01. — [2] D.R.P. Nr. 25804, 27745; Dingl. Polyt. Journ., Bd. 251, S. 496; Bd. 253, S. 216; Bd. 274, S. 457; D.R.P. Nr. 35694; Knecht, Rawson und Löwenthal, Handbuch der Färberei der Spinnfasern, Berlin 1900—01. — [3] The Dyer and Calico Printer 1891, S. 24. — [4] Theis, Die Strangbleiche, Berlin 1905. — [5] Derf., Die Breitbleiche, Berlin 1902. *R. Möhlau.*

Kontinueküpe, s. Indigoküpen.

Kontinuierliche Träger, s. Träger, Balken, durchlaufende, Bogen, durchlaufende, Gelenkträger, durchlaufende, Hängebrücken u. s. w.

Kontinuität des gasförmigen und flüssigen Zustandes, s. Kritische Temperatur.

Kontinuitätsgleichung. Eine Gleichung, welche den kontinuierlichen Zusammenhang der Körper zum Ausdruck bringt; je nach Umständen kann sie verschieden lauten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wenn beiſpielsweiſe durch den Querſchnitt F eines Flüſſigkeitsſtrahles in der Sekunde G kg von dem Volumen v pro Kilogramm mit der Geſchwindigkeit w ſtrömen, ſo iſt das ſekundliche durchſtrömende Volumen Gv. Da aber bei vollſtändiger Ausfüllung des Querſchnitts F dies Volumen auch Fw iſt, ſo hat man in dieſem Falle:

$$Gv = Fw, \qquad 1.$$

welche Beziehung in der techniſchen Hydrodynamik und Aerodynamik häufig als Kontinuitätsgleichung bezeichnet wird [4].

Bezeichnen für einen Körper oder ein Körperelement vom anfänglichen Volumen V und der anfänglichen Maſſe pro Volumeneinheit μ in irgend einem Zeitabſchnitt $\varkappa$ die Aenderung pro Einheit von V und σ die Aenderung pro Einheit von μ, ſo iſt die unveränderliche Geſamtmaſſe bezogen auf den Anfangszuſtand und Endzuſtand $M = V\mu = (V + \varkappa V)(\mu + \sigma\mu)$, woraus:

$$(1 + \varkappa)(1 + \sigma) = 1 \qquad 2.$$

und für ſo kleine Aenderungen, daß $\varkappa\sigma$ gegen $\varkappa$ und σ vernachläſſigt werden kann:

$$\varkappa + \sigma = 0. \qquad 3.$$

Die Beziehungen 2., 3. in ihren verſchiedenen Formen werden in der allgemeinen Elaſtizitätslehre und in der theoretiſchen Hydrodynamik Kontinuitätsgleichung genannt [1]—[3]. Eine Form derſelben iſt in dem Artikel Hydrodynamik angeführt. Bezüglich $\varkappa$ vgl. Dilatation.

Literatur: [1] Kirchhoff, Vorleſungen über mathematiſche Phyſik, Mechanik, Leipzig 1877, S. 120, 162. — [2] Lamb, Einleitung in die Hydrodynamik, deutſch von Reiff, Freiburg und Tübingen 1884, S. 8, 22, 70. — [3] Weyrauch, Theorie elaſtiſcher Körper, Leipzig 1884, S. 156—158. — [4] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, II, Stuttgart 1907, Abſchnitte XII und XIII. *Weyrauch.*

Kontraktion, in der Elaſtizitäts- und Feſtigkeitslehre die lokale Querſchnittsverminderung, welche gezogene Stäbe aus Eiſen, Stahl u. ſ. w. kurz vor Eintritt des Bruchs in der Umgebung der Bruchſtelle erleiden (ſ. die Figur). Dieſelbe pflegt in Prozenten des urſprünglichen Querſchnitts angegeben zu werden. Näheres ſ. Dehnung, Zerreißverſuch, Zugelaſtizität, vgl. Qualitätszahlen. *Weyrauch.*

Kontraſtfarben, Gegenfarben, ſind Komplementärfarben, welche der gereizte Sehnerv als ſubjektive Farbenempfindungen im Gegenſatz zur vorhergehenden oder zur gleichzeitigen Wahrnehmung objektiver Farben erzeugt. *Aug. Schmidt.*

Kontravarianten, ſ. Invariantentheorie.

Kontremarſch, ſ. Weberei.

Kontreminen, ſ. Seeminen.

Kontrollapparate dienen zur ſelbſttätigen Anzeige beſtimmter Arbeitsprozeſſe und Vorgänge in Maſchinen u. ſ. w. (Vgl. a. Maſchinenmeßkunde.)

Da dieſelben in neuerer Zeit meiſtens mit elektriſcher Signalgebung verbunden ſind, ſo fallen viele in das Gebiet der Alarmvorrichtungen (Bd. I, S. 122 ff.). Hierher gehören ferner die Regiſtrierapparate (ſ. d.), Tachographen, die es ermöglichen, ſich jederzeit von beſtimmten Vorgängen (Geſchwindigkeit der Maſchinen, Temperatur in Arbeitsräumen u. ſ. w.) zu überzeugen. Kontrollapparate im weiteren Sinne ſind auch die Indikatoren (ſ. d.), mittels deren man jederzeit die richtige Arbeitsweiſe einer Dampfmaſchine u. ſ. w. kontrollieren kann. Zur Kontrolle der an Dampfkeſſeln befindlichen Manometer dienen die Kontrollmanometer, die im weſentlichen dieſelbe Bauart wie alle Manometer (ſ. d.) zeigen und nur außerordentlich ſorgfältig hergeſtellt und an Queckſilbermanometern juſtiert ſind. *v. Ihering.*

Kontrollapparate, elektriſche, ſ. Elektrizitätszähler, Iſolationswiderſtand, Meßinſtrumente, elektriſche.

Kontroller, ein Deckſtopper für die Ankerkette (ſ. Ankergeſchirr).

Kontrollkompaß, der Regelkompaß an Bord des Schiffes (ſ. Kompaß).

Kontrollmaße, -ſcheiben, -werkzeuge, im Maſchinenbau, ſ. v. w. Meßwerkzeuge (ſ. d.), zum Kontrollieren von Arbeitsſtücken oder von Meßwerkzeugen, die in der Werkſtätte im Gebrauch und deshalb der Abnutzung unterworfen ſind. *A. Widmaier.*

Kontrollnormal, nach der Maß- und Gewichtsordnung ein Eichungsnormal, das zur Richtighaltung der Gebrauchsnormale (ſ. d.) an der Eichungsſtelle dient. Die Kontrollnormale werden von der Aufſichtsbehörde nach den Hauptnormalen (ſ. d.) hergeſtellt, geprüft und mit Beglaubigungsſcheinen verſehen.

Es werden gebraucht für Längenmaße: ein Strichmaß aus Meſſing von 1 m, durchgehend in Zentimeter und auf eine Länge von 1 dm in Millimeter geteilt; ein Endmaß aus Stahl von 2 m, in gleicher Weiſe geteilt; für Flüſſigkeitsmaße: zwei Sätze Flüſſigkeitsmaße von 2—0,01 l; für Hohlmaße für trockene Gegenſtände: ein Satz Hohlmaße von $^1/_4$ hl, 10 l und 5 l; für Gewichte: mehrere Sätze Gewichtsſtücke aus Gußeiſen, Meſſing, Platin und Aluminium von 20 kg bis 1 mg. Weiteres ſ. Barczynski, Handbuch des deutſchen Maß- und Gewichtsweſens, 3. Aufl., Magdeburg 1901. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kontrollſignale nennt man im Eiſenbahnweſen Einrichtungen, durch welche die Stellung von Sichtſignalen, z. B. von Flügeltelegraphen, die ihrer Entfernung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder auch ihres unüberſichtlichen Standortes wegen von der Station aus nicht geſehen werden können, in der letzteren ſelbſt angezeigt wird.

Am zweckmäßigſten wendet man z. B. zur Kontrolle der Flügelſtellung an Signalmaſten verkleinerte Nachahmungen dieſer letzteren an, welche im Stationsbureau aufgeſtellt und mit dem wirklichen Signal elektriſch ſo verbunden ſind, daß ihre Flügelſtellung jederzeit der Flügelſtellung am wirklichen Signal entſpricht (Nachahmungsſignale). Seltener wird eine mechaniſche Kupplung angewendet. Zuweilen wird mit dem ſichtbaren Kontrollſignal ein Hörſignal vereinigt. Dasſelbe beſteht in einem Kontrollklingelwerk, das entweder bei jedesmaligem Umſtellen des Signals ertönt oder bei beſtimmter Signalſtellung in längeren Pauſen einzelne Schläge ertönen läßt. *Köchy.*

Kontumazanſtalt (Quarantäne), Gebäude in Seehäfen zur zeitweiligen Unterbringung und Ueberwachung von Reiſenden (Waren), die im Verdachte der Verbreitung ſeuchenartiger Krankheiten ſtehen.

In Venedig wurde zu Ende des 15. Jahrhunderts ein Gebäude geſchaffen, in dem zur Abwehr der Peſt alle Ankommenden, ehe ſie die Stadt betraten, einer Beobachtung von 40 Tagen (daher Quarantina) unterworfen wurden. In der Folge wurden von allen Seeſtaaten ſolche Anſtalten errichtet und nach und nach zu einer hohen Stufe der Ausbildung gebracht. Die Gebäude enthalten viele Einzelzimmer, Warenlager, Räume für Bewirtung wie für die Bedienung. Die ganze Anſtalt iſt durch eine hohe Mauer zu umſchließen oder auf einer Inſel zu errichten. *Weinbrenner.*

Konus, in der Müllerei eine Getreideſchälmaſchine, die aus einem feſtſtehenden Hohl- und einem umlaufenden Vollkegel beſteht, die beide mit Reibblech bekleidet ſind (ſ. Schälmaſchine für Getreide). *Arndt.*

Konusapparat, ſ. Koniſchdrehen.

Konusbüchſe, -hülſe. Die Konushülſen (-büchſen) werden benutzt, um ein Werkzeug mit koniſchem Schaft von kleineren Abmeſſungen (kleinerem Konus, ſ. Konustabellen) der Arbeitsſpindel einer Werkzeugmaſchine, welche nach einem größeren Konus ausgebohrt iſt, anzupaſſen. Sie werden deshalb auch als Reduzierfutter (koniſche Einſätze) bezeichnet. Unter Umſtänden ſind mehrere ſolcher Reduzierfutter ineinander zu ſtecken.

Im Handel kommen die Konushülſen entweder mit unbearbeitetem Schaft (Fig. 1), um die Hülſe einer vorhandenen Werkzeugmaſchine anzupaſſen, oder bearbeitet und zwar als kurze (Fig. 2) und als verlängerte (Fig. 3) Hülſen vor. Letztere werden für Werkzeuge verwendet, deren Länge für die vorzunehmende Arbeit nicht ausreicht. Zum Entfernen des Werkzeugs ſind die Hülſen mit einem Keiltreiberloch verſehen. Ludwig Löwe & Co. verſehen die Konushülſen mit folgenden Konen:

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Außen Nr. 2	3	4	5	Morſekonus (ſ. Konustabellen).	
innen „ 1	1 und 2	2 und 3	3 und 4	„	*A. Widmaier.*

Konusmühlen, ſ. Farbenreibmaſchine.

Konustabellen enthalten die Maße für die Abmeſſungen des koniſchen Schafts von Werkzeugen, wie Spiralbohrern, Aufbohrern, Reibahlen u. ſ. w., und der entſprechenden, gleiche Konizität beſitzenden Bohrungen der Werkzeugmaſchinenſpindeln oder von Bohrfuttern u. ſ. w., in welche die vorgenannten Werkzeuge eingeſchoben und befeſtigt werden.

Die Uebereinſtimmung der Abmeſſungen der Konen der Werkzeuge und der Spindeln u. ſ. w. würde eine Austauſchbarkeit der Werkzeuge im weiteſten Maß zur Folge haben; ſie iſt indeſſen leider nicht vorhanden, wird aber ſchon ſeit längerer Zeit angeſtrebt. Ein weitverbreiteter Konus iſt der Morſekonus.

Tabelle I. Morſekonus (Fig. 1).

Nr.	1	2	3	4	5	6
D	12,065	17,780	23,825	31,267	44,399	63,347
d	9,042	14,123	19,278	25,324	36,728	52,755
L	60,324	73,024	90,486	114,297	146,047	203,196
a	5,159	6,350	7,937	11,906	15,875	19,050
b	7,937	9,525	11,112	12,700	15,875	22,225
r	4,762	6,350	7,144	7,937	9,525	12,700
Durchmeſſerzunahme auf 10 mm Länge	0,5000	0,5016	0,5016	0,5191	0,5250	0,5216

Im Jahre 1900 haben der Verein deutſcher Ingenieure und der Verein deutſcher Werkzeugmaſchinenfabriken eine neue (ſogenannte metriſche) Konustabelle aufgeſtellt, weil der Morſe-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

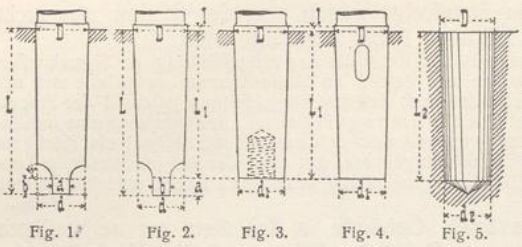


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

konus im Lauf der Jahre wiederholt verändert wurde und eine Einheitlichkeit und Uebereinſtimmung zwiſchen Werkzeugen verſchiedener Fabriken nicht immer beſteht und weil beim Morſekonus jede Nummer von andrer Konizität iſt. Dieſe Tabelle lehnt ſich in den Nummern 1—3 an den Morſekonus an. Die Fig. 2—4 zeigen verſchiedene Schaftformen, Fig. 5 die Bohrung der Spindel. Bis jetzt hat der metriſche Konus verhältnismäßig wenig Eingang gefunden.

Tabelle II. Metriſcher Konus (Fig. 2—5).

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	5—11
D	12	18	24	32	40	50	60	70	80	90	100	D
d	9	14	19	26	33	42	51	60	69	78	87	$d = 0{,}9\ D - 3$
d_1	—	—	19,6	26,7	33,8	42,9	52	61,1	70,2	79,3	88,4	$d_1 = 0{,}91\ D - 2{,}6$
d_2	9,3	14,4	19,5	26,6	33,7	42,775	51,85	60,925	70	79,075	88,15	$d_2 = 0{,}9075\ D - 2{,}6$
a	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	$a = 0{,}2\ D + 8$
b	5	6,5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	$b = 0{,}3\ D + 2$
L	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	$L = 2\ D + 60$
L_1	—	—	88	106	124	142	160	178	196	214	232	$L_1 = 1{,}8\ D + 52$
L_2	54	72	90	108	126	144,5	163	181,5	200	218,5	237	$L_2 = 1{,}85\ D + 52$
l	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10	$l = 0{,}1\ D$

Die Steigung der Kegel beträgt einheitlich 1 : 20. Von Nr. 5 an ſind die Maße nach den in der letzten Spalte der Tabelle beigefügten Formeln berechnet.

Bei Fräsmaſchinenſpindeln iſt vielfach der Konus von Brown und Sharpe üblich, der eine Konizität von 1 : 24 beſitzt. Die Abmeſſungen der Normalkonen von Brown und Sharpe gehen aus der Tabelle III hervor.

Tabelle III. Konus von Brown und Sharpe.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Durchmeſſer am ſchwächeren Ende mm	5,8	6,35	7,92	8,89	11,43	12,7	15,24	19,5	22,85	26,5	31,8	38,1
Länge des Konus mm	23,81	30,15	38,1	42,9	54	60,3	73	90,5	108	127	150,8	181

Die Firma J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz benutzt für ihre Fräsmaſchinen einen Konus, deren Abmeſſungen aus der Tabelle IV erſichtlich ſind.

Tabelle IV. Reineckerkonus.

Konus-Nr.	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	5	6	7	8	9	10
D Durchmeſſer am ſtarken Ende .	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100
d Durchmeſſer am ſchwachen Ende	16	20	24	28	32	40	48	56	64	72	80
L Länge des Zapfens	80	100	120	140	160	200	240	280	320	360	400

Zur genauen Herſtellung der Konen bedient man ſich der Konuslehren, für die Bohrungen außerdem als Werkzeuge der Konusreibahlen. Vgl. a. Konusbüchſe. *A. Widmaier.*

Konvergenz, ſ. Reihen.

Konverſionsfarben, Ternierfarben, Verwandlungsfarben, nennt man im Zeugdruck ſolche Farben, welche durch Veränderung der auf dem Gewebe ſchon vorhandenen oder durch den Druck bedingten Farbentöne unter Mitwirkung chemiſcher Agenzien hervorgerufen werden.

Druckt man z. B. auf baumwollenes Zeug verdickte eſſigſaure Tonerde und überdruckt man dasſelbe mit einer Alizarindampffarbe (einer verdickten Miſchung von Alizarin, eſſigſaurer Tonerde und eſſigſauerm Kalk), ſo wird ſich an denjenigen Stellen, an welchen die Ueberdruckfarbe die vorgedruckte eſſigſaure Tonerde getroffen, beim Dämpfen mehr Alizarin mit tieferem Ton fixieren als an den andern, weil hier eine größere Menge Tonerde zur Lackbildung vorhanden iſt. Man wird daher ein Doppelroſa oder Doppelrot erhalten.

Literatur: Schützenberger, Die Farbſtoffe, Berlin 1873, S. 266. *R. Möhlau.*

Konverter, ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 112.

Konvexität, die Eigenſchaft einer Kurve gegenüber einer Geraden, bei der die Kurvenpunkte zwiſchen dem Kurvenmittelpunkte und den Schnittpunkten der Normalen mit der Geraden gelegen ſind.

Konveyor (Förderkette, Becherkette, Becherkabel) [1] dienen zur gleichzeitigen Förderung in ſenkrechter oder geneigter (aufwärts wie abwärts [2]) und in wagerechter (d. h. alſo in beliebiger) Richtung (Fig. 1), insbeſondere zum Bekohlen von Keſſelhäuſern (ſ. d. und Fig. 8 und 15), von Speichern für Städteverſorgung u. dergl. (ſ. Haufenlager und Fig. 12), ferner für Lokomotivbekohlungsanlagen (ſ. d. und Fig. 11) ſowie für Kohlen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wäſchen, Kokereien, Gasfabriken (ſ. d. und Hochbehälter, Fig. 3, bezw. [3]), Hüttenwerke (ſ. d. und Fig. 1), chemiſche Fabriken u. ſ. w. Iſt die Länge der wagerechten Förderung ſehr groß im Verhältnis zum Hubweg, ſo verwendet man beſſer Elevatoren (ſ. d.) mit anſchließenden Gurtförderern (ſ. d., insbeſondere ſ. daſelbſt auch das über „Stahltransportbänder" Ausgeführte), Kratzer (ſ. d.), Schwerkraftbahnen (ſ. d.), Hänge- oder Seilbahnen (ſ. d.) u. ſ. w. Im übrigen vgl. a. Bagger [4] und Maſſentransport.

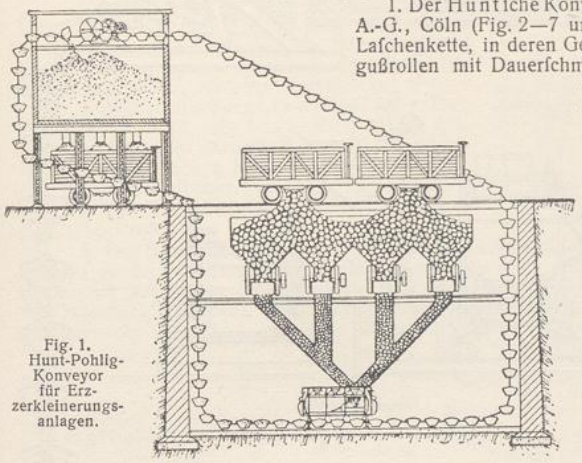


Fig. 1. Hunt-Pohlig-Konveyor für Erzzerkleinerungsanlagen.

1. Der Huntſche Konveyor [5], ausgeführt von J. Pohlig, A.-G., Cöln (Fig. 2—7 und Tabelle I), beſteht aus doppelter Laſchenkette, in deren Gelenken auf Schienen laufende Hartgußrollen mit Dauerſchmierung (ölgetränkte Schwämme in der hohlen Nabe) angeordnet ſind. Zwiſchen den Ketten ſind ſtets aufrechthängende, überall ohne Verluſt mit Füllklappen oder Trichterketten füllbare Becher ſchwingend aufgehängt (Schwingungspunkt über dem Schwerpunkt). Die Becher hängen dicht aneinander oder in beſtimmten Abſtänden. Zum Entleeren dient auf dem oberen wagerechten Strange an beliebig einſtellbarer Stelle ein Entladefroſch, der die Becher kippt. Antrieb von beliebiger Kraftmaſchine mittels Kurvenrades oder Daumenantriebes. In den Kurven wird die Kette von beſonderen Schienen oder Rädern getragen. An geeigneter Stelle Federſpannvorrichtung zum Spannen der Kette. Führung der Kette nur in einer Ebene zu empfehlen. Der Arbeitsaufwand für den Betrieb des Konveyors ſetzt ſich zuſammen aus der Arbeit zur Ueberwindung der Reibungswiderſtände (etwa $^1/_{25}$ des Gewichtes der bewegten Becherkette einſchließlich des in den Bechern befindlichen Gutes) und aus der Arbeit zum Heben der Nutzlaſt. Leiſtung bis über 150 t/Stunden möglich.

Tabelle I. Normale Konveyorketten von Hunt-Pohlig (Fig. 2—7).
Fahrgeſchwindigkeit 0,15—0,20 m.

Nr.	1	2	3	4	5
Inhalt in Litern	10	20	50	100	150
Leiſtung in t/Stunden	8—10	15—20	25—30	40—50	60—80
Gewicht der Kette in Kilogramm pro lauf. Meter	50	80	120	140	170
a Millimeter	300	450	600	800	1000
b „	280	290	600	600	600
c „	145	190	260	280	350
d „	520	670	850	1050	1250
e „	1490	1440	1630	1630	1630
f „	1050	1200	1550	1750	1950
g „	535	535	510	510	510
h „	130	130	130	130	130
i „	50	50	65	65	65
k „	1750	1750	1950	1950	1950
l „	770	920	1100	1300	1750
m „	350	350	350	350	350
n „	350	350	700	700	700
r „	750	750	900	900	900
r_1 „	880	880	1045	1045	1045

Nach [6] iſt der Reibungswiderſtand auf der ebenen Förderbahn 1% des Eigengewichtes der Kette und dazu 2% des Fördergutes; jährliche Abſchreibung 2%, jährliche Unterhaltung 2%.

2. Das Bradley-Becherkabel [7], ausgeführt von der Steel-Cable Eng. Co., Boſton, und der Berlin-Anhaltiſchen Maſchinenbau-A.-G. (Fig. 8 und Tab. II.), beſteht aus einem endloſen, in kurze, ſich überdeckende, ein Lecken oder Ueberlaufen ausſchließende Abſchnitte gegliederten, daher biegſamen Trog. Jeder Rinnenabſchnitt ruht auf einer Achſe mit zwei graphitgefüllten, ſelbſtſchmierenden Hohlrädern (Fig. 9), die auf Leitſchienen laufen, und trägt einen um zwei ſeitliche Zapfen ſchwingenden Stahlblechbecher. Die Achſen ſind in gleichen Abſtänden auf zwei (oder mehr) endloſen Drahtſeilen (Stahlkabeln) befeſtigt, die ſich während der Füllung unter den ſchützenden Bechern, bei der Entleerung über ihnen befinden. Verſchleiß gering; große Betriebsſicherheit, ſchnelle Reparatur und Auswechſlung von Eimern oder ſchadhafter Seilſtellen (Reſervekabelſtücke und -zillen) (Fig. 10), daher Betrieb billig. Füllung an irgend einer Stelle des ſenkrecht aufſteigenden oder des unteren wagerechten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Laufes (selbsttätig oder von Hand), Entleerung im oberen wagerechten Lauf mittels Kippvorrichtung. An den Ecken Führungen; zum Straffziehen der Seile selbsttätige Gewichtspannvorrichtungen in festem eisernen Rahmenwerk, Antrieb durch Daumenrad mit Zahnrädervorgelege oder durch Schleppkette. Motor beliebig; für klebriges Gut Schüttelvorrichtung.

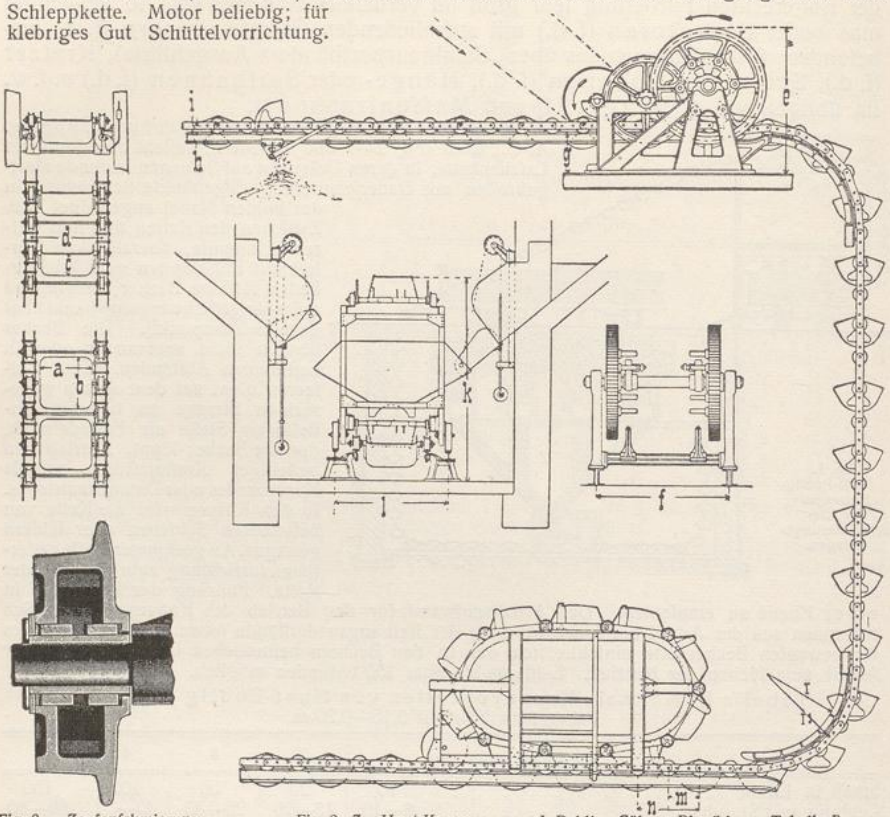


Fig. 2—7. Hunt-Konveyor von J. Pohlig, Cöln a. Rh. (hierzu Tabelle I).

Fig. 9. Zapfenschmierung für Konveyorräder (Bamag).

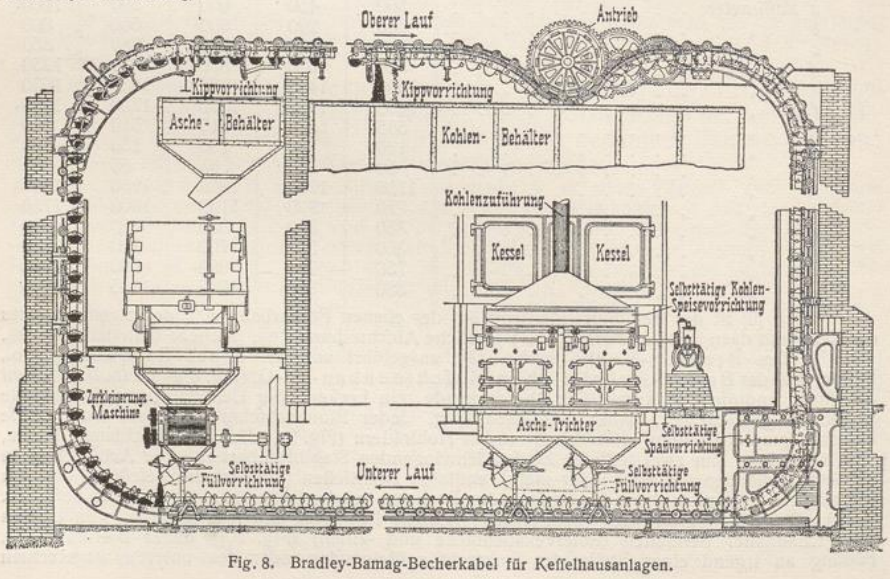


Fig. 8. Bradley-Bamag-Becherkabel für Kesselhausanlagen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Tabelle II. Bradley-Bamag-Becherkabel (Fig. 8).

Geschwindigkeit					0,155 m/sec.
Inhalt eines Bechers	14,2	20	50	60	70 l
	13,6	18,2	40,5	48	56 kg
Abstände der Behälter	380	380	535	535	535 mm
Fördermenge	21	29	52	63	73 cbm/Stunden
Gewicht des leeren Becherkabels	164	178	233	242	265 kg/m
„ „ gefüllten „	200	225	305	333	370 kg/m.

Nach [6] wird für den Widerstand des beladenen wagerechten Laufes und des unteren leeren Rücklaufes zusammen $^1/_{15}$ des Gewichtes des beladenen Laufes gerechnet. Jährliche Abschreibungen 6%, jährliche Unterhaltung 2%.

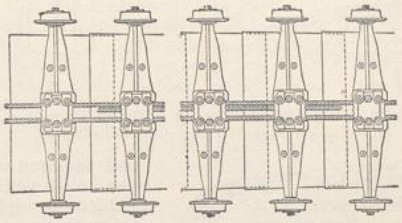


Fig. 10. Kabelspleißen des Bradley-Bamag-Konveyors.

3. Becherketten der Link-Belt Eng. Co., Philadelphia, und der Link-Belt Mach. Co., Chicago [8], auch ausgeführt von W. Fredenhagen, Offenbach a. M., zeigen die ohne Erläuterung verständlichen Fig. 11 [9], 12 und 13 [10].

4. Der Bouffesche Kurvenkonveyor (vgl. [11]) sowie

5. Das Schaukelbecherwerk von C. Schenck, Darmstadt (Fig. 14 und Tab. III), [12], besitzen große Anpassungsfähigkeit infolge ihrer in allen Ebenen möglichen Bewegungsfreiheit (senkrechte und wagerechte Kurven; man beachte z. B. in Fig. 14 die Stelle des Eintritts in den Hochbehälteraufbau). Der Konveyorstrang besteht aus einer Anzahl auf Schienen laufender, untereinander gelenkig gekuppelter Wagen, auf denen die Becher frei pendelnd aufgehängt sind.

Tabelle III Schenckfche Becherketten (Kohlen) (Fig. 14).

Nr.	Leistung in t/Stunden	Geschwindigkeit in m/sec.	Abstand der Becher in m	Inhalt der Becher in kg	Spurweite in mm	Stückgröße der Kohle in mm	Abmessungen der Becher in mm				Gewicht des vollständigen Bechers in kg
							obere Länge	Breite	Tiefe	Raddurchmesser	
1	6—12	0,15—0,3	0,9	10	500	60	400	300	230	100	20
2	7—14	0,15—0,3	0,9	12	550	60	400	350	230	100	25
3	10—20	0,15—0,3	0,9	18,5	600	80	450	400	260	120	35
4	12—24	0,15—0,3	0,9	21	650	100	450	450	260	120	42
5	20—40	0,15—0,3	1,2	45	700	120	700	500	370	140	65
6	25—50	0,15—0,3	1,2	52	800	150	700	550	370	140	75

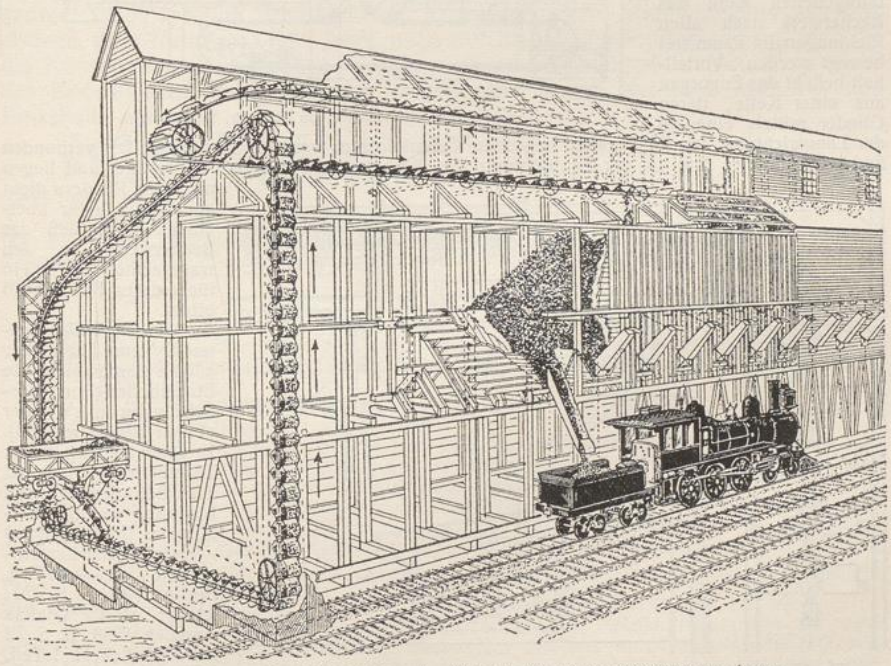


Fig. 11. Konveyor der Link-Belt Eng.-Co., Chicago, für Lokomotivbekohlungsanlagen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

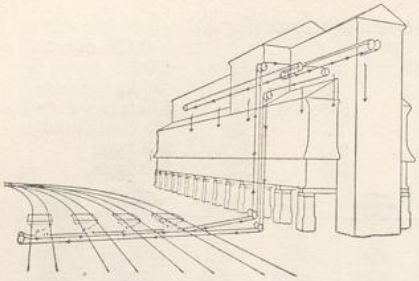


Fig. 12. 3000 t-Kohlenfpeicher in Baltimore mit Becherförderern der Link-Belt Eng.-Co., Philadelphia.

6. Das Einfchienenbecherwerk von A. Bleichert & Co., Leipzig (Fig. 15 und 16) [13], ift im wefentlichen dadurch gekennzeichnet, daß die Laufrollen auf einer einzigen Mittelfchiene laufen und an ihren nach beiden Seiten verlängerten Achfen pendelnd aufgehängte Becher tragen, wobei das die Laufrollenachfen verbindende Zugorgan eine beliebig große Verdrehung um feine Längsachfe zuläßt. Infolgedeffen kann das Becherwerk nach allen Richtungen im Raum frei bewegt werden. Vorteilhaft befteht das Zugorgan aus einer Kette, deren Glieder mittels eines in der Längsrichtung des Zugorganes liegenden Gelenkbolzens verdrehbar miteinander verbunden find. Die Becher find in der Laufrichtung des Becherwerkes kippbar angeordnet und liegen mit ihren Rändern dicht aneinander oder übereinander, fo daß das Becherwerk in den wagerechten Läufen ein lückenlofes Förderband bildet.

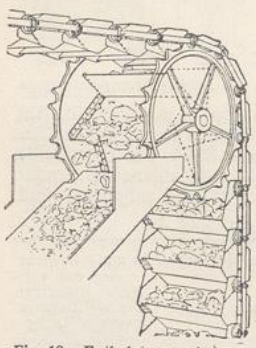


Fig. 13. Entladetrommel des Link-Belt-Konveyors

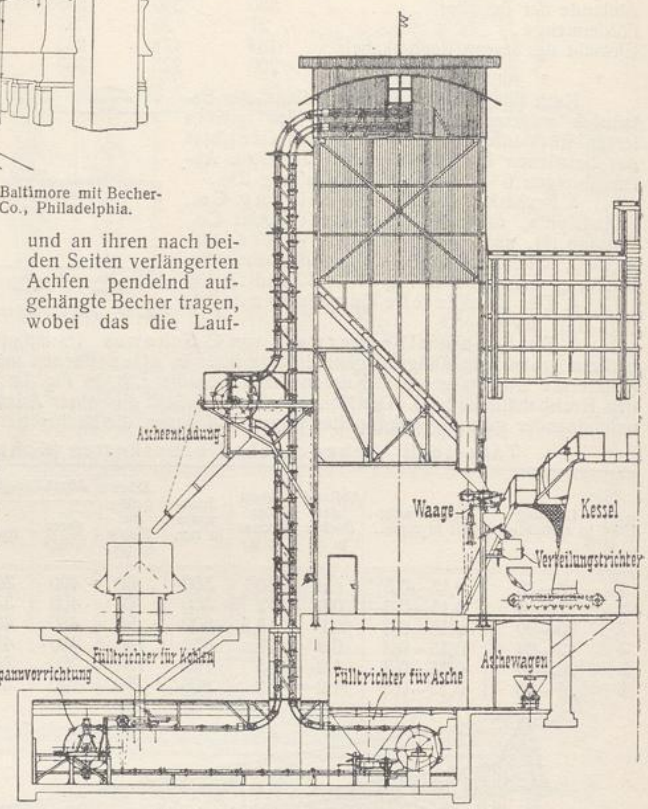


Fig. 14. Becherkette von Schenck, Darmftadt.

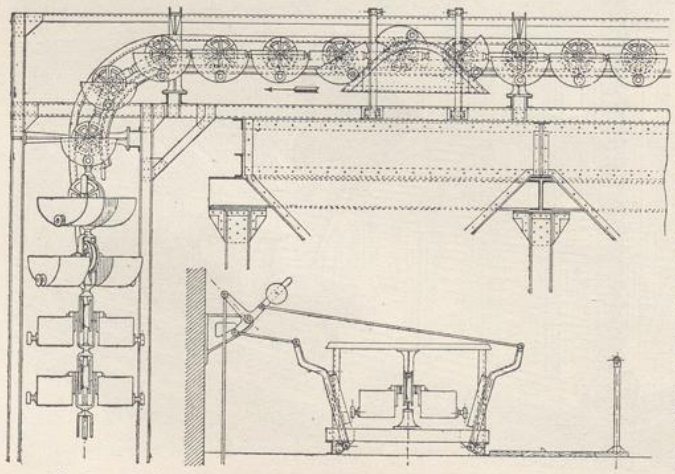


Fig. 15 und 16. Einfchienenbecherwerk von A. Bleichert & Co., Leipzig.

7. Ueber einige weitere Syfteme fowie über etliche bemerkenswerte Einzelheiten (Speifevorrichtungen u. f. w.) der obigen Bauarten f. [14].

Literatur: [1] Buhle, Technifche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern) — im folgenden bezeichnet mit T. H. —, 3. Teil, Berlin 1906, S. 320; ferner: Derf., Glafers Annalen 1898, II, S. 72 bezw. 92 ff.; T. H., 1. Teil, S. 107 bezw. S. 137 ff.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

(Schillings Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1900, S. 429 ff. bezw. 1901, S. 626 ff.); „Hütte", 19. Aufl., I, S. 1258 ff; T. H., 3. Teil, S. 93 ff. („Glückauf" 1905, S. 157 ff.); Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 93 ff. — [2] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 110 ff. („Stahl und Eiſen" 1905, Nr. 18). — [3] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 80 (Zeitſch. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 513). — [4] Derſ., ebend., 3. Teil, S. 73, Fig. 42 (Gewerbfleiß 1904, S. 287, Fig. 15 u. 16). — [5] Derſ., Glafers Annalen 1898, II, S. 85 ff.; T. H., 1. Teil, S. 43 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1354); 3. Teil, S. 294 (Elektr. Bahnen u. Betriebe 1906, S. 538). — [6] Schimpff, Die Straßenbahnen in den Ver. Staaten von Nordamerika, Berlin, 1903, S. 86 ff. — [7] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 15 ff. (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 86), ferner S. 107 u. S. 137 ff. (Schillings Journ. 1900, S. 429 und 1901, S. 626 ff.); T. H., 3. Teil, S. 93 („Glückauf" 1905, S. 157 ff.), S. 297 (Elektr. Bahnen u. Betriebe 1906, S. 539). — [8] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 53 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1388 ff.). — [9] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 62 u. 67 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 79 ff. u. 119 ff.). — [10] Derſ., ebend., 3. Teil, S. 97 („Glückauf" 1905, S. 162). — [11] Derſ., ebend., 2. Teil, S. 65 ff. („Stahl und Eiſen" 1903, S. 1326 ff.); ferner v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 322. — [12] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 231 (Deutſche Bauztg. 1906, S. 284), S. 269 u. 272 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 794 u. 855); v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 323. — [13] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 231 u. 270 (ſ. [12]). — [14] v. Hanffſtengel, Zeitſch. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1345 ff. *M. Buhle.*

Konzentrationsdirektor, -zeiger, ſ. Schiffsgeſchütze.

Konzentrationsprobe, ſ. Goldproben, Silberproben.

Konzentrationsſchmelzen, ſ. Kupfer.

Konzeptdruckpapier, ſchlechteſte Sorte des Druckpapiers von beliebiger Faſernzuſammenſetzung und beliebigem Aſchengehalt (ſ. Papierſorten und Papiernormalien). *Kraft.*

Konzepthadern, Sortenbezeichnung für nichtgebleichte Flachs- und Hanfhadern, weil aus denſelben hauptſächlich das ſogenannte Konzeptpapier erzeugt wurde (ſ. Papierfabrikation). *Kraft.*

Konzeptpapier, ſchlechteſte Sorte des Schreibpapiers mit beliebiger Stoffzuſammenſetzung, jedoch ohne Holzſchliff, mit 15 % Aſchengehalt (ſ. Papierſorten und Papiernormalien). *Kraft.*

Koog, ſ. v. w. Polder (ſ. d.).

Koordinaten, eindeutige, voneinander unabhängige, in genügender Zahl vorhandene Beſtimmungsſtücke von geometriſchen Grundgebilden (Punkten, Geraden, Ebenen); ſie dienen dazu, die Lage derſelben gegenüber von andern Grundgebilden, welche das Koordinatenſyſtem bilden, feſtzulegen. Die übrigen geometriſchen Gebilde (Punktſyſteme, Kurven, Flächen, Strahlenſyſteme) werden alsdann ihrer Natur und ihrer Lage nach durch Gleichungen angegeben, welchen die Koordinaten ihrer Punkte (Geraden, Ebenen) genügen müſſen. Die Wahl des Koordinatenſyſtems und der Koordinaten hängt von dem Bedürfnis des Einzelfalls ab.

Die gebräuchlichſten Arten von Koordinaten ſind folgende:

A. Koordinaten in der Geraden.

1. Gewöhnliche Koordinaten: Abſtand $x = OP$ eines Punkts P von einem feſten Punkt O.

2. Verhältniskoordinaten $x_1 : x_2 = OP : UP$ das Abſtandsverhältnis des Punktes P von zwei feſten Punkten O und U. Die Koordinaten x_1 und x_2 werden auch als homogene Koordinaten bezeichnet.

3. Projektiviſche Koordinaten: Doppelverhältnis $x_1 : x_2 = \frac{OP}{UP} : \frac{OE}{UE}$, das der Punkt mit den drei feſten Punkten O, U, E bildet (oder auch das Verhältnis $OP : UP$ multipliziert mit einer zum Koordinatenſyſtem gehörigen feſten Konſtante). Aenderung des projektiviſchen Koordinatenſyſtems vermittelſt Erſetzung von x_1 und x_2 durch lineare Funktionen derſelben (lineare Transformation).

B. Koordinaten in der Ebene.

a) Punktkoordinaten.

α) Geradlinige Koordinaten (eine Gleichung erſten Grades ſtellt eine Gerade dar).

1. Rechtwinklige carteſiſche Koordinaten (das gebräuchlichſte Syſtem). Ein Punkt P (Fig. 1) bezogen auf zwei rechtwinklige Achſen, die x-Achſe OX oder $y = 0$ und die y-Achſe OY oder $x = 0$, die ſich im Urſprung O ſchneiden und beſtimmt durch die Abſziſſe $x = OQ$ (wenn Q Fußpunkt des Lots von P auf OX) und die Ordinate $y = PQ$. Der Uebergang von einem rechtwinkligen Syſtem (x, y) zu einem ebenſolchen (x', y'), deſſen Urſprung der Punkt $\begin{cases} x = a \\ y = b \end{cases}$ iſt und deſſen Achſen gegen die des erſteren um den Winkel φ gedreht ſind, erfolgt durch die Formeln $x = a + x' \cos\varphi - y' \sin\varphi$; $y = b + x' \sin\varphi + y' \cos\varphi$.

2. Schiefwinklige carteſiſche Koordinaten. Punkt P bezogen auf zwei Achſen OX und OY, die den Winkel γ bilden und beſtimmt durch Abſziſſe $x = OQ$ und Ordinate $y = PQ$ (wo Q Schnitt von OX mit der Parallelen durch P zu OY). Uebergang vom

ſchiefwinkligen Syſtem (x, y) zu einem andern (x', y') mit dem Winkel γ', wenn die x-Achſen beider den Winkel φ bilden und der Urſprung des letzteren im Punkt $\begin{cases} x=a \\ y=b \end{cases}$ liegt:

$$x = a + \frac{x' \sin(\gamma-\varphi) + y' \sin(\gamma-\gamma'-\varphi)}{\sin\gamma}; \quad y = b + \frac{x' \sin\varphi + y' \sin(\gamma'+\varphi)}{\sin\gamma}.$$

3. Homogene Koordinaten. Koordinatenſyſtem wie bei 1. oder 2. Punkt P beſtimmt durch das Verhältnis $x:y:1$.

4. Trimetriſche Koordinaten (Dreilinienkoordinaten). Punkt P beſtimmt durch das Verhältnis $x_1:x_2:x_3$ ſeiner Abſtände von drei gegebenen Geraden, welche das Koordinatendreiſeit bilden.

5. Projektiviſche Koordinaten. Punkt P beſtimmt durch das Verhältnis der drei Doppelverhältniſſe, welche die Strahlen von je einem der das Koordinatendreieck bildenden Punkte $A_1 A_2 A_3$ nach den beiden andern, nach P und nach dem feſten Punkt E (Einheitspunkt) bilden. Aenderung des Koordinatenſyſtems erfolgt durch lineare Transformation: Die projektiviſchen Koordinaten können auch aufgefaßt werden als Verhältnis der Abſtände des Punkts P von drei feſten Geraden, dieſe Abſtände multipliziert mit drei feſten Konſtanten, deren Verhältnis zum Koordinatenſyſtem gehört.

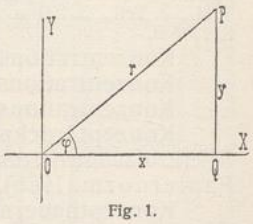


Fig. 1.

6. Baryzentriſche Koordinaten. Punkt P beſtimmt durch die Gewichte p, q, r, welche den drei Eckpunkten A_1, A_2, A_3 des Koordinatendreiecks zugeſchrieben werden müſſen, damit P der Schwerpunkt dieſes Dreiecks wird [9].

7. Vierlinienkoordinaten. Koordinaten von P ſind das Verhältnis ſeiner Abſtände von vier feſten Geraden, wobei zwiſchen dieſen Abſtänden die identiſche Relation $a x_1 + b x_2 + c x_3 + d x_4 = 0$ beſteht (a, b, c, d ſind von der Lage von P unabhängig).

β) Krummlinige Koordinaten (eine lineare Gleichung ſtellt keine Gerade dar).

1. Polarkoordinaten [10]. Punkt P beſtimmt durch den Radiusvektor r (d. h. ſeinen Abſtand von einem feſten Punkt O dem Pol) und den Polarwinkel φ (den Winkel, den dieſer Radius mit einer feſten Geraden OX durch den Pol, der Polarachſe, macht). Fällt beim Polarſyſtem (r, φ) und beim rechtwinkligen Syſtem (x, y) der Pol mit dem Urſprung, die Polarachſe mit der x-Achſe zuſammen (Fig. 1), ſo iſt $x = r\cos\varphi$; $y = r\sin\varphi$.

2. Bipolarkoordinaten. Ein Punkt P beſtimmt durch ſeine Abſtände von zwei feſten Punkten O und O'.

3. Biangularkoordinaten. Ein Punkt P beſtimmt durch die Winkel, welche die Verbindungslinie der feſten Punkte O und O' mit den Radien OP und $O'P$ macht.

4. Elliptiſche Koordinaten eines Punktes P: der Parameter λ_1 der Ellipſe und der Parameter λ_2 der Hyperbel, welche der konfokalen Kegelſchnittſchar $\frac{x^2}{a^2+\lambda} + \frac{y^2}{b^2+\lambda} = 1$ angehören und durch P hindurchgehen [4].

5. Hyperboliſche Koordinaten von P: die Parameter λ_1 und λ_2 der Hyperbeln $x^2 - y^2 = \lambda_1$ und $2xy = \lambda_2$, welche durch P hindurchgehen.

6. Paraboliſche Koordinaten von P: die Parameter λ_1 und λ_2 der beiden Parabeln, welche der konfokalen Schar $y^2 = 2\lambda x + \lambda^2$ angehören, die durch P hindurchgehen [13].

7. Lemniskatiſche Koordinaten von P: die Parameter u und v der Caſſiniſchen Kurve $(x^2+y^2+c^2)^2 - 4c^2x^2 = c^4 e^{-2u}$ und der gleichſeitigen Hyperbel:
$(x^2 - y^2 - c^2) - 2\cot v \cdot xy = 0$, die durch P hindurchgehen.

b) Linienkoordinaten (Koordinaten der geraden Linie) [8].

α) Geradlinige Koordinaten (eine Gleichung erſten Grads ſtellt einen Punkt dar).

1. Gewöhnliche Linienkoordinaten u, v. Eine Gerade g beſtimmt durch die negativen reziproken Werte der Stücke, welche ſie von den rechtwinkligen Achſen abſchneidet.

2. Schweringſche (d'Ocagneſche) Linienkoordinaten. Gegeben zwei Parallele a und a', auf jeder ein Punkt O und O'; ſind Q und Q' die Schnittpunkte einer Geraden g mit a und a', ſo ſind OQ und $O'Q'$ ihre Koordinaten (OO' ſteht ſenkrecht oder ſchief zu den Parallelen) [6], [7].

3. Projektiviſche Linienkoordinaten. Gerade g beſtimmt durch das Verhältnis der drei Doppelverhältniſſe, welche auf je einer der drei Geraden a_1, a_2, a_3 die Schnittpunkte der beiden andern, der Geraden g und der feſten Einheitsgeraden e bilden.

β) Krummlinige Koordinaten (eine Gleichung erſten Grads ſtellt keinen Punkt dar).

1. Weinmeiſterſche Polarkoordinaten: Gerade g gegeben durch ihren Abſtand von einem feſten Punkt, dem Pol und dem Winkel, welchen das Lot vom Pol auf g mit einer feſten Achſe bildet.

2. d'Ocagneſche Axialkoordinaten: Gerade gegeben durch ihren Abſtand vom Pol und den Winkel, welchen ſie mit der Achſe bildet.

3. Balitrandſche Polarlinienkoordinaten ſind die Größen $p = \frac{1}{\sqrt{u^2+v^2}}$ und $\varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{v}{u}$, wenn u und v die gewöhnlichen Linienkoordinaten.

C. Koordinaten auf der Kugelfläche.

1. Punkt gegeben durch Breite und Länge, d. h. durch ſeinen ſphäriſchen Abſtand von einem feſten Großkreis (Aequator) und den Winkel ſeines Meridians mit dem Hauptmeridian. An Stelle der Breite kann auch die Poldiſtanz treten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Punkt gegeben durch das Verhältnis $x:y:z$ ſeiner räumlichen carteſiſchen Koordinaten (Möbius).

3. Punkt gegeben durch die Winkel α, β, γ, welche ſein Radius mit drei rechtwinkligen Achſen bildet; dabei iſt $\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$.

D. Koordinaten im Raum.

a) Punktkoordinaten.

α) Geradlinige Koordinaten (eine Gleichung erſten Grades ſtellt eine Ebene dar).

1. Rechtwinklige carteſiſche Koordinaten. Punkt P gegeben durch ſeine Abſtände x, y, z von drei feſten rechtwinkligen Koordinatenebenen, die ſich im Urſprung O ſchneiden (Fig. 2). Die Schnittlinien der Koordinatenebenen heißen Koordinatenachſen. Uebergang vom rechtwinkligen Syſtem $(x\,y\,z)$ zum rechtwinkligen Syſtem $(x'\,y'\,z')$, wobei

$\alpha_1\beta_1\gamma_1$ die Winkel der x'-Achſe mit der x-y-z-Achſe,
$\alpha_2\beta_2\gamma_2$ „ „ „ y' „ „ „ „ „
$\alpha_3\beta_3\gamma_3$ „ „ „ z' „ „ „ „ „

erfolgt durch die Formeln:

$$x = x'\cos\alpha_1 + y'\cos\alpha_2 + z'\cos\alpha_3;$$
$$y = x'\cos\beta_1 + y'\cos\beta_2 + z'\cos\beta_3;$$
$$z = x'\cos\gamma_1 + y'\cos\gamma_2 + z'\cos\gamma_3,$$

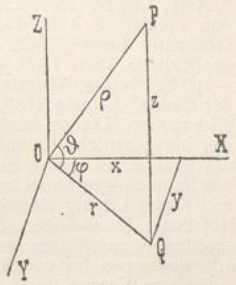


Fig. 2.

wobei die Relationen beſtehen:

$$\cos^2\alpha_1 + \cos^2\beta_1 + \cos^2\gamma_1 = 1;\ \cos\alpha_2\cos\alpha_3 + \cos\beta_2\cos\beta_3 + \cos\gamma_2\cos\gamma_3 = 0$$
$$\cos^2\alpha_2 + \cos^2\beta_2 + \cos^2\gamma_2 = 1;\ \cos\alpha_3\cos\alpha_1 + \cos\beta_3\cos\beta_1 + \cos\gamma_3\cos\gamma_1 = 0$$
$$\cos^2\alpha_3 + \cos^2\beta_3 + \cos^2\gamma_3 = 1;\ \cos\alpha_1\cos\alpha_2 + \cos\beta_1\cos\beta_2 + \cos\gamma_1\cos\gamma_2 = 0.$$

2. Tetraedriſche Koordinaten. Punkt P gegeben durch das Verhältnis ſeiner Abſtände von den vier Ebenen eines feſten Tetraeders.

3. Projektiviſche Koordinaten. Punkt P gegeben durch das Verhältnis dieſer Abſtände, jeder multipliziert mit einer zum Koordinatenſyſtem gehörigen feſten Konſtante. Aenderung des Syſtems erfolgt durch lineare Transformation.

β) Krummlinige Koordinaten (eine Gleichung erſten Grads ſtellt keine Ebene dar) [14], [15].

1. Kugelkoordinaten (reines Polarſyſtem). Punkt P gegeben durch ſeinen Abſtand ϱ von einem Pol O, dem Winkel ϑ, den OP mit einer feſten Polarebene durch den Pol bildet, und den Winkel φ, den die Projektion von OP auf die Polarebene mit einer feſten Polarachſe in dieſer Ebene bildet. Iſt $(x\,y\,z)$ ein rechtwinkliges Syſtem, deſſen Urſprung mit dem Pol, die xy-Ebene mit der Polarebene, die x-Achſe mit der Polarachſe zuſammenfällt (Fig. 2), ſo iſt $x = \varrho\cos\vartheta\cos\varphi$; $y = \varrho\cos\vartheta\sin\varphi$; $z = \varrho\sin\vartheta$.

2. Zylinderkoordinaten (gemiſchtes Polarſyſtem). Punkt P gegeben durch ſeinen Abſtand Z von einer feſten Ebene und die ebenen Polarkoordinaten r und φ ſeiner Projektion auf dieſer Ebene (Fig. 2).

3. Elliptiſche Koordinaten (Laméſche Koordinaten). Punkt P gegeben durch die Parameter $\lambda_1\lambda_2\lambda_3$ des durch ihn hindurchgehenden Ellipſoids, einmanteligen und zweimanteligen Hyperboloids der konfokalen Schar $\frac{x^2}{a^2+\lambda} + \frac{y^2}{b^2+\lambda} + \frac{z^2}{c^2+\lambda} = 1$ [4].

4. Hyperboliſche Koordinaten. Punkt P gegeben durch die Parameter $\lambda_1\lambda_2\lambda_3$ der durch ihn gehenden Flächen $x^2+y^2-z^2=\lambda_1$; $(x^2+y^2)\,z^2=\lambda_2{}^2$; $y = x\,\mathrm{tg}\,\lambda_3$.

5. Paraboliſche Koordinaten. Punkt P gegeben durch die Parameter der drei durch ihn gehenden Paraboloide der konfokalen Schar $\frac{y^2}{2p+\lambda} + \frac{z^2}{2q+\lambda} = x + \frac{\lambda}{4}$.

b) Ebenenkoordinaten.

1. Gewöhnliche Ebenenkoordinaten. Ebene ε beſtimmt durch die negativen reziproken Werte der Stücke, die ſie von drei (rechtwinkligen oder ſchiefwinkligen) Achſen abſchneiden.

2. Projektiviſche Ebenenkoordinaten. Ebene ε beſtimmt durch das Verhältnis ihrer Abſtände von vier feſten Punkten multipliziert mit feſten Konſtanten.

c) Linienkoordinaten.

1. Plückerſche Linienkoordinaten. Gerade g beſtimmt durch die Koordinaten r, s, ϱ, σ, wenn $x = rz + \varrho$; $y = sz + \sigma$ die Gleichung zweier Ebenen durch g ſind. Hierzu kommt als fünfte Linienkoordinate $\eta = r\sigma - s\varrho$ [11].

2. Homogene (Graßmannſche) Linienkoordinaten. Gerade g beſtimmt durch die Determinanten der Matrix $\left\|\begin{matrix} A & B & C & D \\ A' & B' & C' & D' \end{matrix}\right\|$, wenn $Ax + By + Cz + D = 0$ und $A'x + B'y + C'z + D' = 0$ zwei Ebenen durch g ſind. Richtungskoordinaten ſind: $p = \left|\begin{matrix} A & D \\ A' & D' \end{matrix}\right|$; $q = \left|\begin{matrix} B & D \\ B' & D' \end{matrix}\right|$; $r = \left|\begin{matrix} C & D \\ C' & D' \end{matrix}\right|$; Stellungskoordinaten: $\pi = \left|\begin{matrix} B & C \\ B' & C' \end{matrix}\right|$; $\varkappa = \left|\begin{matrix} C & A \\ C' & A' \end{matrix}\right|$; $\varrho = \left|\begin{matrix} A & B \\ A' & B' \end{matrix}\right|$. Dabei beſteht zwiſchen den ſechs homogenen Koordinaten die Relation: $p\pi + q\varkappa + r\varrho = 0$ [12].

Natürliche Koordinaten heißen ſolche, welche die geometriſchen Gebilde nur ihrer Natur, nicht ihrer Lage nach angeben und ſich auf kein Koordinatenſyſtem beziehen [17]. Beiſpiele: Koordinaten von Lacroix (Coordonnés intrinsèques): ebene Kurve gegeben durch Beziehung zwiſchen Bogenlänge und Krümmungsradius [17]. Koordinaten von Gergonne: ebene Kurve gegeben durch Beziehung zwiſchen den Krümmungsradien der Kurve und ihrer Evolute [16]. Hoppeſche Koordinaten: Raumkurve gegeben durch die Beziehung zwiſchen Krümmungs- und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Torſionsradius. Eine vermittelnde Stellung zwiſchen beiden Prinzipien nimmt das Koordinatenſyſtem von Sacchi ein: eine ebene Kurve wird beſtimmt durch die Beziehung zwiſchen dem Lot p von einem feſten Punkt O auf eine Tangente t und dem Radiusvektor r, d. h. der Entfernung von O vom Berührungspunkt der Tangente t [5].

Literatur: [1] Salmon, G., Analytiſche Geometrie der Kegelſchnitte, deutſch von Fiedler, 5. Aufl., Leipzig 1887, 1. Teil, 4. Kap. — [2] Derſ., Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, 3. Aufl., Leipzig 1879, 1. Teil, 1. und 3. Kap. — [3] Baltzer, H. R., Analytiſche Geometrie, Leipzig 1882. — [4] Lamé, Leçons sur les coordonnées curvilignes et leurs diverses applications, Paris 1859. — [5] Sacchi, Sulla geometria analitica delle linee piane, Pavia 1854. — [6] Schwering, Theorie und Anwendung der Linienkoordinaten in der analytiſchen Geometrie der Ebene, Leipzig 1884. — [7] d'Ocagne, Coordonnées parallèles et axiales, Paris 1885. — [8] Papelier, Leçons sur les coordonnées tangentielles, 1 und 2, Paris 1894/95. — [9] Möbius, Der baryzentriſche Kalkül, Leipzig 1827. — [10] Grunert, Analytiſche Geometrie der Ebene und des Raumes für polare Koordinatenſyſteme, Greifswald 1857. — [11] Plücker, Neue Geometrie des Raumes, gegründet auf die Betrachtung der geraden Linie als Raumelement, herausgegeben von Klein, Leipzig 1868/69. — [12] Graßmann, Die lineare Ausdehnungslehre, Leipzig 1844. — [13] Baer, Paraboliſche Koordinaten, Progr., Frankfurt a. O. 1888. — [14] Aouſt, Théorie des coordonnés curvilignes quelconques I—III, Paris 1864/68. — [15] Darboux, Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes I, Paris 1898. — [16] Eggers, H., Ueber die Beſtimmung von Kurven durch ein Syſtem zwiſchen dem Krümmungsradius und dem ihrer Evolute, Norden 1882. — [17] Cefàro, E., Vorleſungen über natürliche Geometrie, deutſch von Kowalewski, Leipzig 1901.

Wölffing.

Koordinaten, Koordinatenſyſteme, geodätiſche, Koordinatenumwandlung. Zur Beſtimmung der gegenſeitigen Lage von Punkten auf der mathematiſchen Erdoberfläche (ſ. Geodäſie) dienen zunächſt die Polarkoordinaten. Dieſe ſind der kürzeſte Erdbogen s zwiſchen zwei Punkten und der Richtungswinkel n, den dieſer Bogen mit einer beſtimmten, als Ausgang dienenden Richtung einſchließt. Auf der Kugel iſt s ein Großkreisbogen. Iſt die Anfangsrichtung ein Meridian, ſo wird der Richtungswinkel zum Azimut α. In trigonometriſchen Netzen werden die Polarkoordinaten s und n nur als Ausdruck für die gegenſeitige Lage benachbarter Punkte verwendet, nicht aber zur Lagebeſtimmung beliebiger Punkte gegen einen einzigen Ausgangspunkt. Wenn zahlreiche Punktbeſtimmungen durch Triangulierung (ſ. d.) auf großen Gebieten vorgenommen werden, ſo werden die Punktorte in geographiſchen Koordinaten, der Breite oder Polhöhe φ und der Länge λ, ausgedrückt, ebenſo wie bei den aſtronomiſch ausgeführten abſoluten Ortsbeſtimmungen (ſ. Geographiſche Ortsbeſtimmung und Geographiſche Koordinaten). Die geodätiſchen Koordinaten φ und λ werden aus der Triangulation unter Zugrundelegung der ellipſoidiſchen Erdfigur nach den Polarkoordinaten berechnet. Sie werden bezogen auf einen aſtronomiſch orientierten Ausgangspunkt, der in der Regel in der Mitte des zu vermeſſenden Gebietes liegt (ſ. Geodätiſche Uebertragung und Triangulierung). Die Koordinaten φ und λ können nun wohl für die Darſtellung der trigonometriſchen Ergebniſſe einer umfangreichen Landesvermeſſung gebraucht und auch unmittelbar in die als Gradabteilungskarten (ſ. d.) behandelten topographiſchen Karten (ſ. Topographie) eingetragen werden. Sie eignen ſich aber nicht für die Zwecke der Spezialvermeſſungen. Dieſe erfordern einfachere Beziehungen zwiſchen den Meſſungen und Punktbeſtimmungen und auch einfachere Rechnungsverfahren, als mit den geographiſchen Koordinaten verbunden ſind. Die Punkte werden beſtimmt durch rechtwinklige Koordinaten in Koordinatenſyſtemen. Das Koordinatenſyſtem wird gewonnen durch zwei auf der mathematiſchen Erdoberfläche ſich rechtwinklig ſchneidende Richtungen, die Abſziſſenachſe und die Ordinatenachſe. Beide bilden das Achſenkreuz, welches das Syſtem in vier Quadranten zerlegt. Der Schnittpunkt der Achſen heißt Koordinatenurſprung oder Nullpunkt. Die Ordinate y eines Punktes iſt der rechtwinklige Abſtand desſelben von der Abſziſſenachſe, und die Abſziſſe x iſt der auf ihrer Achſe gemeſſene Abſtand des Ordinatenfußpunktes vom Nullpunkte. Beide Achſen haben einen poſitiven und einen negativen Zweig. In der Regel zählen die Quadranten und Richtungen von dem poſitiven Zweige der Abſziſſenachſe aus in rechtsläufigem Sinne. Dementſprechend wird der rechts von der Abſziſſenachſe liegende Zweig der Ordinatenachſe poſitiv genommen. Die Vorzeichen der Koordinaten in den einzelnen Quadranten richten ſich nach den Vorzeichen der Achſenzweige. Unter der Vorausſetzung einer ebenen Vermeſſungsfläche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entſprechen die Koordinaten unmittelbar den rechtwinklig-ebenen Koordinaten der analytiſchen Geometrie. Bei Rückſichtnahme auf die Krümmung der Erdoberfläche hat man auf der Kugel rechtwinklig-ſphäriſche und auf dem Ellipſoid rechtwinklig-ſphäroidiſche Koordinaten.

1. **Rechtwinklig-ebene Koordinaten.** Durch Fig. 1 und die Formeln 1 werden die Beziehungen zwiſchen den Punktkoordinaten $y_1\,x_1$, $y_2\,x_2$ und den Polarkoordinaten s und n_1 oder n_2 ausgedrückt.

$$y_2 - y_1 = s \sin n_1\,;\quad x_2 - x_1 = s \cos n_1\,;\quad s = \sqrt{(y_2-y_1)^2 + (x_2-x_1)^2}\,;\quad n_1 = \operatorname{arc\,tg}\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}\Bigg\}\ 1.$$
$$n_2 = n_1 \pm 180^0.$$

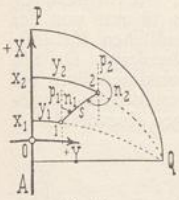


Fig. 2.

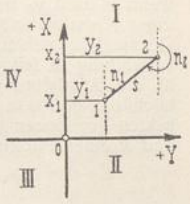


Fig. 1.

Die an ſich willkürliche Lage der Hauptricht- oder Abſziſſenachſe wird bei Kleinmeſſungen in paſſender Weiſe angeordnet. Als Abſziſſenachſe kann z. B. eine Hauptmeſſungslinie gewählt werden, die ſo verläuft, daß alle Punkte im erſten Quadranten liegen, daß alſo alle Koordinaten poſitiv ſind. Zur Vermeidung von Subtraktionen werden die negativen Koordinaten und Koordinatenunterſchiede vielfach als dekadiſche Ergänzungen geſchrieben [3], [4] und [16]. Bei trigonometriſchen und polygonometriſchen Punktbeſtimmungen auf eng begrenzten Gebieten kann in gleicher Weiſe wie bei der Linienmeſſung eine beliebige Linie, welche mit einer Dreiecks- oder Polygonſeite zuſammenfällt oder mit ihr einen beſtimmten Winkel einſchließt, angenommen werden.

2. **Rechtwinklig-ſphäriſche und ſphäroidiſche Koordinaten.** Wenn es ſich um ausgedehnte Vermeſſungen handelt, wie z. B. bei den Kataſtervermeſſungen, ſo tritt einerſeits die Notwendigkeit hervor, Rückſicht auf die Krümmung der mathematiſchen Erdoberfläche zu nehmen, den Zuſammenhang zwiſchen den der Natur der Sache nach getrennt und unabhängig voneinander vorzunehmenden Spezialvermeſſungen zu wahren und jedem Meſſungspunkte auf der mathematiſchen Erdoberfläche die ihm in Vergleich zu andern Punkten zukommende Lage zu geben. Anderſeits iſt es nötig, das Rechnungsverfahren bequem und einfach zu geſtalten. Dazu iſt neben einer einheitlichen, das ganze Staatsgebiet überziehenden Triangulation die Anordnung von Koordinatenſyſtemen erforderlich, deren Lage auf der mathematiſchen Erdoberfläche beſtimmt definiert iſt. Die Koordinatenſyſteme müſſen eine gewiſſe örtliche Begrenzung haben, da eine ebene zeichneriſche Darſtellung der Koordinaten in Frage kommt (ſ. unten) und eine Berückſichtigung der Erdkrümmung bei den Rechnungsverfahren der Kleinmeſſung in der Regel nicht nötig ſein ſoll. Dieſe Anforderungen erfüllen die rechtwinklig-ſphäriſchen und ſphäroidiſchen Koordinaten. Das Prinzip derſelben ergibt ſich aus Fig. 2. Der Koordinatennullpunkt 0 kann auf der mathematiſchen Erdoberfläche beliebig angenommen werden oder z. B. mit einem Meſſungspunkte identiſch ſein. $A\,P$ iſt die Hauptrichtachſe des Syſtems. Sie fällt mit dem Meridian des Nullpunktes zuſammen. Durch dieſe Beſtimmung iſt das Syſtem auf der mathematiſchen Erdoberfläche orientiert und iſt eine einfache Beziehung zu den geographiſchen Koordinaten φ und λ gegeben. Die Abſziſſen der Punkte 1 und 2 ſind die Meridianbögen x_1 und x_2, gerechnet vom Nullpunkte bis zu den Fußpunkten der Ordinaten y_1 und y_2, welche durch die rechtwinklig zu $A\,P$ ſtehenden Querſchnittbögen gebildet werden. s iſt der Erdbogen zwiſchen 1 und 2; $1\,p_1$ und $2\,p_2$ ſind Parallelen zum Meridian $A\,P$; n_1 und n_2 ſind die Richtungswinkel, welche der Erdbogen s mit den poſitiven Zweigen dieſer Parallelen einſchließt. Die Richtungswinkel werden bei der preußiſchen Kataſterverwaltung Neigungen [3] genannt. Die Formeln 2 für die Kugel entſprechen den Formeln 1 für die Ebene. Sie ſind für Rechnungen in allen Gebieten, die praktiſch in Frage kommen, genügend genau. R iſt der mittlere Erdkrümmungsradius und ϱ iſt die Reduktionskonſtante von Grad- auf Bogenmaß

$$\left.\begin{aligned}
y_2 - y_1 &= s \sin n_1 - \frac{y_1\, s^2 \cos^2 n_1}{2R^2} - \frac{s^3 \sin n_1 \cos^2 n_1}{6R^2}\,;\\
x_2 - x_1 &= s \cos n_1 + \frac{y_2^2\, s \cos n_1}{2R^2} - \frac{s^3 \sin^2 n_1 \cos n_1}{6R^2}\,;\\
s &= \sqrt{(y_2-y_1)^2 + (x_2-x_1)^2}\left(1 - \frac{y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2}{6R^2}\cos^2 n_1\right);\\
n_1 &= \operatorname{arc\,tg}\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} + \frac{\varrho}{6R^2}(2y_1 + y_2)(x_2 - x_1) + \frac{\varrho}{6R^2}(y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2)\sin n_1 \cos n_1\,;\\
n_2 &= n_1 \pm 180^0 - y_1\, s \cos n_1 \frac{\varrho}{R^2} - s^2 \sin n_1 \cos n_1 \frac{\varrho}{2R^2}.
\end{aligned}\right\}\ 2.$$

Die beiden Zuſatzglieder der letzten Formel bezeichnen die Größe der Ordinatenkonvergenz. Dieſe iſt der Unterſchied der Richtungen der beiden Ordinatenbögen in den Punkten 1 und 2. Die Vergleichung der Formeln 2 und 1 läßt die ſphäriſchen Zuſatzglieder erkennen, welche durch die Berückſichtigung der Erdkrümmung erforderlich werden. Sie zeigt ferner, daß die ſphäriſche Rechnung einfach durch die ebene Rechnung erſetzt werden kann, wenn die Zuſatzglieder praktiſch nicht in Betracht kommen. Die Zuſatzglieder ſind im allgemeinen unabhängig von der Abſziſſe x, dagegen abhängig von y, n und s. Die Entſcheidung über die Vernachläſſigung hängt ab von der Genauigkeit, mit welcher die wahren Punktabſtände und Richtungswinkel durch die Rechnung zum Ausdruck gebracht werden ſollen. Schemata und Tabellen, die ſich für die Ausführung der Rechnungen eignen, ſind in [1] und [3]—[5] enthalten. Wegen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Rechnens auf der Rechenmaſchine, hauptſächlich mit ebenen Koordinaten, ſ. [16]. Im Sinne der Kartenprojektion (ſ. d.) kann man die ebene Abbildung ſphäriſcher Koordinaten als eine Zeichnung auf einem Zylindermantel auffaſſen, welcher der gekrümmten Erdoberfläche längs des Nullpunktmeridians als Kartenmittellinie umſchrieben iſt, und auf den die Ordinaten von dieſer Kartenmittellinie aus in ihren wahren Längen aufgetragen ſind. Die mittabſtandstreue Abbildung der Ordinaten nennt Jordan kongruente Abbildung [1]. Da die Ordinaten auf der gekrümmten Erdoberfläche zum Querſchnittspole Q konvergieren, findet eine Verzerrung der Abſziſſenunterſchiede zwiſchen den parallelen ebenen Ordinaten ſtatt. Dadurch entſteht auch eine Verzerrung der Verbindungslinien der Punkte. Dieſe Verzerrung iſt $v = 1 + \frac{y^2 \cos^2 n}{2 R^2}$, wenn y_1 und y_2 näherungsweiſe gleich geſetzt und mit y bezeichnet werden. Die Ausdehnung eines Koordinatenſyſtems öſtlich und weſtlich vom Meridian des Nullpunktes iſt nun von der Genauigkeit abhängig, die eine Kartenprojektion haben ſoll. Bei der preußiſchen Kataſterverwaltung iſt feſtgeſetzt, daß die Verzerrung den Wert von 1 : 20000 nicht überſteigt. Danach iſt die Ausdehnung der Koordinatenſyſteme nach beiden Seiten des Nullpunktmeridians auf höchſtens 60000 m bemeſſen. Die Beziehungen zwiſchen den in den trigonometriſchen Hauptnetzen gegebenen geographiſchen Koordinaten φ und λ und den rechtwinkligen Koordinaten y und x eines Punktes ſind überſichtlich ausgedrückt durch die Formeln 3.

$$\left.\begin{aligned} \varphi_f &= \varphi_0 + x \frac{\varrho}{Rm}; \qquad \varphi = \varphi_f - \frac{\varrho^2}{Rn^2} \frac{Rn}{Rm\, 2\varrho} y^2 \operatorname{tg} \varphi_f; \\ \lambda &= \lambda_0 + \frac{\varrho}{Rn} \frac{y}{\cos \varphi_f} \left(1 - \frac{\varrho^2}{Rn^2} \frac{y^2}{3\varrho^2} \operatorname{tg}^2 \varphi_f\right) \end{aligned}\right\}$$

oder für die Berechnung mit ſiebenſtelligen Logarithmen

$$\left.\begin{aligned} \log(\lambda - \lambda_0) &= \log\left(\frac{\varrho}{Rn} \frac{y}{\cos \varphi_f}\right) - \frac{\varrho^2}{Rn^2} y^2 \frac{10^7 M}{3\varrho^2} \operatorname{tg}^2 \varphi_f; \\ \Delta\alpha &= \frac{\varrho}{Rn} y \operatorname{tg} \varphi_f - \frac{\varrho^3}{Rn^3} \frac{y^3}{6\varrho^2} \operatorname{tg} \varphi_f (1 + 2 \operatorname{tg}^2 \varphi_f); \end{aligned}\right\}$$

und umgekehrt

$$\left.\begin{aligned} x &= (\varphi_f - \varphi_0) \frac{Rm}{\varrho}; \qquad \varphi_f = \varphi + \frac{Rn}{Rm\, 2\varrho} (\lambda - \lambda_0)^2 \sin \varphi \cos \varphi; \\ y &= \frac{Rn}{\varrho} (\lambda - \lambda_0) \cos \varphi \left(1 - \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{6\varrho^2} \sin^2 \varphi\right) \end{aligned}\right\} 3.$$

oder für die Berechnung mit ſiebenſtelligen Logarithmen

$$\left.\begin{aligned} \log y &= \log\left(\frac{Rn}{\varrho} (\lambda - \lambda_0) \cos \varphi\right) - \frac{10^7 M}{6\varrho^2} (\lambda - \lambda_0)^2 \sin^2 \varphi; \\ \Delta\alpha &= (\lambda - \lambda_0) \sin \varphi + \frac{(\lambda - \lambda_0)^3}{3\varrho^2} \sin \varphi \cos^2 \varphi. \end{aligned}\right\}$$

Darin bedeuten φ_0, λ_0 die geographiſchen Koordinaten des Nullpunktes, φ_f die Polhöhe des Ordinatenfußpunktes, Rm den Krümmungsradius des Meridians in der Mittelbreite der Abſziſſe, Rn den Krümmungsradius des Querſchnittbogens, M Modul der gemeinen Logarithmen, $\Delta\alpha$ die Meridiankonvergenz, d. i. den Winkel zwiſchen dem Meridian und der Richtung der Abſziſſenachſe in dem Punkte, für den die Koordinaten gelten, oder das wahre Azimut dieſer Richtung. Die Logarithmen der Werte, in denen Rm und Rn vorkommen, ſind bequem aus [13]—[15] zu entnehmen. Hierin ſind bezeichnet $\frac{\varrho}{Rm}$ mit (1), $\frac{\varrho}{Rn}$ mit (2) und $\frac{Rn}{Rm\, 2\varrho}$ mit (3). In [13] ſind Tafeln enthalten für die Polhöhen 47—57°, in [14] für 17—29° und in [15] für 0—13°. Alle Formeln ſind für die praktiſch in Betracht kommenden Umformungen hinreichend genau. Weiteres hierüber ſ. [1]—[7]. Die Methode der Punktbeſtimmung durch rechtwinklige Koordinaten auf der gekrümmten Erdoberfläche iſt durch franzöſiſche Geodäten nach Deutſchland gebracht und hier zuerſt in heutigem Sinne rationell entwickelt und angewendet worden durch Soldner im Anfang des 19. Jahrhunderts bei der bayriſchen Landesvermeſſung. Die ſphäriſchen Koordinaten werden daher auch Soldnerſche Koordinaten genannt. Die Formeln ſind weiterentwickelt durch Bohnenberger [6] und in neuerer Zeit beſonders durch Jordan [1]. Nach dem Vorgange Bayerns ſind rechtwinklig-ſphäriſche Koordinaten faſt allgemein bei den Kataſtervermeſſungen eingeführt worden. Eine Ueberſicht über die verſchiedenen Koordinatenſyſteme in Deutſchland gibt [1], in Preußen [3].

3. **Konforme rechtwinklige Koordinaten.** Bei der hannoverſchen Landesvermeſſung hat C. F. Gauß das Prinzip der konformen Abbildung zuerſt auf die geodätiſche Punktbeſtimmung übertragen. Dieſes Prinzip, das vorher ſchon Mercator und Lambert bei Kartenprojektionen (ſ. d.) angewendet hatten, wurde von Gauß in [8] allgemein entwickelt. Es führt die Bedingung der Aehnlichkeit zwiſchen den Figuren auf der gekrümmten Erdoberfläche und ihren ebenen Projektionen ein. Wenn bei der Abbildung eines Kugelflächenſtückes auf der Ebene wieder der Meridian des Nullpunktes als Abſziſſenachſe oder als Kartenmittellinie eines umhüllenden Zylindermantels angenommen wird, ſo erſcheinen die Abſziſſen ξ ebenſo wie in dem Soldnerſchen Syſtem; die ebenen Ordinaten η werden dagegen im Vergleich zu den natürlichen, ſphäriſchen Ordinaten um Beträge abgeändert, die von der Größe der Ordinate und von der Erdkrümmung abhängen. Die Erdbögen s bilden ſich zwiſchen den projizierten Punkten als ſchwachgekrümmte Linien ab, deren Richtungswinkel den ſphäriſchen Richtungswinkeln n gleich ſind und von den Richtungswinkeln n der geraden Verbindungslinie $\bar{s}$ nur um geringe Beträge abweichen. Mit den konformen Koordinaten $\xi\eta$ wird gerechnet nach den Formeln 1. wie mit ebenen Koordinaten. Den Uebergang von der Kugel auf die Ebene vermitteln die Formeln 4.:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$$\left.\begin{aligned} &\mathfrak{x}=x;\quad \mathfrak{y}=y+\frac{y^3}{6R^2};\quad s=\sqrt{(\mathfrak{y}_2-\mathfrak{y}_1)^2+(x_2-x_1)^2}\left(1-\frac{\mathfrak{y}_1{}^2+\mathfrak{y}_1\mathfrak{y}_2+\mathfrak{y}_2{}^2}{6R^2}\right)\\ &\text{oder für die Berechnung mit ſiebenſtelligen Logarithmen}\\ &\log s=\log\mathfrak{s}-\frac{10^7M}{8R^2}(\mathfrak{y}_1+\mathfrak{y}_2)^2-\frac{10^7M}{24R^2}(\mathfrak{y}_2-\mathfrak{y}_1)^2;\\ &n_1=\operatorname{arc\,tg}\frac{\mathfrak{y}_2-\mathfrak{y}_1}{x_2-x_1}+\frac{\varrho}{6R^2}(2\mathfrak{y}_1+\mathfrak{y}_2)(x_2-x_1)^2. \end{aligned}\right\}\ 4.$$

Die Vergleichung des Zuſatzgliedes für die Strecke mit demjenigen der Soldnerſchen Rechnung zeigt, daß bei den Gaußſchen Koordinaten der Faktor $\cos^2 n$ in der Streckenformel nicht vorhanden iſt. Nach dem Prinzip der konformen Abbildung iſt die Streckenverzerrung nach allen Richtungen dieſelbe und gleich dem Höchſtbetrage der Verzerrung bei den Soldnerſchen Koordinaten für $n=0$. Wird das Zuſatzglied nicht berückſichtigt, ſo iſt die mittlere Streckenverzerrung bei den Gaußſchen Koordinaten größer. Soll das Glied aber berückſichtigt werden, ſo iſt dies wegen der Unabhängigkeit vom Richtungswinkel einfacher als bei den Soldnerſchen Koordinaten. Wenn die Strecken oder die Koordinatenunterſchiede klein ſind, ſo iſt das Zuſatzglied örtlich konſtant. Eine Vergleichung der Zuſatzglieder für die Richtungswinkel ergibt, daß das erſte Glied bei beiden Arten von Koordinaten gleich iſt und daß das zweite bei den ſphäriſchen Koordinaten von y^2 abhängige Glied bei den konformen nicht vorkommt. Das erſte Glied iſt nun überhaupt nur gering, weshalb eine Vernachläſſigung der Richtungsreduktion bei den konformen Koordinaten verhältnismäßig belanglos iſt. Für die Beziehungen zwiſchen den geographiſchen und konformen Koordinaten gelten Ausdrücke, die den Formeln 3. ähnlich ſind. Weiteres hierzu ſ. [1], [2] und [9]—[15]. Die Theorie der Gaußſchen Koordinaten iſt zuerſt von Schreiber dargeſtellt [9] und ſpäter in die Berechnungen der preußiſchen Landesaufnahme eingeführt worden [10]—[12]. Die preußiſche Landesaufnahme bedient ſich einer konformen Doppelprojektion, durch welche die trigonometriſchen Punkte zunächſt vom Ellipſoid auf eine dieſem ſich anſchmiegende Kugel, die Gaußſche Kugel mit mittlerem Krümmungshalbmeſſer, und danach von der Kugel auf die Ebene übertragen werden. Durch dieſe zweimalige Projektion wird der Vorteil erzielt, daß die Methode unter Benutzung einfacher Formeln auf das ganze Staatsgebiet ausgedehnt werden kann und daß ihre erſte Stufe nur für Haupttriangulationen angewendet zu werden braucht, da die Unterſchiede zwiſchen den Entfernungen und Richtungen auf dem Ellipſoid und der Kugel nur klein ſind. Für Triangulationen zweiter und dritter Ordnung iſt in der Regel nur eine Projektion von der Kugel auf die Ebene erforderlich. Auf der ebenen Projektionsfläche werden die Punkte durch konforme rechtwinklige Koordinaten dargeſtellt. Dieſe werden aber nur für die Berechnungen, nicht auch für die Zwecke der Spezialvermeſſung benutzt. Bei der erheblichen Ausdehnung des Staatsgebietes können die wahren Punktentfernungen wegen der Verzerrung im allgemeinen nicht unmittelbar aus dieſen konformen rechtwinkligen Koordinaten nach den ebenen Berechnungsformeln hergeleitet werden. Es ſind bei der Herleitung die beſonderen Beziehungen der wahren Entfernungen zu den Punktabſtänden der Projektion zu berückſichtigen; ſ. den Ausdruck für $\log s$ in den Formeln 4, der allerdings hier nur für Ordinaten bis zu einer Länge von etwa 200 km ſcharfe Werte gibt. Weiteres ſ. [1], [2] und [9]—[15]. Die Vorzüge der konformen Koordinaten ſind von Jordan beſonders hervorgehoben worden. Es wurde von ihm auch die Einführung dieſer Koordinaten in die Spezialvermeſſungen empfohlen. Zurzeit iſt das Prinzip der Gaußſchen konformen Koordinaten nur bei der Spezialvermeſſung von Mecklenburg in Gebrauch. Dieſes Prinzip iſt mit Rückſicht auf die geographiſche Lage des Landes angewendet auf einen Kegelmantel (ſ. Kartenprojektion), der den Mittelparallel des Landes berührt. Die Projektion iſt von Pafchen eingeführt und von Jordan für die Spezialvermeſſung unter Weiterentwicklung der Formeln bearbeitet worden; ſ. [1] und [17]. Wenn die Hauptausdehnung kleiner Staaten, bei denen die Anordnung einer einzigen ebenen Berechnungsfläche für die Spezialvermeſſung techniſch noch möglich iſt, nicht in der Meridianrichtung, ſondern quer hierzu liegt, ſo kann in gleicher Weiſe wie bei der Kartenprojektion als Hauptrichtachſe des Koordinatenſyſtems der Querſchnitt in Frage kommen. Dann wird ein Berührungszylinder der gekrümmten Erdoberfläche im Querſchnittsbogen umſchrieben. Im Sinne der Kartenprojektion entſteht dadurch eine ſchiefachſige Zylinderabbildung mit einem querachſigen Koordinatenſyſtem. In [18] iſt die Einführung eines ſolchen Syſtems in die ſchweizeriſche Landesvermeſſung vorgeſchlagen. Weiteres ſ. in [1] und [19]. Schiefachſige Koordinatenſyſteme, deren Hauptrichtachſen erheblich von der Meridian- oder der Querrichtung abweichen, ſind wegen der verwickelten Beziehungen zu den geographiſchen Koordinaten für den geodätiſchen Gebrauch nicht geeignet.

4. **Koordinatenumwandlung.** Sowohl bei den Kleinmeſſungen, deren Richtachſen irgendwelche Meſſungslinien ſind, als auch in geodätiſchen Koordinatenſyſtemen, hier beſonders an ihren Grenzen, tritt häufig die Aufgabe der Umwandlung von rechtwinklig-ebenen Koordinaten aus einem Syſtem in ein andres auf. Wenn mit $\mathfrak{y}\,\mathfrak{x}$ die Koordinaten des Syſtems A, mit $y\,x$ diejenigen von B, mit $y_0\,x_0$ die des Nullpunktes von A in B, mit δ der Richtungswinkel der $\mathfrak{x}$-Achſe des Syſtems A in B bezeichnet wird, ſo hat man die allgemeinen Umwandlungsformel:

$$y=y_0+\mathfrak{y}\cos\delta+\mathfrak{x}\sin\delta;\qquad x=x_0+\mathfrak{x}\cos\delta-\mathfrak{y}\sin\delta. \qquad 5.$$

Hat der Richtungswinkel δ nur einen kleinen Wert wie bei benachbarten geodätiſchen Syſtemen, ſo ergibt ſich für die zugweiſe Umwandlung von Koordinatenunterſchieden Δy, Δx und $\Delta\mathfrak{y}$, $\Delta\mathfrak{x}$ benachbarter Punkte zwiſchen den Koordinaten der Endpunkte p und q des Rechnungszuges:

$$\left.\begin{aligned} &\Delta y=\Delta\mathfrak{y}+e\,\Delta\mathfrak{y}+\varepsilon\,\Delta\mathfrak{x};\qquad \Delta x=\Delta\mathfrak{x}+e\,\Delta\mathfrak{x}-\varepsilon\,\Delta\mathfrak{y};\ \text{hierin ſind}\\ &e=\frac{fy\,[\Delta\mathfrak{y}]+fx\,[\Delta\mathfrak{x}]}{[\Delta\mathfrak{y}]^2+[\Delta\mathfrak{x}]^2};\qquad \varepsilon=\frac{fy\,[\Delta\mathfrak{x}]-fx\,[\Delta\mathfrak{y}]}{[\Delta\mathfrak{y}]^2+[\Delta\mathfrak{x}]^2};\\ &fy=(y_p-y_q)-(\mathfrak{y}_p-\mathfrak{y}_q);\qquad fx=(x_p-x_q)-(\mathfrak{x}_p-\mathfrak{x}_q). \end{aligned}\right\}\ 6.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Weiteres f. [1], [3], [4] und [16]. Die Umwandlungsformeln zwiſchen geographiſchen und rechtwinklig-ſphäriſchen ſowie zwiſchen ſphäriſchen und ebenen konformen Koordinaten ſind oben angegeben.

Literatur: [1] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Stuttgart, Bd. 2: Feld- und Landmeſſung, 6. Aufl., 1904; Bd. 3: Landesvermeſſung und Grundaufgaben der Erdmeſſung, 5. Aufl. 1907, beide Bände bearbeitet von Reinhertz. Dieſes Werk gibt die ausführlichſte Auskunft über den Stoff und auch Literaturnachweiſe. — [2] Jordan und Steppes, Das deutſche Vermeſſungsweſen; Bd. 1: Jordan, Höhere Geodäſie und Topographie des Deutſchen Reichs, Stuttgart 1882. — [3] IX. Anweiſung vom 25. Oktober 1881 für die trigonometriſchen und polygonometriſchen Arbeiten, 3. Aufl., Berlin 1903. — [4] Gauß, F. G., Die trigonometriſchen und polygonometriſchen Rechnungen, 3. Aufl., Berlin 1906. — [5] Börſch, Anleitung zur Berechnung der rechtwinkligen ſphäriſchen Koordinaten der Dreieckspunkte, 2. Aufl., Kaſſel 1885. — [6] Bohnenberger, Die Berechnung der trigonometriſchen Vermeſſungen u. ſ. w., 1826, deutſch von Hammer, Stuttgart 1885. — [7] Hegemann, Lehrb. der Landesvermeſſung, Berlin 1906. — [8] Gauß, C. F., Allgemeine Löſung der Aufgabe, die Teile einer gegebenen Fläche auf einer andern gegebenen Fläche ſo abzubilden, daß die Abbildung dem Abgebildeten in den kleinſten Teilen ähnlich wird; Aſtron. Nachr., Altona 1825, bequem zugänglich in Oſtwalds Klaſſikern der exakten Wiſſenſchaften, Nr. 55. — [9] Schreiber, Theorie der Projektionsmethode der hannoverſchen Landesvermeſſung, Hannover 1866. — [10] Derſ., Die konforme Doppelprojektion der trigon. Abteilung der Kgl. preußiſchen Landesaufnahme, Berlin 1897. — [11] Derſ., Zur konformen Doppelprojektion der Kgl. preußiſchen Landesaufnahme, Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen, Stuttgart 1899, S. 491; 1900, S. 257. — [12] v. Schmidt, Die Projektionsmethode der trigonometriſchen Abteilung der Kgl. preußiſchen Landesaufnahme, ebend. 1894, S. 385. — [13] Rechnungsvorſchriften für die trigonometriſche Abteilung der Landesaufnahme erſter, zweiter und dritter Ordnung, Berlin 1878. — [14] Rechnungsvorſchriften für die trigonometriſche Aufnahme der Reichsſchutzgebiete zwiſchen 17° und 29° Südbreite, Berlin 1897. — [15] Rechnungsvorſchriften für die trigonometriſche Aufnahme der Reichsſchutzgebiete, Berlin 1891. — [16] Koll, Geodätiſche Rechnungen mittels der Rechenmaſchine, Halle a. S. 1903. — [17] Großherzoglich mecklenburgiſche Landesvermeſſung, 5. Teil, Schwerin 1895. — [18] Roſenmund, Die Aenderung des Projektionsſyſtems der ſchweizeriſchen Landesvermeſſung, Bern 1903. — [19] Zahlreiche Artikel in Zeitſchr. f. Vermeſſungsw., überſichtlich zuſammengeſtellt im Inhaltsverzeichnis, Jahrg. 1872–1904, S. 116 ff. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Koordinaten am Himmel. Man nennt ſo die Syſteme größter Kreiſe, welche dazu dienen, die Orte der Geſtirne anzugeben; in ähnlicher Weiſe, wie man das für einen Ort der Erde nach geographiſcher Länge und Breite tut.

Im allgemeinen pflegt man von drei ſolchen Koordinatenſyſtemen zu ſprechen, welche ſich je nach der Wahl der Fundamentalebene voneinander unterſcheiden. Das ſind die Syſteme des Horizontes, des Aequators und der Ekliptik.

Erſtes Syſtem. Wählt man, als ſich zunächſt für den Beobachter darbietend, die Ebene des Horizonts (ſ. d.) als Fundamentalebene, ſo werden die Koordinaten ſich darſtellen als größte Kreiſe, die zu dieſer Ebene ſenkrecht ſtehen, die ſogenannten Höhenkreiſe (Vertikalkreiſe, Vertikale) und als zum Horizont parallele kleine Kreiſe, welche die Höhenkreiſe unter gleichen Winkeln ſchneiden. Sämtliche Höhenkreiſe ſchneiden ſich in einer zum Horizont ſenkrechten Linie, welche die Normale am Orte des Beobachters darſtellt. Dieſelbe trifft das Firmament oberhalb des Beobachters im Zenit (Scheitelpunkt), unterhalb des Beobachters im Nadirpunkt. Der ausgezeichnetſte unter den Höhenkreiſen iſt derjenige, welcher auch zugleich durch den Himmelspol geht, das iſt der Meridian des Beobachtungsortes. Den zum Meridian ſenkrecht ſtehenden Höhenkreis nennt man den erſten Vertikal. Die zum Horizont parallelen Kreiſe gleicher Höhe werden auch Almucantarate genannt. In dieſem Koordinatenſyſtem heißen die Beſtimmungsſtücke für den Ort eines Geſtirns Azimut (a) und Höhe (h) oder Zenitdiſtanz (z). Das Azimut iſt der Winkel, welchen der Höhenkreis, der durch das Geſtirn geht, mit dem Meridian einſchließt; man zählt dasſelbe von dem Durchſchnittspunkt des Meridians mit dem Horizont im Süden (dem Südpunkte) aus über Weſten durch Norden nach Oſten, oder wohl auch vom andern Durchſchnittspunkt des Meridians mit dem Horizonte im Norden (dem Nordpunkte) aus über Oſten durch Süden nach Weſten. Die Höhe (h) eines Geſtirns iſt der Winkel, welchen die Richtung nach dem Stern mit ihrer ſenkrechten Projektion auf den Horizont einſchließt; die Zenitdiſtanz (z) dagegen iſt der Winkel zwiſchen der Richtung nach dem Stern und der Normalen am Beobachtungsort; Höhe und Zenitdiſtanz ergänzen ſich zu 90°. Sowohl Höhe als Azimut eines Geſtirns ändern ſich fortwährend und durchlaufen im allgemeinen in 24 Stunden alle für den betreffenden Stern und Beobachtungsort überhaupt möglichen Werte. Die größte Höhe erreicht das Geſtirn in ſeiner oberen Kulmination, d. h. wenn es durch den Meridian geht und ſein Azimut gleich 0 wird, die geringſte Höhe in der unteren Kulmination bei einem Azimut von 180°. Die untere Kulmination eines Geſtirns wird, abgeſehen von der Einwirkung der Refraktion (ſ. d.) oder eventuell der Parallaxe (ſ. d.), nur dann für den Beobachter ſichtbar ſein, wenn der Abſtand des Geſtirns vom Pol nicht größer als die geographiſche Breite iſt (Zirkumpolarſterne). Das Azimut, welches Geſtirne im Oſten und im Weſten bei ihrem Auf- und Untergange erreichen, nennt man ihre Morgen- und Abendweite. Für Zirkumpolarſterne gibt es zwei Höhenkreiſe, welche den Kreis ihrer täglichen Bewegung im Oſten und Weſten tangieren. Die Azimute dieſer Höhenkreiſe nennt man Digreſſionen der betreffenden Geſtirne.

Zweites Syſtem. Wählt man als Grundebene die Ebene des Aequators, ſo werden ſich die Koordinaten darſtellen als größte Kreiſe, die ſenkrecht auf dem Aequator ſtehen, und wiederum als zum Aequator parallele kleine Kreiſe. Die erſteren ſchneiden ſich alle in der Linie, welche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Umdrehungsachse der Erde entspricht und zugleich als Weltachse die beiden Himmelspole miteinander verbindet. Diese größten Kreise nennt man Stundenkreise oder Deklinationskreise, weil auf ihnen der Winkel gezählt wird, den die Richtung nach dem Gestirn mit ihrer senkrechten Projektion auf die Aequatorialebene, die Deklination (δ) eines Gestirns, einschließt. Unter den Stundenkreisen gibt es keinen, der durch eine besondere Lage ausgezeichnet wäre; man muß daher durch Konvention einen aussuchen, den man als den nullten Stundenkreis annehmen will und von dem aus die Winkel gezählt werden sollen, welche die andern durch ein bestimmtes Gestirn gehenden Stundenkreise mit ihm einschließen. Als solchen Stundenkreis hat man denjenigen ausgewählt, welcher durch den Frühlingsanfangspunkt geht, d. h. durch den Punkt, in welchem die Sonne im Frühling von der südlichen Seite des Aequators nach der nördlichen übertritt, also denselben schneidet. Der Winkel, den nun der durch ein bestimmtes Gestirn gehende Stundenkreis mit dem nullten Stundenkreis einschließt und den man auf dem Aequator zu zählen haben wird, heißt die Geradeaufsteigung oder Rektaszension (Ascensio recta) des Gestirns. Die beiden Koordinaten eines Gestirns im Koordinatensystem des Aequators sind also: Deklination (δ) und Rektaszension (α). Die Ergänzung der Deklination zu 90° heißt der Polabstand (p) des Gestirns, man gebraucht diese Bezeichnung häufig bei polnahen Sternen; also $p = 90° - \delta$. Nach den Koordinaten dieses Systems pflegt man gegenwärtig die Orte der Gestirne in Verzeichnissen zusammenzustellen (Sternkataloge) oder auch in Karten einzutragen (Sternatlas, Sternkarten). Manchmal spricht man auch noch von einem zweiten Koordinatensystem auf Grund des Aequators, nämlich in dem Sinne, daß man als Ausgangsstundenkreis den Meridian wählt. Der Meridianebene entsprechen aber im Laufe eines Tages der Reihe nach alle Stundenkreise, man erhält also an Stelle der beständigen Koordinate der Rektaszension eine Veränderliche, die von der Stellung des nullten Stundenkreises zur Meridianebene abhängt. Es tritt dann in diesem System an Stelle der Rektaszension der Stundenwinkel (t), das ist derjenige Winkel, welchen der durch den Stern gehende Stundenkreis zu verschiedenen Zeiten mit der Meridianebene einschließt, sein Maß ist der Bogen auf dem Aequator zwischen Stundenkreis und Meridianebene. Der Stundenwinkel der Sonne ist gleichbedeutend mit der wahren Zeit. Den Stundenwinkel des Frühlingsanfangspunktes nennt man die Sternzeit, denn es wird eine nach Sternzeit regulierte Uhr immer so viel zeigen müssen, als ein Stern, der im gegebenen Moment den Meridian passiert (kulminiert), Rektaszension besitzt. Die Rektaszension der mittleren Sonne (s. Zeit, Zeitzählung) bildet das Maß für die mittlere Ortszeit, es ist daher die Rektaszension der mittleren Sonne gleich der mittleren Ortszeit. Den Stundenwinkel des Frühlingsanfangspunktes im Momente der Kulmination der mittleren Sonne nennt man die Sternzeit im mittleren Mittag. Dieselbe findet sich in den Jahrbüchern von Tag zu Tag angegeben, und man bedarf ihrer bei der Verwandlung von Sternzeit in mittlere Zeit und umgekehrt. Den Unterschied zwischen der mittleren Zeit und der wahren Zeit nennt man die Zeitgleichung. Da die Lage des Frühlingsanfangspunktes mit Bezug auf die Orte der Gestirne keine konstante ist, denn sie unterliegt der Einwirkung der Präzession und Nutation, so werden auch die Rektaszensionen und Deklinationen der Gestirne Veränderungen unterworfen sein, die sich in längeren oder kürzeren Perioden wiederholen (s. Präzession und Nutation).

Drittes System. Die Grundebene dieses Systems ist die Ekliptik oder die Ebene der Erdbahn. Die auf ihr senkrecht stehenden größten Kreise durchschneiden sich alle in der die Ekliptikalpole verbindenden Achse der Ekliptik; man nennt diese Kreise die Breitenkreise. Parallelebenen zur Ekliptik dienen zur Bestimmung der zweiten Koordinate, der Breite (β). Als den nullten Breitenkreis bezeichnet man auch den durch den Frühlingsanfangspunkt gehenden, und man nennt den Winkel zwischen diesem und dem durch einen bestimmten Stern gehenden Breitenkreis die Länge des Gestirnes (λ). Die Breite eines Gestirnes bezeichnet wiederum auch den Winkel zwischen der Richtung nach dem Gestirn und seiner senkrechten Projektion auf die Ebene der Ekliptik. Früher pflegte man auch häufig die Orte der Gestirne nach Länge und Breite in Verzeichnissen anzugeben (z. B. im Almagest von Ptolemäus). Gegenwärtig finden Länge und Breite nur noch in der theoretischen Astronomie, bei Bahnbestimmungen u. s. w. Verwendung, da durch ihre Einführung die Berechnung der Elemente der Bahnen der Planeten und Kometen erleichtert wird; denn diese Elemente werden fast stets mit Bezug auf ihre Lage zur Erdbahn angegeben.

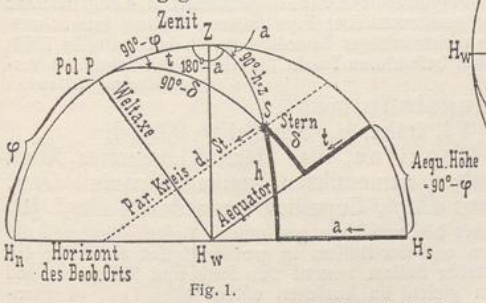


Fig. 1.

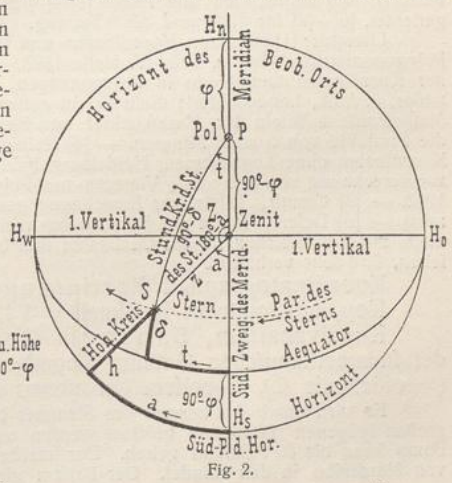


Fig. 2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Für die Rechnungen, die in der ſphäriſchen Aſtronomie vorkommen, ſpielt das Dreieck: Pol—Zenit—Stern (das ſogenannte aſtronomiſche Dreieck) eine große Rolle. In den vorſtehenden Figuren ſind die bei der Erläuterung der beiden erſten Koordinatenſyſteme vorkommenden Stücke zur Darſtellung gebracht. Fig. 1 ſtellt die Projektion der in Betracht kommenden Teile der größten Kreiſe und Parallelkreiſe auf die Meridianebene dar, Fig. 2 die Projektion derſelben auf die Ebene des Horizontes im Beobachtungsort. Die Buchſtaben in den Figuren ſind mit Rückſicht auf das vorſtehend Angeführte eingetragen; es bedeutet Z das Zenit, H_n und H_s Nord- und Südpunkt des Horizontes, P den Pol, S den Ort des Geſtirnes, der Bogen des Meridians (einen Beobachtungspunkt auf der nördlichen Halbkugel der Erde mit der Polhöhe φ vorausgeſetzt) zwiſchen H_n und P iſt dann auch gleich φ, der Bogen zwiſchen H_s und dem Himmelsäquator, die ſogenannte Aequatorhöhe, (gleich der Zenitdiſtanz des Pols) $= 90^0 - \varphi$ gleich der Seite ZP im aſtronomiſchen Dreieck. Die zwei andern Seiten dieſes Dreiecks ſind $PS = 90^0 - \delta$ und $ZS = z = 90^0 - h$; der Winkel gegenüber z iſt der Stundenwinkel t, der gegenüber von $(90^0 - \delta)$ iſt $(180^0 - a)$. Der dritte Winkel des Dreiecks, der in S, iſt der ſogenannte parallaktiſche Winkel, der bei der Verwandlung der Koordinaten und beſonders bei der Berechnung des Einfluſſes von Refraktion und Parallaxe auf Rektaſzenſion und Deklination häufig Verwendung findet. Die ſphäriſche Aſtronomie lehrt mit Hilfe der Formeln und Lehrſätze der ſphäriſchen Trigonometrie bei Kenntnis dreier Stücke in dem aſtronomiſchen Dreieck die übrigen beſtimmen. Es läßt ſich demnach bei bekanntem Stundenwinkel eines Geſtirnes aus deſſen Deklination und der gemeſſenen Zenitdiſtanz die geographiſche Breite des Beobachtungsortes beſtimmen und im andern Sinne aus bekannter geographiſcher Breite und Ort des Geſtirnes nach α, δ und der gemeſſenen Zenitdiſtanz die Zeit. Weiteres darüber findet ſich in den Artikeln über Geographiſche Ortsbeſtimmung, Zeit, Polhöhenbeſtimmung, Schiffsort.

Literatur: Die geſamten hierhergehörigen Fragen finden ſich ausführlich behandelt in den Lehrbüchern der ſphäriſchen Aſtronomie von Brünnow, Chauvenet, Herr und Tinter, Caſpari, Sawitſch u. a. Unter den Sternverzeichniſſen ſeien angeführt diejenigen von Argelander (Stern bis zu 9,5 Größe), der große und genaue Katalog der Aſtronom. Geſellſchaft und die neueſten auf Grund photographiſcher Aufnahmen erhaltenen Kataloge. Für die ſüdliche Halbkugel der Generalkatalog von Gould (Cordoba in Argentinien) und die Kataloge der Kapſternwarte. Alle Sterne bis zu 6,5 Größe ſind enthalten in dem Sternverzeichnis von L. Ambronn, Berlin 1907. Sternkarten gibt es eine große Anzahl, hier ſollen nur diejenigen von Argelander, Heis, Behrmann und Schurig genannt werden; außerdem ſind auch die auf photographiſchem Weg gefundenen Sternpoſitionen ſchon zum Teil kartiert. *Ambronn.*

Koordinatengeſchwindigkeit. Die Koordinaten eines bewegten Punktes ſind Funktionen der Zeit, z. B. $x = f(t)$; die Differentialquotienten dieſer Funktionen nach der Zeit, z. B. $\frac{dx}{dt} = f'(t)$ werden Koordinatengeſchwindigkeiten genannt.

Koordinatenmethode, ſ. Kurvenabſteckung, Stückvermeſſung.

Koordinatentafeln geben unmittelbar die bei trigonometriſchen und polygonometriſchen Rechnungen nach den Formeln $\Delta y = s \sin n$ und $\Delta x = s \cos n$ zu bildenden Koordinatenunterſchiede; s iſt die Strecke und n iſt der Richtungswinkel. Die Tafeln erſetzen alſo die logarithmiſche Berechnung.

Sie liefern die Produkte der Zahlen 1, 2, 3 ... 9 oder 10, 20, 30 ... 90 mit den Sinus und Coſinus der Richtungswinkel von Minute zu Minute. Häufig ſind Interpolationstäfelchen für die Sekunden und Hilfstäfelchen für die Streckendezimalen beigefügt. Die geſuchten Produkte ſind demnach Summen von Einzelprodukten. Einige der gebräuchlichſten Tafeln ſind die unter [1]—[9] angeführten; die Tafeln [1]—[5] ſind nur für die Teilung des Kreiſes in 360^0 eingerichtet, [6]—[9] für 400^0 und 360^0 Teilung.

Literatur: [1] Dittmann, Koordinaten- und Tangententafeln, Würzburg 1866. — [2] Gauß, F. G., Polygonometriſche Tafeln, Tafel V, Halle 1893. — [3] Löwe, Koordinatentafeln zur Berechnung der Koordinatenunterſchiede in Polygonzügen, Liebenwerda 1890. — [4] Gurden, Traverse tables, 3. Aufl., London 1894; dieſe Tafeln geben die Produkte für $s = 1$ bis 100. — [5] Lüling, Mathematiſche Tafeln für Markſcheider und Bergingenieure, Berlin 1898; dieſe Tafeln geben die Produkte von 5 zu 5 Minuten. — [6] Reißig, Tenner, Reutzel, Tafeln zur Berechnung der Koordinaten ohne Logarithmen, Heidelberg 1854. — [7] Ulffers, Praktiſche Anleitung und Tafeln zur Berechnung von Dreiecks-, Vierecks- und Polygonnetzen ohne Logarithmen, 3. Aufl., Koblenz 1862. — [8] Clouth, Tafeln zur Berechnung goniometriſcher Koordinaten, Halle (ohne Jahreszahl). — [9] Defert, Tafeln zur Berechnung rechtwinkliger Koordinaten, 2. Aufl., Berlin 1874; dieſe, mit Hilfstäfelchen für die Dezimalen und beſonderen Tafeln für Winkel mit Sekunden verſehen, ſind ſehr verbreitet. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Koordinatograph, ſ. Kartierungsinſtrument.

Kop, holländiſches Hohlmaß = 1 l, früher $^1/_{32}$ Scheffel = 0,869 l.

Kopaivabalſam, Balſamum Copaivae, der Harzſaft mehrerer Arten der ſüdamerikaniſchen Gattung Copaifera, namentlich Copaifera Jacquinii *Desf.* (= officinalis *L.*), Copaifera Guianensis *Desf.*, Copaifera Langsdorffii *Desf.* [1].

Er wird durch Anſchlagen des Stammes bis zum Kern gewonnen, indem hierdurch die großen lyſigenen Harzräume geöffnet werden und der Balſam in großen Maſſen ausfließt; ein Baum kann bis 50 l Balſam geben. Der meiſte Balſam kommt von Parà und Maranhao und von Maracaibo in den Handel. Der Balſam gleicht im Ausſehen einem fetten Oel, iſt dünn-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

flüſſig wie Terpentinöl, aber auch ſehr dickflüſſig, je nach der Menge von Kopaivaharz, das in dem ätheriſchen Oel gelöſt iſt. Völlig klar, durchſichtig, ſtark lichtbrechend, hellgelb bis bräunlichgelb, von eigentümlichem balſamiſchen Geruch und bitterem, etwas ſcharfem Geſchmack. Spez. Gew. 0,94—1,0; in abſolutem Alkohol vollkommen löslich, mit Erdalkalien (z. B. 1 Teil gebrannte Magneſia mit 8—16 Teilen Kopaivabalſam unter Waſſerzuſatz und Erwärmung) eine allmählich erhärtende Maſſe bildend. Nach Abdeſtillierung des ätheriſchen Oeles bleibt ein feſtes, brüchiges, amorphes, aus mehreren Säuren beſtehendes Harz zurück. Mit kochendem Waſſer läßt ſich ein Bitterſtoff ausziehen. Verfälſchungen mit fetten Oelen ſind ſelten, häufiger dagegen ſolche mit Gurjun (ſ. d.) und mit Kolophonium. (Ueber den Nachweis desſelben ſ. [2] und Bofetti in Naturforſcherverſammlung 1896 [Zeitſchr. des Allg. Oeſterr. Apoth.-Vereins 1896, S. 767]). Von den im Kopaivabalſam enthaltenen Körpern wurden die Kopaivaſäure ($C_{10}H_{32}O_2$), Oxykopaivaſäure ($C_{20}H_{28}O_3$), Metakopaivaſäure ($C_{22}H_{34}O_4$) und eine β-Metakopaivaſäure ($C_{14}H_{20}O_2$) iſoliert [2]. Kopaivabalſam findet in der Lack- und Firnisfabrikation (als Zuſatz, um die Lacküberzüge elaſtiſch zu machen und das Riſſigwerden zu verhindern), in der Papierfabrikation und als Medikament Anwendung; das ätheriſche Oel desſelben wird angeblich zur Verfälſchung andrer koſtbarer ätheriſcher Oele benutzt.

Literatur: [1] Wiesner, Rohſtoffe, 2. Aufl., Leipzig 1900, Bd. 1, S. 231. — [2] Dieterich in Realencyklopädie der Pharm., 2. Aufl., Wien 1904, Bd. 2, S. 530. *T. F. Hanauſek.*

Kopal, Kopalharz iſt die Kollektivbezeichnung für verſchiedene, im allgemeinen ſehr harte, dem Bernſtein im Ausſehen naheſtehende Harze; im engliſchen Handel führen ſie den Namen Anime, womit bei uns nur die weichſten Sorten bezeichnet werden.

Nach ihrem Vorkommen unterſcheidet man fünf Gruppen: I. Oſtafrikaniſche Kopale, von Trachylobium Mossambicense *Klotzsch* ſtammend. — II. Weſtafrikaniſche Kopale, von Guibortia copallifera *Ben.* und von Copaifera Demeusii *Harms* und vielleicht auch Cynometra semiflora *Harms.* — III. Kauri-Kopal von Dammara australis *Don.* aus Neuſeeland und Neukaledonien. — IV. Manilakopal von Dammara orientalis *Lam.* — V. Südamerikaniſche Kopale von Hymenaea Courbaril *L.*, Hymenaea Olfersiana *Hayne,* Hymenaea guianensis *Aubl.,* Hymenaea stilbocarpa *Hayne* [1]—[3]. Im Handel unterſcheidet man die Kopale auch als harte und weiche Sorten. Uebergießt man ein größeres, wenigſtens 500 g betragendes Muſter mit Waſſer von 75—80° und läßt man es einige Zeit mit dem Waſſer in Berührung, ſo wird der weiche Kopal an der Oberfläche milchig trübe und elaſtiſch, ſo daß man mit dem Finger einen Eindruck bewirken kann. Harte Kopale bleiben hierbei völlig unverändert [4]. Die Kopale der drei erſten Gruppen ſind rezentfoſſile Harze, die aus den oberen Erdſchichten ausgegraben werden; Manila- und ſüdamerikaniſche Sorten werden von Rinde und Wurzel der betreffenden Bäume geſammelt.

Beſonders wichtig für die Wertbeurteilung der Kopale iſt die Beſtimmung des Schmelzpunktes: Nach Bamberger und Riedl [1], S. 268, findet man den unteren Schmelzpunkt des feingepulverten Kopal im Anſchütz-Schultzſchen Apparat, den oberen durch vorſichtige Erhitzung im Metallbade; erſterer iſt der wichtigere. Für Manila wurde der erſtere bei 103°, für harten Angola bei 125, für Sanſibar bei 139 und bei 158, für braſilianiſchen bei 77° gefunden.

I. Oſtafrikaniſche Kopale. Zu dieſen gehören der Kopal von Sanſibar, von Moſambik, von Madagaskar, der Inhambane-Kopal von Moſambik und aus dem Nyaſſaland und der Lindikopal aus Deutſchoſtafrika [8]. Sie werden an der Südküſte Afrikas zwiſchen dem 5. und 15.° ſüdlicher Breite und auf Madagaskar gegraben und gelangten früher auf oſtindiſchen Schiffen nach Europa. Daher der Name oſtindiſcher oder Bombay-Kopal. Da ſie ſtets von einer Verwitterungskruſte umhüllt ſind, ſo müſſen ſie geſchält (abgekratzt) oder (mit Soda- oder Pottaſchenlauge) gewaſchen werden. Die große Kopalwäſcherei in Salem in Nordamerika gab zu der Bezeichnung Salem-Kopal Veranlaſſung [2]. Der durch ſeine ausgezeichneten Eigenſchaften am meiſten von allen Sorten geſchätzte Sanſibar-Kopal bildet Körner oder platte, bis 2 dm große Stücke, die vollkommen klar und rein, durchſichtig, weingelb, bernſteingelb bis braunrötlich, faſt ſo hart wie Bernſtein und an der Oberfläche mit dicht nebeneinander ſtehenden Wärzchen beſetzt ſind. Dieſe höchſt charakteriſtiſche Faſſettierung, über welche Wiesner, Berg und Flückiger [5] Aufklärung geben, wird als Gänſehaut bezeichnet. Nur dieſe Art iſt vollſtändig geſchmack- und geruchlos [6]. Dieſer Kopal löſt ſich nur teilweiſe in Aceton, Benzol, Eiseſſig, Chloroform, Petroläther, Toluol, Schwefelkohlenſtoff, Aether und Amylalkohol, reichlich in Miſchungen von Alkohol und Aether, Benzol oder Chloroform, vollſtändig in konzentrierter Schwefelſäure, heißer Salpeterſäure und bei längerer Digeſtion in 96prozentigem Alkohol. Als vorzügliche Löſungsmittel ſind neueſtens das Dichlorhydrin ($C_3H_5Cl_2OH$) und das Epichlorhydrin erkannt worden [7]. In den Produkten der trockenen Deſtillation ſind Milchſäure und ein Kohlenwaſſerſtoff C_7H_{12} enthalten. Das mit Aether und Kalilauge behandelte Rohharz ergibt ein Reinharz, deſſen Löslichkeit viel größer iſt; ferner wurden zwei Säuren, die Trachylolſäure ($C_{56}H_{88}O_8$) und die Iſo-Trachylolſäure, das α-Kopalreſen ($C_{41}H_{68}O_4$) und ein Bitterſtoff daraus abgeſchieden [3]. — Der Moſambik-Kopal iſt meiſt rötlich, weniger klar, mit unregelmäßigen und gröberen Faſſetten verſehen; ähnlich verhält ſich der Madagaskar-Kopal.

II. Weſtafrikaniſche Kopale. Dieſe werden aus einer mergel-, ſand- und lehmhaltigen Bodenſchichte der weſtafrikaniſchen Küſte von 8° nördlicher Breite bis 14° ſüdlicher Breite ausgegraben und nach den Hauptbezirken Benguela, Angola, Kongo, Loango, Gabon, Kamerun, Benin, Akkra, Sierra Leone benannt [2]. Von Benguela kennt man zwei Sorten, weißen und gelben Kopal. Erſterer bildet kleine plattenförmige oder größere wulſtig-knollige Stücke, durchſcheinend, hellgelb, wenig und ſchwer löslich; der gelbe Benguela-Kopal bildet meiſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

größere Platten, hellgelb bis rötlichgelb, in Aether und abſolutem Alkohol aufquellend. — Weißer Angola-Kopal, erbſen-, bohnen- bis fauſtgroße Knollen mit warziger Oberfläche, hellgelb, klar, durchſichtig, ſchwach balſamiſch riechend, in Aether faſt vollſtändig trübe ſich löſend. Roter Angola-Kopal, größere unregelmäßige Stücke, mit warziger Oberfläche, rötlichgelb, in heißem Chloroform löslich. Kongo-Kopal, walnußgroße, unregelmäßige, mit wulſtigen und warzigen Erhöhungen und dazwiſchen befindlichen ſpaltenförmigen Vertiefungen verſehene gelbe Stücke, in kaltem Chloroform trübe löslich. Loango-Kopal, weiße und rote Sorten in Bruchſtücken. Sierra Leone-Kopal, große, unregelmäßige, kugelige Stücke, hellgelb, durchſcheinend, harzglänzend, überkruſtet, in Chloroform gelatinierend. Kieſelkopal von Sierra Leone, bohnen- bis walnußgroße, Kieſelſteinen ähnlich ſehende Stücke, gelb, rötlichgelb, mit weißem Ueberzug verſehen, in Chloroform gelatinierend. Ausführliches darüber in [2] und beſonders in [6]. Kamerun-Kopal, rundlich, knollenförmig, warzig, grünlich bis topasgelb, wertvoll.

III. Der Kauri-Kopal (Kauri-Gum), in Neukaledonien und Neuſeeland im Boden vorkommend, wo Kauriwälder (von Dammara australis, auch Dammara ovata *Moore*) ſtanden, bildet große, bis 50 kg ſchwere Knollen von bräunlicher, gelblicher bis faſt weißer Farbe. Die friſche Bruchfläche hat einen Fettglanz und iſt muſchelig, Geruch und Geſchmack angenehm gewürzhaft. Eine geringe, kreidig ausſehende Sorte heißt Buſh-Gum (*Andés*).

IV. Manila-Kopal, von den Sundainſeln, Philippinen und Molukken kommend, beſteht aus zuſammengefloſſenen, ſtalaktitiſchen Stücken, die nicht gegraben, ſondern von den Bäumen abgenommen werden. Ueberkruſtung fehlt, Farbe trübgelb, Geruch balſamiſch, Geſchmack bitter.

V. Die ſüdamerikaniſchen Kopale ſtammen von noch jetzt lebenden Bäumen ab, ſind viel weicher als die übrigen; die häufigſte Sorte iſt knollenförmig, bouteillengrün, weiß überkruſtet, mit unangenehmem, leimartigem Geruch.

Die reinſten und härteſten Sorten dienen als Surrogate des Bernſteins, alle ſind das Rohmaterial für die ſo außerordentlich wertvollen ſchleifbaren Kopallacke [4]; vgl. a. Kopallacke.

Literatur: [1] Wiesner, J., Die techniſch verwendeten Gummiarten, Harze und Balſame, Erlangen 1869, S. 145 ff. — [2] Derſ., Rohſtoffe u. ſ. w., 2. Aufl., Bd. 1, S. 264. — [3] Stephan, A., Ueber den Sanſibar-Kopal, Inaug.-Diſſ., Bern 1896, daſelbſt auch Zuſammenſtellung der reichhaltigen Literatur; ein Auszug davon auch in Archiv der Pharmacie 1896, B. 234, Heft 7, S. 553. — [4] Weidingers Warenlexikon der chemiſchen Induſtrie und Pharmacie, 2. Aufl., herausg. von T. F. Hanauſek, Leipzig 1897, S. 413. — [5] Flückiger, Zeitſchr. der Pharmacie 1889, Bd. 24, S. 23. — [6] Bottler, M., Zeitſchr. f. Nahrungsmittelunterſuchung, Hygiene und Warenkunde 1892, Nr. 1. — [7] Flemming in Chem. Ztg. 1895, Bd. 19, S. 1550. — [8] Tropenpflanzer 1897, Bd. 1, S. 45.

T. F. Hanauſek.

Kopallacke, mehr oder weniger konſiſtente Flüſſigkeiten von hellweingelber bis dunkelbrauner Farbe, immer transparent, zum Ueberziehen von Gebrauchsgegenſtänden aus irgend einem Material dienend, um denſelben Glanz und Schutz gegen äußere Einflüſſe zu verleihen.

Sie beſtehen aus Kopal, Leinöl oder Leinölfirnis, Terpentinöl und einem Trockenmittel, und ihre Güte iſt abhängig von der Kopalſorte, von der Menge Leinöl oder Leinölfirnis, die ſie enthalten, und von dem Trockenmittel. Je beſſer die Qualität des verwendeten Kopals (je härter derſelbe iſt), je größer die Menge Leinöl oder Leinölfirnis, je ſorgfältiger ſie bereitet und je länger ſie gelagert ſind, um ſo haltbarer, widerſtandsfähiger und hochglänzender ſind dieſelben. Im Handel werden dieſelben verſchieden bezeichnet, und zwar entweder nach den Zwecken, denen ſie dienen ſollen, als Kopallacke für Inneres, für Aeußeres, Innen-, Außen-, Möbel-, Holzlacke u. ſ. w., oder aber als afrikaniſche (aus afrikaniſchen Kopalen), weſtindiſche und oſtindiſche Kopallacke; dieſe beiden letzteren im Handel gebräuchlichen Bezeichnungen ſind durchaus falſch, denn man bezeichnet als weſtindiſche Kopallacke jene Lacke, die aus oſtindiſchen (Manila-, Borneo-, Kauri-)Kopalen, als oſtindiſche Kopallacke jene, die aus oſt- oder weſtafrikaniſchen (Sanſibar-, Madagaskar-, Angola-, Benguela-, Sierra-Leone-, Akkra- u. ſ. w.) Kopalen bereitet werden. Eine einheitliche Klaſſifizierung beſteht nicht und jeder Fabrikant gibt unter anſcheinend gleichen Benennungen ganz verſchieden zuſammengeſetzte Kopallacke; die billigen Kopallacke enthalten vielfach überhaupt keinen Kopal, ſondern ſind aus Kolophonium, gehärtetem Kolophonium oder Lackeſtern hergeſtellt, und es machen ſich vielfach Beſtrebungen geltend, eine Norm aufzuſtellen, dahin gehend, daß die Bezeichnung Kopallacke für alle fetten Lacke gelten ſoll, auch wenn ſie Kopal gar nicht oder nur teilweiſe enthalten. Demgemäß ſind auch die Preiſe außerordentlich verſchieden und ſchwanken zwiſchen 60 und 500—600 ℳ per 100 kg. *Andés.*

Kopeke, ruſſiſche Scheidemünze, urſprünglich aus Silber, ſeit 1655 aus Kupfer, ſeit 1867 aus Bronze (5000 Stück aus 1 Pud) geprägt, 100 auf 1 Silberrubel. Wert je nach dem Kurſe, durchſchnittlich ca. 2 ₰. Ein 5-Kopeken-Stück wiegt 16,352 g. Ein Goldkopeke (als Rechnungsmünze) = 3,24 ₰. *Plato.*

Kopf, 1. Haupt, der vordere Teil an hervorragenden Steinen, Balken, Pfetten, Sparren u. ſ. w., die obere Endung einer Säule; 2. der ſtärkere Teil an Gewölbeſteinen, Keilen und Hammerklingen; 3. der ſchmale Teil an länglichen Quadern oder an Backſteinen; 4. oberſte Ecke eines rheiniſchen Dachſchiefers, durch die ein Nagelloch geſchlagen wird; 5. obere geſchmückte Endung einer Säule oder eines Pfeilers; 6. Anſchlagſeite eines Streichmaßes, einer Reißſchiene u. dergl. Kopf, verlorener, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 363. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kopf, bei den Strecken (s. Baumwollspinnerei) die zur einmaligen Bearbeitung gehörige Abteilung von Walzen.

Es pflegen demnach drei oder vier Köpfe auf der das Obergestell der Maschine bildenden gußeisernen Bank (dem sogenannten Zylinderbaum) vorhanden zu sein. Doch gibt es auch Strecken mit fünf, sechs und acht Köpfen. Bei den Strecken der Kammgarnspinnereien (s. d.) versteht man unter Kopf die Anzahl der Zwischenräume zwischen je zwei Lagerungen vorn an dem Würgelwerke, nicht die Anzahl der Spulen des Spulenwagens. Bei den ersten Igelstrecken entspricht ein Kopf auch meistens einer Spule; bei den Zwischenwürgelstrecken kommen immer zwei Spulen auf einen Kopf, bei den Feinwürgelstrecken (Finisseurs) bilden vier Spulen einen Kopf, so daß es z. B. bei den letzteren heißt: 25 Köpfe 100 Spulen, bei dem ersten 9 Köpfe 9 Spulen. *E. Müller.*

Kopfbänder verbinden eine Stütze mit dem darauf ruhenden Balken; s. Bänder, Bd. 1, S. 454; Bug, Bd. 2, S. 390; Dachstuhl, Bd. 2, S. 514, Abs. 11; Stütze.

Kopfbalken (Kopfholz), s. v. w. Holm (s. d.).

Kopfbrettung, Schablone des Steinhauers für die Kopffläche eines Werksteins (vgl. Abbrettung).

Kopffläche (Kopfseite oder Stirnfläche) eines parallelepipedischen Steines wird die in die Ansichtfläche des Mauerwerks fallende Seitenfläche bei seiner Binderstellung genannt. *L. v. Willmann.*

Kopfhobel, s. Böttcherei, Bd. 2, S. 139.

Kopfkreis (an Zahnrädern) liegt um die Kopfhöhe 0,3 t (oder $t : \pi$) vom Teilkreise entfernt und gibt bei Vollrädern die äußere Umgrenzung, den Raumbedarf an; bei Hohlrädern liegt er innerhalb des Teilkreises. *Lindner.*

Kopfquader, der mit der schmalen Seite nach vorn liegende Stein, s. v. w. Binder oder Strecker.

Kopfschüttung. Bei dieser Art der Anschüttung wird der Damm (s. d.) bei Eisenbahnbauten von der Uebergangsstelle zum Einschnitt in endgültiger Höhe und Breite ausgeführt, indem die Schüttgefäße stets über die Vorderkante des jeweiligen Kopfes ausgeleert werden.

Es bilden sich also Schüttflächen quer zum Damm, die diesem ein weniger festes Gefüge geben als die wagerechten Schichten der Lagenschüttung (s. d.); immerhin ist ein Abrutschen bei gutem Material nicht zu befürchten, da die Bewegungsrichtung der Schichten mit der Dammrichtung zusammenfällt. Bei sehr hohen Dämmen und besonders bei breiten Anschüttungen wird die Kopfschüttung auch stockwerkartig vorgenommen, so daß die einzelnen Lagen in mehreren Rampen hintereinander vorgetrieben werden. Es ist dies gewissermaßen eine Vereinigung der Lagen- und Kopfschüttung. Bodenbeförderung mittels Schiebkarren empfiehlt sich dabei nicht, da wegen der geringen Breite des Kopfes die seitwärts kippenden Karrenreihen keinen genügenden Raum finden. Kippkarren dagegen finden als Vorderkipper fast ausschließlich Verwendung, weil die Karrenbahnen eine dauernd unveränderte Lage erhalten können und nur stetig verlängert zu werden brauchen. Bei Pferdekippkarren ist allerdings ein Wenden notwendig, zu welchem Zweck ein Bohlenboden am Kopf angebracht wird, auf dem fünf bis zehn Mann das Wenden, Kippen und Zurückführen der ankommenden Karren besorgen. Die Verwendung von Schienengleisen ist nur bei Vorderkippern, wie sie namentlich in England gebräuchlich sind, mit Vorteil verbunden, da in diesem Fall mehrere Schienenstränge bis an den Kopf geführt werden können. Bei Seitenkippern sind Drehscheiben notwendig, deren fortwährende Versetzung viel Mühe macht. Stehen bewegliche Sturzgerüste zur Verfügung, so können allerdings auch Seitenkipper benutzt werden. S. a. Bodenbeförderung, Damm (mit Literaturangabe), Erdförderwagen und Gerüstschüttung. *L. v. Willmann.*

Kopfschwelle. Bei Balkenlagen, in welchen nur die Bundbalken durchgehen, während die übrigen Balken als kurze Stiche in einen Brustbalken eingezapft sind, wird zur Sicherung der Stichbalken eine Kopfschwelle darüber hingelegt und mit jedem Stiche verschraubt; dieses Holz wird dann an seinen Enden durch horizontale Schräghölzer gegen Ausweichen nach außen verstrebt. *Weinbrenner.*

Kopfstation, s. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 474 und 486.

Kopfstein, 1. s. v. w. Kragstein; 2. s. v. w. Kopfstück, Kopfziegel, d. h. jedes kurze Stück Stein, wie das Drittel oder Viertel eines quergespaltenen Backsteins oder Ziegels; 3. im Straßenbau ein nur an der Kopffläche regelmäßig bearbeiteter Pflasterstein. *L. v. Willmann.*

Kopfstoß, s. Treppen.

Kopierdruck, nur mittels Buchdrucks ausführbar, dient zur Herstellung von Formularien, deren Druckbild mitsamt dem später Hinzugeschriebenen kopiert werden können muß.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es gelangen eigne Kopierdruckfarben (zumeiſt fabriksmäßig erzeugte, durch Anreiben waſſerlöslicher Anilinfarbſtoffe mit Glyzerin, Gummiarabikum oder Dextrin erhalten) und nur kräftig geleimtes Papier (auf ſchwach geleimten wird durch Einſinken ins Papier die Druckfarbe unwirkſam) zur Anwendung. Die von den ſonſt ausſchließlich mit fetten Bindemitteln angeriebenen Druckfarben Fettrückſtände feſthaltenden Formen und Farbwalzen müſſen durch Waſchen mit Lauge (für die Form) und Spiritus und Waſſer (für die Walzen) erſt für die Kopierfarbe empfänglich gemacht werden. Von den Maſſewalzen (ſ. Walzenmaſſe) ſollen eigne Sätze verwendet werden, weil Kopierdruckfarbe ſie für den Druck mit bunten Farbſtoffen unbrauchbar macht. — Blutende Farben, das ſind mit fettem Firnis angeriebene Druckfarben, welchen ein waſſerlöslicher Farbſtoff zugeſetzt wurde, werden auch zur Erzeugung von Stempelmarken (um eine verſuchte Entfernung von Schrift mit Säuren oder Laugen ſichtbar zu machen, indem der inkorporierte Farbſtoff ausfließt), Bilderbogen (beim Ueberfahren der einzelnen ſchwarz gedruckt erſcheinenden Bildkonturen mit Waſſer führendem Pinſel färbt der ausfließende Farbſtoff die betreffende Partie) und zum ſogenannten Porzellandruck benutzt. Bei dieſem wird der Druckfarbe ſpirituslöslicher Farbſtoff zugeſetzt. Beim Ueberziehen der fertigen Drucke mit Spirituslack läuft der Farbſtoff aus, wodurch das Bild das charakteriſtiſche Ausſehen mancher Porzellanbilder (ausgelaufene Bildränder) erhält. *A. W. Unger.*

Kopieren, das Vervielfältigen von Schriftſtücken und Zeichnungen durch Hand, auf mechaniſchem Wege durch die Kopierpreſſe, auf chemigraphiſchem Wege oder durch Photographie.

Das Kopieren techniſcher Zeichnungen, beſonders geometriſcher Karten, geſchieht durch:

1. Durchſtechen der Meſſungspunkte mit einer feinen Kopiernadel. Das Verfahren liefert die genauſten Kopien, beſchädigt aber leicht das Original. Es wird z. B. angewendet bei Anfertigung ſogenannter Reinkarten und Kartenauszüge nach den Urkarten der Kataſtervermeſſungen.

2. Durchzeichnen auf Pauspapier oder Pausleinwand. Wenn bei großen Kartenblättern Pauspapier verwendet wird, ſo muß die Kopierung wegen der unvermeidlichen kleinen Verzerrungen des Papiers nach erſtmaliger Uebertragung einer Reihe von Haupt- oder Quadratnetzpunkten ſtückweiſe unter Anpaſſung an dieſe Punkte erfolgen.

3. Durchzeichnen auf dem Kopierpult. Dies iſt eine ſtarke Glasplatte, die wie ein Zeichenpult an einer Fenſterbank angebracht iſt. Der obere Teil des Fenſters wird abgeblendet, und das Zimmer wird verdunkelt, ſo daß nur auf die Glasplatte Licht fällt, das noch durch Spiegel verſtärkt werden kann. Dann können die Linien einer Karte ſelbſt durch mäßig ſtarkes Zeichenpapier ſcharf nachgezeichnet werden. Die Verfahren 2. und 3. ermöglichen eine einfache Prüfung der Genauigkeit der Kopie.

4. Abzeichnen mit Hilfe von Quadratnetzen, die in Original und Kopie eingetragen werden. Das Verfahren iſt mühſam und gibt leicht Anlaß zu Fehlern. Durch Vermittlung des Quadratnetzes kann damit aber eine Maßſtabreduktion verbunden werden.

5. Benutzung des Storchſchnabels oder Pantographen (ſ. d.), wobei ebenfalls eine Reduktion erfolgen kann.

6. Lichtpauſeverfahren, ſ. Photographie. Es liefert für manche techniſche Zwecke genügend genaue Kopien.

7. Photographiſche Vervielfältigung, ſ. Photographie.

Die Kopien ſind je nach dem Herſtellungsverfahren mehr oder weniger genau. Eine Vergrößerung iſt für Karten, aus denen genaue Maßzahlen genommen werden ſollen, niemals zuläſſig; ſ. Karte. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kopierfarben, ſ. Buchdruckfarben und Kopierdruck.

Kopiermaſchinen, Vorrichtungen, die zur mechaniſchen Wiedergabe von Körperformen nach Modellen dienen.

Alle derartigen Maſchinen beruhen auf dem Grundgedanken, daß ein beſtimmter Maſchinenteil durch Anlegen an das zu kopierende Modell genau den Formen desſelben entſprechend bewegt wird. Dieſe Bewegung wird auf ein Werkzeug übertragen (in der Regel mittels des Storchſchnabels, ſ. Pantograph), das zwangläufige kongruente (oder ähnliche) Bewegungen ausführt. Kopiermaſchinen finden namentlich in der Holz- und Metallbearbeitung ſehr vielſeitige Verwendung (ſ. Fräsmaſchinen, Bd. 4, S. 173), ferner zur Nachbildung plaſtiſcher Bild- und Kunſtwerke (Statuenkopiermaſchine), in der Stickerei (Heilmannſche Stickmaſchine. ſ. Sticken) u. ſ. w. *E. Müller.*

Kopiernadel, in einen Griff gefaßte ſpitze Nadel zum Durchſtechen (Kopieren) von Zeichnungen und Muſtern; dieſelbe kann entweder mit Hand oder maſchinell bewegt werden (ſ. Schablonenſtechmaſchine). *E. Müller.*

Kopierpapier, alle Sorten Papiere, die zum Kopieren von Zeichnung und Schrift dienen; alſo nicht nur diejenigen, die wir unter dem Namen Pauspapier kennen, ſondern auch alle diejenigen Papiere, die zu einfacher Reproduktion einer mit Bleiſtift oder Tinte ausgeführten Schrift in Verwendung kommen (ſ. Papierſorten). Vgl. a. Photographie. *Kraft.*

Kopierpult, ſ. Kopieren.

Kopierſpiegel, ein von Heuberger-Bayreuth hergeſtellter Apparat, der aus einem Zeichentiſch, einem Planſpiegel und einem Konvexſpiegel beſteht und zur perſpektiviſchen Reproduktion von Bildern dient (D.R.G.M. Nr. 136386).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kopiertintenftifte, auf gewöhnlichem Papier kopierfähige Schrift liefernde Stifte, die, aus Graphit, Teerfarbftoff, arabifchem Gummi und etwas Glyzerin hergeftellt, beim Befeuchten des Papiers u. f. w. tintenähnliche Züge geben. *Andés.*

Kopierverfahren, photographifche, f. Photographie.

Koppel, f. Kurbelmechanismus.

Koppelbalken, f. v. w. Zange (f. Dachftuhl, Bd. 2, S. 514).

Koppeln (Paddocks), f. Geftütanlagen.

Koppelung. Die Verbindung des Erregerkreifes der elektromagnetifchen Wellen mit dem Luftleiter der Stationen für drahtlofe Telegraphie erfolgt entweder durch induktive Uebertragung oder durch direkten Anfchluß des Luftleiters an einen Punkt des Erregerkreifes. Erftere Verbindung nennt man elektrifche, letztere galvanifche Koppelung. *Otto Fentfch.*

Koppen des Getreides, f. Spitzgang, Spitzmafchinen.

Koppmühle, in der Müllerei f. v. w. Spitzgang, namentlich deffen älteftе Form: Mahlgang aus zwei Sandfteinen und mit rauher Auskleidung (Reibeifenblech) der inneren Büttenwandung. Die Steine tragen am Umfange Schlagleiften. Die Körner werden teils zwifchen den (hochgeftellten) Steinen, teils zwifchen Steinumfang und Reibfläche bearbeitet. Wirkung heftig und ungleichmäßig; viel Bruch in den Körnern (vgl. Spitzmafchinen und Spitzgang). *Arndt.*

Koprah (Copra, Copperale), die meift in Stücke gebrochenen oder gefchnittenen trockenen Samenkerne der Kokosnuß, dienen in Auftralien und Polynefien als Nahrungsmittel und kommen in großen Mengen nach Europa, wo fie zur Gewinnung des Kokosnußöles im großen verarbeitet werden; am meiften exportieren Ceylon, die Nikobaren, die Viti-Infeln und Tahiti, ferner die brafilianifche Provinz Bahia. Der Fettgehalt der trockenen Koprah beträgt 66%. Die Preßkuchen dienen als Viehfutter und zur Fälfchung pulveriger Gewürze.

Koprahöl, f. Kokosnußöl. *T. F. Hanauſek.*

Koprolithe (Kotfteine) gehören zu den Phosphorfäuredüngemitteln, ftammen aus dem Kot ausgeftorbener Tiergefchlechter, find daher organifchen Urfprungs wie die Guanos, aber vollftändig verfteinert.

Sie bilden rundliche, hellgefärbte Knollen. Solange andre Phosphate zur Verfügung ftehen, werden die Koprolithe für die Düngerfabrikation nur eine fehr untergeordnete Rolle fpielen, fowohl wegen ihres geringen Gehaltes an Phosphorfäure als vor allem wegen ihres großen Gehaltes an Eifenoxyd, welches bei der Darftellung des Superphosphats (f. Phosphorfäuredünger) aus dem Rohmaterial fehr ftörend ift. *Weitz.*

Koquillenguß, f. Kokillen und Eifengießerei, Bd. 3, S. 362.

Koraline. Die Blattfafern der Iftle oder Ixtle, der wilden Ananas Bromelia silvestris (und vielleicht noch andrer Bromeliaceen), ziemlich fteif und grob, werden zu elaftifchen Stäbchen gefponnen oder geflochten und dienen unter dem Namen Koraline als Fifchbeinfurrogat in der Korfettfabrikation.

Korallenholz, f. Nutzhölzer.

Korallenkalk, f. Kalkftein und Korallenriffe.

Korallenriffe entftehen an den feichten, meift nicht über 30 m tiefen Meeresgebieten der wärmeren Zonen (18—20° C.), alfo vorwiegend in tropifchen Gebieten des Pazififchen, Atlantifchen und Indifchen Ozeans durch Aufeinanderwachfen und -häufen von Hartteilen der riffbildenden Korallen.

Diefe fiedeln fich an geeigneten Stellen in Stöcken an und wachfen nun hier über- und nebeneinander fort, bis nahe an den Meeresfpiegel (bis etwa in 0,5 m Entfernung). Bei hohem Seegang werden die Spitzen der Riffe oft fichtbar. Ueber den Meeresfpiegel hinaus kann das Riff nicht wachfen, da dem Tier die Lebensbedingungen fehlen. Die Riffe wachfen alfo hier in der Breite und bilden nahe dem Meeresfpiegel eine Fläche, auf der fich Refte von Hartteilen anderer Meerestiere anfammeln und aufhäufen. Die durch den Verwefungsprozeß der Tiere entftandene Kohlenfäure löft, an Waffer gebunden, einen Teil des Kalkes der Korallenftöcke wieder auf und fetzt ihn in denjenigen Zwifchenräumen wieder ab, die durch den eingeführten Schlamm der von den Wogen zerriebenen Hartteile noch nicht ausgefüllt find. Auf diefe Weife entfteht vielfach aus dem anfänglich nur aus abgeftorbenen Korallenftöcken beftehenden Riff allmählich der Korallenkalk. Die Korallenriffe find, wenn fie nicht über dem Meeresfpiegel durch Vegetation kenntlich find, ein gefährlicher Feind der Schiffahrt. *Leppla.*

Korallin, f. Rofolfäure.

Korb, im Bergbau, ältere Bezeichnung für Geftell oder Fördergeftell bei der Schachtförderung (f. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Korb, in der Luftſchiffahrt der unter dem Ballon hängende zur Aufnahme von Perſonen und Laſten beſtimmte Behälter.

Derſelbe wurde urſprünglich aus Holz in Schiffsform gezimmert und erhielt danach den Namen Gondel. In England trat ſehr bald an Stelle dieſer unelaſtiſchen und beim Landen am Erdboden leicht zerſchellenden Gondel der aus Weiden und Rohr geflochtene leichte Korb. Der obere Rand des Ballonkorbes wird durch ſtärkeres Rohr oder durch eine Metallrohreinlage beſonders verſtärkt. Die Korbſtricke, mit denen durch Vermittlung des Ballonringes die Verbindung mit dem Netz oder der Anhängevorrichtung am Ballon ſelbſt, die Befeſtigung des Korbes am Ballon geſchieht, werden in den Korb hineingeflochten und laufen unter dem Boden desſelben hindurch. Die Zahl der Korbſtricke richtet ſich nach der Größe des Korbes. Bei den kleinſten Körben ſind es wenigſtens acht. Zur Gewichtserleichterung des Korbes macht man Teile der Wandflächen bei Feſſelballons aus durchbrochenem Geflecht. Bei Freiballons iſt dieſe Erleichterung wegen Sicherung der Inſaſſen bei Schleiffahrten nicht angebracht. *Moedebeck.*

Korbbogen iſt eine aus ſtetig ineinander übergehenden Kreisteilen zuſammengeſetzte Bogenlinie, die gegenüber der Ellipſe und Parabel als Wölblinie für Mauerbögen und Gewölbe den Vorteil beſitzt, daß die ſenkrecht zur Wölblinie zu richtenden Lagerfugen raſcher und leichter genau eingezeichnet werden können. Bei wagerechter Lage der Verbindungslinie der Kämpferpunkte des Bogens muß der Mittelpunkt des den Scheitel enthaltenden Kreisſtückes in der Lotrechten durch den Scheitelpunkt liegen, woraus ſich die Notwendigkeit der Annahme einer ungeraden Anzahl von Mittelpunkten für den Korbbogen ergibt.

Die geringſte Zahl von Mittelpunkten iſt daher drei, und Fig. 1 veranſchaulicht die Konſtruktion für einen Korbbogen aus drei Mittelpunkten bei gegebener Spannweite AB und Pfeilhöhe OC. Ueber der halben Spannweite OB wird das gleichſeitige Dreieck OEB errichtet, $OD = OC$ gemacht und vom Schnittpunkt F der Seite BE mit der Verlängerung von CD

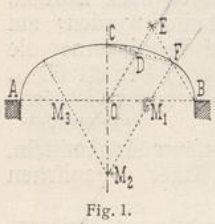


Fig. 1.

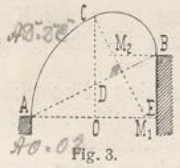


Fig. 3.

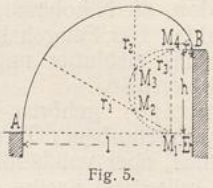


Fig. 5.

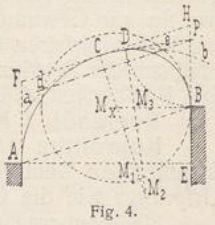


Fig. 4.

eine Parallele zu OE gezogen. Die durch dieſe mit OB und CO erzielten Schnittpunkte M_1 und M_2 ſind die geſuchten Mittelpunkte; M_3 wird durch Hinübertragen gefunden. Die Konſtruktion iſt ganz allgemein und führt für $CO = OB$ zum Halbkreis.

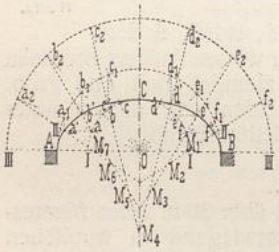


Fig. 2.

Die größte ſeither zur Anwendung gekommene Anzahl von Mittelpunkten iſt 11, und zwar bei der von Perronet erbauten Brücke zu Neuilly. Bei mehr als drei Mittelpunkten kann die Form der Ellipſe angenähert eingehalten werden, indem nach Fig. 2 mit der halben Spannweite AO, der Pfeilhöhe OC ſowie der Summe beider die Hilfskreiſe $I\,I$, $II\,II$ und $III\,III$ gezogen werden. Teilt man dann einen dieſer Hilfskreiſe in eine gerade Anzahl $n+1$ gleicher Teile, wenn n die Anzahl der gewünſchten Mittelpunkte bedeutet, zieht die Halbmeſſer Oa_2, Ob_2 u. ſ. w., beſtimmt durch Ziehen der Parallelen $a\,a'$, $b\,b'$ u. ſ. w. zur großen Achſe bezw. der Parallelen zur kleinen Achſe $a_1\,a'\,b_1\,b'$ u. ſ. w. die Ellipſenpunkte a', b', c' u. ſ. w., ſo ergibt der Schnittpunkt der Verbindungslinie $a_2\,a'$ mit AO den Mittelpunkt M_7 für das erſte Kreisſtück $A\,a'$. Die Verbindungslinie $b_2\,b'$ ſchneidet die Verlängerung des vorhergehenden Halbmeſſers im Mittelpunkt M_6 u. ſ. w. Dieſe Ausführungsweiſe ſowie die andern verſchiedenen graphiſchen Konſtruktionen [1]—[5] ergeben jedoch ſehr ſchleifende Schnitte zur Beſtimmung der Mittelpunkte, und es iſt beſſer, die Halbmeſſer ſelbſt oder die Koordinaten der Mittelpunkte durch Aufſtellung entſprechender Gleichungen zu berechnen [6].

Bei der Bogenlinie des anſteigenden Bogens iſt man zur Herſtellung eines Korbbogens nicht an die ungerade Anzahl der Mittelpunkte gebunden. Die Fig. 3, 4 und 5 zeigen Konſtruktionen mit 2, 3 und 4 Mittelpunkten. In Fig. 3 wird bei gegebener Steigung EB im Mittelpunkt O der Spannweite AE eine Lotrechte errichtet, $AD = DC$ gemacht und von C eine Senkrechte auf AB gefällt. Dann ſind die Schnittpunkte M_1 bezw. M_2 mit AE bezw. der Wagerechten durch B die geſuchten beiden Mittelpunkte. In Fig. 4 iſt $AF = FC$, CM_1 ſenkrecht zu FH bezw. AB, dann iſt M_1 der Mittelpunkt des erſten Kreisbogens AC. Der zweite Mittelpunkt M_2 kann beliebig auf CM_1 oder deren Verlängerung angenommen werden, jedoch ſo, daß der Punkt B innerhalb der Kreisfläche des aus M_2 geſchlagenen Kreiſes $a\,b$ liegt. Der dritte Mittelpunkt M_3 beſtimmt ſich aus der Erwägung, daß der aus ihm geſchlagene Kreis einer Kreisſchar angehört, deren Mittelpunkte auf der Wagerechten durch B liegen und welche die Lotrechte durch B in B berühren, und zwar wird es derjenige Kreis dieſer Schar ſein, an den von dem mit dem Kreiſe aus M_2 gemeinſchaftlichen Polarpunkte P eine gemeinſchaftliche

Tangente PD gezogen werden kann. Schlägt man daher zur Beſtimmung von P aus einem beliebigen, auf der Wagerechten durch B gelegenen Mittelpunkte M_x einen beliebigen Kreis dieſer Schar und verlängert die Verbindungslinie de ſeiner Schnittpunkte mit dem Kreiſe ab, ſo wird auf der Lotrechten durch B der geſuchte Punkt P herausgeſchnitten, denn $\overline{PB}^2 = \overline{PD}^2 = Pd \cdot Pe$. Der Punkt D iſt alſo der gemeinſchaftliche Berührungspunkt des geſuchten Kreiſes und des Kreiſes ab mit der Tangente aus P, und die Verbindungslinie DM_3 ſchneidet aus der Wagerechten durch B den geſuchten Mittelpunkt M_3 heraus [7]. In Fig. 5 liegen die vier Mittelpunkte auf dem Umfange eines in der Entfernung r_4 von E über der Steighöhe h geſchlagenen Halbkreiſes in den Eckpunkten des eingeſchriebenen regelmäßigen Sechsecks. Es ergibt ſich allgemein $r_4 = \frac{2l - 3h}{4}$. Vgl. a. Kurvenabſteckung.

Literatur: [1] Vorlegeblätter der Baugewerkſchule zu Holzminden, Leipzig 1875. — [2] Der Steinbau von Menzel und Schwatlo, Leipzig 1879, S. 295. — [3] Wanderley, G., Die Konſtruktionen in Stein, 3. Aufl., Leipzig 1895. — [4] Gottgetreu, Rud., Lehrbuch der Hochbaukunde, 1. Teil, Maurer- und Steinmetzarbeiten, Berlin 1880, S. 81. — [5] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, 3. Heft, 1. Lieferung, Darmſtadt 1893, S. 150. — [6] Breymann, Baukonſtruktionslehre, 1. Teil, Konſtruktionen in Stein, bearbeitet von H. Lang, Stuttgart 1879/80. — [7] v. Willmann, Konſtruktion des anſteigenden Bogens aus drei Mittelpunkten, Deutſche Bauztg. 1883, S. 93. *L. v. Willmann.*

Korbbogengewölbe, Brückengewölbe, deren Laibung nach einem Korbbogen geformt iſt.

Sie kommen vornehmlich bei flachen Gewölben an Stelle von Kreisſegmentbogen und dann meiſt aus Schönheitsrückſichten zur Anwendung. Es können aber bei dünnen Gewölbeſtärken (Beton- oder Mauergewölben) auch Stabilitätsgründe die Wahl der Korbbogenform, die ſich bei gegen die Kämpfer zunehmender Belaſtung der Stützlinie beſſer anſchmiegt, empfehlen. In einigen Fällen, bei Viadukten, ſind auch überhöhte Korbbogen zur Anwendung gekommen.

Korbwaren, aus ganzen oder geſpaltenen Weidenruten, geſpaltenem Holz verſchiedenſter Art und andern holzartigen Faſern hergeſtellte Geflechte ſehr wechſelnder Größe und Form.

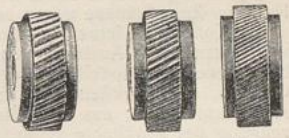
Unübertroffene Korbwaren, namentlich aus Bambus und ſpaniſchem Rohr, liefert Japan, feinere Waren bei uns Berlin, Hamburg, Dresden, Leipzig, Bamberg, Schmalkalden, ferner viele Kronländer Oeſterreichs. Die Herſtellung wird teils als Hausinduſtrie, teils fabrikmäßig betrieben; die ſehr bedeutende und auf hoher Vollendungsſtufe ſtehende Induſtrie des oberen Maingebietes, des Fichtelgebirges, im Koburgiſchen arbeitet für den Export.

Literatur: Brockmann, Handb. f. Korb- und Strohflechter, 2. Aufl., Weimar 1882; Afh, Vorlagen für Strohflechter, Weimar 1886; Andés, Handb. für Korbflechter, Wien 1887; Korbinduſtriezeitung, Leipzig, ſeit 1885; Fachzeitung für die öſterreichiſch-ungariſche Korbwareninduſtrie und Weidenzucht, Wien, ſeit 1904. *Andés.*

Korde, Kordieren, Kordierapparat. Mit Kordieren bezeichnet man das Aufrauhen der Handgriffe von Kurbeln, Lehrbolzen u. ſ. w. durch Eindrücken der feinen Zähne der Kordierrädchen.

Damit die kleinen pyramidenförmigen Erhebungen entſtehen, welche man in ihrer Geſamtheit als Korde oder Fiſchhaut bezeichnet, ſind zwei Kordierrädchen (Kordel, Kordenrad) notwendig. Ihre Zähne laufen entweder parallel oder (häufiger) ſchräg zu ihrer Drehachſe. Im erſteren Fall ſind die Achſen der beiden Rädchen ſchräg, im zweiten parallel zueinander gelagert. Bei der Anordnung der Zähne ſchräg zur Drehachſe beſitzen die Zähne der beiden Kordierrädchen entgegengeſetzte Steigung. — Die Rädchen ſind in einem Halter gelagert (Kordierapparat, Fig. 1), und zwar entweder nebeneinander oder für lange und dünne Gegenſtände zweckmäßiger einander gegenüber, weil dann der Druck von beiden Seiten nach der Achſe des Arbeitsſtücks erfolgt und ein Verbiegen dieſes vermieden wird. Um ein gleichmäßiges Andrücken beider Rädchen zu erzielen, ſind in der Regel die Lager der Rädchen drehbar mit dem Halter verbunden. Der Kordierapparat wird im Support der Drehbank eingeſpannt und an dem ſich drehenden Arbeitsſtück vorbeigeführt. Die Zahnteilung der Kordierrädchen (Fig. 2—4) ſchwankt von etwa 0,4 bis 2 mm. Damit eine ſaubere Kordierung entſteht, muß der Umfang des Arbeitsſtücks ein Vielfaches der Teilung ſein; hierbei iſt indeſſen zu berückſichtigen, daß die Zähne der Kordierrädchen ſich in das Arbeitsſtück eindrücken und daß der Durchmeſſer des Arbeitsſtücks infolge Materialverdrängung zunimmt.

Fig. 1.



Grob. Mittel. Fein.

Fig. 2—4.

A. Widmaier.

Korde, ſ. Weberei.

Korinthiſches Erz, Legierung aus Kupfer, Zinn und Zink, meiſt mit nur

geringen Mengen von Zinn und Zink, nimmt an der Luft eine hellgrüne Färbung (Aerugo nobilis, Patina) an.

Literatur: Bibra, Die Bronze- u. Kupferlegierungen der alten Völker, Erlangen 1869. *Bujard.*

Kork, im wiſſenſchaftlichen Sinne eine unter der Oberhaut entſtehende und dieſelbe nach deren Abfall vertretende Gewebeform (Außenrinde) aller dikotylen und gymnospermen Holzgewächſe, deren Zellen regelmäßig radial angeordnet ſind und durch Einlagerung der Korkſubſtanz eine große chemiſche Widerſtandsfähigkeit erlangt haben. Im techniſchen Sinne iſt Kork oder Pantoffelholz die faſt ausſchließlich von der immergrünen Korkeiche (Quercus suber *L.*) und der ſommergrünen ſpaniſchen Eiche (Quercus occidentalis *Gray*) ſtammende Außenrinde. Außer den genannten Eichen, die in den weſtlichen Küſtenländern des Mittelmeeres verbreitet ſind, können noch die im Gebiete der Adria vorkommende Quercus ilex *L.* und die ſüdtiroliſche Q. Pseudosuber *Santi* auf Kork von ſehr geringer Güte ausgebeutet werden.

Die Korkkultur bedingt die Entfernung des zuerſt zur Entwicklung kommenden unbrauchbaren „männlichen“ Korkes, der von den jungen Stämmen mit ſorgfältiger Schonung des „Mutterkorkes“ (korkbildende Zellſchicht) abgeſchält wird. Nun beginnt eine energiſche Neubildung von gutem „weiblichen“ Kork, welcher nach zehn Jahren eine 17—26 mm dicke Schicht bildet. In Algier darf Kork aus den Regierungsforſten nicht unter 25 mm Dicke abgenommen und in den Handel gebracht werden; Export 5 000 000 kg. Ueber die Abhängigkeit der Stärke und Güte des Korks ſ. [1], [7].

Die abgelöſten Korkplatten werden aufeinander geſchichtet, mit Steinen beſchwert, getrocknet und durch Abſchaben und Feilen zugerichtet; der ſogenannte ſchwarze Kork iſt durch ein Flammenfeuer gezogen. Vorzüglichſte Sorten kommen von Andaluſien und Katalonien; gleichwertig ſind algeriſcher und ſüdfranzöſiſcher Kork. Zu Champagnerkorken können nur die allerbeſten Sorten (von Katalonien) verwendet werden; ein ſolcher Kork darf beim Einpreſſen keine Haarriſſe bekommen und muß nach jahrelangem Verbleiben in gequetſchtem Zuſtande beim nachträglichen Kochen im Waſſer wieder ſeine urſprüngliche Geſtalt und ſein urſprüngliches Volumen erhalten. Das Korkgewebe beſteht aus ziemlich dünnwandigen, häufig wellenförmig konturierten Zellen, die im Quer- und radialen Längsſchnitt mehr oder weniger rechteckig, im Tangentialſchnitt ſechsſeitig ſind; ſie ſtellen alſo ſechsſeitige Prismen vor, deren Längsachſe parallel zum Radius des Stammes liegt. Außer dieſen eigentlichen die guten Eigenſchaften des Korkes bedingenden Korkzellen beſitzt aber der Kork noch Gruppen von Steinzellen (Lenticellen oder Rindenporen), die nur locker zuſammenhängen, leicht zerreiblich ſind und bei ſtärkerer Entwicklung die Güte der Ware außerordentlich beeinträchtigen; beim Trocknen und Preſſen des Korkes fallen die Steinzellen heraus und hinterlaſſen Höhlungen, welche einen radialen Verlauf beſitzen und zarte Wellenlinien kreuzen; letztere entſprechen dem jährlichen Zuwachs, den Jahreslagen des Korkes. Durch die Einlagerung der Korkſubſtanz (Suberin) wird die Zellmembran des Korkes undurchläſſig für Waſſer und unlöslich in Kupferoxydammoniak; beim Erhitzen mit Kalilauge löſen ſich Anteile derſelben mittels eines Verſeifungsprozeſſes. Hauptbeſtandteil derſelben iſt das Korkwachs.

In den Hauptorten der Korkinduſtrie (Bremen, Delmenhorſt, Bordeaux, Berlin, Wien) wird der Kork zu den verſchiedenſten Objekten verarbeitet. Weitaus die größte Anwendung erfährt er zur Erzeugung der Pfropfen, Stopfen oder Stöpſel; kleine und dünne Pfropfen ſchneidet man mit einem ſehr ſcharfen Meſſer parallel zur Oberfläche der Platten, ebenſo dicke, welche länger als 5 cm ſind. Die Bearbeitung erfolgt gegenwärtig allgemein auf maſchinellem Wege; eine Korkſchneidemaſchine liefert in 10 Stunden bis zu 24000 Flaſchenkorke, während ein Arbeiter in derſelben Zeit höchſtens 1200 Stück herſtellen kann. Korkbearbeitungsgeräte und -maſchinen liefern Gebrüder Kappe in Ahlfeld. — Die langen Korke werden als Zylinder- und als Medizinflaſchenkorke unterſchieden. Ein brauchbares Erſatzmittel für Stöpſelkork gibt es nicht. Einige Flüſſigkeiten zerſtören den Kork und geſtatten daher deſſen Anwendung als Verſchlußmittel nicht. Konzentrierte Schwefelſäure, Salzſäure, Salpeterſäure, Königswaſſer müſſen in Flaſchen mit Glasſtöpfeln aufbewahrt werden; ebenſo ſind chlor-, brom- und jodhaltige Körper ſowie Salmiakgeiſt, Terpentinöl und andre ätheriſche Oele Zerſtörer des Korkes. Zum Schutze gegen zerſtörende Agenzien wird Kork paraffiniert [2].

Kork dient ferner in dünnen Platten zu Schuhſohlen, zu Korkjacken, zur Ausfütterung von Hüten, zum Auslegen von Inſektenkäſten, zum Ueberzug von Maſchinenbeſtandteilen und Mühlſteinen, zu Modellen, Korkbildern, die Abfälle zur Bereitung des Linoleums, Kamptulikon, Corticin, der Korkſteine, zu Schwimmern für Rettungsgürtel und Fiſchnetze, zu Stoßkiſſen, Amboßunterlagen; aus den Abfällen werden wieder Stöpſel durch Preſſen erzeugt; zur Erzeugung der Korkkohle (Spaniſch Schwarz für Druckerſchwärze).

Kein Surrogat vermag den Kork völlig zu erſetzen; wo es ſich um Verringerung des ſpezifiſchen Gewichtes handelt, können die ſogenannten Korkhölzer [7] mitunter verwendet werden; aber die enorme Elaſtizität, Undurchdringlichkeit und Dauerhaftigkeit, welche der Kork beſitzt, fehlt dieſen völlig. Als Korkhölzer werden Ochroma Lagopus *Sw.* (Bombaceae, Weſtindien) [3], Aeschynomene aspera *Willd.* (Papilionaceae, Oſtindien) [4], Nyssa aquatica *L.* (Tupeloholz aus Nordamerika) [5], Erythrina acanthocarpa *E. M.* [6] genannt; letztere ſtammt aus Südafrika und beſitzt ungeheure Wurzeln, die in Blöcken von 2 m Länge und 1 m Umfang unter dem Namen Marble-Cork in den Handel kommen. Sie ſind bräunlichweiß, dreimal leichter als Kork, wenig elaſtiſch und für Flüſſigkeiten permeabel. Auch das Mark der Agaven

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Fourcroyen wird als „Aloeholz“ anſtatt Kork verwendet. In Slawonien dienen auch die Wurzeln des Süßholzes zu Stöpfeln [1].

Literatur: [1] Höhnel in Wiesner, Rohſtoffe des Pflanzenreiches, 2. Aufl., Leipzig 1900, Bd. 1, S. 725. — [2] Schneider, In Realencyklopädie der geſamten Pharmacie, Wien 1889, Bd. 6, S. 89. — [3] Wilhelm in Wiesner, Rohſtoffe u. ſ. w., 2. Aufl., 1903, Bd. 2, S. 1020. — [4] Möller, Botan.-Ztg. 1879, S. 719. — [5] Derſ., Realencyklopädie u. ſ. w., Bd. 10, S. 115. — [6] Derſ., Pharm. Zentralh. 1886, S. 240; Allgemeines über Kork: Höhnel, v., Sitzungsber. der Wiener Akademie 1877, und Tſchirch, Angew. Pflanzenanatomie, Wien 1889, S. 272. — [7] Hanauſek, T. F., Lehrbuch d. techn. Mikroſkopie, Stuttgart 1901, S. 256. *T. F. Hanauſek.*

Korkdamm auf Kriegsſchiffen, heißt eine oberhalb des Panzerdecks an der Bordwand entlang angeordnete, kaſtenförmige Umſchottung, die mit Kork und Marineleim ſchichtweiſe gefüllt iſt.

Das Füllmaterial ſoll beim Durchſchießen der Bordwand teilweiſe durch Aufquellen leckſtopfend wirken, teilweiſe als Schwimmgürtel dienen, um die Stabilität des Schiffes bei Ueberflutungen der Schiffsräume in der Waſſerlinie zu ſichern.

Literatur: Dick, C., und Kretſchmer, O., Handb. d. Seemannſchaft, Berlin 1902. *T. Schwarz.*

Korkfenſter, Fenſter aus Segeltuch oder Leder mit Korkfüllung.

Korkmaſſe, weiße, beſteht aus zerkleinerten Korkabfällen, Ton und Kalk feucht vermiſcht und bei 120—150° C. getrocknet; bei ſchwarzer Korkmaſſe iſt Steinkohlenpech das Bindemittel. *Andés.*

Korkpappe, eine aus Korkſtückchen, loſen Papierfaſern und einem klebrigen Bindemittel unter Anwendung von Hitze und Preſſung hergeſtellte Pappe, welcher oft durch Einlegung eines Gewebes eine größere Feſtigkeit und Biegſamkeit verliehen wird. *Kraft.*

Korkſchalen, in halbzylindriſche Form gepreßte Korkmaſſe, ein ſehr gutes Wärmeſchutzmittel für Dampfleitungen; Wärmeleitungskoeffizient = 0,08 für weiße, 0,165 für ſchwarze Korkſchalen. *Andés.*

Korkſchwarz, durch Verkohlen von Korkabfällen hergeſtellte weiche und feine ſchwarze Farbe, im Handel nicht vorkommend; als Korkſchwarz (meiſtens nur Bezeichnung für die zu Kunſtzwecken beſtimmten Farben in Oel oder Waſſer abgerieben) wird ausſchließlich Rebenſchwarz (ſ. d.) gegeben. *Andés.*

Korkſteine, aus Korkmaſſe hergeſtellte Ziegel (25·12/6,5 cm). Das Stück wiegt etwa 0,6 kg und beſitzt etwa 17 kg/cm Druckfeſtigkeit. Die weißen koſten das Stück 10, die ſchwarzen 14 ₰. Wärmeleitungskoeffizient wie bei Korkſchale. In Näſſe und bei Temperaturen über 350° C. nicht verwendbar. Bezugsquelle: Grünzweig & Hartmann, Ludwigshafen a. Rh.; vgl. Kunſtſteine. *L. v. Willmann.*

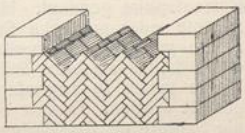
Korkteppich, ſ. Linoleum.

Korkzellen, waſſerdicht abgeſchloſſene Teile eines Korkdammes (ſ. d.).

Korkzieher, ſ. Pfropfenzieher.

Korn, im Münzweſen, ſ. v. w. Feingehalt (ſ. d.).

Korn, bei Feuerwaffen, ſ. Gewehr, Jagdgewehre, Geſchütze, Schiffsgeſchütze.



Kornährenverband (opus spicatum, Aehrenverband, ſ. d.), auch Fiſchgrätenverband genannt, wurde von den Römern in ähnlicher Weiſe wie der Netzverband (ſ. d.) zur Ausſchmückung von mit Quadern umrahmten Mauerflächen benutzt und entſtand durch ährenförmige Gegeneinanderſtellung von Backſteinen, wie ſie jetzt bisweilen für Bodenabdeckungen benutzt wird (ſ. die Figur). *L. v. Willmann.*

Kornätzung, die Herſtellung von Buchdruckformen nach Halbtonoriginalen (vgl. Klifchee), wobei die homogenen Halbtöne des Originals in druckfähige „falſche Halbtöne“, welche aus Flächen beſtehen, die mit regellos angeordneten „Punkten“ (Korn) verſchiedener Dicke bedeckt ſind, umgewandelt werden.

Die mittels eines Linienraſters bei der Autotypie (ſ. d.) erfolgende Zerlegung der geſchloſſenen Töne des Originals in druckfähige, aus ſyſtematiſch angeordneten Punkten und Strichen ſich zuſammenſetzende, wird manchmal als ſtörend empfunden. Zum Beiſpiel bei der Reproduktion von Kreidezeichnungen u. dergl. Man kann nun in analoger Weiſe durch die Benutzung eines Kornraſters die Zerlegung in Korn bewirken. Aber es können auch andre Verfahren benutzt werden, z. B. die Orthotypie (ſ. d.) und die Spitzertypie (ſ. d.). Vgl. a. Crayontypie, Cuprotypie und Granulotypie. *A. W. Unger.*

Kornhaus, -keller, ſ. Bodenſpeicher, Getreideſpeicher, Siloſpeicher.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kornzange, ſ. Pinzette.

Koromandelholz, ſ. Nutzhölzer.

Korrektionshaus, ſ. Gefängnis.

Korrelatengleichungen, ſ. Methode der kleinſten Quadrate.

Korreſpondenzprinzip, ſ. Kurven.

Korreſpondierende Höhen, ſ. Azimutbeſtimmung und Zeitbeſtimmung.

Korreſpondierende Punkte, auf der Heſſeſchen Kurve einer Kurve dritter Ordnung zwei Punkte, von denen jeder Doppelpunkt in der Polaren des andern iſt; ſ. Kurven. *Wölffing.*

Korreſpondierende Siedetemperaturen, ſ. Siedetemperaturen, korreſpondierende.

Korridor, ſ. Gang.

Korund, Mineral, Tonerde oder Aluminiumoxyd Al_2O_3 (53,2 % *Al*, 46,8 % *O*) nebſt kleinen Mengen von Eiſenoxyd.

Kriſtalliſiert hexagonal rhomboedriſch, auch derb in körnigen Aggregaten, dann in Form von Geröllen und Sand. Durchſichtig bis trüb und undurchſichtig; ſtark glasglänzend; farblos ſelten, meiſt rot, blau, ſeltener grün, gelb oder violett, auch gefleckt. Beim Reiben mit Tuch wird Korund poſitiv elektriſch; dichroitiſch (dunkel und hell). Bruch muſchelig bis uneben und ſplitterig; ſpröde; Härte 9, am härteſten ſind die blauen Abarten. Spez. Gew. 3,94—4,08, bei unreinen Arten von 3,7—4,3 ſchwankend. Schmilzt nicht vor dem Lötrohr; von Säuren nicht angreifbar. Mit ſauerm, ſchwefelſauerm Kali vermengt, ſchmilzt er zu einer in Waſſer löslichen Maſſe. Beim Erhitzen treten Farbenveränderungen ein und bei manchen auch Phosphoreszieren. Man unterſcheidet:

1. **Rubin,** rot, karminrot, blutrot, mit einem Stich ins Violette oder Blaue. Violette Farben ſind ſelten (Violett-Rubin oder orientaliſcher Amethyſt). Bei Lampen- und Kerzenlicht nicht an Farbenſchönheit verlierend. Beim Erhitzen wird er zuerſt weiß, dann beim Abkühlen grün und endlich wieder rot; in der höchſten Glut verliert ſich jedoch die rote Farbe gänzlich. Färbung wahrſcheinlich von geringem Chromgehalt herrührend. Kräftig dichroitiſch (hell- und dunkelrot). Rubin wird als Edelſtein geſchliffen wie Diamant, und zwar ſoll die ſogenannte Tafel (ſ. Edelſteinſchleiferei) der geraden Endfläche des Kriſtalls parallel gelegt werden, wenn die kräftigſte Färbung erzielt werden ſoll. Das Schleifen geſchieht mit Diamantpulver auf eiſernen Scheiben, das Polieren mit waſſerfeuchtem Tripel auf Kupferſcheiben. Selten ſind Roſetten und mugelige Formen des Schliffes, letztere bei den von Birma eingeführten Steinen. Die Faſſung geſchieht zumeiſt à jour. Rubin dient auch als Zapfenlager für Taſchenuhren und iſt zurzeit der wertvollſte Edelſtein, natürlich nur der tiefrote. Der Preis ſteigt zudem noch ſtärker mit dem Gewicht als beim Diamant, weil größere Steine noch ſeltener ſind als bei dieſem. Rubine über 5 Karat (geſchliffen) kommen ſehr ſelten in den Handel. Preis eines Steines erſter Qualität von 1 Karat zurzeit etwa 500 *M.*; bei helleren Färbungen ſinkt derſelbe jedoch bis auf 20 *M.* das Karat herab. Die meiſten Steine ſtammen aus einem metamorphen, körnigen Kalk von Mogouk in Oberbirma. Frémy hat Rubin mit allen ſeinen wertvollen Eigenſchaften künſtlich hergeſtellt; ſolche gelangen gegenwärtig als rubis reconstitué in den Handel. Als Rubine werden andre rote Edelſteine (Turmalin, Granat, Topas) oder Glasflüſſe ausgegeben, ſie ſind aber durch ihre geringere Härte leicht vom echten Rubin zu unterſcheiden.

2. **Saphir** (Sapphir), blau in allen Abſtufungen. Dunklere Saphire ſind wertvoller, am wertvollſten die Steine mit Kornblumenblau. Dunkelblaue Steine werden auch Indigo- oder Katzenſaphire genannt. Häufig nicht rein, ſondern fleckig durch weiße oder gelbliche Stellen; farbloſe oder gelbliche Steine gelten als weißer Saphir oder Leukoſaphir. Nur reine blaue Steine gelten als wertvolle Edelſteine. Härte und ſpezifiſches Gewicht iſt beim Saphir noch etwas höher als beim Rubin. Beim Erhitzen verſchwindet die blaue Farbe gänzlich und die Steine gehen in Leukoſaphire über, die auch aus fleckigen Saphiren durch Erhitzen hergeſtellt werden. Dunkle Saphire zeigen deutlichen Dichroismus. Im künſtlichen Lichte ändern die Saphire oft ihre Farben, indem ſie rötlich, purpur oder violett werden. Häufiger als Rubine ſind Saphire geneigt, auf der geraden Endfläche im mugeligen Schliff bei intenſiver Beleuchtung einen ſechsſtrahligen hellen bis ſilberfarbigen Stern zu zeigen, der beim Drehen des Steins wandert (Sternſaphir, Sternſtein, Aſterie). Iſt der Stern nicht deutlich begrenzt und erkennbar, ſo tritt an ſeine Stelle ein rundlicher, etwas opaliſierender Lichtſchein (Girafolſaphir, Saphirkatzenauge). Die Urſache der Lichterſcheinung wird teils auf Zwillingslamellen teils auch auf rhomboedriſch angeordnete, feine, röhrenförmige Hohlräume zurückgeführt. Die Schleifform der reinen Saphire iſt derjenigen des Diamants ähnlich; trübe und Sternſaphire werden meiſt mugelig geſchliffen. Das Schleifen ſelbſt geſchieht wie beim Rubin. Preis des reinen Saphir von wertvollſter Farbe etwa 200 *M.* für einen Stein von 1 Karat. Die meiſten Steine kommen aus dem Phelintal in Siam.

3. **Topas-Saphir** (orientaliſcher Topas), ein ſafran- bis zitronengelber Saphir, der ebenfalls einen wertvollen Edelſtein darſtellt. Solche mit ſternförmiger Lichterſcheinung nennt man Topasaſterie.

4. **Diamantſpat,** ein halbdurchſichtiger, brauner Korund von minderem Wert als Edelſtein; er wird auch mugelig geſchliffen.

5. **Schmirgel** (ſ. d.).

Literatur: Bauer, M., Edelſteinkunde, Leipzig 1896, S. 297—334. *Leppla.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kosmiſcher Schutt werden die aus dem Weltall in die Erdſphäre und auf der Erdoberfläche zur Ablagerung gelangenden feſten Bruchſtücke zertrümmerter Planeten (Kometen) oder andrer nichtirdiſcher Weltkörper genannt. Man unterſcheidet hier die größeren dieſer kosmiſchen Körper als Meteorite (ſ. d.) und die kleinſten ſtaubförmigen als kosmiſchen Staub. *Leppla.*

Koſtenvoranſchläge für Neubauten (Bauanſchläge, Koſtenberechnungen, Koſtenſchätzungen, Taxationen, Voranſchläge, Wertanſchläge) ſind Ermittlungen der zur Herſtellung des Bauobjektes nötigen Bauſtoffe und Arbeiten mit Beifetzung der für beides erforderlichen Preiſe auf Grund von Preisentwicklungen ſowie Ermittlung der Ausgaben für die Vorbereitung des Baues (ſ. Vorarbeiten), Gütererwerb und Güterentſchädigung, Kapitalaufnahme und Bauzinſen, Bauführung und Bauleitung. Sie bilden den Leitfaden für jede Bauausführung, die von ihrer Zuverläſſigkeit in erſter Linie abhängt; ſelbſtverſtändlich ſtützen ſie ſich auf die Baupläne und Baubeſchreibungen (vgl. a. Bauplan, Bauprojekt, Bauvertrag, Bauvorſchrift, Bauvollzug). Die Preisentwicklungen umfaſſen die Gewichte und Preiſe der Baumaterialien, die Koſten der Transporte und der Arbeitslöhne für die Zubereitung der Bauſtoffe, Erd- und Felsarbeiten u. ſ. w. (vgl. [6]—[10]).

Auf dem Gebiete des Bauingenieurweſens handelt es ſich hauptſächlich um Brückenbauten, Eiſenbahnbauten, Straßenbauten und Waſſerbauten aller Art, die nach „Titeln“ veranſchlagt werden; im Maſchineningenieurweſen werden die Preiſe in der Regel nicht detailliert, ſondern nach Gewichten oder ſummariſch für die einzelnen Baugegenſtände angegeben; im Hochbau erſcheinen ſie im weſentlichen nach den verſchiedenen, bei der Ausführung mitwirkenden Handwerken getrennt. Faſt ohne Ausnahme ſind für die vom Staate auszuführenden Bauarbeiten in den verſchiedenen Ländern Formulare gegeben, nach welchen die Baukoſten ſyſtematiſch veranſchlagt werden müſſen. Man unterſcheidet generelle und ſpezielle Voranſchläge, je nachdem nur ſummariſche Abſchätzungen oder ganz ins einzelne gehende, auch den kleinſten Teil des Bauobjektes benennende Anſchläge vorliegen.

Das Rubrikenſchema für die im **Bauingenieurweſen** vorkommenden Bauherſtellungen iſt für die verſchiedenen Unterabteilungen das folgende:

a) Brückenbauten. 1. Vorarbeiten (Aufnahme von Situation und Nivellement, Profilmeſſungen Waſſermengenbeſtimmungen, Bohrverſuche, Probepfähle, Materialprüfungen, Projektsverfaſſung). — 2. Geländeerwerb und Geländeentſchädigung (für Lagerplätze, Zufahrten, Uferveränderungen u. ſ. w.). — 3. Gründungsarbeiten (für Pfeiler und Widerlager einſchließlich der Rüſtungen oder beſonderen Vorkehrungen für das Ausheben des Fundamentes, Waſſerſchöpfen, Pfahlrammen und Roſtlegen, Ausmauerungen, Steinwürfe u. ſ. w.). — 4. Maurer- und Steinhauerarbeiten. — 5. Zimmermannsarbeiten (insbeſondere auch Gerüſte und Förderbahnen aller Art, proviſoriſche Brücken u. ſ. w.). — 6. Eiſenarbeiten. — 7. Anſtricharbeiten. — 8. Verſchiedenes (architektoniſche und künſtleriſche Ausſtattung, Bauaufſicht, Gerätſchaften u. ſ. w.). — 9. Unvorherzuſehendes (Reparaturen von Hochwaſſerbeſchädigungen, Koſten der Haftpflicht u. ſ. w.).

b) Eiſenbahnbauten (vgl. Aufſtellung, Bd. 3, S. 277).

c) Straßenbauten. 1. Vorarbeiten (Aufnahme von Situation und Nivellement, Abſtecken und Ausmeſſen der Linie u. ſ. w.). — 2. Geländeerwerb und Geländeentſchädigung (hierzu auch die Koſten der Ausſteinung u. ſ. w.). — 3. Herſtellung des Straßenkörpers (einſchließlich der damit zuſammenhängenden Wegverlegungen, Aenderungen von Waſſerläufen u. ſ. w.). — 4. Kunſtbauten (Brücken, Dohlen, Viadukte, Stützmauern u. ſ. w.). — 5. Fundamentierung und Beſchotterung (Steinſatz, Schotter, Abwalzen). — 6. Verſchiedenes (Anſaat der Böſchungen, Baumpflanzungen, Wegweiſer, Verbotſtöcke, Schutzanſtalten, Bauaufſicht, Gerätſchaften u. ſ. w.). — 8. Unvorherzuſehendes.

d) Waſſerbauten aller Art:

α) Flußbauten und Flußkanaliſierung. 1. Vorarbeiten (Aufnahme von Situation, Nivellement und Querprofilen, Waſſermengenbeſtimmungen, Probegruben, Verkehrserhebungen, Projektsverfaſſung u. ſ. w.). — 2. Geländeerwerb und Geländeentſchädigung (für Lagerplätze, Zufahrten u. ſ. w.). — 3. Erdarbeiten (Aushub des Profils, Herſtellung der Dämme einſchließlich Berafung, Dichtung mit Letten u. ſ. w.). — 4. Ufer- und Sohlenbefeſtigung (Pflaſterung, Faſchinate, Sohlſchwellen, Ufermauern, Anpflanzungen u. ſ. w.). — 5. Kunſtbauten (Wehre, Schleuſen, Brücken, Unterführungen, Aquädukte u. ſ. w.). — 6. Verſchiedenes (Waſſerableitung, Anſaat der Böſchungen, Parallelwege, Gerätſchaften, Bauaufſicht u. ſ. w.). — 7. Unvorherzuſehendes (Hochwaſſerſchaden u. ſ. w.).

β) Stauanlagen einſchließlich Talſperren. 1. Vorarbeiten (Terrainſtudien, Waſſermengenbeſtimmungen, Erhebungen über Waſſerbenutzung, Aufnahme von Situation, Nivellement und Profilen, Probegruben und Probepfähle, Materialunterſuchungen, Projektsverfaſſung u. ſ. w.). — 2. Geländeerwerb und Geländeentſchädigung (für Lagerplätze, Zufahrten, Waſſerableitungskanäle u. ſ. w.). — 3. Gründungsarbeiten (Ausheben der Baugrube, Fangdämme, Waſſerſchöpfen, Rammarbeiten u. ſ. w.). — 4. Maurer- und Steinhauerarbeiten (Betonierung, Fundament- und aufgehendes Mauerwerk, Quadermauerwerk). — 5. Zimmermannsarbeiten (Roſtpfähle, Roſtſchwellen, Spuntwände, Stauſchützen, -türen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

-balken, -nadeln, Fußſtegbretter, Gerüſtungen u. ſ. w.). — 6. Eiſenarbeiten (Aufzugsvorrichtungen, Fußſtege, Umlegböcke, Stauſchützen, Stautore u. ſ. w.). — 7. Verſchiedenes (Waſſerableitung, Fahrbahnerſtellung, Sicherheitsvorrichtungen, Gerätſchaften, Bauaufſicht, Bauzinſen u. ſ. w.). — 8. Unvorherzuſehendes (Hochwaſſerſchaden u. ſ. w.).

γ) Trajektanſtalten (ſ. d.).

δ) Meliorationsanlagen. 1. Vorarbeiten (Aufnahme von Situations- und Höhenplan, Bodenunterſuchungen, Grundwaſſerunterſuchungen, Feſtſtellungen über Waſſermenge und Waſſerbenutzung, Erhebungen über Ertragsfähigkeit des Geländes, Projektsverfaſſung u. ſ. w.). — 2. Geländeerwerb und Geländeentſchädigung. — 3. Erdarbeiten (Anlage von Kanälen, Gräben und Dämmen zur Ent- und Bewäſſerung, Umbau und Planierung der Kulturfläche; bei Drainageanlagen Ausheben und Wiedereinfüllen der Rohrgräben). — 4. Rohrleitungen (Liefern von Drain-, Zement-, Steinzeugröhren zur unterirdiſchen Waſſerableitung, Verlegen derſelben). — 5. Stau- und Uebergangswerke (Stauwehre und -ſchleuſen, Aquädukte, Unterführungen, Ablaßſchleuſen, Brücken und Dohlen). — 6. Maſchinelle Anlagen (Waſſerhebewerke zur Ent- und Bewäſſerung u. ſ. w.). — 7. Verſchiedenes (Anfaat der Kulturfläche, Schutzvorrichtungen, Waſſerableitung, Wegherſtellung, Gerätſchaften, Bauaufſicht, Bauzinſen u. ſ. w.). — 8. Unvorherzuſehendes.

ε) Waſſerverſorgung. 1. Vorarbeiten (beſonders Bohrlöcher, Schürfungen, Pumpverſuche, Projekt u. ſ. w.). — 2. Geländeerwerb und Geländeentſchädigung (Erwerb von Servituten, Entſchädigungen wegen entzogenen Ertrags, waſſerrechtliche Entſchädigungen u. ſ. w.). — 3. Anlagen zur Waſſergewinnung (Quellenfaſſungen, Sammelkanäle, Brunnen, Saugleitungen u. ſ. w.). — 4. Pumpſtation und Druckrohrleitung (maſchinelle Anlage u. ſ. w.). — 5. Gebäude aller Art (Maſchinenhaus, Keſſelhaus, Wärterwohnungen u. ſ. w.). — 6. Röhrennetz. — 7. Hochbehälter. — 8. Verſchiedenes (Einfriedigungen, Anpflanzungen, Gerätſchaften, Meßapparate u. ſ. w.). — 9. Unvorherzuſehendes.

ζ) Städtekanaliſationen. 1. Vorarbeiten. — 2. Geländeerwerb und Geländeentſchädigung. — 3. Herſtellung der Entwäſſerungsleitungen ſamt Zubehör (Einſteigeſchachte, Straßenſinkkaſten u. ſ. w.). — 4. Spüleinrichtungen. — 5. Notausläſſe und Hochwaſſerableitungen. — 6. Ventilationseinrichtungen. — 7. Künſtliche Hebung der Abwaſſer. — 8. Kläranlagen (chemiſche Reinigung, Rieſelfelder u. ſ. w.). — 9. Verſchiedenes. — 10. Unvorherzuſehendes.

Ausführlichere Preisentwicklungen und Ueberſchlagsſchema ſ. [10]; vgl. a. [1]–[9].

Im **Maſchineningenieurweſen** werden in den Lieferungsverträgen neben den allgemeinen oder üblichen Vorſchriften noch beſondere Bedingungen über die Leiſtungsfähigkeit, Beſchaffenheit, Standhaftigkeit, Handhabung, Gewährleiſtung, Ablieferung und Bezahlung aufgeſtellt. Die Preiſe werden von den Maſchinenfabriken auf Grund der Selbſtkoſtenberechnung im ganzen, ein- oder ausſchließlich Fracht, Aufſtellung, Fundamenten, Anſchlüſſen und Abnahme, angegeben. Die Selbſtkoſten ergeben ſich aus dem Materialverbrauch, den Arbeitslöhnen und den Generalkoſten. Die Akkordpreiſe richten ſich nach dem erfahrungsmäßigen oder vorausberechneten Zeitbedarf für Haupt- und Nebenarbeit. Die Generalkoſten ſind teils konſtant, teils den Gewichten, teils den Arbeitslöhnen proportional und werden nach Maßgabe der in dem Hauptbuche vom jeweils vorhergegangenen Jahre überſichtlich zuſammengeſtellten Unkoſten angeſetzt.

Mehr und mehr ſtrebt man dem Verfahren zu, beſtimmte Maſchinentypen herzuſtellen und zu feſten Handelspreiſen zu vertreiben. Die Koſten für grobe einfache Maſchinen, z. B. Kollergänge, Dampfkeſſel, ſtellen ſich im großen und ganzen auf 30–50 ℳ/dz; für Maſchinen mit teurerem Material und vielfacher Bearbeitung, z. B. Dampfmaſchinen, Turbinen, auf ca. 100 ℳ/dz; für leichte, vielteilige und feinbearbeitete Maſchinen auf 200–500 ℳ/dz und darüber.

Ausführlichere Auseinanderſetzungen ſ. [11]–[40].

Im **Schiffbau** werden die Voranſchläge getrennt nach Schiffskörper, Maſchinenanlage, Ausrüſtung und Inventar aufgeſtellt, für größere Schiffe werden die Hilfsmaſchinen meiſt beſonders veranſchlagt. Bei Kriegsſchiffen kommen die Koſten für die Panzerung und für die Artillerie und Torpedoarmierung hinzu. Für den Voranſchlag des Schiffskörpers dient meiſt ſein Eigengewicht als Grundlage, bei Handelsſchiffen wird der Preis desſelben nach dem Bruttoregiſtertonnengehalt bemeſſen. Die Koſten für die Maſchinenanlage werden entweder nach dem Gewicht oder nach der indizierten Pferdeſtärke, die für die Ausrüſtung nach dem Deplacement des vollausgerüſteten Schiffes oder nach dem Bruttotonnengehalt berechnet. Die überſchläglichen Baukoſten für Kriegs- und Handelsdampfer pro Tonne des Konſtruktionsdeplacements ſowie die Koſten für den Schiffsrumpf und die Maſchinenanlage ergeben ſich aus nachſtehender Zuſammenſtellung [41].

Bezeichnung des Schiffstyps	Koſten pro Tonne Deplacement einſchließlich Panzer, Artillerieausrüſtung	Koſten des Schiffskörpers pro Tonne Schiffskörpergewicht	Koſten der Maſchinenanlage	
			pro Tonne Maſchinengewicht	pro indizierte Pferdekraft
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
Linienſchiffe	1810—1920	1200—1300	1800—2100	140—180
Panzerkreuzer	1700—1920	1000—1300	1900—2300	120—160
Kleine Kreuzer	1950—2120	900—1000	2000—2300	110—140
Kanonenboote	1960	1000—1100	1800—2000	100—120
Torpedoboote	1700—1900	800—900	3000—4000	90—100
Schnelldampfer	500—600	700—800	1000—1800	170—200
Fracht- und Paſſagierdampfer	300—400	500—600	700—900	160—180
Reine Frachtdampfer . . .	180—200	250—400	600—800	150—170

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Koſten eines modernen Linienſchiffes von rund 19000 t Deplacement ſetzen ſich aus folgenden Poſten zuſammen:

Schiffskörper	8770000 *M.*
Maſchinenanlage	3600000 „
Panzer	8800000 „
Ausrüſtungsinventar, Probefahrten . . .	1100000 „
Artillerie	13500000 „
Torpedoarmierung	730000 „
	36500000 *M.*

Die ſpeziellen Koſtenanſchläge werden nach den endgültigen Konſtruktionsentwürfen aufgeſtellt, und zwar vornehmlich für den Bau von Kriegsſchiffen ſowie erſtklaſſigen Handelsſchiffen wie transatlantiſchen Schnelldampfern und Spezialſchiffen. Die Koſten werden ſowohl für den Schiffskörper als auch für die Maſchinenanlage und die Hilfsmaſchinen nach beſtimmten Gruppen ermittelt und nach Material, Arbeitslohn und Betriebskoſten (meiſt in Prozentſätzen des Lohns) gegliedert. Als Hauptgruppen für den Schiffskörper kommen in Frage: Steven, Längsſpanten, Querſpanten, Schotte, Innenboden, Decks, Außenhaut, Maſten, Wegerung, Laſten, Entwäſſerungseinrichtungen, Ventilationseinrichtungen, ſchiffbauliche Teile der Hilfsmaſchinen, Brücken und Treppen, Einrichtungen für die Unterbringung der Beſatzung ſowie der Paſſagiere, ſonſtiger Ausbau, Ablauf, Materialienprüfungen ſowie Ausgaben allgemeiner Natur, ferner Tiſchler- und Malerarbeiten. Die Hauptgruppen der Maſchinenanlage zerfallen in Hauptdampfkeſſel mit Schornſteinen, Hauptbetriebsmaſchinen, Rohrleitungen, Wellenleitungen, Propeller, Montage und Anſtrich. Die Koſten der Hilfsmaſchinen (ſ. d.) werden einzeln berechnet, ebenſo die Koſten der Ausrüſtung und des Inventars nach der Größe und dem Typ des Schiffes. Die Vorproben und Probefahrten werden je nach den Lieferungsbedingungen beſonders feſtgeſetzt; ebenſo werden für die Panzerung und für die Geſchütz- und Torpedoarmierung die Preiſe für jeden Bau beſonders ermittelt [41].

Im **Hochbauweſen** ſind die Wege, um die mutmaßlichen Koſten im voraus klarzuſtellen, davon abhängig, ob der Entwurf in mehr allgemeiner Weiſe oder in ganz eingehender Durchführung vorliegt.

1. Für die Entwurfsſkizzen, welche nur in 1:200 bis 1:500 ausgeführt ſind, wird der ſummariſche Koſtenanſchlag einen genügenden Anhalt geben; für einen ſolchen ſind die Preisanſätze nach ſchon ausgeführten, dem Entwurfe ähnlichen Gebäuden zu entnehmen. Dieſe Berechnung erfolgt entweder a) nach dem Flächengehalt der überbauten Fläche in Quadratmetern und nach Anzahl der Stockwerke oder beſſer b) nach dem Rauminhalt des Gebäudes, wobei jedoch verſchiedene Arten in bezug auf die Höhenabmeſſungen am Gebäude beſtehen: Nach der einen Art wird der wirklich umbaute Raum mit Keller und Dachſtock ausgemeſſen und hierfür ein Einheitspreis feſtgelegt, oder aber es kommt nur die Höhe von Straßen- bis Geſimsoberkante in Rechnung, ſo daß Keller und Grundmauern ſowie das Dachwerk unberückſichtigt bleiben. Dieſe Berechnungsweiſen ſind beſonders bei den Wettbewerbungsarbeiten üblich.

2. Der ſpezielle Koſtenvoranſchlag wird aufgeſtellt auf Grund eines endgültig feſtgeſtellten Entwurfs, welcher in allen Grund- und Aufriſſen und Durchſchnitten aufgezeichnet iſt. Es ſind die einzelnen Arbeiten und Lieferungen, wie dieſe ſich während des Baues folgen, aufzuführen und eingehend zu beſchreiben. Hierbei ſind die meßbaren Teile, nach den Stockwerken geordnet, in Einzelmaßen klar und überſichtlich zu berechnen und in ihren Geſamtmaßen zuſammenzuſtellen, ſo daß eine Prüfung und Durchſicht leicht fällt, wie auch die Vergebung der Arbeiten unter Zugrundelegung der ſonſtigen Vertragsbedingungen und ſpäter die Aufſtellung der Abrechnungen hiernach erfolgen kann. Bei den ſtaatlichen und ſtädtiſchen Bauverwaltungen ſowie den Privatbaugeſchäften haben ſich landesübliche Berechnungsweiſen herausgebildet, die unter ſich verſchieden ſind, je nachdem die Anſchaffung der Baustoffe von dem Bauherrn erfolgen ſoll oder nicht. In erſterem Falle ſind zunächſt die Maſſenberechnungen der zu beſchaffenden Steine, des Holzes, Sandes, Kalks, Zements u. ſ. w. einzeln aufgeſtellt und hierauf die nötigen Arbeitslöhne berechnet. Bei der zweiten Art ſind Lieferung und Arbeit des Unternehmers gemeinſam in Anſatz gebracht. Ergänzend kommt bei beiden ein Erläuterungsbericht der einzelnen Arbeiten und die Berechnung der Feſtigkeit einzelner Konſtruktionen von Säulen oder Pfeilern, Unterzügen, Gewölben u. ſ. w. hinzu. Das erſte Verfahren, über welches eine eingehende Literatur (ſ. u.) vorhanden, iſt das der preußiſchen Bauverwaltung, das zweite iſt das in den ſüddeutſchen Landen übliche. Die einzelnen Bauarbeiten ſind folgende:

I. Erdarbeiten (Grabarbeit), umfaſſen das Ausheben oder Ausſchachten der Baugrube, der tiefer liegenden Fundamentſohlen, Senkgruben u. ſ. w., wobei das Fortſchaffen des Grundes, Hinterfüllen und Feſtſtampfen, Ausebnen einzubegreifen iſt. Bei Vorkommen von Waſſer iſt die Beſeitigung desſelben beſonders zu berechnen.

II. Maurerarbeiten begreifen in ſich: 1. Fundamentmauerwerk mit Sohlen und Eckverſtärkungen. 2. Senkgruben mit Iſolierung in Backſtein und Zement, Lettenſchichten. 3. Iſolierſchichten in Aſphalt u. dergl. 4. Kellergewölbe ſamt Einrüſtung. 5. Sockelgemäuer ſamt Verſetzen der Quadern u. ſ. w. 6. Stockmauerwerk aus Bruch- oder Backſteinen, jedes Stockwerk für ſich berechnet; die inneren Türöffnungen werden immer abgezogen, bei den äußeren Tor-, Tür- und Fenſteröffnungen wird entweder a) hohl für voll gemeſſen und hierbei das Verſetzen der zugehörigen Hauſteine nicht berechnet oder b) die Oeffnungen im Lichten abgezogen unter Berechnung des Verſetzens. Die Stellung der Gerüſte und Geräte iſt in den Preiſen inbegriffen. 7. Aufbeſſerung a) für Backſteinverblendung der Außenſeiten pro Quadratmeter, b) für ſchichtenweiſes Mauern und Zurichten der Quäderchen, c) für Herſtellen von Gurten oder Hauptgeſimſen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aus Formſteinen nach laufendem oder Quadratmeter. 8. Backſteinmauerwerk im Innern, Gurtbogen und Ausmauern der Riegelfache, mit oder ohne Abzug des Holzes. 9. Gewölbe ſamt Einſchalung u. ſ. w. 10. Kamine a) im Mauerwerk liegend, b) freiſtehend, einfach, doppelt, dreifach u. ſ. w., c) über Dach aus ſauberen, hartgebrannten Backſteinen, mit Kopf u. ſ. w. 11. Eindeckung des Daches mit Ziegeln, Falzziegeln u. ſ. w. 12. Stücken und Wickeln der Balkenfache mit Strohlehm oder Uebertragen der Streifböden, Auffüllen mit trockenem Sand u. ſ. w. 13. Verſetzarbeiten. a) Sind die Oeffnungen abgezogen, ſo ſind ſämtliche Steinhauerarbeiten nach Kubikmeter oder laufendem Meter zu berechnen, ausgenommen Sockel und Verkleidungsquader, wenn deren Inhalt im Mauerwerk nicht abgezogen iſt; b) iſt hohl für voll berechnet, ſo ſind aufzunehmen: Tritte jeder Art, frei ſtehende Säulen und Pfeiler, Geſimsdeckplatten, Balkonträger und -platten, Einfaſſungen von Senkgruben, Kaminen u. ſ. w.; c) das Verſetzen von Eiſenteilen, als Säulen, Deckenſchienen u. ſ. w., pro laufenden Meter. 14. Verlegen von Fußböden verſchiedener Art, Sandſteinplatten, Backſtein- oder Steinzeugplättchen, von Wandbelagen. 15. Rauher Beſtich, Fugenbeſtich und Wandputz, mit der Kelle geglättet, in Keller- und Speicherräumen; die übrigen Putzarbeiten ſind in den Gipſerarbeiten zu berechnen.

III. Steinhauerarbeiten, nach Kubikmeter oder Stückzahl berechnet, und zwar: 1. Sockelquader, Kellerlichtgeſtelle, Eck- und Verkleidungsquader oder Quäderchen. 2. Kellertritte, rauhgeflächt, Treppentritte mit Kopf und Wulſtprofil, mit Schalung u. ſ. w., Podeſtplatten. 3. Tür- und Fenſtergeſtelle, Binder doppelt gerechnet, mit Verdachungen u. ſ. w.; nach Stockwerken und Arten geordnet. 4. Säulen und Pfeiler mit Fuß und Kapitälen u. ſ. w.; 5. Gurtgeſimſe, Hauptgeſimſe, Tragſteine. 6. Balkone, Erker, Träger u. ſ. w. 7. Gurtbogen, Bogenanfänger, Schlußſteine u. dergl. 8. Plattenbelag. 9. Kamindeckplatten, Senkgrubeneinfaſſungen u. ſ. w. 10. Tor- und Geländerpfoſten. — In den Preiſen iſt die Beifuhr, Beihilfe beim Verſetzen und Nacharbeiten inbegriffen. Das Abladen an der Bauſtelle und Verſetzen iſt Sache des Maurers.

IV. Zimmermannsarbeiten, das Bauholz nach Kubikmetern, Flächen nach Quadratmetern berechnet. A. Eichenholz, als Mauerlatten, Mauerklötzchen für Lambris, Türen u. ſ. w., Bodenrippen und Wandſchwellen, Pfoſten u. dergl. B. Tannenholz: 1. Balken, Stiche und Wechſel, Durchzüge. 2. Wandholz, als Schwellen, Pfetten und Pfoſten, Riegel u. ſ. w. 3. Türgeſtelle-(Zargen), Ueberlaghölzer u. dergl. aus Föhrenholz. 4. Dachholz, Dachſchwellen, Pfetten, Pfoſten und Streben, Spannriegel und Kehlbalken, Zangen und Büge, Sparren und Schifter, Grat- und Kehlſparren u. ſ. w. 5. Aufbefferung für Hobeln von Balken, Pfetten und Sparren, für Profilieren von Köpfen, Herſtellung von Holzgeſimſen, Trauf- und Ortgangbrettern, Firſt- und Endblumen u. ſ. w. 6. Verſchalungen, a) rauhe für Schieferdeckung, Dachgauben, geſprengte Wände, b) für Streifböden in den Balkenfachen, Blindböden, Speicherböden, c) gehobelte an den Dachvorſprüngen, Balkonen und Giebeln mit Fugenlattung u. dergl. 7. Einlattung des Daches für Ziegeldeckung. 8. Holztreppen, a) geſtemmte oder aufgefattelte, aus Eichen- oder Föhrenholz mit Podeſt und Geländer nach laufendem Meter Tritt gerechnet; b) eingeſchobene im Speicher u. ſ. w.

V. Zementarbeiten unter Angabe der Miſchung von Sand u. ſ. w. Stärken: 1. Fundamentſohlen pro Kubikmeter. 2. Rauher Zementbeton zwiſchen Eiſenträgern als Zwiſchendecke. Unterlage von Plattenbelag u. ſ. w. 3. Schlackenbeton als Zwiſchenfüllung auf Gewölben. 4. Glatte Zementfußböden, einfach oder mit Friefen. 5. Terrazzoböden. 6. Wandputz in Zement an Sockeln, in Senkgrube, an Außenflächen. 7. Zementröhren, Tragſteine, Platten u. ſ. w. 8. Ornamentguß.

VI. Gipſerarbeiten, nach Quadratmetern berechnet, ſamt Stellung der Gerüſte: 1. Decken- und Wandputz mit Schalung und Verrohrung oder auf Lattung. 2. Wandputz auf Steinwand in Gips oder in Kalkmörtel. 3. Steinwandputz mit Beſenwurf in Schwarzkalkmörtel. 4. Wandputz mit Sgraffitozeichnung. 5. Gipsgeſimſe an Decken und Wänden, nach laufendem Meter und in Zentimetern der Breite gemeſſen. 6. Deckenroſetten, Friefe in Gipsguß u. ſ. w.

VII. Blechnerarbeiten. Die Blechſtärken ſind in Nummern vorzuſchreiben. 1. Dachrinnen und Abfallröhren aus Zinkblech mit Kanaleiſen und Rohrſchellen. 2. Dachverwahrung an Giebeln, Dachgauben, Kaminen, an Kehlen und Geräten u. ſ. w. 3. Ausſteigladen und Dachfenſter. 4. Dacheindeckung im Leiſtenſyſtem, in Rautenziegeln u. ſ. w. 5. Ornamente von Zink, Kupfer u. ſ. w., gepreßt oder gegoſſen. 6. Ofenröhren, Wandfutter, Vorſätze u. dergl.

VIII. Schmiedearbeiten. Eiſenlieferung, nach Kilogramm oder Stückzahl berechnet: 1. Dübel, Klammern, Dollen, Maueranker. 2. Schraubenbolzen und Muttern. 3. Winkelſchienen für Eckverwahrungen, Dachhaken und Schneefangeiſen. 4. Reifeiſen als Einlage in das Mauerwerk. 5. Walzeiſen: Tragbalken in I- und [-Form von verſchiedener Stärke, Unterzüge ſamt Verbohrungen und Montierung. 6. Gußeiſerne Säulen und Träger u. ſ. w. 7. Genietete Blechträger, Gitterträger u. dergl. 8. Böden aus Trägerwellblech u. a. m. 9. Treppenkonſtruktionen. 10. Gußeiſerne Oefen u. ſ. w.

IX. Dachdeckerarbeiten, in Schiefer, Dachpappe u. dergl. nach dem Quadratmeter gedeckter Fläche zu berechnen. 1. Eindeckung des Daches mit rheiniſchen, engliſchen oder belgiſchen Schiefern. 2. Deckung von Kehlen, Dachgauben und Holzwänden u. ſ. w. 3. Befeſtigen und Eindecken von Dachhaken, Schneefangeiſen u. ſ. w.

X. Schreinerarbeiten. In den Preiſen iſt die Befeſtigung mit geſchmiedeten Nägeln, mit Schrauben oder Bankeiſen ſowie Beihilfe beim Anſchlagen der Beſchläge einzubegreifen. Böden und Täferungen ſind nach Quadratmetern, Türen nach Stück, Sockel, Verkleidungen, Verdachungen nach laufenden Metern zu berechnen; beſonders aufzuführen ſind: 1. Haustor oder Haustüre, geſtemmt oder verdoppelt, mit Kämpfer und Oberlicht u. ſ. w. 2. Geſtemmte Zimmertüren, zwei- oder einflügelig mit Futter und Verkleidung, nach Lichtmaß zu beſtimmen. 3. Glatte und verdoppelte Türen. 4. Innere und äußere Läden. 5. Fußböden: a) Parkett-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

fußböden in Tafeln oder Stabfußböden aus Eichen- oder andern Holzarten; b) Tafel- oder Riemenböden aus Tannenholz. 6. Fußleiſten, Eckverkleidungen u. dergl. 12—15 cm. 7. Fußlambris mit Setzleiſte. 8. Brüſtungstäferung, geſtemmt mit Füllungen, Leiſten oder Verdachungen u. ſ. w. 9. Wandkäſten, Schaufenſter mit Einrichtung. 10. Scheidewände, geſtemmt zweiſeitig. 11. Glaswände, auf Brüſtungshöhe mit geſtemmten Füllungen oben mit Sproſſenwerk. 12. Rolladen, Zugjalouſien u. ſ. w. 13. Aborteinrichtungen, Sitze, Treppengeländer, Handleiſten u. ſ. w.

XI. Glaſerarbeiten, nach Quadratmetern gerechnet: 1. Fenſter aus aſtloſem Eichen- oder Föhrenholz ſamt Futter, Verglaſen und Einſtellen, oft auch Befeſtigen. 2. Verglaſen mit doppeltem, einfachem oder Muſſelinglas von Glaswänden, Türfüllungen, eiſernen Fenſterrahmen u. dergl. 3. Glasmalerei mit Teppichmuſterung oder dergl. in Bleifaſſung. 4. Belegen von Glasdächern in Rohglas u. ſ. w.

XII. Schloſſerarbeiten. Die Beſchlägteile der Türen, Fenſter und Läden ſind in ihren einzelnen Teilen zu bezeichnen und die verſchiedenen Arten getrennt aufzuführen: 1. Türbeſchläge: a) Haustore oder -türen; b) zweiflügelige Zimmertüren; c) einflügelige desgl.; d) Keller- und Speichertüren; e) Aborttüren; f) Tapeten- und Wandkaſtentüren; g) Glastüren u. ſ. w. 2. Fenſterbeſchläge von zwei-, drei- oder vierflügeligen Fenſtern ſamt Befeſtigung mit Steinſchrauben. 3. Ladenbeſchläge, innere und äußere. 4. Fenſterrahmen aus Walzeiſen u. ſ. w. mit Beſchlägen. 5. Treppen- und Balkongeländer pro laufenden Meter. 6. Fenſtergitter aus Flach- oder Rundeiſen u. ſ. w. 7. Firſtbekrönungen nach Kilogramm, Wetterfahnen, Turmſpitzen nach Stück. 8. Blitzableitung: Auffangſtangen pro laufenden Meter mit vergoldeter Kupferſpitze, Leitungsſtangen, Firſt-, Grat- und Wandkloben, Bodenleitung. 9. Einfriedigungsgitter nach laufenden Metern.

XIII. Anſtreicher- und Tüncherarbeiten. In einfacher und glatter Arbeit nach Anzahl und Quadratmetern einſchließlich Farbe und Einrüſtung, bei feiner Arbeit nach Stück. 1. Oelfarbanſtrich auf Holzwerk oder Wänden, glatt oder mit Maſerierung, in einem oder mehreren Tönen. 2. Firnisanſtrich auf ſichtbarem Holzwerk. 3. Geſchliffener Oelfarbenanſtrich mit Marmorierung und Lackieren. 4. Diamantfarbenanſtrich mit Eiſenwerk ſamt Aufblicken mit Bronze. 5. Leimfarbenanſtrich. 6. Käſarbenanſtrich. 7. Kalkfarbenanſtrich und Weißeln an Decken oder Wänden. 8. Malen von Geſimſen und Zimmerdecken. 9. Dekoration von Wandflächen. 10. Vergoldungen. — Die Flächen werden verſtreckt gemeſſen; bei den Fenſtern wird des Glaſes wegen die Hälfte bis ein Drittel der Fläche in Abzug gebracht (vgl. Anſtreicherarbeiten, Bd. 1, S. 228).

XIV. Tapezierarbeiten. Aufziehen von Tapeten, einſchließlich vorherigen Leimens der Fläche, Aufnageln von Band an den Ecken und Enden, Aufkleben von Unterpapier und der dazu gehörigen Bordüren. Das Stück Tapete wird zu 3,5 qm gerechnet.

XV. Hafnerarbeiten. 1. Lieferung von Kachelöfen, einfach oder in verſchiedenen Farben glaſiert, ſamt Aufſetzen. 2. Marmorkamine mit Vorlagen ſamt Aufſetzen. 3. Aufſetzen von eiſernen Oefen ſamt Ausmauerung. 4. Lieferung von gebrannten Formſteinen für Geſimſe, Friese, von Tragſteinen, Reliefplatten u. ſ. w.

XVI. Zentralheizung als Luft-, Warmwaſſer- oder Dampfniederdruckheizung nach verſchiedenen Syſtemen ſamt Dampfkeſſel und Einmauerung. Legen der Röhren, Aufſtellen der Heizkörper verſchiedenſter Art.

XVII. Gas- und Waſſerleitung ſamt Badeeinrichtung. Zu den Leitungsröhren in Gebäuden dürfen nur ſolche aus Eiſen verwendet werden. Mauerhaken und Muffen ſowie alle kalten Biegungen ſind im Preiſe inbegriffen. Die Röhren dürfen nicht zu eng bemeſſen werden. 1. Leitungsröhren, nach den verſchiedenen Größen geordnet. 2. Bogen, Winkel, Nippel, Muffen. 3. Rohrſchellen, Deckſcheiben und Flanſchen. 4. Hauptahn, Zapfhähne, Ventilabſchlußhähne, Feuerhähne. 5. Durchbrechen von Mauern, Decken und Wänden. 6. Aufſtellen der Gas- und Waſſeruhren. 7. Badeofen mit Badewannen aus Kupfer u. ſ. w. 8. Waſſerkloſetts mit Spülapparat, Regulierhahn u. ſ. w. 9. Waſſerableitung aus Gußröhren mit Siphons u. ſ. w.

XVIII. Entwäſſerungen. 1. Liefern und Legen der Röhren aus Steinzeug, Zement, Eiſen u. ſ. w. 2. Einfall- und Kontrollſchächte, Schlammfänger ſamt allen Grab- und Schachtarbeiten, Dichten der Rohrleitung pro laufenden Meter und Stückzahl.

XIX. Pflaſtererarbeiten. 1. Pflaſtern der Umgebung des Gebäudes, der Zufahrt und des Hofraumes aus gerichteten Steinen ſamt Unterlage. 2. Stückung mit Ueberkieſen.

XX. Verſchiedenes. Hierunter ſind zu rechnen: 1. Arbeiten des Bildhauers oder Bildſchnitzers. 2. Modellkoſten für Gußarbeiten oder dergl. 3. Klingeleinrichtung, elektriſch oder mit Luftdruck. 4. Aufſtellen einer Uhr u. dergl. 5. Waſchküchenherd u. dergl. 6. Klärkaſten für Senkgrube u. ſ. w.

XXI. Allgemeine Koſten umfaſſen: 1. Honorar des Architekten (ſ. Normen), für Bauaufſicht, d. h. den Bauführer, Wächter, für Trinkgelder, Richtfeſt. Abgaben für Prüfung der Pläne, der Kamine u. ſ. w. 3. Für unvorherzuſehende Fälle ein Betrag, welcher beim Hochbau mit 3—5% der ermittelten Bauſumme zuzuſchlagen und auf einen runden Betrag zu bringen iſt. Am Schluſſe des Koſtenanſchlages werden die Summen der einzeln aufgeſtellten Abſchnitte nochmals in Rubriken untereinander geſetzt und der Geſamtkoſtenbetrag hierdurch feſtgeſtellt.

Koſten der im vorſtehenden nicht angeführten Baugegenſtände ſind zum Teil in den Einzelartikeln angegeben, worauf wir verweiſen.

Ueber die Preiſe der einzelnen Baugegenſtände und Arbeiten, welche je nach den örtlichen und ſonſtigen Verhältniſſen äußerſt verſchieden ſind, kann hier Näheres nicht erörtert werden. Es beſtehen für die Bauſtoffe und die einzelnen Gewerke Preisliſten, die im allgemeinen ſtabil ſind, in größeren Städten aber jährlich neu aufgeſtellt und durch Druck bekanntgemacht werden; zu gleichem Zwecke dienen auch die jährlich erſcheinenden Baukalender, Taſchenbücher, vgl. a. [1]—[10].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Handbuch der Baukunde, Berlin 1885, Hilfswiſſenſchaften, Abt. I, Bd. 1, S. 48 ff. — [2] Bankwitz, Das Veranſchlagen von Hochbauten nach der im preußiſchen Miniſterium u. ſ. w. erlaſſenen Anweiſung, Berlin 1883. — [3] Manger, Hilfsbuch zur Anfertigung von Bauanſchlägen, Berlin 1879. — [4] Schwatlo, Handbuch zur Beurteilung und Anfertigung von Bauanſchlägen, Leipzig 1883. — [5] Buſch, Die Bauführung, Berlin. — [6] Lang, R., und Habicht, J., Deutſches Baujahrbuch für Veranſchlagung und Verdingung, Berlin. — [7] Deutſcher Baukalender, Berlin. — [8] Sapper, Taſchenbuch füddeutſcher Baupreiſe, Stuttgart und Zürich. — [9] Koch, Schweizeriſche Baupreiſe, Zürich. — [10] Oſthoff, G., Hilfsbuch zur Anfertigung von Koſtenrechnungen im Gebiete des geſamten Ingenieurweſens, 7. Aufl., Leipzig 1896. — [11] Preisbücher der Maſchinenfabriken und techniſchen Geſchäfte. — [12] Joly, Techniſches Auskunftsbuch, Wittenberg (erſcheint jährlich). — [13] Ballewski, Der Fabrikbetrieb, Berlin 1905. — [14] Beck, Th., Koſten- und Gewichtsberechnung ſowie Berechnung von Akkordlöhnen, Darmſtadt. — [15] Bergmann, Die Preisberechnung für Handel, Gewerbe und Induſtrie, Leipzig 1905. — [16] Calmes, Der Fabrikbetrieb, St. Gallen 1906. — [17] Cremer, Durchſchnittspreiſe für Akkordarbeiten in Maſchinenfabriken, Duisburg 1889. — [18] Emele, Die einfache Buchführung und das Koſtenberechnen für Gewerbetreibende, Karlsruhe 1891. — [19] Erlacher, Briefe eines Betriebsleiters über Organiſation techniſcher Betriebe, Hannover 1906. — [20] Faludi, Die Theorie des Hauptbuches der doppelten Buchführung, Wien 1903. — [21] Feuerſtein, Das Ganze der Fabrikbuchhaltung, Leipzig. — [22] Grimſhaw, Werkſtattbetrieb und -organiſation, Hannover 1905. — [23] Haeder, Kalkulieren von Maſchinen und Maſchinenteilen, Duisburg 1901. — [24] Haushofer, Der Induſtriebetrieb, München 1904. — [25] Herrmann und Trott, Die Einrichtung, Inſtandhaltung und Oekonomie der Fabrik- und Gewerbebetriebe, Nürnberg. — [26] Hiemann, Leitfaden für einen Geſchäftsgang der Fabrikgeſchäftsbuchführung, Fabrikverwaltung und Organiſation, Leipzig 1906. — [27] Johanning, Die Organiſation der Fabrikbetriebe, Braunſchweig 1906. — [28] Leitner, Die Selbſtkoſtenberechnung induſtrieller Betriebe, Frankfurt a. M. 1906. — [29] Lewin, Werkſtättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe, Berlin 1906. — [30] Meſſerſchmitt, Die Kalkulation im Maſchinenweſen, Eſſen 1904. — [31] Derſ., Die Kalkulation in der Eiſengießerei, Eſſen 1886. — [32] Derſ., Die Kalkulation der Eiſenkonſtruktionen, Eſſen 1884. — [33] Rudolphi, Die kaufmänniſche Fabrikbetriebsbuchführung und Verwaltung, Hannover. — [34] Schleh, Die Kalkulation der Dampfkeſſel, Köln 1890. — [35] Schmelzer, Die Werkſtättenbuchführung für den Maſchinenbau, Leipzig 1900. — [36] Schulze, Richard, Beſtimmung der Arbeitszeiten bei der mechaniſchen Bearbeitung der Metalle, Berlin 1890. — [37] Derſ., Grundlage für das Veranſchlagen der Löhne bei Bearbeitung der Maſchinenteile, Berlin 1892. — [38] Sperlich, Unkoſtenkalkulation, Hannover 1906. — [39] Winkler, Die kaufmänniſche Verwaltung einer Eiſengießerei, Berlin 1906. — [40] Vgl. a. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing.; Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen; Gießereiztg.; „Stahl und Eiſen“ u. a. — [41] Neudeck, Leitfaden f. d. Unterricht im Schiffbau, Berlin 1902. *Drach, Lindner, T. Schwarz, Weinbrenner.*

Kote, 1. (Norddeutſch) Einzelabteilung in Schweineſtällen, ſonſt auch Kobe, Kufe, Bucht genannt. 2. In der Geodäſie eine Maßbezeichnung, die ſich auf irgend eine Baſis bezieht; z. B. iſt Höhenkote, bezogen auf Normal-Null, der vertikale Abſtand eines Punktes über oder unter Normal-Null u. ſ. w.; ſ. a. Salz.

Kotoniſieren, ſ. Flachswolle.

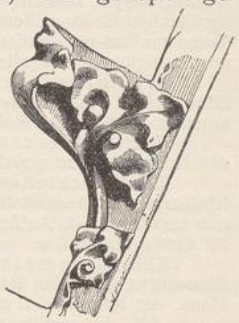
Kotſteine, ſ. Koprolithe.

Kotzen, rauhes Deckenzeug, zu Pferdedecken, Fuß- und Bettdecken, aus grober Wolle und meiſt grobem Geſpinſt, glatt (wie Tuch) oder geköpert gewebt, ſchwach gewalkt, aber ſehr ſtark gerauht und nicht geſchoren, daher mit pelzartig dichtem und langem Haar (ſ. Weberei). *E. Müller.*

Kouvert, ſ. Briefumſchläge.

Kovariante, ſ. Invariantentheorie.

Krabbe (Krappe, Kriechblume), gotiſches Blattwerk, das ſich an den Kanten der Turmhelme, Wimperge und Giebel ſowie der Fialen in Zwiſchenräumen hinaufzieht. Anfänglich ſehr einfach gebildet, wurde es ſpäter mit ſtarken Knollen ausgeſtaltet und artete zuletzt in ſehr krauſe Formen aus (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*



Krabbe des 14. Jahrhunderts.

Krabbmaſchine, ſ. Crabben.

Krachendmachen der Seide, ſ. Appretur, Bd. 1, S. 257.

Krachporzellan, graues chineſiſches Porzellan mit ſehr zahlreichen Haarriſſen. Es beſitzt keinen Klang, iſt ſehr zerbrechlich, erträgt aber hohe Hitzegrade. Im Preis hoch; Herſtellungsweiſe noch Geheimnis. *K. Dümmler.*

Kräfte, innere und äußere, ſ. Materielles Syſtem; Maſſenkräfte und Oberflächenkräfte, ſ. Aeußere Kräfte; Zugkräfte, Druckkräfte, Schubkräfte, ſ. Druck und Elaſtizitätslehre, allgemeine; Kräfte, chemiſche, ſ. Verwandtſchaft, chemiſche; Kräfte, elaſtiſche, ſ. Elaſtizität.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kräftefunktion. **1. Kräftefunktion für einen einzelnen Punkt.** Bringen wir einen Punkt von der Maſſe m an verſchiedene Stellen des Raumes, ſo wirkt auf ihn eine mit dem Orte wechſelnde Kraft. Die Geſamtheit aller dieſer Kräfte, die an den jeweiligen Ort des Maſſenpunktes geheftet gedacht ſind, heißt das Kraftfeld des Punktes. Dasſelbe wird durch die drei Komponenten XYZ der Kraft als Funktionen der Koordinaten des Angriffspunktes (des ſogenannten Aufpunktes) gegeben. Wird der Maſſenpunkt in dem Kraftfeld um dx, dy, dz bewegt, ſo ſtellt $dA = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$ die dabei geleiſtete Elementararbeit dar. In vielen wichtigen Fällen iſt die Summe der auf einem beliebigen Weg geleiſteten Arbeit unabhängig von der Form des Weges und nur abhängig von den Endpunkten desſelben. Das drückt ſich analytiſch dadurch aus, daß die Formel für dA als das vollſtändige Differential einer Funktion U des Ortes (x, y, z) aufgefaßt werden kann:

$$dA = dU = \frac{\partial U}{\partial x}\,dx + \frac{\partial U}{\partial y}\,dy + \frac{\partial U}{\partial z}\,dz.$$

Dieſe Funktion U heißt die Kräftefunktion, und aus ihr laſſen ſich die Komponenten der Kraft durch Differentiation nach den Koordinaten wie folgt ableiten: $X = \frac{\partial U}{\partial x}$, $Y = \frac{\partial U}{\partial y}$, $Z = \frac{\partial U}{\partial z}$.

Iſt eine ſolche Funktion U vorhanden, ſo iſt die auf einem beliebigen zwiſchen zwei Punkten P_1 und P_2 verlaufenden Wege von der Kraft des Feldes geleiſtete Arbeit

$$A = \int_1^2 \frac{\partial U}{\partial x}\,dx + \frac{\partial U}{\partial y}\,dy + \frac{\partial U}{\partial z}\,dz = \int_1^2 dU = U_2 - U_1,$$

d. h. gleich der Differenz der Werte von U an den Enden P_2 und P_1 des Weges. Notwendige und hinreichende Bedingung für das Vorhandenſein einer Kräftefunktion U ſind die aus der Gleichheit von $\frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y} = \frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial x}$ u. ſ. w. folgenden Beziehungen:

$$\frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial Y}{\partial x},\quad \frac{\partial Y}{\partial z} = \frac{\partial Z}{\partial x},\quad \frac{\partial Z}{\partial x} = \frac{\partial X}{\partial z}.$$

Bewegt ſich ein Punkt frei oder auf einer feſten, reibungsloſen Bahn oder Fläche in einem von einer Kräftefunktion ableitbaren Kraftfeld, ſo iſt der Zuwachs an lebendiger Kraft: $\frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) = U_2 - U_1$ gleich der Differenz der Werte der Kräftefunktion an den Enden des betrachteten Bahnſtückes. Geometriſch wird der Verlauf der Kräftefunktion durch die Flächen $U = \text{const}$, die Niveauflächen, die in beliebig kleinen, aber gleichen Abſtufungen der Konſtanten konſtruiert werden, dargeſtellt. Die Richtung der Kraft ſteht ſenkrecht auf den Niveauflächen und zeigt nach den höheren Werten von U; ihre Größe iſt gleich dem Differentialquotient von U in Richtung der Normalen zur Niveaufläche und ſomit umgekehrt proportional der Entfernung benachbarter Niveauflächen.

Eine Kräftefunktion exiſtiert ſtets, wenn der Aufpunkt Anziehungen unterliegt, welche von feſten Zentren ausgehen und bloß von der Entfernung abhängen; vgl. Potential.

2. Kräftefunktion für ein Syſtem von Punkten.

Auch für ein ſolches gibt es häufig eine Funktion U von den Koordinaten $x_i\,y_i\,z_i$ der Angriffspunkte der wirkenden Kräfte mit den Komponenten $X_i\,Y_i\,Z_i$ von der Eigenſchaft, daß $\frac{\partial U}{\partial x_i} = X_i$, $\frac{\partial U}{\partial y_i} = Y_i$, $\frac{\partial U}{\partial z_i} = Z_i$ iſt, die dann Kräftefunktion des Syſtems genannt wird.

Hierbei iſt: $dU = \Sigma\left(\frac{\partial U}{\partial x_i}\,dx_i + \frac{\partial U}{\partial y_i}\,dy_i + \frac{\partial U}{\partial z_i}\,dz_i\right)$ die bei einer unendlich kleinen Veränderung des Syſtems von den wirkenden Kräften geleiſtete Elementararbeit. Die beim Uebergang zwiſchen zwei endlich verſchiedenen Lagen des Syſtems von den wirkenden Kräften geleiſtete Geſamtarbeit iſt beim Vorhandenſein einer Kräftefunktion nur von den Endlagen, nicht aber von den Zwiſchenlagen abhängig. Bei der natürlichen Bewegung eines ſolchen Syſtems iſt der Zuwachs an lebendiger Kraft zwiſchen zwei Lagen gleich dem Zuwachs der Kräftefunktion. Im Falle des Gleichgewichtes iſt die Veränderung der Kräftefunktion beim Uebergang zu einer Nachbarlage Null (bezw. unendlich klein von der zweiten Ordnung); im Falle des ſtabilen Gleichgewichtes hat die Kräftefunktion ein Maximum.

Literatur: Jacobi, Vorleſungen über Dynamik, herausg. v. Clebſch, Berlin 1866, S. 10 ff.; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Leipzig 1879, Bd. 1, S. 355—360, und Bd. 2, S. 529—530 u. 540—544.

Finſterwalder.

Kräftemaßſtab. In der graphiſchen Statik (ſ. d.) werden Kräfte durch Linien von beſtimmter Lage und Länge dargeſtellt. Jeder Längeneinheit entſpricht eine beſtimmte Anzahl Krafteinheiten oder umgekehrt jeder Krafteinheit eine beſtimmte Anzahl Längeneinheiten. Dieſer Zuſammenhang zwiſchen Länge und Kraft wird durch den Kräftemaßſtab feſtgeſtellt.

Meiſtens wird der Kräftemaßſtab beliebig gewählt, und zwar ſo, daß die darauf ſich ſtützende Zeichnung weder zu umfangreich noch zu klein, d. h. ungenau, ausfällt. Selbſtverſtändlich wird ein möglichſt runder Maßſtab gewählt. In einzelnen Fällen muß der Kräftemaßſtab erſt aus gewiſſen Annahmen oder Verhältniſſen abgeleitet werden. Häufig kommen bei einem größeren Kräfteplane (ſ. d.) mehrere Kräftemaßſtäbe zur Verwendung. *Mörſch.*

Kräftepaar iſt die Verbindung zweier entgegengeſetzt gleichen Parallelkräfte. Die beiden Kräfte heißen die Seitenkräfte, der Abſtand ihrer Richtungslinien der Arm des Paares.

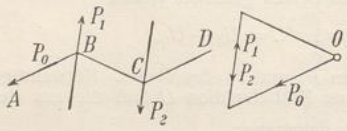
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die durch die Wirkungslinien gelegte Ebene heißt die Ebene des Kräftepaares, das Produkt P_p aus der Größe P einer der beiden gleichgroßen Kräfte in dem Abſtand p ihrer Wirkungslinien heißt das Moment des Kräftepaares. Jedem Kräftepaar gehört noch ein Drehſinn zu, der verſchieden iſt, je nachdem man die Ebene des Paares von der einen oder andern Seite betrachtet. Die genannten Kennzeichen des Kräftepaares können durch eine gerichtete Größe (Vektor) das Achſenmoment des Paares dargeſtellt werden. Sie ſteht ſenkrecht auf der Ebene des Paares, ihre Länge iſt gleich dem Moment des Paares und ihre Richtung weiſt nach jener Seite, von wo aus geſehen der Drehſinn des Paares dem Uhrzeigerſinn entgegengeſetzt erſcheint.

Kräftepaare mit gleichem Achſenmoment ſind einander äquivalent in bezug auf die Zuſammenſetzung von Kräften am ſtarren Körper (ſ. Aequivalenz der Kräfte). Die Zuſammenſetzung der Kräftepaare erfolgt durch geometriſche Addition der zugehörigen Achſenmomente.

Literatur: Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879—80, Bd. 1, S. 20—29; Bd. 2, S. 361—365. *Finſterwalder.*

In der graphiſchen Statik wird ein Kräftepaar häufig als eine unendlich kleine, in der unendlich fernen Geraden der Kraftebene liegende Kraft angeſehen. Setzt man nämlich zwei parallele, gleich große, aber entgegengeſetzt gerichtete Kräfte P_1 und P_2 auf üblichem Wege mittels eines Kräfte- und eines Seilpolygons (ſ. d.) zuſammen, ſo geht die Mittelkraft einmal durch den Schnittpunkt der beiden gegebenen Kräfte, ſodann aber auch (vgl. Parallelkräfte) durch den Schnittpunkt der äußerſten Seilſeiten AB und CD, alſo durch zwei unendlich ferne Punkte; mit andern Worten, ſie liegt in der unendlich fernen Geraden. Aus dieſer Betrachtung ergeben ſich leicht folgende, auf Kräftepaare bezügliche Sätze: Die Mittelkraft einer Anzahl Kräftepaare iſt wieder ein Kräftepaar. Kräftepaare in einer und derſelben Ebene unterſcheiden ſich nur durch ihre Größe, d. h. durch ihr ſtatiſches Moment voneinander. Setzt man eine Kraft mit einem Kräftepaar zuſammen, ſo wird ſie parallel zu ſich ſelbſt verſchoben; die Verſchiebung iſt gleich dem Momente des Kräftepaares, geteilt durch die Kraft. Eine Kraft läßt ſich ſtets in eine gleichgroße, parallel gelegene Kraft und ein Kräftepaar zerlegen. Ein Kräftepaar kann aus einer Ebene in eine parallele Ebene verlegt werden, ohne daß ſeine Bedeutung und Wirkung ſich ändert.



Literatur: Culmann, Die graphiſche Statik, Zürich 1866, 2. Aufl. 1875. *Mörſch.*

Kräfteplan, in der graphiſchen Statik (ſ. d.) jede zeichneriſche Löſung einer ſtatiſchen Aufgabe, mag ſie aus einer einzigen Figur oder aus mehreren zuſammenhängenden oder getrennten Figuren beſtehen; vgl. Cremonaſcher Kräfteplan, Erddruck, Bogenträger, Halbparabelträger u. a. *Mörſch.*

Kräftepolygon oder Krafteck, in der graphiſchen Statik die Figur, die entſteht, wenn man eine Anzahl Kräfte zeichneriſch ſo aneinander reiht, daß der Anfangspunkt jeder folgenden Kraft mit dem Endpunkte der vorhergehenden zuſammenfällt.

Das Kräftepolygon dient zum Zuſammenſetzen verſchiedener Kräfte zu einer Mittelkraft und fußt auf dem Satze vom Parallelogramm der Kräfte (ſ. d.). Sollen z. B. die vier im Punkte A angreifenden Kräfte P_1 bis P_4 zu einer Mittelkraft vereinigt werden, ſo zeichnet man (Fig. 1 rechts), von einem Punkte O ausgehend, ein Vieleck, in dem in der angedeuteten Weiſe jede Kraft ſich an die vorhergehende anſchließt. Dann iſt nach obengenanntem Satze P_{1-2} die Mittelkraft von P_1 und P_2, P_{1-3} die Mittelkraft von P_1, P_2 und P_3, und $R = P_{1-4}$ die Mittelkraft aller vier Kräfte. Den Punkt O nennt man den Pol, die durch den Pol gehenden Linien die Strahlen des Kräftepolygons. Die Mittelkraft R der gegebenen Kräfte „ſchließt", wie man ſieht, das Kräftepolygon. Kehrt man den Pfeil der Kraft R um und fügt ſie als fünfte Kraft zu den gegebenen Kräften hinzu, wie es in der Figur links angedeutet iſt, ſo bekommt man Kräfte, die ſich im Gleichgewicht halten. Daraus folgt: Kräfte, die auf einen Punkt wirken, ſind im Gleichgewichte, wenn ihr Polygon geſchloſſen iſt. Aus einfachen geometriſchen Gründen

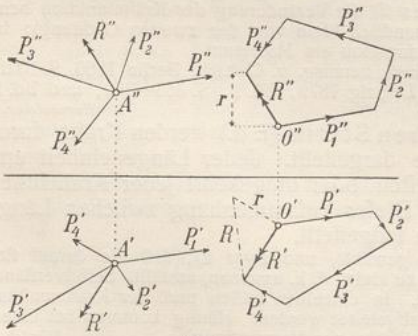


Fig. 2.

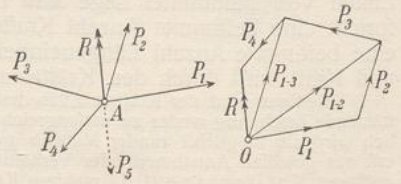


Fig. 1.

ergibt ſich ferner der Satz: Die Mittelkraft iſt von der Reihenfolge, in der die Kräfte zuſammengeſetzt werden, unabhängig. (Ueber die Zuſammenſetzung von Kräften, die beliebig in der Ebene liegen, ſ. Seilpolygon.) Kräfte im Raume, die durch einen Punkt gehen, werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in gleicher Weiſe zuſammengeſetzt; nur muß in dieſem Falle das Kräftepolygon in zwei verſchiedenen Projektionen gezeichnet werden (Fig. 2). Die wahre Größe von R (oder irgend einer der gegebenen Kräfte) findet man, wenn man die lotrechte Projektion r von R'' ſenkrecht an R' anfügt und die Hypotenuſe zieht. Ueber die Zuſammenſetzung von beliebig im Raume gelegenen Kräften ſ. Zuſammenſetzung von Kräften.

Literatur: Culmann, Die graphiſche Statik, Zürich 1866, 2. Aufl. 1875; Bauſchinger, Elemente der graphiſchen Statik, München 1871; zahlreiche andre Werke über graphiſche Statik. *Mörſch.*

Kräftesyſtem iſt die Geſamtheit aller an einem Punktſyſtem angreifenden Kräfte. Iſt das Kräftesyſtem ein Syſtem von Momentankräften, ſo erzeugt es einen Geſchwindigkeitszuſtand des Punktſyſtems; iſt es ein Syſtem kontinuierlicher Kräfte, ſo gibt es demſelben einen Beſchleunigungszuſtand, welcher den vorhandenen Geſchwindigkeitszuſtand kontinuierlich verändert. *(Schell) Finſterwalder.*

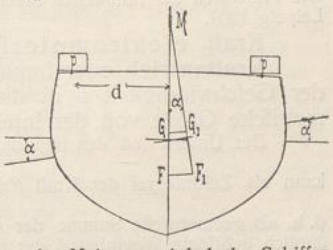
Kräftetetraeder, ſ. Chasles Satz über das Kräftetetraeder.

Kräftezuſammenſetzung, ſ. Zuſammenſetzung von Kräften und Kräftepolygon.

Krämpen (Krempen), ſ. Kümpeln; ſ. a. Bördeln (Bördelpreſſe)

Krängung oder Schlagſeite eines Schiffes heißt eine Neigung desſelben um die Längsachſe, veranlaßt durch Winddruck oder ungleiche Verteilung von Gewichten querſchiffs. *T. Schwarz.*

Krängungsverſuch dient zur Beſtimmung der Lage des Syſtemſchwerpunktes eines Schiffes auf praktiſchem Wege.



Man pflegt für jeden Neubau zwei derartige Verſuche zu machen: einen erſten bald nach dem Stapellauf, um die Schwerpunktslage des leeren Schiffskörpers zu erhalten, und einen zweiten in vollausgerüſtetem Zuſtande, um hiernach die Stabilität und dementſprechend die Seefähigkeit des Schiffes feſtſtellen zu können. Ein beſtimmtes Gewicht wird um eine beſtimmte Entfernung querſchiffs bewegt und die hierdurch entſtehende Krängung — Neigung — des Schiffes beobachtet. Bedeuten p in Kilogramm zwei gleichgroße Gewichte, die meiſt auf dem Oberdeck an der Bordwand in gleicher Höhenlage geſtaut werden, d in Metern die Entfernung ihrer Schwerpunkte von der Mittellinie des Schiffes, α den Neigungswinkel des Schiffes nach Verſchiebung von 1 p um 2 d, ſo iſt die Verſchiebung des Schiffsſchwerpunktes (ſ. die Figur) $GG_1 = \frac{p \cdot 2d}{D + 2p}$, wobei D gleich Deplacement des Schiffes ohne Krängungsballaſt in Tonnen. Die Höhe des Metazentrums über Syſtemſchwerpunkt GM iſt $= GG_1 \operatorname{cotg} \alpha$ und daher $GM = \frac{p \cdot 2d}{D + 2p} \operatorname{cotg} \alpha$. Da die metazentriſche Höhe über dem Deplacementsſchwerpunkt F $\left(FM = \frac{\int \frac{2}{3} y^3 \, dx}{D}\right)$ ſowie die Lage des Deplacementsſchwerpunkts F aus den Schiffsplänen (ſ. Schiffszeichnung) zu berechnen iſt, ſo kann man durch den Krängungsverſuch $FM - GM$ oder FG und damit die Lage von G beſtimmen. Da der Krängungsballaſt $2p$ nur für den Verſuch an Bord iſt, ſo iſt die Schwerpunktslage durch Entfernung von $2p$ entſprechend der Höhenlage von $2p$ zu korrigieren.

Der Krängungsverſuch iſt bei möglichſt ruhigem Wetter und glatter Waſſeroberfläche vorzunehmen. Der Krängungsballaſt beträgt 1—2% des Deplacements. Den Neigungswinkel berechnet man aus dem mittleren Ausſchlag von drei im Vor-, Mittel- und Hinterſchiff aufgehängten Loten von beſtimmter Länge. Der Tiefgang des Schiffes mit und ohne Krängungsballaſt ſowie die Belaſtung des Schiffes iſt zur Kontrolle des Verſuchs genau feſtzuſtellen. Etwa überſchießende Gegenſtände ſind vor dem Verſuch feſtzuzurren und das Waſſer in der Bilge iſt zu lenzen, da durch eine Verſchiebung von Gewichten bei der Krängung der Neigungswinkel größer wird, als dem Wert von GG_1 entſpricht.

Literatur: [1] Johows Hilfsbuch für den Schiffsbau, Berlin 1902. — [2] Neudeck, Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau, Berlin 1902. — [3] Pollard, J., et Dudebout, A., Théorie du navire, Paris 1891. *T. Schwarz.*

Krätze, in der Metallurgie, ſ. v. w. Gekrätz (ſ. d.).

Krätzer, ſ. Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 206.

Kräuſen, ſ. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 21.

Kraft, im allgemeinſten Sinne die unbekannte Urſache einer Erſcheinung; in der Mechanik insbeſondere der Bewegungsänderung einer trägen Maſſe.

Nach dem Galileiſchen Trägheitsgeſetz haben wir für die Fortdauer der geradlinigen gleichförmigen Bewegung eines Maſſenpunktes keine Kraft anzunehmen, nur für die Veränderung der Bewegung. Geſchieht dieſe allmählich, ſo ſetzen wir die Wirkung einer kontinuierlichen Kraft voraus, deren Größe gleich dem Produkt aus der Maſſe des Punktes und der Beſchleunigung iſt. Ihre Richtung wird durch die Richtung der Beſchleunigung gegeben. Aendert ſich die Geſchwindigkeit des bewegten Punktes plötzlich, ſei es nach Größe oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Richtung, so sehen wir darin die Wirkung einer Momentankraft (Stoßkraft), deren Größe gleich dem Produkt aus der Masse des bewegten Punktes und der erfahrenen Geschwindigkeitsänderung ist, während die Richtung der Momentankraft durch die Richtung der eingetretenen Geschwindigkeitsänderung bestimmt wird. Dabei faßt man die Geschwindigkeitsänderung (ebenso wie die Beschleunigung) als geometrische Differenz der Geschwindigkeiten vor und nach der Aenderung auf. Mit dieser dynamischen Definition ist aber der Inhalt des Begriffes Kraft in der Mechanik noch nicht erschöpft. Aus metaphysischen wie aus Erfahrungsgründen setzen wir die Kräfte als dauernde, von der Zeit unabhängige, unter gleichen Umständen stets gleichwirkende Ursachen voraus. Tritt nun in einem Falle, wo nach Lage der Dinge die Wirkung einer Kraft zu erwarten ist, diese nicht oder nicht in dem erwarteten Umfang ein, so nehmen wir die Wirkung einer oder mehrerer weiterer Kräfte an, welche die Wirkung der ersten aufheben oder verändern. Eine Kraft P_2, welche die Wirkung einer gegebenen Kraft P_1 voll aufhebt, wird als mit ihr gleichgroß und entgegengesetzt gerichtet vorausgesetzt ($P_2 - P_1 = 0$). Hebt die Kraft P_2 die Wirkung von P_1 nicht auf, entsteht vielmehr eine Wirkung, die einer einzigen Kraft P_3 entspräche, so wird: $P_2 - P_1 = P_3$ oder $P_2 = P_1 + P_3$ gesetzt, wobei die Addition bezw. Subtraktion geometrisch gemeint ist. Das gibt die Grundlage der statischen Vergleichung der Kräfte. Fast immer setzt man von den Kräften außerdem voraus, daß sie ihren Sitz in trägen Massen haben, d. h. von solchen ausgehen, wie sie auch auf solche wirken. Dann gilt noch das Gesetz von Aktion und Reaktion. Nach diesem treten stets zwei in der Verbindungslinie der beiden Massen wirkende gleichgroße, aber entgegengesetzt gerichtete Kräfte auf, die den Massen entgegengesetzt gerichtete Beschleunigungen erteilen, welche der Größe der Massen umgekehrt proportional sind.

Literatur: Mach, E., Die Mechanik in ihrer Entwicklung, 4. Aufl., Leipzig 1901; Voß, A., Die Prinzipien der rationellen Mechanik, Encyklopädie der mathem. Wissensch., Bd. 4, 1. Heft, Leipzig 1901.

Finsterwalder.

Kraft, elektromotorische, s. Galvanismus, Bd. 4, S. 242.

Kraftantrieb oder Impuls eines bewegten Punktes von der Masse m und der Geschwindigkeit v ist die mit der Geschwindigkeit gleichgerichtete geometrische Größe von der Intensität mv.

Der Unterschied des Impulses zu zwei gegebenen Zeiten t und t_0, nämlich $mv - mv_0$ kann als Zeitintegral der Kraft $F = m\frac{dv}{dt}$ aufgefaßt werden: $\int_{t_0}^{t} F\,dt = m\int_{t_0}^{t} dv = m\,(v - v_0)$, d. h. als geometrische Summe der Antriebe $F\,dt$ der Kraft innerhalb des Zeitintervalles. Das ähnlich gebildete Wegintegral der Kraft gibt dagegen den Unterschied der lebendigen Kraft an den Enden des Weges: $\int_{s_0}^{s} F\,ds = \int_{s_0}^{s} m\frac{dv}{dt}\,ds = m\int_{s_0}^{s} v\,dv = \frac{m}{2}(v^2 - v_0^2)$. Bei krummliniger Bewegung ist das Produkt $F\,ds$ als Elementararbeit der Kraft auf dem Wege ds; d. h. als Produkt aus ds mal der Komponente von F in Richtung von ds aufzufassen. *Finsterwalder.*

Krafteck, s. Kräftepolygon.

Kraftgas bezeichnet im Gegensatze zu Leuchtgas ein für den Betrieb von Gasmaschinen bestimmtes Gas ohne Leuchtkraft. Es wird entweder besonders für diesen Zweck hergestellt oder entfällt als Nebenerzeugnis des Betriebes von Oefen, die andern Zwecken dienen.

Es enthält gewöhnlich nur geringe Mengen von Kohlenwasserstoffen, meist ist es in der Hauptsache ein Gemisch von Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff. Sein Heizwert ist fast immer viel geringer als der des Leuchtgases. Da aber mit jenem auch die zur Verbrennung erforderliche Luftmenge abnimmt, so erfordert es doch nur wenig größere Maschinen; auf die Raumeinheit der Gasmaschinenfüllung entfällt selbst dann nicht viel weniger Heizwert, wenn das Kraftgas beträchtliche Mengen von Stickstoff enthält. Rechnet man für 1 cbm Leuchtgas von 4500 Kal./cbm Heizwert 8 cbm Luft und für 1 cbm Gichtgas von 900 Kal./cbm Heizwert 0,8 cbm Luft, so entfallen auf 1 cbm der Füllung einmal wie das andremal 500 Kalorien. Man kommt heute mit sehr armen Gasen aus; die Gichtgase, die der Verhüttung des Mansfelder Kupferschiefers entstammen, haben nur 750 Kal./cbm. Die Grenze wird durch die Möglichkeit sicherer Zündung und hinreichend schneller Verbrennung gezogen; durch die starke Verdichtung des Gemisches bis zu 12 kg/qcm, die man heute allgemein der Zündung in der Maschine vorangehen läßt, und die Verwendung starker elektrischer Funken ist sie sehr tief gelegt.

Es lag sehr nahe, das für Ofenbetrieb längst bekannte Heizgas zu verwenden, das man gewöhnlich **Siemensgas** nennt und das aus minderwertiger Kohle in Schachtöfen durch unvollkommene Verbrennung erzeugt wird, also hauptsächlich aus Kohlenoxyd und Stickstoff besteht. Anfänglich sprach wohl seine Armut an brennbaren Stoffen dagegen; heute kommt dieser Grund kaum noch in Betracht. Da diese Gaserzeuger sehr heiß gehen, so hat das abziehende Gas eine sehr hohe Temperatur. Es muß der Maschine, schon um das Volumen herabzudrücken, aber kalt zugeführt, also gekühlt werden; es haben deshalb diese Gaserzeuger einen sehr kleinen Wirkungsgrad. Da 1 kg Kohlenstoff bei seiner Verbrennung zu Kohlenoxyd $\sim$ 2400 Kalorien, bei Verbrennung zu Kohlensäure aber $\sim$ 8000 Kalorien entwickelt, so ist also der höchstmögliche, praktisch aber unerreichbare Wirkungsgrad $\eta = (8000—2400) : 8000 = 0{,}7$.

Besser als das Siemensgas scheint sich das sogenannte **Waffergas** für Gasmaschinenbetrieb zu eignen. Es entsteht, indem man Wasserdampf durch glühende Kohlen leitet, und ist dem-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach in der Hauptſache ein Gemenge von Kohlenoxyd und Waſſerſtoff. Da 12 kg Kohlenſtoff 16 kg Sauerſtoff, alſo 18 kg Waſſer gebrauchen, um vollkommen zu verbrennen, auf 1 kg Kohlenſtoff alſo 1,5 kg Waſſer entfallen, erſterer bei der Verbrennung zu Kohlenoxyd zwar 2400 Kalorien freigibt, die Zerſetzung des Waſſers aber $1{,}5 \cdot 3200 = 4800$ Kalorien erfordert, ſo gibt ein Waſſergasofen keine Wärme ab, ſondern er verbraucht ſolche. Es liegt alſo nicht der Mangel des Siemensgasofens vor, ſondern der entgegengeſetzte, denn der Ofen kann nicht dauernd in Betrieb gehalten, ſondern er muß, nachdem er ſich abgekühlt hat, durch Luft wieder warm geblaſen werden. Es ſind alſo für Dauerbetrieb immer zwei Oefen erforderlich, die abwechſelnd arbeiten; das nach wenigen Minuten erforderliche Umſteuern macht den Betrieb unbequem. Da die Reaktion gemäß der Formel $C + H_2O = CO + H_2$ vor ſich geht, ſo beſteht das reine Waſſergas zu gleichen Volumteilen aus CO und H; es iſt alſo ziemlich reich. Geht man von Berthelots Angabe aus, 1 cbm Waſſerſtoff wiege bei 760 mm Queckſilber = 10333 kg/qm Druck und 0° Temperatur 0,09004 kg oder 0,08715 kg bei 10000 kg/qm, ſo iſt das Molekularvolumen, bezogen auf 32 kg Sauerſtoff, wenn Waſſerſtoff das Atomgewicht 1,008 hat, gleich 23,13 cbm. Da die Bildungswärme des Waſſers nach Berthelot 58100 Kalorien, die des Kohlenoxyds nach Thomſon 29000 Kalorien und die der Kohlenſäure nach demſelben 96960 Kalorien iſt, ſo ergibt ſich damit der Heizwert des reinen Waſſergaſes als $(58100 + 96960 - 29000) : (2 \cdot 23{,}13) = 2725$ Kal./cbm. Nun iſt aber das Waſſergas auch wegen ſeines Reichtums an Waſſerſtoff nicht ohne weiteres zum Betriebe von Gasmaſchinen geeignet. Solange man niedrige Verdichtungsgrade in dieſen anwendete, war es unbedenklich; bei hohem Verdichtungsgrade aber gibt es Anlaß zu Vorzündungen; es iſt zu heftigen Verpuffungen geneigt.

Bei den älteren Waſſergasverfahren von Strong und Lowe entſteht durch das Warmblaſen Siemensgas, bei den neueren nach Dellwick-Fleiſcher ein Gemenge von Kohlenſäure und Stickſtoff als Nebenerzeugnis. Würde man nach dem erſteren arbeiten, ſo könnte man das nebenher fallende Siemensgas mit dem Waſſergas miſchen und ſo ein ärmeres, ſehr brauchbares Gas erhalten. Will man aber ein ſolches anwenden, ſo iſt es bequemer, Luft und Dampf nicht abwechſelnd, ſondern gleichzeitig in den Vergaſer zu bringen, alſo Waſſergas und Siemensgas gleichzeitig zu erzeugen. Der Ofen kann dann, weil die zur Waſſergasbildung erforderliche Wärmemenge durch die Siemensgasbildung geliefert wird, dauernd arbeiten; die ganze Einrichtung wird äußerſt einfach. Die beiden nebeneinander her laufenden Reaktionen entſprechen dann den Formeln $C + O = CO$ und $C + H_2O = CO + H_2$. Da aber nicht Sauerſtoff, ſondern Luft eingeblaſen wird, ſo enthält das Gas neben 23,13 cbm Waſſerſtoff und 46,26 cbm Kohlenoxyd noch $(0{,}787 : 0{,}213) \cdot 0{,}5 \cdot 23{,}13 = 42{,}73$ cbm Stickſtoff; 2 kg Kohlenſtoff liefern alſo $3 \cdot 23{,}13 + 42{,}73 = 112{,}12$ cbm Gas, das aus 21% Waſſerſtoff, 41% Kohlenoxyd und 38% Stickſtoff beſteht. Sein Heizwert iſt alſo $[58100 + 2\,(96960 - 29000)] : 112{,}12 = 1700$ Kal./cbm. Die Schaffung der zur Erzeugung ſolchen Miſchgaſes geeigneten Apparate verdankt man dem Engländer Dowſon, der ſolche Einrichtungen zuerſt in der Mitte der achtziger Jahre einführte. Er verwendete zuerſt Anthracit als Brennſtoff, weil dieſe ſehr magere Kohle ein Gas liefert, das nur wenig gereinigt zu werden braucht und deshalb eine ſelbſt für ſehr geringen Arbeitsbedarf zweckmäßige Anordnung zuläßt. Später wurde auch Koks als Brennſtoff eingeführt; eine ſolche Einrichtung iſt ſkizzenhaft in Fig. 1 wiedergegeben. In einem kleinen Dampfkeſſel A wird überhitzter Dampf erzeugt, der durch ein Strahlgebläſe a, in dem er Luft anſaugt, mit dieſer unter den Roſt des Ofens B tritt. Der Ofen iſt luftdicht abgeſchloſſen, enthält eine hohe Brennſtofffchicht und wird durch den Fülltrichter b beſchickt. Der Brennſtoff wird zunächſt in dieſen gefüllt, dann ſchließt man den Deckel c und läßt erſteren durch das Ventil d in den Schacht herabfallen. Das bei der Inbetriebſetzung zuerſt entweichende Gas iſt noch naß und arm; es entweicht durch den Hahn e in den Schornſtein f. Erkennt man, es entzündend, an der Flamme, daß es reich genug geworden iſt, ſo läßt man es durch das Rohr g in den Waſcher C treten. Von hier gelangt es, durch den mit Koks gefüllten Regenapparat D und einige Sägeſpänereiniger E hinlänglich gereinigt, in einen Gasbehälter.

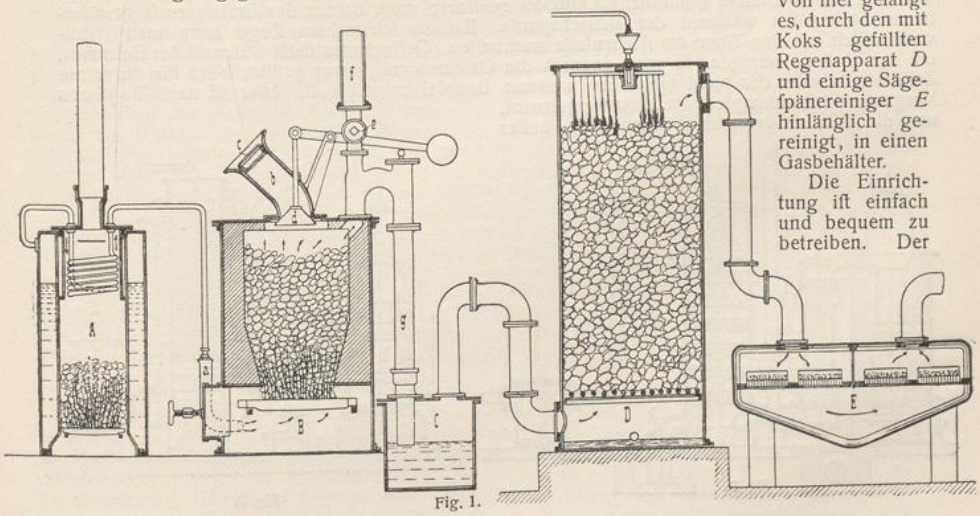


Fig. 1.

Die Einrichtung iſt einfach und bequem zu betreiben. Der

Ofen ist, um gleichmäßiges Gas zu erhalten, viertelstündlich mit kleinen Brennstoffmengen zu beschicken; er braucht täglich nur einmal abgeschlackt zu werden. Die Sägespänereiniger, bei Verwendung von Anthracit als Brennstoff nicht einmal unbedingt nötig, halten etwa eine Woche vor; der Koks aus dem Regenapparate dient später zur Kesselheizung. Die Gaserzeugung ist derartig regelmäßig, daß der Gasbehälter nur für 3—4 Minuten auszureichen braucht. Die Erzeugung wird dem Verbrauche angepaßt, indem der steigende und fallende Gasbehälter mittels eines Kettenzuges den Strahlapparat beeinflußt. Man hat selbstverständlich versucht, diese Einrichtung zu vervollkommnen. Insbesondere hat man den Wirkungsgrad gehoben, indem man die Wärme des abziehenden Gases, die im Koksreiniger nutzlos vernichtet wird, zur Vorwärmung der Luft oder zur Dampfüberhitzung verwertete, und man ist mit diesen Einrichtungen bis auf einen Wirkungsgrad von 75% gekommen, d. h. man findet im Heizwerte des Gases 75% von dem des Brennstoffes wieder.

Die wesentlichste Aenderung rührt aber von Bénier her, der Mitte der neunziger Jahre Anlagen schuf, die man im Gegensatze zu den Dowsonschen Druckgasanlagen **Sauggasanlagen** nennt. In diesen wird die Luft nicht durch einen Dampfstrahl in den Erzeuger gedrückt, sondern Luft und Dampf werden von der Maschine durch denselben gesaugt. Die Einrichtung bedarf jetzt keines besonderen Dampfkessels, sondern dieser wird durch einen ohne Ueberdruck arbeitenden Verdampfer ersetzt, auch kommt der Gasbehälter in Fortfall; die Maschine erzeugt bei jedem Hube so viel Gas, wie sie gebraucht. Als Beispiel diene zunächst Fig. 2. Auf dem Aschenfall *a* des Gaserzeugers bauen sich übereinander der ausgemauerte Schacht *b*, der Verdampfer *c* und der Kohlenbehälter *d* auf. Letzterer ist durch einen großen Hahn vom Fülltrichter abgeschlossen. Die Luft wird bei *e* angesaugt, streicht über die Wasseroberfläche des Verdampfers, dessen Inhalt etwa 80—90° warm ist, schwängert sich hier mit Wasserdunst und wird durch das Rohr *f* unter den Rost geleitet. Der Verdampfer ist mit einem Ueberlauf versehen, durch den der Spiegel immer in gleicher Höhe gehalten wird; die Wasserzufuhr ist so eingestellt, daß der Ueberlauf stets tröpfelt. Auch dieses Tropfwasser gelangt unter den Rost und bedeckt den Boden des Aschenfalls in einer wiederum durch einen Ueberlauf bestimmten Höhe. Es dient zum Ablöschen der Asche, aber es verdunstet auch teilweise durch die strahlende Wärme des Rostes und trägt zur Gasbildung bei. Das Gasrohr *g* führt durch den Wasserverschluß *h* zum Riefeler *i*, der mit Koks gefüllt ist, der durch eine Brause berieselt wird; das Gas steigt durch die Koksäule und wird so gewaschen. Das gereinigte Gas geht durch den Topf *k*, in dem sich aus dem Riefeler mitgenommenes Wasser niederschlagen kann, zur Maschine. Gewöhnlich ist dieser noch ein Stoßreiniger vorgeschaltet, in dem das Gas nochmals Gelegenheit hat, Wasser und Teer abzusetzen; es ist ein Kasten, in den gelochte Bleche oder Drahtbürsten eingeschlossen sind. Das Niederschlagswasser läuft in der steigend verlegten Gasleitung zum Topfe zurück. Beim Anblasen wird der Hahn *l* geöffnet und das Rohr *f* geschlossen, der von Hand angetriebene Bläser treibt die Luft durch den Schacht in das Rohr *n*, das ins Freie führt. Zeigt eine Probeflamme an, daß das Gas gut ist, so schließt man *l* und öffnet den Hahn *o*; dann bläst man durch den Riefeler nach der Maschine zu in eine zweite ins Freie führende Abgasleitung. Erst wenn auch hier eine Probeflamme gutes Gas meldet, setzt man den Bläser still, öffnet den Hahn in *f* und dreht die Maschine an. Während des Anblasens, das, wenn der Erzeuger während der Betriebspause nicht kalt wurde, eine gute Viertelstunde, bei der Inbetriebsetzung mit frisch entfachtem Feuer aber länger dauert, läuft das zugeführte Wasser durch den Ueberlauf des Verdampfers in den Aschenfall. Um die Anlage stillzusetzen, öffnet man den Hahn *l* in der Schornsteinleitung und schließt den Hahn *o*. Dadurch bringt man das Wasser am Boden des Riefelers zum Steigen, so daß der Wasserverschluß *h* sich füllt und das Rieselwasser durch das über *o* liegende Rohr nach *p* abläuft. Es ist damit also die Verbindung zwischen Erzeuger und Riefeler gesperrt. Ferner wird der Durchgangshahn des Rohres *f* geschlossen und der daran befindliche Lufthahn geöffnet; dann brennt der Erzeuger als gewöhnlicher Stubenofen während der Betriebspause. Bei zu schwachem Zuge kann man selbstverständlich mit den Türen am Aschenfalle nachhelfen. Oeffnet man diese während des Betriebes, um den Rost zu reinigen, so wird dadurch die Gaserzeugung zwar gestört, aber für die kurze Zeitdauer schadet das nicht viel. Ein weiteres Beispiel zeigt Fig. 3. Hier ist nach Taylors Vorgange der Verdampfer vom Vergaser getrennt, um die Wärme der abziehenden Gase besser

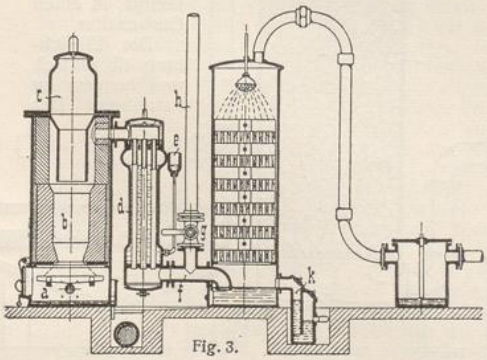


Fig. 3.

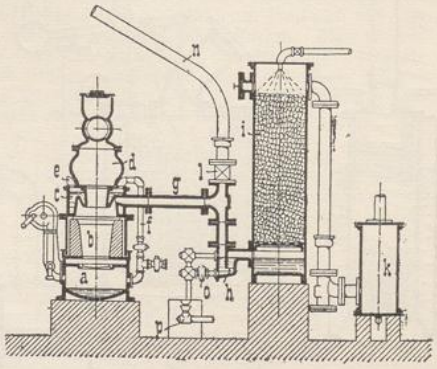


Fig. 2.

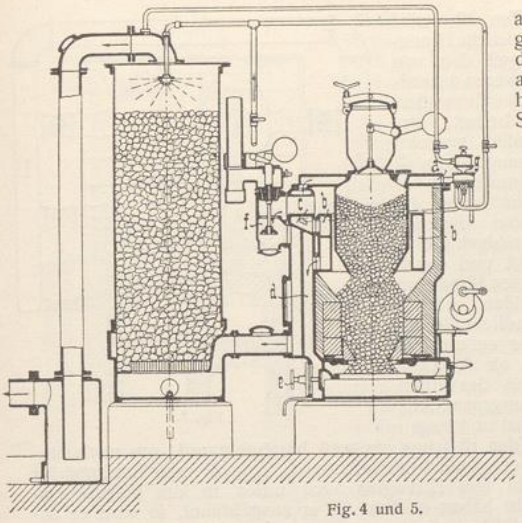
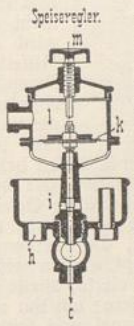


Fig. 4 und 5.

auszunutzen. Er ist als Röhrenkessel ausgebildet, das vom Vergaser zum Rieseler durch die Röhren gehende Gas verdampft also das für ersteren bestimmte Wasser. Auch hier bauen sich auf dem Aschenfall *a* der Schacht *b* und der Brennstoffbehälter *c* auf, doch hat der letztere keinen besonderen Fülltrichter, sondern nur einen nicht vollkommen dicht schließenden Deckel. Der Verdampfer *d* ist mit einem Speisetrichter *e* versehen, dieser mit einem Ueberlauf, so daß der Wasserspiegel in dem Verdampfer stets gleich hoch steht, Ueberdruck aber nicht entstehen kann. Der gebildete Dampf tritt selbstverständlich unter den Rost, das Gas geht durch das Rohr *f* zum Rieseler; dieser ist nicht mit Koks gefüllt, sondern mit Holzlatten ausgesetzt. Hahn *g* und Schornsteinrohr *h* dienen zur Inbetriebsetzung. Ein besonderer Abschluß zwischen Rieseler und Erzeuger ist nicht vorgesehen; es wird für genügend gehalten, das Rohr *f* bis in das auf dem Boden des Rieselers befindliche Wasser tauchen zu lassen, dessen Spiegel selbstverständlich, und zwar durch den mit Wasserverschluß versehenen Ueberlauf *k*, unverändert erhalten wird.



Neuerdings hat man, um rascheres Anlassen zu ermöglichen und um das Verhältnis zwischen Luft- und Dampfmenge besser regeln zu können, Verdampfer ohne Wasserraum angeordnet, wie Fig. 4 und 5 zeigen. Die Luft tritt bei *a* in den hohlen Deckel des Erzeugers, der zu ihrer Vorwärmung dient, und von hier in den ringförmigen, vom abziehenden Gase geheizten Verdampfer *b*, in den bei *c* Wasser gespritzt wird. Das gebildete Dampfluftgemisch gelangt durch das Rohr *d* unter den Rost; dieses Rohr kann durch das Ventil *e* vom Aschenfall abgesperrt werden. Das gebildete Gas umspült den Verdampfer und geht durch das Doppelventil *f* entweder zum Schornstein oder zum Koksrieseler. Bei größeren Ausführungen tritt an die Stelle des unteren Ventilkegels ein Wasserverschluß im Rieseler. Um nun die eingespritzte Wassermenge der Saugwirkung der Maschine anpassen zu können, ist der in größerem Maßstabe in Fig. 5 abgebildete Speiseregler *g* angebracht. Dieser besteht aus einem Ueberlauftopf, in den das Wasser bei *h* eintritt und aus dem man es nach Bedarf durch das Ventil *i* in die zum Verdampfer führende, bei *c* mündende Leitung treten läßt. Der Ventilkegel hängt an der biegsamen Platte *k*, die den Boden des Gefäßes *l* bildet und deren Hub durch die Schraube *m* begrenzt wird. Dieses Gefäß ist mit der Saugleitung der Maschine verbunden; je stärker sie arbeitet, desto mehr Wasser tritt in den Erzeuger.

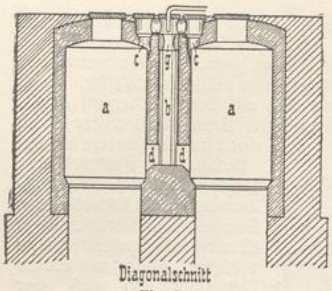
Man hat diese Sauggasanlagen in mancher Richtung zu verbessern gesucht. In bezug auf die Ausnutzung der Wärme heizt man die Luft vor durch das zu den Reinigungsapparaten fließende Gas, durch die strahlende Wärme des Vergasers oder gar durch die Abgase der Maschine, auch wärmt man das Speisewasser des Verdampfers vor, hat als solches sogar das Kühlwasser der Maschine benutzt. Anderseits hat man zur Erhöhung der Gleichmäßigkeit der Gaserzeugung Druckregler vor die Maschine geschaltet; oder man verbesserte das Gas durch Einfügung von Sägemehl- oder Stoßreinigern. Endlich hat man die Vorzüge des Ueberdruckes, verminderte Saugspannung der Maschine, Ausgleich durch den vor der Maschine befindlichen Behälter, mit denen des Unterdruckes verbunden, indem man zwischen der Gaserzeugungsanlage und der Maschine ein Gebläse einschaltete, das also die Luft durch die erstere saugt und das Gas der letzteren zudrückt. Alle diese Anlagen sind auf Anthracit und Koks beschränkt; sie gebrauchen je nach Größe und Belastung von ersterem 0,4—0,5 kg pro 1 PS., von letzterem etwas mehr.

Die Schwierigkeiten, die sich der Verwendung andrer Brennstoffe entgegenstellen, sind die Sicherung des Vergasers gegen Verstopfungen und die Bildung von Teer bei Entstehung schwerer Kohlenwasserstoffe; dieser ist der Maschine sehr gefährlich und schwer abzuscheiden.

Bituminöse Steinkohlen hat mit Erfolg zuerst Mond in England verarbeitet. Er führt, um Verstopfungen zu vermeiden, Wasserdampf in großem Ueberschuß in den Vergaser und verbrennt die entstehenden schweren Kohlenwasserstoffe in demselben. Aber die Einrichtung ist wegen Wiedergewinnung der großen Wärmemengen, die ohne diese mit der großen Dampfmenge in Verlust gehen würden, sehr umfangreich und nur in größtem Maßstabe vorteilhaft, auch ist das Gas sehr wasserstoffreich.

Ebenfalls nur für Großbetrieb, insbesondere für Hüttenwerke u.s.w. geeignet ist der Ringgenerator von Jahns, Fig. 6 und 7. Hier werden mehrere (z. B. vier) Oefen *a a* zu einer Gruppe vereinigt; sie werden nacheinander in Betrieb genommen. Zwischen den Oefen liegt ein Mittelkanal *b*; durch verschließbare Oeffnungen *c* sind die Oefen oben und durch immer offene Kanäle *d* unten mit ihm verbunden. Jeder Ofen ist außerdem oben bei *e* absperrbar an die gemeinsame Gasleitung *f* geschlossen. Im jüngsten Ofen, der oben an den Mittelkanal

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Diagonalschnitt
Fig. 6.

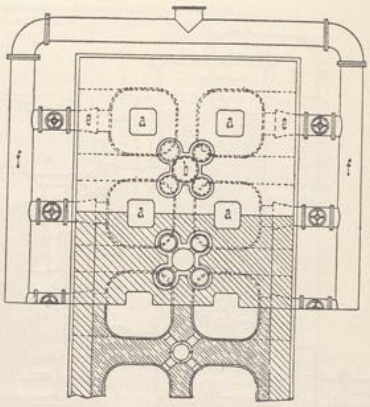


Fig. 7.

geſchloſſen iſt, wird nun der friſche Brennſtoff entgaſt, d. h. von den ſchweren teerbildenden Kohlenwaſſerſtoffen befreit, gewiſſermaßen verkokt. Das erzeugte Gas iſt nicht brauchbar; es wird durch das im Mittelkanal liegende Dampfſtrahlgebläſe *g* abgeſaugt und durch die unteren Kanäle in die beiden nächſtälteren Oefen gedrückt. Der in dieſen befindliche Brennſtoff iſt ſchon gut durchgebrannt, das hier entwickelte Gas brauchbar, deshalb ſind dieſe Oefen an die Gasleitung geſchloſſen. Das unbrauchbare Gas des erſten Ofens verbrennt in ihnen, die Verbrennungsprodukte, Kohlenſäure und Waſſerdampf, werden zerſetzt und tragen zur Gaslieferung bei. Der vierte, älteſte Ofen iſt ſchon zu weit herabgebrannt, um noch hinlänglich reiches Gas zu liefern; um ihn aber gänzlich zu erſchöpfen, ſchließt man ihn zunächſt auch oben an den Mittelkanal und ſchiebt ſein Erzeugnis auch unten in die beiden gasliefernden Oefen, die ja ſo wie ſo Luftzufuhr haben müſſen. Iſt er ausgebrannt, ſo wird er abgeſtellt, von Schlacken entleert und neu gefüllt. Er tritt nun als jüngſter wieder in die Reihe, in der jeder Ofen um eine Nummer vorrückt. Dieſe auch nur für Großbetrieb geeignete Anordnung hat ſich gut bewährt; man kann mit ihr ganz arme Kohlen, ja ſelbſt Klaubberge bewältigen.

Die ſonſtigen Sauggaserzeuger zur Vergaſung bituminöſer Kohlen beruhen ſämtlich auf dem Gedanken, die Kohle zunächſt in Koks zu verwandeln und dann dieſen zu vergaſen, die bei erſterem Vorgange entſtehenden Deſtillationsgaſe aber permanent zu machen, was am beſten geſchieht, wenn man ſie durch eine glühende Kohlenſchicht leitet. Man unterſcheidet Vergaſer mit einfacher und mit doppelter glühender Schicht. Die letzteren nennt man Doppelvergaſer. In beiden Fällen macht man die Brennſtoffſäule im Schacht ſehr hoch und ſaugt das gebildete Gas in etwa halber Höhe ab. Brennt der Vergaſer nur unten, ſo werden die oben entſtehenden Deſtillationsgaſe unter oder über den Roſt geſchafft, durchſtreichen die glühende Schicht und werden ſo verbrannt. Ein Verluſt iſt damit kaum verbunden, weil ja dabei zwar die Kohlenwaſſerſtoffe zu Kohlenſäure und Waſſer verbrennen, dieſe aber beim Durchſtreichen der Brennſtoffſäule wieder in Kohlenoxyd und Waſſerſtoff umgewandelt werden.

Dem in Fig. 8 und 9 abgebildeten Vergaſer wird die Luft bei *a*, der Dampf bei *b* zugeführt; das entwickelte Gas wird in halber Höhe bei *c* abgeſaugt, es umſpült den oberen Teil des Ofens, um ihn warm zu halten, und geht bei *d* zur Reinigung. Im oberen Teile des Schachtes wird der Brennſtoff, ähnlich wie in einer Leuchtgasretorte, entgaſt, die entwickelten Deſtillationsprodukte werden durch die Dampfſtrahlgebläſe *b* bei *c* abgeſaugt und durch die Rohrleitungen *f* in den unteren Teil des Schachtes gefördert, wo ſie verbrennen, wie oben erörtert wurde. Bemerkenswert iſt, daß dieſer Ofen keinen Roſt hat und daß die Aſche allmählich in ein Waſſervorratloch fällt, aus dem ſie bequem ohne Be-

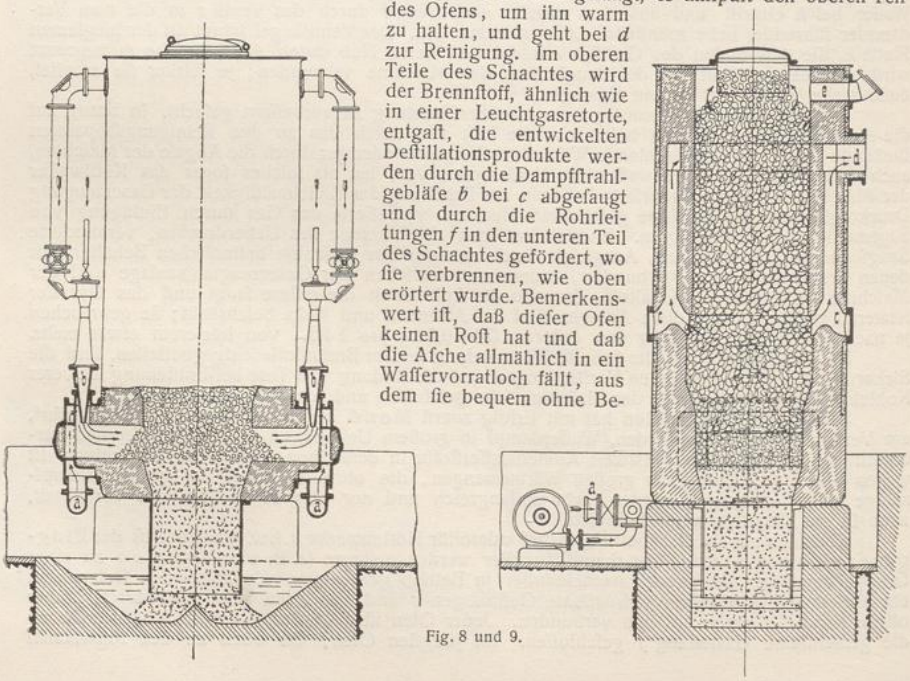


Fig. 8 und 9.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

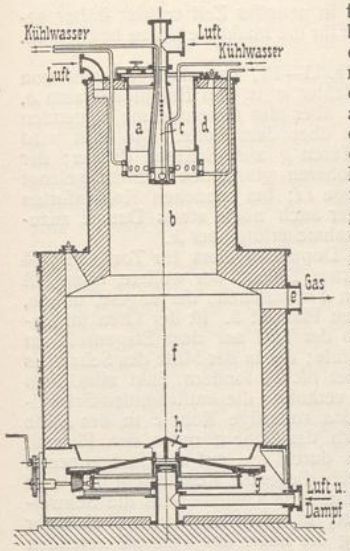


Fig. 10.

triebsſtörung entfernt werden kann. Die Doppelvergaſer brennen dagegen oben und unten, ſind häufig oben offen, ſo daß die Luft ohne weiteres zutreten kann. Dampf wird meiſt nur unten zugeführt. Sie arbeiten alſo oben, abgeſehen von den ſchweren Kohlenwaſſerſtoffen, auf Siemensgas und unten auf Dowſongas; beide miſchen ſich im Abzuge. Als Beiſpiel diene Fig. 10. Die Kohle wird in dem eingehängten Rumpf *a* deſtilliert, unter dem die oben glühende obere Brennſtoffſäule *b* liegt. Luft tritt in den den Rumpf durchdringenden Raum *c* und den ihn umgebenden Raum *d*; die Deſtillationsgaſe gelangen durch die kleinen Oeffnungen des Rumpfes aus *a* nach *c* und *d* und verbrennen hier über der glühenden Schicht. Die Verbrennungserzeugniſſe werden beim Durchdringen der oberen Brennſtoffſäule *b* zerlegt und bei *e* abgeſaugt. Die in *a* gebildeten Koks glühen oben in *b*, erlöſchen beim Niederſinken und bilden die untere Brennſtoffſäule *f*, welche über dem Roſt, an deſſen Stelle hier die drehbare Stützplatte *g* tritt, brennt. Das Dampfluftgemiſch tritt bei *h* ein, durchdringt die untere Brennſtoffſäule, verwandelt ſich dabei in Heizgas und wird gleichfalls bei *e* abgeſaugt.

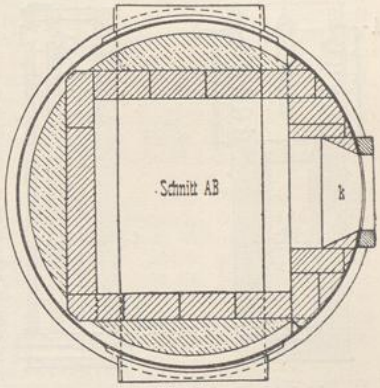


Fig. 13.

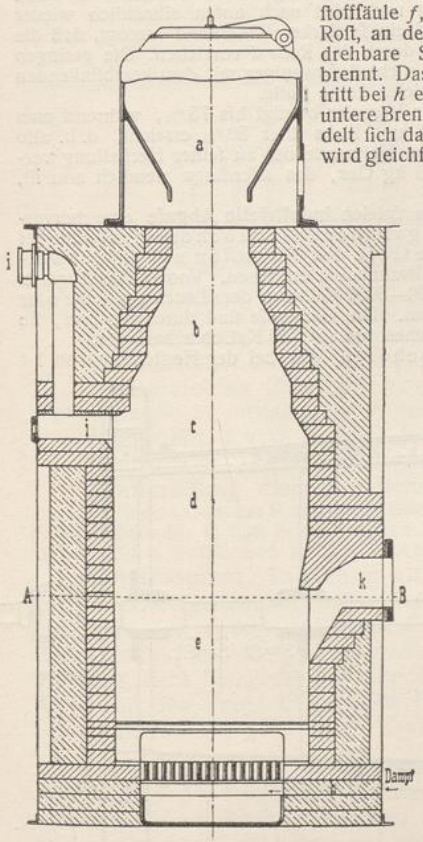


Fig. 11.

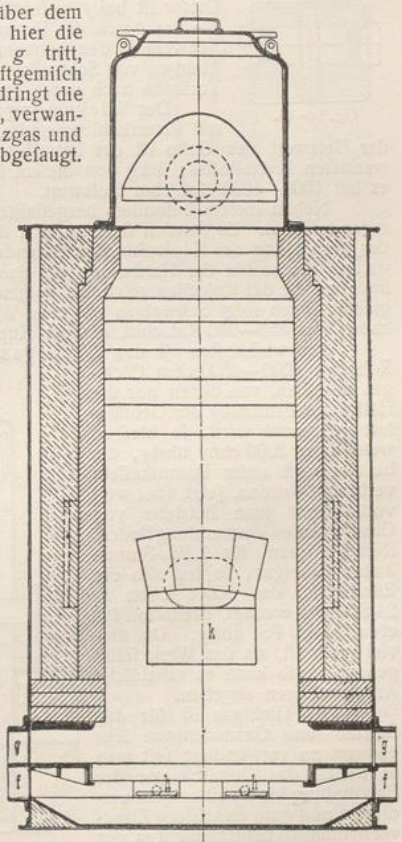


Fig. 12.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Befriedigende Ergebniſſe mit Steinkohlen wurden erſt in neueſter Zeit erzielt; früher gelang es, **Braunkohle** und **Torf**, deren Teer nicht ſo ſchädlich für die Maſchine iſt, zu bewältigen. Die erſtere verwendet man gewöhnlich in Ziegelform.

Der für Braunkohlenziegel beſtimmte Gaserzeuger, Fig. 11—13, hat einen Schacht von quadratiſchem Querſchnitt. Die Kohle ſinkt aus dem Fülltrichter *a* in den Entgaſungsraum *b*, kommt in der Schicht *c* ins Glühen, durchſinkt weiter den über der Gasentnahme liegenden Schachtteil *d* und gelangt endlich in den Vergaſungsraum *e* über dem Roſte. Die Luft wird durch Oeffnungen in den Türen *f* zugeführt, während die Türen *g* zum Schüren dienen; der Dampf tritt durch die Oeffnungen *h* unter den Roſt. Zur oberen glühenden Schicht gelangt die Luft auf dem Wege *i i*; bei manchen Kohlenſorten empfiehlt es ſich, hier auch noch etwas Dampf zuzuführen. Die Gasentnahme erfolgt bei *k*.

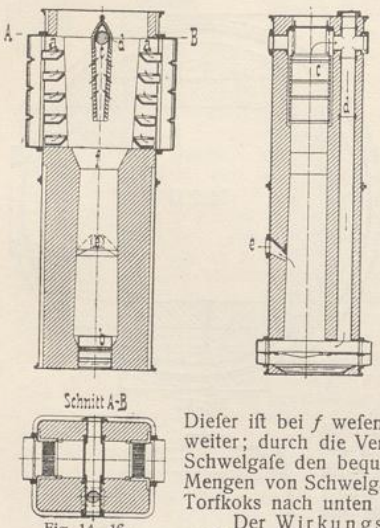


Fig. 14—16.

Der Schacht des Doppelvergaſers für Torf, Fig. 14 bis 16, beſteht aus zwei Teilen; der weitere, obere, iſt mit zwei Etagenroſten *a a* verſehen; der engere, untere, mit dem gewöhnlichen Planroſt *b*. Iſt der Ofen im Betriebe, ſo brennt alſo der Torf auf dem Etagenroſt am Rande der Brennſtofffäule; der in der Mitte des Schachtes befindliche brennt aber nicht, ſondern ſinkt allmählich nieder und wird nur verkohlt; die entſtehenden Schwelgaſe werden durch das roſtartige Rohr *c* in der Mitte abgefangen und durch das Rohr *d* unter den Planroſt geleitet, ſteigen dann durch die auf dieſem brennende Schicht und die darüberliegende Koksſchicht auf und werden bei *e* abgeführt. Ein Gebläſe, das die Schwelgaſe nach unten führt, iſt nicht vorhanden, vielmehr wird durch Droſſelung der unter den Planroſt tretenden Luft ein Unterdruck erzeugt, der ſie herabzieht. Daß ſie nicht durch die Torffäule, ſondern durch das Rohr *d* gehen, wird durch die Abmeſſungen des Schachtes bewirkt. Dieſer iſt bei *f* weſentlich verengt und wird nach unten allmählich wieder weiter; durch die Verengung wird ein ſo ſtarker Widerſtand erzeugt, daß die Schwelgaſe den bequemeren Weg durch das Rohr *d* vorziehen. Die geringen Mengen von Schwelgas, die etwa nichtsdeſtoweniger mit dem herabſinkenden Torfkoks nach unten gelangen, ſpielen keine Rolle.

Der Wirkungsgrad dieſer Vergaſer beträgt bis 75 %, während man mit Braunkohlenziegeln, Anthracit und Koks über 80 % erreicht, d. h. alſo der Heizwert des Gaſes iſt der betreffende Teil vom Heizwerte des zu ſeiner Herſtellung verwendeten Brennſtoffes; 1 kg von dieſem liefert 4—5 kg Gas, das allerdings ziemlich arm iſt, es hat 1000—1200 Kal./cbm Heizwert.

Neben dieſem beſonders hergeſtellten Kraftgas ſpielen **induſtrielle Abgaſe** eine hervorragende Rolle. Es handelt ſich hier um die Gichtgaſe der Eiſenhochöfen und die bei der Verhüttung des Kupferſchiefers fallenden, um die Gaſe der Koksöfen und die Schwelgaſe, welche bei der Herſtellung des Paraffins aus Braunkohle entſtehen. Von dieſen Abgaſen ſind nur die der Koksöfen reich, ſie kommen mit 3000—5000 Kal./cbm dem Leuchtgas nahe oder gleich; ihnen folgt Schwelgas mit etwa 2500 Kal./cbm. Die Gichtgaſe ſind durchweg arm, ſie haben nur 850—950 Kal./cbm, die der Kupferöfen gehen bis auf 700 Kal./cbm herunter.

Am wichtigſten iſt das Gichtgas der Hochöfen. Da bei der Herſtellung von 1 t Roheiſen 4000—4500 cbm Gichtgas entſtehen, von denen nur die Hälfte zur Erhitzung der Gebläſeluft gebraucht wird, ſo bleiben wenigſtens 2000 cbm übrig, die bisher meiſt unter Dampfkeſſeln verbrannt wurden, jetzt aber weit vorteilhafter zum Betriebe von Gasmaſchinen Verwendung finden. Rechnet man für 1 PS.-Stunde 3 cbm Gichtgas, ſo hat alſo ein Eiſenwerk, das 600 t Eiſen in 24 Stunden erzeugt, Brennſtoff für etwa 17000 PS. übrig. Da dies viel mehr iſt, als das Werk ſelbſt gebraucht, ſo kann es erhebliche Arbeitsmengen abgeben.

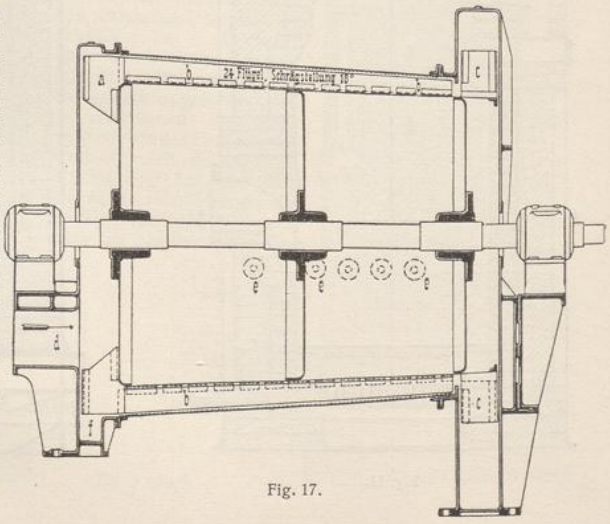


Fig. 17.

Das Gichtgas iſt für den Betrieb von Gasmaſchinen ſehr bequem zu verwenden; ſeit man in dieſen das Gemiſch vor der Entzündung bis zu 12 kg/qcm verdichtet und gute elektriſche Zündvorrichtungen beſitzt, macht es, gut gereinigt, gar keine Schwierig-

keiten. Auf die Reinigung ist allerdings großer Wert zu legen, weil es große Staubmengen mit sich führt, die, in der Maschine sich ablagernd, große Unzuträglichkeiten zur Folge haben. Es genügt aber meist, den Staubgehalt bis unter 0,1 g/cbm herabzubringen, d. h. bis auf den Staubgehalt der Luft in den Hüttenwerken. Das zu erzielen ist aber gar nicht schwierig, man kommt sogar bis auf 0,025 g/cbm. Die Reinigung geht teils trocken, teils naß vor sich. Man veranlaßt das Gas zuerst durch Querschnitts- und Richtungsänderung, den Staub abzuscheiden, man wäscht es dann in großen, mit Wasserstreudüsen ausgestatteten Zylindern, in Waschtrommeln, und leitet es gelegentlich auch noch durch Sägespänereiniger. Auch wendet man zur feineren Reinigung Zentrifugalventilatoren mit Wassereinspritzung, mit Vorliebe aber die Zentrifugalwäscher von Theisen, Fig. 17, an. Diese bestehen aus einem etwas konischen Gehäuse, dessen innere Wandung mit einem Drahtnetze bekleidet und damit rauh gemacht ist. In diesem Gehäuse läuft eine zylindrische Trommel, die am einen Ende mit geraden Flügeln *a*, der Länge nach mit schrägen Flügeln *b* besetzt und am andern Ende als Bläser *c* ausgebildet ist. Das Gas tritt nun bei *d* ein und wird durch die Flügel *a* in kreisende, von den Flügeln *b* aber in schraubenförmige Bewegung gesetzt und vom Bläser *c* fortgedrückt. Der Drehrichtung entgegen tritt durch tangential gerichtete Mündungen *e e* Wasser ein, welches durch das Drahtnetz mit herumgerissen, wegen der Schräge der Trommel auf gleichfalls schraubenförmigem Wege dem Gase entgegen und bei *f* abfließt. Durch die innige Berührung von Wasser und Gas wird das letztere gereinigt, wobei insbesondere die Kondensation des darin befindlichen Wasserdampfes eine Rolle spielt.

Schwieriger ist die Reinigung der Koksofengase, weil diese viel Teer absetzen. Jedoch pflegt dieser bei großen Koksofenanlagen durch besondere Einrichtungen, welche die Gewinnung der Nebenprodukte bezwecken, abgeschieden zu werden, so daß es sich für die Maschine eigentlich nur um Gas handelt, das der Hauptsache nach bereits gereinigt ist und höchstens einer Nachreinigung bedarf. Wegen des größeren Reichtums der Koksofengase an Wasserstoff ist der Betrieb nicht so bequem wie mit Hochofengas. Aber dennoch sind in neuester Zeit auf den Kohlenzechen viele tausend Pferdestärken in befriedigenden Betrieb genommen worden. Folgende Tafel gibt eine Zusammenstellung der Zusammensetzung verschiedener Kraftgase.

Zusammensetzung von Kraftgasen.

	Kraftgas aus Anthracit	Kraftgas aus Koks	Kraftgas aus Steinkohle (Mondgas)	Kraftgas aus Braunkohle	Kraftgas aus Torf	Gichtgas aus Eisenhochöfen	Koksofengas	Schwelgas
CuHm	—	—	—	—	—		1—5	1—2
CH_4	2—4	1—2	3	2	6	1—2	25—35	
H	15—25	5—10	26	16	6	2—6	40—60	10—30
CO	15—30	20—30	10,0	19	17	20—30	4—8	10—25
CO_2	5—10	5—10	16	10	11	5—10	1—4	10—20
*N**)	45—55	50—60	45	53	60	50—60	5—20	10—30
Heizwert Kal./cbm	1100—1300	1000—1200	1200	1100	1200	850—950	3000—4500	1600—2700

*) Als Rest bestimmt, enthält meist etwas *O* und gelegentlich etwas S_2H.

Literatur: Witz, Traité théor. et prat. des moteurs à gaz et à pétrole, Bd. 1, Paris 1903; Lencauchez, Les gaz combustibles et les moteurs à gaz, Bull. de la Soc. minérale, 1904, S. 82; Schöttler, Neuere Kraftgaserzeuger, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1809. *Schöttler.*

Krafthammer, s. v. w. mechanischer Hammer (s. Bd. 4, S. 765).

Kraftlinien, s. Magnetismus und Elektromagnetismus.

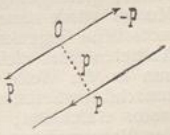
Kraftmaschine (Motor), eine Maschine (s. d.) zur Umwandlung natürlicher Energie in mechanische Arbeit. *Lindner.*

Kraftmehl, s. v. w. Stärke (s. d.).

Kraftmesser, s. Arbeitszähler.

Kraftmessung dient zur Bestimmung der Arbeitsleistung von Maschinen. Da jede Arbeit das Produkt aus einer Kraft und dem Wege ihres Angriffspunktes in ihrer Richtungslinie ist, so sind beide Faktoren zu ermitteln; vgl. Arbeit, Bd. 1, S. 267, Dynamometer, Bd. 3, S. 195, und Maschinenmeßkunde. *v. Ihering.*

Kraftmoment, in bezug auf einen Punkt *O*, ist eine geometrische (gerichtete) Größe, deren Intensität durch das Produkt aus der Größe der Kraft *P* und den Abstand *p* ihrer Wirkungslinie von dem Bezugspunkt *O* ausgedrückt wird. Ihre Richtung steht senkrecht auf der durch die Wirkungslinie der Kraft und den Punkt *O* gelegten Ebene und weist nach jener Seite, von wo aus gesehen die Kraft gegen den Uhrzeigersinn zu drehen scheint. *Finsterwalder.*



Kraftmoment, in bezug auf eine Achse, ist eine Zahlengröße, und zwar das Produkt der Projektion der Kraft auf eine zur Achse senkrechte Ebene und des kürzesten Abstandes zwischen der Wirkungslinie der Kraft und der Achse. Das Kraftmoment in bezug auf eine Achse erhält man, indem man das Kraft-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

moment in bezug auf einen Punkt der Achse auf die Richtung der Achse projiziert.

Finsterwalder.

Kraftpunkt, s. v. w. Angriffspunkt (s. d.).

Krafträder im Gegensatz zu „Arbeitsrädern" oder Kranräder im Gegensatz zu „Triebwerksrädern" dienen hauptsächlich zur Kraftübertragung bei geringer Geschwindigkeit, sind also nur auf Festigkeit ohne besondere Rücksicht auf Abnutzung zu berechnen; s. Zahnräder.

Lindner.

Kraftröhre, s. Magnetismus.

Kraftsammler, s. Akkumulatoren, Kraftübertragung, hydraulische, Elektrizität, Bd. 3, S. 402.

Kraftschluß, s. Kinematische Kette.

Kraftstein, s. v. w. Kragstein (s. d.).

Kraftstuhl (Maschinenwebstuhl), durch Wasser- oder Dampfkraft oder Elektrizität getriebener Webstuhl; s. Weberei.

Kraftübertragung, elektrische, die Uebertragung eines Effektes von einem Orte *A* nach einem Orte *B* auf elektrischem Wege. Die Elementarkraft (Wasser-, Dampfkraft u. s. w.), die in *A* zur Verfügung steht, wird zunächst in elektrische Energie verwandelt, indem man durch sie eine Gleich- oder Wechselstromdynamomaschine betreibt und den Strom derselben durch eine Leitung nach *B* führt, wo er entweder direkt zur Beleuchtung, Heizung, elektrischen Schweißung u. s. w. verwendet oder mittels Elektromotoren wieder in mechanische Energie umgewandelt wird.

Bei Verwendung von Gleichstrom können die Motoren, ebenso wie die Lampen bei der elektrischen Beleuchtung, entweder in Parallel- oder Hintereinanderschaltung verwendet werden. Die Parallelschaltung der Motoren empfiehlt sich besonders dann, wenn eine große Anzahl derselben von *A* aus in Betrieb gesetzt werden soll, wie es z. B. in Fabrikbetrieben der Fall ist. Hier wird von der Dampfmaschine eine Nebenschluß- oder besser eine Compound-Dynamomaschine angetrieben, deren Spannung möglichst konstant zu halten ist und deren Strom zu Nebenschlußmotoren geleitet wird, die entweder einzelne Gruppen von Arbeitsmaschinen antreiben (Gruppenantrieb), oder es dient ein Motor nur zum Betriebe einer einzigen Arbeitsmaschine (Einzelantrieb). Die Motoren sind bei dieser Schaltung unabhängig voneinander und es ändert sich bei wechselnder Belastung ihre Tourenzahl nur um wenige Prozente. Soll sie durchaus konstant bleiben, so kann dies durch Einschalten eines Regulierwiderstandes in den Nebenschluß ohne weiteres erreicht werden. Die gebräuchliche Spannung beträgt je nach der Ausdehnung der Anlage in der Regel 110, 220 oder 440 Volt. Will man mit einer niederen Spannung einen Effekt auf größere Entfernungen übertragen, so wird entweder die Leitung sehr teuer oder in einer billigen Leitung der Verlust durch Stromwärme sehr groß. Derselbe ist bestimmt durch die Gleichung $\mathfrak{E}_s = i^2 w$ Watt (i die Stromstärke in der Leitung, w deren Widerstand). Der von der primären Dynamo abgegebene Effekt ist aber $\mathfrak{E} = e\,i$ Watt (e die Klemmenspannung der Dynamo). Aus dieser Gleichung geht hervor, daß zur Uebertragung eines bestimmten Effektes $\mathfrak{E}$ die Stromstärke i desto kleiner wird, je größer man die Klemmenspannung e wählt; die Leitung fällt daher bei gleichem prozentualem Effektverlust durch Stromwärme desto billiger aus, je höher man mit der Klemmenspannung e geht. Für hohe Spannungen eignen sich nur Reihen-(Serien-)maschinen, die man gegenwärtig bis zu 3600 Volt baut. Die Uebertragung geschieht dann in der Weise, daß man in *A* durch die Elementarkraft eine Serienmaschine mit hoher Spannung betreibt und den Strom dieser durch die Fernleitung zu einer zweiten Serienmaschine, die als Motor läuft, schickt. Bei richtiger Konstruktion des Motors kann man es erreichen, daß seine Tourenzahl für jede beliebige Belastung konstant bleibt, wenn nur die primäre Maschine ihre Tourenzahl beibehält [1].

Sollen noch höhere Spannungen bei Gleichstrom zur Anwendung kommen, so müssen mehrere Dynamomaschinen und ebenso Motoren hintereinander geschaltet werden. Nach System Thury [4] hat man auf der Station *A* dafür zu sorgen, daß die Stromstärke konstant bleibt, gleichgültig, ob Motoren ein- oder ausgeschaltet werden. Durch den Stillstand eines Motors würde ohne Regulierung eine Erhöhung der Stromstärke eintreten, da ja die elektromotorische Gegenkraft des Motors verschwindet, während umgekehrt das Einschalten durch das Auftreten einer elektromotorischen Gegenkraft eine Schwächung bewirkt. Die Regulierung wird nun in der Weise bewerkstelligt, daß bei eintretender Veränderung der Stromstärke, der ja zunächst die Selbstinduktion des ganzen Kreises entgegenwirkt, ein Relais einen kleinen Elektromotor einschaltet, der sich vor- bezw. rückwärts dreht und durch eine Transmission mit der Reguliervorrichtung der Antriebsmaschine (Turbine, Dampfmaschine u. s. w.) in Verbindung steht. Wächst der Strom, so wirkt die Reguliervorrichtung derartig, daß die Antriebsmaschine langsamer läuft; wird der Strom schwächer, so läuft dieselbe schneller. Die Motoren besitzen bei konstanter Stromstärke ein konstantes Drehungsmoment, so daß die Tourenzahl bei wachsender Belastung abnehmen würde. Um sie konstant zu halten, trägt jeder Motor ein Schwungrad, das plötzliche Veränderungen ausgleicht, außerdem aber einen Zentrifugalregulator, der bei Abweichungen von der normalen Tourenzahl einen kleinen Elektromotor einschaltet. Dieser dreht einen Kontakthebel, durch den je nach dem Drehungsinn mehr oder weniger Widerstand parallel zu dem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Magnetwiderstande geschaltet wird. Durch die hierdurch eintretende Verstärkung bezw. Schwächung des magnetischen Feldes wird die Tourenzahl verringert bezw. erhöht. Bei der jüngsten derartigen Anlage [7] Moutiers in Lyon, bei der mit einer Spannung von 57 000 Volt auf 180 km Länge gearbeitet wird, geschieht die Schwächung des magnetischen Feldes lediglich durch Verschieben der Bürsten im entgegengesetzten Sinne der Drehung des Motors (s. a. Dynamomaschine und Motor, elektrischer). Je weiter nach rückwärts bekanntlich die Bürsten verschoben werden, desto schwächer wird das Feld, desto höher die Tourenzahl. Die Drehung der Bürstenbrücke wird wie die obenbeschriebene Drehung des Kontakthebels durch den kleinen Elektromotor bewirkt.

Die Vorteile der Uebertragung mit Gleichstrom gegenüber dem einphasigen Wechselstrom (s. weiter unten) sind ein geringerer Kupferquerschnitt der Leitung bei gleichem Effektverlust in derselben und eine geringere Beanspruchung der Isolation; denn während die Isolatoren bei 57000 Volt Gleichstrom nur diese Spannung auszuhalten haben, werden sie bei Wechselstrom auf $57000\sqrt{2} = 80500$ Volt beansprucht. Als Nachteil sieht man den Umstand an, daß jede einzelne Maschine aufs sorgfältigste von der Erde isoliert sein muß.

Anstatt des Gleichstromes kann auch zur Kraftübertragung der ein- und mehrphasige Wechselstrom Verwendung finden. Man stellt in A eine Wechselstrommaschine auf und leitet den Strom derselben nach B in eine genau gleiche Maschine. Wird diese zunächst auf die Tourenzahl der ersten gebracht, so läuft sie, falls der Strom im geeigneten Moment eingeschaltet wird, als Motor synchron mit der primären Maschine. Tritt Ueberlastung ein, so bleibt der Motor plötzlich stehen und muß erst wieder durch eine fremde Kraft in synchronen Gang gebracht werden, ehe der Strom eingeleitet werden darf. Um zu erkennen, ob der synchrone Gang erreicht ist, bedient man sich eines Synchronisators (Phasenindikators), der aus zwei kleinen Transformatoren besteht. Die primäre Wicklung des einen ist mit der primären Maschine, die des andern mit dem Motor verbunden, die sekundären Wicklungen setzen die hohe Spannung herunter und sind hintereinander geschaltet unter Einfügung zweier Glühlampen, deren Einzelspannung der sekundären Spannung eines Transformators entspricht. Je mehr der Gang des Motors sich dem Synchronismus nähert, desto langsamer fluktuieren die Lampen, um bei Phasengleichheit entweder ruhig zu brennen oder zu erlöschen, je nachdem die sekundären Windungen der Transformatoren hintereinander oder gegeneinander geschaltet waren [2], wobei des besseren Erkennens halber der erste Fall vorgezogen wird.

Die Nachteile dieser Art Uebertragung mit einphasigem Wechselstrom sind demnach erstens das schwierige Ingangsetzen des Motors, wobei die Belastung erst aufgelegt werden darf, wenn der Motor vorher in synchronen Gang gebracht ist; zweitens der Umstand, daß jeder Motor ebenso wie die primäre Maschine eine Gleichstromerregermaschine besitzen muß, was bei kleinen Motoren den Anschaffungspreis erheblich erhöht, so daß eine Teilung des Effektes in einzelne kleinere Motoren nicht gut angängig ist [1]; drittens das Stehenbleiben des Motors bei Ueberlastung (tritt bei gutkonstruierten Motoren erst bei 100% und mehr ein). Als Vorteile kann man die absolut konstante Tourenzahl und die Verwendbarkeit von Transformatoren zur Erhöhung bezw. Erniedrigung der Spannung hervorheben.

Den letztgenannten Vorteil besitzt aber auch der zwei- bezw. dreiphasige Wechselstrom [3]. Bei dem dreiphasigen Wechselstrom (Drehstrom) werden die Leitungen, Transformatoren und Motoren etwas billiger als beim zweiphasigen, so daß man aus diesem Grunde den Drehstrom dem letzteren vorzieht. Die Motoren für Drehstrom gehen unter voller Belastung ebenso wie die Gleichstrommotoren an. Da die kleineren auch keine beweglichen Stromzuführungsteile besitzen, so bedürfen sie durchaus keiner Wartung und unterliegen auch fast keiner Abnutzung. Sie werden mit konstanter Spannung in Parallelschaltung getrieben, wobei ein Motor völlig unabhängig von dem andern ist. Die Tourenzahl ändert sich von Vollbelastung bis Leerlauf bei kleineren Motoren um etwa 5%, bei größeren um höchstens 2—3%. Die erste Anlage dieser Art war die Uebertragung von 300 PS. von Lauffen a. N. nach der Ausstellung zu Frankfurt a. M. im Jahre 1891, d. i. auf eine Entfernung von 170 km [6].

Die Nachteile der Kraftübertragung mit Wechselstrom gegenüber dem Gleichstrom liegen in den größeren Leitungsverlusten, hervorgerufen durch die Phasenverschiebung des Stromes gegen die Spannung. Ist bei Gleichstrom der übertragene Effekt gleich ei, so ist er bei Wechselstrom $e \cdot i \cos\varphi$, wo häufig $\cos\varphi = 0{,}8$ ist, d. h. bei gleicher Spannung leisten 80 A. Gleichstrom so viel wie 100 A. Wechselstrom, während bei demselben Leitungswiderstand w die Verluste $80^2 w = 6400\,w$ bei Gleichstrom und $100^2 w = 10000\,w$ bei Wechselstrom sind. Bei Drehstrommotoren wird in manchen Fällen als Nachteil empfunden, daß ihre Tourenzahl fast konstant bleibt und es keine einfachen und gleichzeitig ökonomischen Mittel gibt, dieselben zu ändern.

Ueber die Verluste und somit über den Wirkungsgrad der elektrischen Kraftübertragung sei noch folgendes bemerkt. Wenn e_1 die Klemmenspannung der primären Maschine und i der in der Leitung fließende Strom, so ist $e_1 i$ der Nutzeffekt, den die primäre Maschine abgibt und $e_1 i : \eta_1$ der Gesamteffekt, der von der Antriebsmaschine aufgewendet werden mußte (der Wert von η_1 schwankt je nach der Größe der Maschine zwischen 0,8 und 0,95). Ist ferner e_2 die Klemmenspannung des Motors, so ist $e_2 i$ der auf den Motor übertragene Effekt und $e_2 i \eta_2$ der an der Riemscheibe nützlich zur Verfügung stehende Effekt, so daß der Wirkungsgrad der Anlage $\eta = e_2 i \eta_2 \eta_1 : e_1 i = e_2 \eta_1 \eta_2 : e_1$ ist (der Wert von η_2 liegt zwischen 0,8 und 0,93). Der Wirkungsgrad η betrug bei der Lauffen—Frankfurter Anlage 0,75.

Die Differenz $e_1 - e_2$ gibt den Spannungsverlust in der Leitung. Bezeichnet w den Widerstand derselben, so ist $e_1 - e_2 = iw$. Wenn p der prozentuale Spannungsverlust in der Leitung ist, den man zulassen will, so muß $e_1 - e_2 = 0{,}01 \cdot p e_1 = iw$ sein. Da aber $w = 0{,}018 \cdot 2 \cdot l : q$ ist, wo l die Entfernung von A nach B in Metern und q den Querschnitt des Drahtes in Quadratmillimetern angibt, so folgt: $q = 3{,}6 \cdot li : pe_1$.

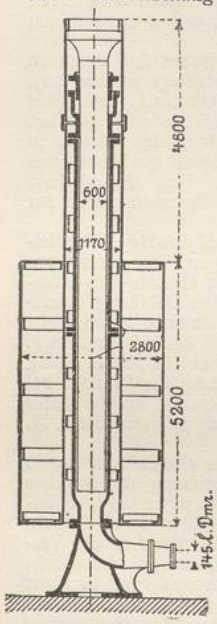
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Kapp, Gisbert, Elektriſche Kraftübertragung, Berlin 1898. — [2] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [3] Thompſon, Mehrphaſige elektriſche Ströme, Halle 1904. — [4] Elektrot. Zeitſchr., Berlin 1892. — [5] Ebend., Berlin 1896. — [6] Offizieller Bericht über die elektrotechniſche Ausſtellung in Frankfurt 1891, Bd. 2, Frankfurt 1894. — [7] Elektrot. Zeitſchr., Berlin 1906.

Holzt.

Kraftübertragung, hydrauliſche. Zu einer hydrauliſchen Anlage für Kraftübertragung gehören ein Pumpwerk, die Leitung und eine Anzahl von Waſſerſäulenmaſchinen. Dieſe letzteren ſind meiſtens mit den zu betreibenden Arbeitsmaſchinen in unmittelbare Verbindung gebracht; um den Waſſerverbrauch derſelben auf kurze Zeit über die Waſſerlieferung des Pumpwerkes ſteigern zu können, ſind in die Leitung Druckwaſſerſammler, Akkumulatoren, eingeſchaltet.

Die hydrauliſche Kraftübertragung wird beſonders gern dann angewendet, wenn es ſich um große Arbeitsleiſtungen auf kurze Zeit zwiſchen längeren Betriebspauſen handelt. Weil in den Akkumulatoren eine größere Energiemenge aufgeſpeichert iſt, kann man auf deren Koſten ſchwere Arbeitsmaſchinen treiben, ohne einer Kraftmaſchine entſprechender Größe zu bedürfen, da dieſe in den Betriebspauſen den Energieverluſt der Akkumulatoren zu erſetzen vermag. Man findet deshalb ſolche Anlagen vornehmlich zum Betriebe von Hebemaſchinen in Häfen, Docks und auf Bahnhöfen zum Betriebe von Schmiedepreſſen, Nietmaſchinen u. dergl. in Maſchinenfabriken in Anwendung. Selten gehört zu einer einzelnen Arbeitsmaſchine ein beſonderes Pumpwerk; gewöhnlich iſt eine Zentralſtation mit Pumpwerk und Akkumulatoren vorhanden, von der aus viele, oft über eine große Fläche zerſtreute Arbeitsmaſchinen betrieben werden. Man arbeitet durchweg mit hohen Spannungen, 50 kg/cm in der Leitung iſt vielfach üblich; doch geht man gelegentlich auch höher. Gewöhnlich ſind in der Zentralſtation Dampfmaſchinen aufgeſtellt, die unmittelbar auf die Pumpen einwirken; dieſe entnehmen das Waſſer aus einem größeren Behälter und drücken es in die Akkumulatoren. Es ſind ſtets Einrichtungen getroffen, durch die, ſobald die Akkumulatoren gefüllt ſind, entweder die Pumpen oder die Dampfmaſchinen ſelbſttätig ſtillgeſetzt werden. Das letztere iſt das gebräuchlichere.



Die Akkumulatoren ſind meiſtens aufrechtſtehende lange Zylinder, deren Tauchkolben mit Gewichten belaſtet ſind. Das vom Pumpwerk gelieferte Waſſer hebt die Kolben; ſie fallen infolge des Waſſerabfluſſes nach den Arbeitsmaſchinen. Nebenſtehende Figur zeigt einen Akkumulator; um nicht zu große Höhe zu beanſpruchen, iſt das Belaſtungsgewicht (Steinſchotter, Eiſengänze) in einer Trommel angebracht, die am Kopfe des Kolbens aufgehängt iſt. Dieſe Trommel muß ſelbſtverſtändlich gut geführt werden. Gewöhnlich ſtehen die Akkumulatoren im Maſchinenhauſe; bei ſehr großen Anlagen, wie z. B. im Hamburger Freihafen, findet man aber noch an verſchiedenen Punkten des Rohrnetzes Hilfsakkumulatoren aufgeſtellt, die den Waſſerbedarf der nächſtgelegenen Arbeitsmaſchinen decken und die Waſſergeſchwindigkeit in der Leitung regeln. Dieſe Hilfsakkumulatoren ſind etwas weniger belaſtet als der im Maſchinenhauſe befindliche, der das Pumpwerk abſtellt, damit ſie ſich früher füllen und ſpäter entleeren als dieſer. Der Faſſungsraum der Akkumulatoren iſt den beſonderen Umſtänden anzupaſſen; man hat Rückſicht darauf zu nehmen, daß immer nur ein Teil der Arbeitsmaſchinen in Tätigkeit iſt. Die Akkumulatoren haben den Unterſchied zwiſchen der Pumpenlieferung und dem Verbrauche dieſes Teiles der Arbeitsmaſchinen während deren Arbeitszeit zu decken. Sie ſind mit Schutzventilen verſehen, um einen geſicherten Betrieb zu ermöglichen. Man muß ſie gegen die Leitung abſperren können, um dieſe nötigenfalls zu entleeren, während der Akkumulator unter Druck bleibt; auch muß der letztere unabhängig von der Leitung entleert werden können. Ferner muß ein Sicherheitsventil vorhanden ſein, das vom ſteigenden Akkumulator geöffnet wird, damit dieſer ſeine Hubgrenze nicht überſchreiten kann, ſelbſt wenn die ſelbſttätige Ausrückung der Pumpen ihren Dienſt verſagen ſollte. Man formt auch wohl die Kolben ſo, daß bei Ueberſchreitung ihrer Hubgrenze das Waſſer austritt, indem man ſie unten mit entſprechenden Ausſchnitten verſieht. Ferner darf der Akkumulator nicht herabſtürzen, falls durch Rohrbruch oder aus andern Urſachen die Leitung ſich plötzlich entleeren ſollte; es iſt deshalb nach der Leitung hin ein Rückſchlagsventil anzubringen. Endlich ſind Entlüftungsventile anzuordnen, damit die aus dem Waſſer ſich abſcheidende Luft ſich nicht im Zylinder anſammelt.

Die Rohrleitung beſteht aus gußeiſernen Rohren mit Muffen oder Flanſchenverbindung; innerhalb der Gebäude nimmt man aber lieber ſchmiedeeiſerne Rohre, die ſich beſſer anpaſſen laſſen. Die Flanſchen dichtet man mit Rundgummi, der ſich in entſprechend geformte Nuten einlegt. Wichtig iſt, die Rohrleitung ſo zu verlegen, daß ſie jederzeit vollſtändig entwäſſert werden kann, daß nirgends Luftanſammlungen entſtehen können und daß ſie vor Froſt geſichert iſt. Schieber, Ventile u. ſ. w. ſind mit Rückſicht hierauf zu entwerfen. Die Geſchwindigkeit in den Hauptrohren ſoll 1 m nicht überſchreiten, in den Zweigrohren geht man bis 3 m ohne Gefahr. Zur Verhütung von Stößen ſchaltet man Puffer ein. Da gewöhnlich der Waſſerverbrauch zu groß iſt, um das verbrauchte Waſſer ablaufen laſſen zu können, ſo ordnet man meiſt eine Rückleitung an, die daſſelbe in einen im Maſchinenhauſe ſtehenden Behälter führt, aus dem es die Pumpen wieder entnehmen. Solche Rückleitung wird auch da angewendet, wo man reines

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Waſſer nicht beſchaffen kann, da möglichſte Reinheit der ſonſt ſich bildenden Niederſchläge wegen Bedingung geſicherten Betriebes iſt. Selbſt wenn die Hauptleitung vollſtändig froſtfrei verlegt wurde, bedarf es der Sicherheitsvorrichtungen gegen Einfrieren der Nebenleitungen und der Waſſerſäulenmaſchinen. Man erreicht dies öfters durch Anwärmung des Betriebswaſſers. Zu dem Zwecke ſind im Rücklaufbehälter Heizvorrichtungen angebracht oder man benutzt das Kühlwaſſer der Oberflächenkondenſatoren der Betriebsdampf- oder -gasmaſchinen; vor langen Betriebspauſen entwäſſert man alle gefährdeten Strecken der Leitung. Die Waſſerſäulenmaſchinen ſchützt man durch Heizung der Räume, in denen ſie ſich befinden, durch Umlaufleitungen oder Entwäſſern. Man ſetzt auch wohl dem Betriebswaſſer Glyzerin zu oder verwendet eine Löſung von Chlormagneſium, die Eiſen nicht angreift; Salzlöſung iſt aus dieſem Grunde unbrauchbar.

Literatur: Ernſt, Beiträge zur Entwicklung der Hebewerke mit Druckwaſſerbetrieb auf Grund der Anlagen für die Freihäfen in Bremen und Hamburg, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1890, S. 859, 893; 1891, S. 511, 539, 606, 637, 655, 686, 723, 747, 837, 864; Gerdau, Löſch- und Ladevorrichtungen für Schiffe und Eiſenbahnen, ebend. 1892, S. 306, 329, 366, 389, 457, 486, 516; Gutermuth, Neuere Konſtruktionen der amerikaniſchen Perſonenaufzüge, ebend. 1893, S. 1089, 1539, 1573; Rudolph, Betriebsergebniſſe und Konſtruktionen neuerer hydrauliſcher Anlagen, ebend. 1894, S. 1042; Eilert, Betrachtungen über Anlage und Betrieb hydrauliſcher Kraftzentralen nebſt zugehörigen Hebewerken, ebend. 1894, S. 1203, 1262; Ernſt, Die Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903; Möller, P., Druckwaſſerverſorgung in London, ebend. 1895, S. 804; Druckwaſſerverſorgung des Hippodroms in New York, ebend. 1905, S. 2116.

Kraftübertragung im Bergbau. Der Bergbau verwendet heute bedeutendere Maſchinenkräfte nicht nur in den Schächten ſelbſt oder in ihrer unmittelbaren Nähe, ſondern auch in großer Entfernung von den Schächten, wobei der Weg durch die Grubenbaue, auf dem die Kraftübertragung zu erfolgen hat, häufig vielfach gekrümmt iſt. Außer für Waſſerhebung, Wetterverſorgung und Haſpelförderung wird auch für Bohr- und Schrämmaſchinen Arbeit gebraucht. Die zur Kraftübertragung angewendeten Mittel ſind Geſtänge, ſtatt deſſen zuweilen Seile, auch Seil oder Kette ohne Ende; ſodann Zuleitung von Dampf, Preßwaſſer, Preßluft und Elektrizität (vgl. Elektrizität im Bergbau). Hydrauliſche Geſtänge [1], d. h. zwei in Röhren eingeſchloſſene Waſſerſäulen, die abwechſelnd durch Plunger in hin und her gehende Bewegung, ähnlich wie ſtarre Geſtänge, geſetzt werden und dementſprechend am andern Ende die Plunger einer andern Maſchine antreiben, ſind nur ganz ausnahmsweiſe verwendet worden. Die Geſtänge werden nur noch für die Kraftübertragung im Schachte ſelbſt, Dampf- und Preßwaſſer für Maſchinen in unmittelbarer Nähe der Schächte, nur ſelten für einzelne weiter entfernte Maſchinen, z. B. für die Bohrmaſchine Syſtem Brandt (Bd. 2, S. 213), verwendet, während bis auf weite Entfernungen von den Schächten und insbeſondere bei Verteilung auf eine Anzahl kleiner Maſchinen nur Preßluft und Elektrizität übertragen werden. Seil oder Kette ohne Ende werden gewöhnlich von einer am Schachte ſei es über, ſei es unter Tage ſtehenden Maſchine aus angetrieben und vermitteln die Förderung auf tunlichſt geraden Strecken. Einzelne Kurven laſſen ſich mit den heutigen Mitteln ohne Schwierigkeit durchfahren. Die Kraftübertragung auf feſtſtehende Maſchinen, z. B. kleine Pumpen mittels Seil ohne Ende, kommt nur ſelten vor.

Die Geſtänge ſind zurzeit in Schächten (Schachtgeſtänge) noch vielfach in Gebrauch; dagegen werden die Feldgeſtänge, die früher zur Uebertragung einer Waſſerkraft bis zum Schachte, oft auf weite Entfernungen, über Tage dienten und zuweilen auch auf Strecken und Stollen unter Tage Verwendung fanden (am Oberharz Geſchleppe genannt), immer ſeltener. Auch die ſogenannten Treibgeſtänge, welche die drehende Bewegung eines unter Tage eingebauten Waſſerrades auf die über Tage befindliche Seilkorbwelle übertragen, gehören der Vergangenheit an. Dort, wo der Form der Baue wegen, z. B. in Schächten, deren Neigungswinkel ſich ändert, die einzelnen Teile eines Geſtänges einen Winkel einſchließen, werden drehbar verlagerte Hebel (Schwingen) eingeſchaltet; die Geſtänge ſind an Bolzen befeſtigt. Weicht der Winkel erheblich von 180° ab, ſo werden Winkelhebel eingebaut; ſie heißen Bruchſchwingen oder Kunſtkreuze, wenn ſie in der Vertikalebene, Wendedocken, wenn ſie in der Horizontalebene ſchwingen (Fig. 1, vgl. a. Fig. 5, Bd. 3, S. 577). In flachen Schächten werden die Geſtänge mittels angelegter Schlepppfoſten oder -ſchienen auf Walzen geführt, um die Abnutzung der Geſtänge ſelbſt zu vermeiden. Auch in ſenkrechten Schächten ſind die Geſtänge gegen ſeitliche Schwankungen durch Führungen zu ſchützen. Bei Neuanlagen werden Geſtänge nur noch in ſenkrechten Schächten für Fahrkünſte (ſ. Fahren) und für Waſſerhaltungsmaſchinen benutzt, und zwar dort, wo das Erſaufen (ſ. Waſſerhaltung) einer unterirdiſch aufgeſtellten Maſchine zu fürchten ſein würde oder wo von einer größeren Anzahl Sohlen, wie beim Gangbergbau, Waſſer zu heben iſt. Es bilden die Geſtängemaſchinen, bei denen die Kraftmaſchine (Waſſerrad, Turbine, Waſſerſäulenmaſchine, Dampfmaſchine) über Tage oder über dem Stollen ſteht und mittels Geſtänge die Pumpenſätze betreibt, einen Gegenſatz zu den unterirdiſchen Maſchinen, bei denen die Kraft- und Arbeitsmaſchine unmittelbar zuſammen angeordnet ſind und die Kraft durch eine Leitung (Dampf, Preßwaſſer, Preßluft, Elektrizität) zugeführt wird. Die alte Bezeichnung der Geſtängemaſchinen als Künſte und der dieſelben treibenden Waſſerräder als Kunſträder hat ſich bis jetzt erhalten. Die Geſtänge beſtehen aus Holz, Eiſen oder Stahl; Fig. 2 zeigt die Verbindung hölzerner Stangen (Schloß genannt) durch Verlaſchung;

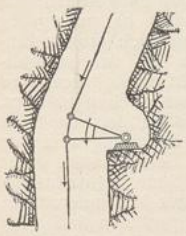


Fig. 1. Bruchſchwinge.

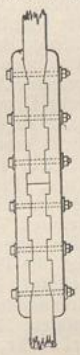


Fig. 2. Verlaſchung hölzerner Stangen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die früher übliche Verbindung, bei der die Stangen mit entſprechenden ſeitlichen Einſchnitten an den Enden unmittelbar aneinander gelegt und durch übergeſchobene Ringe und Schraubenbolzen feſtgehalten wurden, nannte man Verkämmen. Maſſive Stangen aus Eiſen oder Stahl erhalten an den Enden verdickte Köpfe, die durch einen aus zwei Hälften beſtehenden, mittels Schraubenbolzen zuſammengehaltenen Muff umſchloſſen werden (Fig. 3). Geſtänge, deren Querſchnitt aus mehreren Profileiſen beſteht, bedürfen beſonderer Verbindungsteile nicht, wenn die Stoßſtellen der einzelnen Eiſenlängen gleichmäßig gegeneinander verſetzt ſind. Ueber den ſeitlichen Anſchluß von Pumpenkolben an die Geſtänge mittels Stangenhaken oder Krumſe und die axiale Verbindung mittels Scherengeſtängen oder Uebergabelungen ſ. Waſſerhebung.

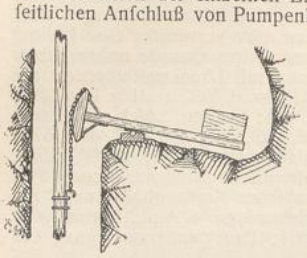


Fig. 4. Mechaniſches Gegengewicht.

Fig. 3. Schloß für ſchmiedeeiſerne Stangen.

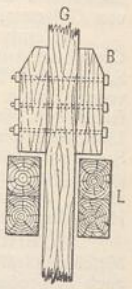


Fig. 5. Fanglager *L* und Geſtänge *G* mit Fangbacken *B*.

Die Geſtängegewichte werden zum Teil dadurch ausgeglichen, daß zwei gleichſchwere Geſtänge mit der Kraftmaſchine ſo verbunden ſind, daß eines ſtets in der Abwärtsbewegung begriffen iſt, während das andre angehoben wird; zum Teil ſind Gegengewichte vorhanden, und zwar entweder mechaniſche (Fig. 4), d. h. zweiarmige Hebel, deren eines Ende mittels Ketten an das Geſtänge angeſchloſſen und deren andres Ende entſprechend belaſtet iſt, oder Waſſerſäulengegengewichte. Sie beſtehen aus Plungerkolben, die an das Geſtänge angebaut ſind und entweder auf eine Waſſerſäule von entſprechender Höhe oder auch mittels Waſſer, das in einer kürzeren Rohrleitung eingeſchloſſen iſt, auf einen durch Gewichte belaſteten vertikalen Plunger wirken (Akkumulator). Das Uebergewicht des Geſtänges hebt beim Niedergang das Gegengewicht, während letzteres beim Geſtängeaufgang das Geſtängegewicht heben hilft. Damit der Hubwechſel — Uebergang des Geſtänges aus der einen in die andre Bewegungsrichtung — ſtoßfrei erfolgt, verbindet man mit hin und her gehenden Maſchinen ein Schwungrad. Für den Fall eines Geſtängebruches oder notwendig werdender Auswechſlung einer Stange müſſen Fang- oder Auffetzvorrichtungen angebracht ſein (Fig. 5), ähnliche Einrichtungen heißen am Oberharz Fangquetſche. Den Fangſcheiben (vgl. Bd. 3, S. 577, Fig. 6), die bei zwei nahe aneinander befindlichen Geſtängen, z. B. an Fahrkünſten, angewendet werden, ſehr ähnlich iſt die Fangwage, ein auf horizontaler Achſe verlagerter zweiarmiger, gleichſchenkliger Hebel, der an beiden Enden durch Ketten mit den Geſtängen verbunden iſt. Die Geſtängewaſſerhaltungen können wegen der zu bewegenden Maſſen nur eine kleine Anzahl Spiele in der Minute machen, die Abmeſſungen der Pumpenſätze müſſen daher groß ausfallen. Ueber die Berechnung der Geſtänge vgl. [2].

In tiefen Schächten und bei großer Leiſtung der Pumpen werden die Geſtänge ſehr ſchwer; man verſuchte daher die Aufſtellung unterirdiſcher Waſſerhaltungsmaſchinen und führte denſelben Keſſeldampf als Betriebskraft zu (Druckhöhen von 500 m bereiten heute keine Schwierigkeiten). Auch andre Maſchinen, beſonders Ventilatoren und Seilbahnmaſchinen, wurden unterirdiſch eingebaut. Die nicht ganz zu vermeidende Wärmeausſtrahlung der Dampfleitung, die hohe Temperatur der Maſchinenräume, der zuweilen ſehr fühlbare Mangel an Kondenswaſſer und der Wunſch nach kleinen Abmeſſungen für die unterirdiſchen Maſchinen führte zur Benutzung von Druckwaſſer, und zwar zunächſt beim Vorhandenſein eines tiefen Stollens zur Anwendung des natürlichen Waſſerdruckes, indem bei Aufſtellung der Maſchine im Schachttiefſten das verbrauchte Kraftwaſſer wieder bis auf den Stollen hinaufgedrückt wurde, alſo eigentlich nur das Gefälle bis auf den Stollen als nutzbarer Druck in Rechnung geſtellt werden konnte. Später griff man zur künſtlichen Erzeugung von Preßwaſſer [3] bis über 200 Atmoſphären Druck. Nachdem die Schwierigkeiten überwunden waren, welche die gute Abdichtung der Rohrleitungen und die Vermeidung von Waſſerſtößen anfänglich bereiteten, hat man große Erfolge damit erzielt. Wenn man auch in einzelnen Fällen Maſchinen in ziemlich großen Entfernungen vom Schachte durch Dampf oder Preßwaſſer betrieben hat, ſo läßt ſich eine allgemeine Anwendung dieſer Betriebskräfte in den Abbaufeldern deshalb nicht ermöglichen, weil beim Dampf die Wärme ſtörend und die Kondenſation umſtändlich iſt, Preßwaſſerleitungen aber, ganz abgeſehen von der Zurückführung des Betriebswaſſers, ſich in druckhaften Strecken kaum dicht erhalten laſſen [4]. Zurzeit ſind Preßluft von 5—7 Atmoſphären Spannung und der elektriſche Strom die wichtigſten und am vielſeitigſten angewendeten Betriebsmittel unter Tage. Preßluft wird durch Kompreſſoren über Tage erzeugt, durch ausgedehnte Rohrleitungen bis in die Abbaufelder verteilt und dient zum Betriebe aller Arten kleiner Maſchinen. Die neueren Verſuche mit unterirdiſch aufgeſtellten, elektriſch angetriebenen Kompreſſoren ſind noch nicht abgeſchloſſen [5]. Gegenüber der großen Bequemlichkeit im Betriebe und dem Vorteile, daß die Preßluft entweder unmittelbar oder nach Verwendung als Betriebskraft zur Ventilation beiträgt, kommt der niedrige Wirkungsgrad namentlich auf Kohlenwerken, wo minderwertiges Brennmaterial in Menge vorhanden iſt, für kleinere Arbeitsleiſtung kaum in Betracht. Für größere Maſchinen iſt die Preßluftübertragung jedoch unwirtſchaftlich. Hier tritt die Elektrizität, deren hoher Wirkungsgrad und bequeme Uebertragung allſeitig anerkannt werden, immer mehr in den Vordergrund. Gewöhnlich liefern die elektriſchen Zentralen der Gruben Drehſtrom von 2000—3000 Volt Spannung. Mit dieſer werden aber nur die größeren Maſchinen über Tage und die unterirdiſch an den Schächten aufgeſtellten Maſchinen betrieben. Für die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kraftverteilung in den Abbaufeldern transformiert man den Strom auf 500 Volt und auf noch niedrigere Spannung. Für den Betrieb elektriſcher Kontaktlokomotiven, die jedoch in Schlagwettergruben nur in den einziehenden Wetterſtrecken zuläſſig ſind, wird der Drehſtrom gewöhnlich in Gleichſtrom transformiert, da die Kontaktleitungen einfacher werden. Für größeren Lichtbedarf wird der Drehſtrom ebenfalls in Gleichſtrom transformiert, kleinerer Bedarf an Licht kann dem Drehſtromnetze entnommen werden, indem man jedesmal zwei Phaſen benutzt. In Schlagwettergruben ſind Bogenlampen verboten, Glühlampen ſind mit beſonderem Schutz (Glasglocken und ſtarke Drahtbügel) zu verſehen. Auch in Kohlengruben mit Schlagwettern und Kohlenſtaub kann die elektriſche Kraftübertragung unter Beachtung der entſprechenden Sicherheitsvorkehrungen — geſchloſſene Kapſelung für kleine Motoren, Plattenſchutz mit Ventilation für größere Motoren, Oelkapſelung für Schalter und Sicherungen — angewendet werden [6].

Literatur: Zu vergleichen die allgemeinen Werke über Bergbaukunde (ſ. d.). — [1] Pfähler, Zeitſchr. für das Berg-, Hütten- und Salinenweſen im preußiſchen Staate, Berlin 1876, Bd. 24, S. 35. — [2] Des Ingenieurs Taſchenbuch, herausgegeben vom Verein „Hütte“. — [3] Undeutſch, Waſſertransmiſſion im Albertſchachte zu Zauckeroda, im Jahrbuch für das Berg- und Hüttenweſen im Königreich Sachſen, 1887, Bd. 1, S. 54. — [4] Neuere Ausführungen finden ſich erwähnt in der unter [1] genannten Zeitſchrift, und zwar in dem Artikel „Verſuche und Verbeſſerungen beim Bergwerksbetriebe in Preußen“, der ſeit dem 24. Bande, 1876, alljährlich, früher alle zwei bis drei Jahre, wiederkehrt. — [5] „Eſſener Glückauf“ 1903, S. 949. — [6] Erhard, Th., Der elektriſche Betrieb im Bergbau, Halle a. S. 1902; Beyling, Verſuche über die Schlagwetterſicherheit beſonders geſchützter elektriſcher Motoren u. ſ. w., „Eſſener Glückauf“ 1906, S. 1 ff. *Treptow.*

Kraftübertragung, pneumatiſche, wird dadurch bewirkt, daß man die Luft in einer Rohrleitung durch eine Luftpumpe, die an ihrem einen Ende angeſchloſſen iſt, verdichtet oder verdünnt und die Druckdifferenz zwiſchen dieſer und der äußeren Luft zum Betriebe einer am andern Ende angeſchloſſenen Luftmaſchine benutzt. Luftpumpe und Luftmaſchine ſind aber nicht immer ausgebildet und können bis auf einen Kolben oder eine Flüſſigkeitsſäule, die ſich in der Leitungsröhre verſchieben, reduziert ſein. Bei den Saugpumpen verſchwindet auch noch, ſobald die Flüſſigkeitsſäule bis zum Kolben angeſaugt iſt, die Luftleitung.

Pneumatiſche Kraftübertragung wird angewendet: zur Kraftverteilung in Städten oder Fabriken, zum Betriebe von Geſteinsbohrmaſchinen, Waſſerhaltungs- und Fördermaſchinen, pneumatiſchen Aufzügen, Rammen und Hämmern, pneumatiſchen Eiſenbahnen und Rohrpoſten, zur Flüſſigkeitsverdrängung bei Pumpen, Taucherglocken, pneumatiſchen Gründungen u. ſ. w. Zur Uebertragung bedeutenderer Kräfte bedient man ſich der durch Luftkompreſſoren (ſ. d.) verdichteten Luft. Der Wirkungsgrad ſolcher Kompreſſoren iſt je nach Konſtruktion und Ausführung ſehr verſchieden. Die beim St. Gotthard-Tunnel zur Anwendung gekommenen Colladon-Kompreſſoren leiſteten etwa 50 % der theoretiſchen Arbeit, die geliefert werden müßte, wenn das angeſaugte Luftquantum ohne Wärmezunahme (iſothermiſch) verdichtet würde. Die älteren Paxmannſchen Kompreſſoren der Pariſer Druckluftanlage ergaben 70 % und die durch Riedler verbeſſerten 83 % Nutzarbeit.

Wenn die Luft ſogenannten naſſen Kompreſſoren entſtrömt, führt ſie ſo viel Feuchtigkeit mit, daß ſie einen Trockenapparat paſſieren muß, ehe ſie in den Luftbehälter und von da in die Leitungsröhre gelangt. Iſt die Leitung ſehr lang, ſo ſchaltet man auch in ſie noch Entwäſſerungsapparate ein. Dieſe Trocken- und Entwäſſerungsapparate gleichen den bei Dampfleitungen gebräuchlichen. Erleidet die Luft bei ihrem Durchgange große Geſchwindigkeitsänderungen, ſo hat dies einen beträchtlichen Druckverluſt zur Folge. Nach Verſuchen von Riedler und Gutermuth [3] betrug dieſer bei einem der großen Trockenapparate der Pariſer Druckluftanlage 0,15 Atmoſphären, wenn die auf 6 Atmoſphären geſpannte Luft mit etwas mehr als 7 m Geſchwindigkeit durch die Leitung ſtrömte, während die kleineren ſiphonartigen Entwäſſerungsapparate einzeln keinen merklichen Druckverluſt verurſachten. Die Luftbehälter, die einfach zylindriſchen Dampfkeſſeln gleichen, dienen bei ausgedehnten Leitungen ebenfalls mehr zur Entwäſſerung als zur Druckregulierung, da größere Druckſchwankungen wegen der Größe des in der Leitung enthaltenen Luftvolumens ohnedies nicht eintreten. Sie ſind deshalb mit Waſſerſtandszeiger und Waſſerablaßhahn ſowie mit einem Sicherheitsventil verſehen. Im übrigen ergaben die Verſuche an der Pariſer Leitung von 300 mm Durchmeſſer [3], daß der Druckverluſt durch Undichtheit, namentlich bei den neueren Strecken, ſo unbedeutend war, daß er kaum in Betracht kommt. Der Luftwiderſtand der Leitung hatte bei einer Strecke von 3340 m Länge, worin keine großen Trockenapparate vorkamen, einen Druckverluſt von 0,05 Atmoſphären pro Kilometer Länge zur Folge und bei der ganzen Leitung von 16502 m Länge mit vier großen Trockenapparaten einen ſolchen von 0,07 Atmoſphären. Aus den Verſuchen von Stockalper am St. Gotthard-Tunnel, von Devillez an der Druckluftleitung der Kohlengrube Levant du Flenu in Belgien, von Riedler und Gutermuth an der Pariſer ſowie aus eignen Verſuchen an der Offenbacher Druckluftanlage hat Lorenz [6] die empiriſche Formel abgeleitet:

$$\frac{\Delta p}{p_m} = \frac{0{,}52}{D^{1{,}30933}} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot L \cdot w^2,$$

worin $\Delta p = p_1 - p_2$ den Druckverluſt, p_m die mittlere Spannung in der Rohrleitung $= \frac{p_1 + p_2}{2}$, L die Länge der Leitung in Kilometern, D ihren Durchmeſſer in Millimetern, w die mittlere Geſchwindigkeit der Luft in der Leitung in Metern pro Sekunde, T_0 die abſolute Temperatur beim Gefrierpunkte $= 273^0$ und T die abſolute Temperatur der

Luft $= 273^0 + t^0$ bedeutet. Hat man danach den relativen Druckverluſt $\frac{\Delta p}{p_m} = n$ berechnet, ſo iſt $p_2 = \frac{2-n}{2+n} p_1$. Da die Geſchwindigkeit w dem Quadrate des Röhrendurchmeſſers D umgekehrt proportional iſt, ſo iſt nach obiger Formel der relative Druckverluſt etwa der $5^1/_3$ Potenz von D umgekehrt proportional. Deshalb ſollte der Röhrendurchmeſſer möglichſt groß genommen werden, ſoweit es mit den dadurch wachſenden Koſten der Leitung und der Enge der Tunnelräume vereinbar iſt. Die Geſchwindigkeit w ſollte 6 m nicht überſteigen. Erſcheint dies unzuläſſig, ſo ſollte man die Luft ſtark komprimieren, um im Verhältnis zu dem angeſaugten Luftvolumen geringen Leitungswiderſtand zu erhalten, da die zur Kompreſſion nach der Iſotherme erforderliche Arbeit dem natürlichen Logarithmus des Kompreſſionsgrades proportional iſt, alſo beiſpielsweiſe bei Verdopplung des letzteren nur 1,3 mal ſo groß wird.

Mit Druckluft betriebene Bergwerks- und Geſteinsbohrmaſchinen (Bd. 2, S. 208) arbeiten meiſt ohne Expanſion, ſo daß dabei im allgemeinen die Kompreſſionsarbeit verloren geht und nur die zum Hinausſchieben der verdichteten Luft aus dem Kompreſſor nutzbar gemacht wird. Reichliche Luftzuführung zur Ventilation des Tunnels oder der Grube iſt ſo wichtig, daß es hier auf Erſparung von Druckluft nicht ankommt. — Wird Expanſion im Luftmotor angewendet, ſo ſinkt dabei die Temperatur ſo ſehr, daß alsbald Eisbildung ſtattfindet, wenn die verdichtete Luft mit der Temperatur der Atmoſphäre eintritt und während der Expanſion keine Wärme zugeführt wird. Radinger beobachtete in ſolchem Falle an einem Motor der Pariſer Druckluftleitung bei $4^1/_2$ Atmoſphären und 17° C. der eintretenden Luft eine Temperatur der ausſtrömenden Luft von -60^0 C. In 10 Minuten fror das Ausſtrömungsrohr zu. Zum Erwärmen während der Expanſion empfiehlt ſich am meiſten das Einſpritzen von Waſſer durch einen Zerſtäuber, wenn es ohne beſondere Koſten genügend warm zu haben iſt. Ingenieur Cornet, dem auf der Grube Levant du Flenu von einem Grubenbrande her Waſſer von 20,5° zur Verfügung ſtand, benutzte dies als Einſpritzwaſſer für eine pneumatiſche Fördermaſchine und erreichte durch Einſpritzung von 1,7 l pro 1 cbm angeſaugter Luft 95% Nutzeffekt der Maſchine. Die Temperatur des Einſpritzwaſſers ſank hierbei auf 14,5° und die der Druckluft von 21,5° auf 5°. Ein weit einfacheres und vorteilhafteres Mittel, das Ueberſchreiten des Gefrierpunktes bei der Expanſion zu verhüten, iſt die von Viktor Popp bei der Pariſer Druckluftanlage angewendete Erwärmung der Druckluft vor ihrem Eintritt in die Maſchine. Sie erfolgt in einem eiſernen Ofen, zwiſchen deſſen doppelten Wandungen die Druckluft in ſenkrechten, durch eingegoſſene Rippen gebildeten Kanälen auf und nieder ſtreicht und mit einem ſtündlichen Kohlenverbrauche von nur 0,09—0,1 kg pro 1 PS. der Luftmaſchine auf eine etwa um 150° höhere Temperatur gebracht wird. Durch dieſe Wärmezufuhr wird das Arbeitsvermögen der Druckluft etwa auf das Anderthalbfache geſteigert. Sie ſtrömt mit 5 Atmoſphären Spannung und etwa 170° C. in die Maſchine, expandiert und tritt mit einer Temperatur von etwa $+8^0$ aus. Es wird auf dieſe Weiſe nicht nur die Eisbildung verhütet, ſondern es können auch infolge der Energieſteigerung durch Wärmezufuhr bei guter Konſtruktion der Luftmaſchine von dieſer etwa 15% mehr Arbeit abgegeben werden, als die Verdichtung der verbrauchten Luftmenge erfordert. Die geringeren Geſamtwirkungsgrade von oft nur 10—20% und im allgemeinen von 15—30%, die früher bei pneumatiſchen Kraftübertragungen zum Betriebe von Bergwerks- und Geſteinsbohrmaſchinen beobachtet wurden, hatten ihren Grund nicht nur darin, daß die Luftmotoren ohne Expanſion arbeiteten, ſondern auch in mangelhaften Konſtruktionen der Kompreſſoren, zu enger Luftleitung und hauptſächlich darin, daß die Druckluft nicht vorgewärmt wurde.

Als Luftmotoren ſind vorhandene Dampfmaſchinen verwendbar; doch ergeben eigens zu dieſem Zwecke und gut konſtruierte Maſchinen einen beträchtlich höheren Wirkungsgrad. Die früheren einpferdigen, rotierenden Pariſer Motoren waren ſehr mangelhaft, arbeiteten ohne Vorwärmung und verbrauchten etwa 70 cbm Luft pro Pferdeſtärkeſtunde. Der Wirkungsgrad der geſamten Anlage war dabei $W = 15\%$. Neuere rotierende Luftmotoren ohne Vorwärmung verbrauchen 30 cbm, bei einer Vorwärmung von 50° aber nur 24 cbm, $W = 43\%$. Kleinere Kurbeldampfmaſchinen, als Luftmotoren benutzt, verbrauchen 17—21 cbm Luft pro Pferdeſtärkeſtunde, $W = 50$—62%. Eine 80pferdige ehemalige Dampfmaſchine, mit Druckluft betrieben, verbrauchte bei 160° Vorwärmung 13 cbm Luft pro Pferdeſtärkeſtunde, $W = 80\%$. Mit eigens zu dieſem Zwecke und gut konſtruierten Luftmaſchinen kann ein Luftverbrauch von etwa 9 cbm pro Pferdeſtärkeſtunde erreicht werden, $W = 115\%$, wie bereits erwähnt.

In Werkſtätten findet man eigentliche Druckluftmotoren nur noch ſelten, weil ſie teils durch Elektromotoren verdrängt, teils dadurch entbehrlich werden, daß man die Druckluft durch Verzweigung der Leitung bis zu den Arbeitsſtellen hinführt und ſie dort entweder direkt oder vermittelſt der in neuerer Zeit mehr und mehr in Aufnahme gekommenen Druckluftwerkzeuge (ſ. d.) Arbeit verrichten läßt. In ſolchen Fällen wird ein Kompreſſor zur Erzeugung von Druckluft von 7—7,5 Atmoſphären Ueberdruck, meiſt mit der Kraftanlage des Werkes verbunden, in möglichſt zentraler Lage gegen die Verbrauchsſtellen aufgeſtellt. Der Druckluftbehälter, der gleichzeitig zur Entfernung der Feuchtigkeit aus der dem Kompreſſor entſtrömenden Druckluft dient, erhält mindeſtens das Volumen der in 1 Minute angeſaugten Luft, und die Rohrleitung, deren lichte Weite nach jeder Abzweigung vermindert, jedoch nicht kleiner als 19 mm genommen wird, iſt ſo zu bemeſſen, daß höchſtens 0,2 Atmoſphären Spannungsabfall eintritt. Dieſer Luftleitung gibt man Gefälle nach einem tiefſten Punkte hin und bringt in dieſem noch einen Waſſerabſcheider an, da eine ſorgfältige Entfernung der Feuchtigkeit zur Vermeidung des Zufrierens der Leitung erforderlich iſt. Die Verbindung der Rohrleitung mit den Druckluftwerkzeugen wird durch Gummiſchläuche mit doppelter Hanfeinlage und ſtarker Segeltuchumlage hergeſtellt. Wenn dieſe Schläuche lang ſind, werden ſie von Oefen getragen, die von der Decke des Arbeitsraumes herabhängen, oder über Rollen gelegt, die ſich auf wagerechten Drahtſeilen oder Eiſenſchienen verſchieben laſſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zu der direkten Verwendungsart der Preßluft gehört das Wegblasen zu entfernender Stoffe. So dient sie zum Reinigen der Werkbänke, zum Entfernen der Gußeisenspäne beim Bohren und Fräsen, zum Reinigen der Gesenke in Schmieden, zum Reinigen der Modelle vom Formsand in Gießereien. Auch dient sie zum Anblasen des Feuers von Feldschmieden. Ferner kann durch Einblasen von Preßluft das Oelbad, in welchem stählerne Gegenstände gehärtet werden sollen, umgerührt werden, und in chemischen Fabriken wird auf gleiche Weise in vielen Fällen ein mechanisches Rührwerk erspart.

Ueber die zweite Verwendungsart der Preßluft an den Arbeitsstellen s. Druckluftwerkzeuge.

Literatur: [1] Pernolet, L'air comprimé et ses applications, Paris 1876. — [2] Riedler, Gesteinsbohrmaschinen und Luftkompressionsmaschinen, XV. Heft des österr. Berichts über die Weltausstellung in Philadelphia 1876, Wien 1877. — [3] Ders., Die Kraftübertragung durch Druckluft in Paris, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889—91. — [4] Dolezalek, Lufttransmission im Gotthard-Tunnel, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. Hannover 1880. — [5] Gutermuth, Die Druckluftanlage in Offenbach, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1892. — [6] Lorenz, H., Die Spannungsverluste in langen Druckluftleitungen, ebend., S. 621 und 835. — [7] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 4, Kap. 2. — [8] Schmitz, Die Anwendung von Preßluft in der Eisenindustrie, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900. — [9] Oetling, Die Anwendung der Preßluft, ebend. 1901. — [10] Müller, Die Verwendung von Druckluft in den Werkstätten Amerikas, ebend. 1904. — [11] Pilatus, Die Preßluftanlage der Kaiserl. Werft Kiel, ebend. 1904. — [12] Heinel, C., Die Preßlufterzeugung und -verwendung, Weimar 1904. *Th. Beck.*

Kragen (Auskragen), s. v. w. Hervorragen, Ausladen.

Kragholz, ein über eine Stütze oder Mauer vorragendes Holz, das zur Unterstützung von aufliegenden Teilen dient; s. Sattelholz.

Kragschmiege, Abschrägung an einem ausladenden Baugliede, wie Platte, Kämpfer, bei welchen die weitere Ausladung oben liegt.

Kragsims, ein Gesims, das ausladend einen darauf stehenden Gebäudeteil, wie Erker u. dergl., unterstützt.

Kragsteine, vor die Flucht einer Mauer vortretende Steine, die entweder die Spannweite einer Ueberdeckungskonstruktion (Gewölbe oder Balkendecke, Fig. 1 und 2) verkleinern oder den Pfosten oder der Schwelle, den Gurt- oder Gratbogen einer höher hinaufragenden Wand-, Dach- oder Gewölbekonstruktion als Stütze dienen sollen (Fig. 3) und der Belastung entsprechend zu bemessen sind. Bei den Profan- und Kirchenbauten des Mittelalters erhielten derartige Kragsteine häufig eine reiche Profilierung und sogar figürlichen Schmuck.

Fig. 3. Fig. 2. Fig. 1.

Literatur: Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française etc., Bd. 4, Paris 1861. *L. v. Willmann.*

Kragträger, s. Gelenkträger, durchlaufender, Bd. 4, S. 361.

Kragträgerbrücken, Brücken, deren Hauptträger als kontinuierliche Gelenkträger (s. d., ferner Brücken, eiserne, und Auslegerbrücken) ausgeführt sind.

Man bezeichnet sie auch als Auslegerbrücken, Konsolträgerbrücken, Brücken mit Gerberschen Gelenkträgern, Cantileverbrücken. Das System wird gewöhnlich auf drei oder mehr Oeffnungen angewendet, in einigen Beispielen sind jedoch auch Brücken mit bloß einer Oeffnung mit Kragträgern, die dann an den Widerlagern eine Verankerung erhalten mußten, ausgeführt worden (Sukkurbrücke in Indien). *Melan.*

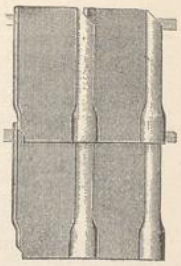
Krammen, s. v. w. Klammern (s. d.).

Krampe wird bei den Maurern und Steinhauern auch die Kreuzhacke oder der Kreuzpickel (s. d.) genannt; sonst bedeutet Krampe ein mit zwei umgebogenen Spitzen versehenes Eisen (Klammern) wie es im Hochbau zum Zusammenhalten der Wechsel- und Stichbalken benutzt wird oder wie es zur Aufnahme eines Vorhängeschlosses nach übergelegter Schlinge dient. *L. v. Willmann.*

Krampstock, am vorderen Ende flach ausgeschmiedete und etwas gekrümmte Eisenstange, die zum Entfernen der auf der Oberfläche des flüssigen, in der Gießpfanne befindlichen Eisens schwimmenden Unreinigkeiten und zum Zurückhalten beim Ausgießen dient. Das vordere Ende ist zum Schutz gegen Abschmelzen mit einem dünnen Lehmüberzuge versehen. Häufig wird auch eine Holzstange zum gleichen Zweck angewendet. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Krampziegel (Krempziegel), Dachziegel, die, ähnlich den holländiſchen Pfannen, ſo geformt ſind, daß die eine Langſeite einen nach unten hohlen Wulſt zeigt, welcher den etwas aufgebogenen Rand des Nachbarziegels überdeckt, während der Rand des Ziegels ſelbſt vom andern Nachbarziegel überdeckt wird (ſ. die Figur). Außer dieſer hier gezeichneten Form werden noch verſchiedene andre Formen ſolcher Krampziegel angefertigt, deren Konſtruktionsprinzip ebenfalls das angegebene iſt.



Literatur: Baukunde des Architekten, 4. Aufl., Berlin 1895, Bd. 1, 1. Teil.

K. Dümmler.

Kranbrücke, ſ. Brücken, bewegliche, Bd. 2, S. 329.

Krane ſind Maſchinen, die zum Heben und Horizontaltransport von Laſten dienen. Man teilt dieſelben bezüglich ihrer Beweglichkeit im Raume ein in ſtabile und mobile, bezüglich der zur Hebung angewendeten Kraft in Krane für Hand-, Transmiſſions-, Dampf-, hydrauliſchen, elektriſchen und pneumatiſchen Betrieb. Die Konſtruktionen der Krane ſind ihrem jeweiligen Zweck entſprechend ſehr verſchieden. Die wichtigſten Typen ſind:

A. Feſtſtehende Krane.

I. Wanddrehkrane Fig. 1 und 2. Der drehbare Ausleger beſteht aus einer Säule *a* mit zwei Drehzapfen, die in den Lagern *b b* geſtützt ſind. Am äußerſten Ende trägt der Ausleger eine Leitrolle *c* zur Führung des Laſtſeiles oder der Kette. Der Hebemechanismus kann nun in einer Winde für Hand- oder Kraftbetrieb beſtehen. Die Leitrolle *d* kann, wie bei Fig. 1, oben

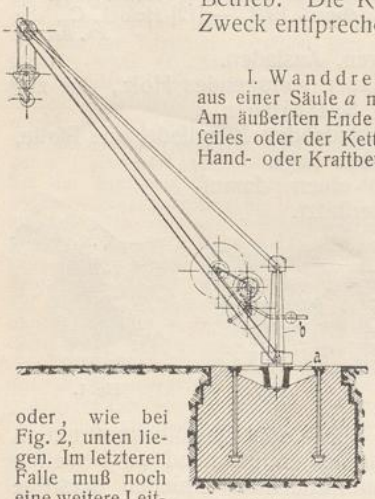


Fig. 4.

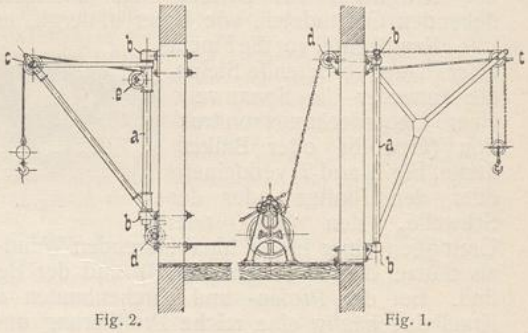


Fig. 2.

Fig. 1.

oder, wie bei Fig. 2, unten liegen. Im letzteren Falle muß noch eine weitere Leitrolle *e* zur Verwendung kommen, damit das Leitſeil oder die Kette mit der Mitte der Kranſäule und Drehzapfen (durch letztere durchgeführt) zuſammenfällt, um keine Behinderung bei der Schwenkbewegung zu ſein. Die Befeſtigung erfolgt an der Wand eines Gebäudes, neben einer Luke oder Türöffnung, um Laſten ein- und ausnehmen zu können. Die Schwenkung des Auslegers kann nur um 180° erfolgen.

II. Feſtſtehender Gießereifchwenkkran nach Fig. 3. Die Säule *a* des Krangerüſtes erhält oben und unten je einen Zapfen, die

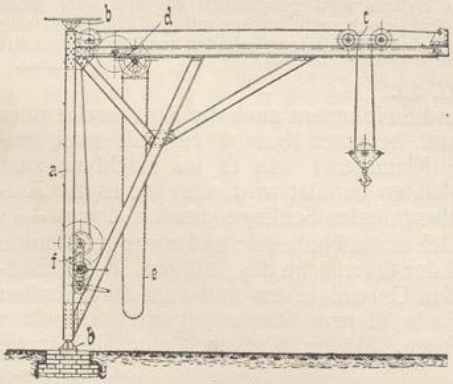


Fig. 3.

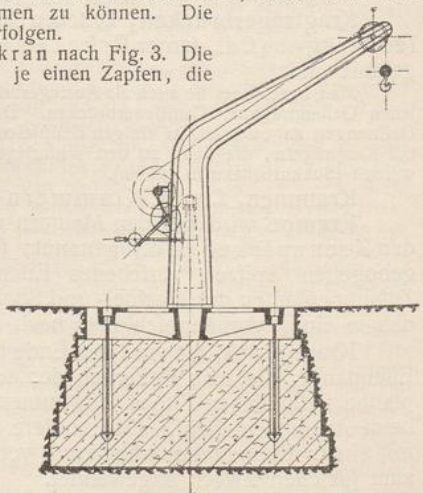


Fig. 5.

in den Lagern *b b* ihren Stützpunkt haben. Die Lager werden mit dem Boden und der Decke eines Gebäudes unwandelbar befeſtigt. Auf dem horizontalen Arm des Gerüſtes iſt eine Laufkatze *c* angeordnet. Dieſelbe erhält Leitrollen zum Führen des Laſtſeiles oder der Kette, wodurch eine beliebige zentrale Verſchiebung ermöglicht iſt. Der Antriebsmechanismus *d* für dieſe Verſchiebung wird von unten durch die herabhängende Handkette *e* bedient. Das Hubwindwerk *f* iſt an der Kranſäule montiert und kann für alle Betriebsarten eingerichtet ſein.

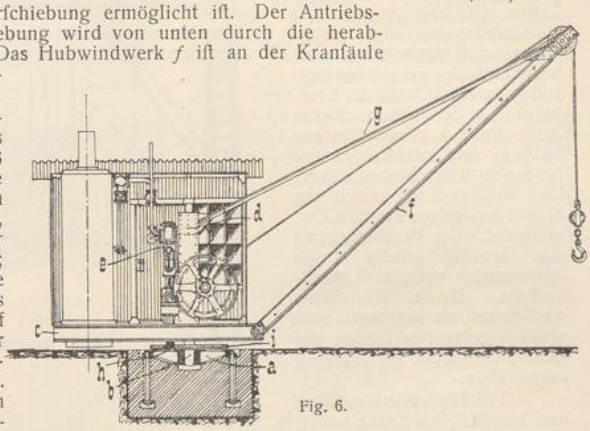


Fig. 6.

III. Feſtſtehender Säulendrehkran Fig. 4. In einer aus Gußeiſen, Walzeiſen oder Stahlguß hergeſtellten Fundamentplatte *a*, die vermittelſt Schrauben mit einem Steinfundament innig verbunden iſt, wird eine aus Schmiedeeiſen oder Stahl hergeſtellte Säule *b* befeſtigt; um dieſe dreht ſich das geſamte Krangerüſt mit dem Windwerk. Das letztere wird nun entweder auf dem Ausleger (wie in Fig. 4) oder zwiſchen zwei beſondere Windenſchilde (wie in Fig. 10) montiert. Bei Laſten bis zu 5000 kg ſieht man keine beſondere Schwenkvorrichtung vor. Bei größeren Laſten wird ſie zweckmäßiger angebracht, und zwar in gleicher Weiſe wie in Fig. 6 dargeſtellt.

IV. Eine andre Ausführungsform iſt in Fig. 5 abgebildet, es iſt der ſogenannte Fairbairnkran, bei dem der Kranausleger aus einem einzigen ſchnabelförmig gekrümmten, häufig auch im oberen Teil horizontal laufenden kaſtenförmigen Träger beſteht, der ſich auf die im Innern befindliche Kranſäule ſtützt. Die Laſtkette oder das Seil iſt am vorderen Ende des Auslegers befeſtigt, geht über eine frei hängende loſe Rolle, eine Laufrolle im Kopfe und mehrere Leitrollen auf dem Rücken des Auslegers zum Laſtwindwerk, das ſo am Kaſtenträger montiert iſt, daß es bequem bedient werden kann. Ein zweites (in der Figur unten rechts erſichtliches) kleineres Windwerk dient zur Drehung des Kranes.

V. Feſtſtehender Dampfdrehkran Fig. 6. Auch hier iſt in einer Fundamentplatte *a* eine Drehſäule *b* befeſtigt. Um die Säule ſchwingt ſich ein Plateau *c* und mit letzterem verbunden zwei kräftige Windenſchilde *d*. Zwiſchen letztere iſt das Windwerk und die Dampfmaſchine *e* montiert. Auslegerſtützen *f* ſind an *c* und Zugſtangen *g* am Kopfe von *d* befeſtigt. Am rückwärtigen Ende vom Plateau iſt ein Dampfkeſſel aufgeſtellt, der den für die Dampfmaſchine erforderlichen Dampf erzeugt; ſein Gewicht dient gleichzeitig mit als Gegengewicht. Das Ganze iſt durch ein aus Wellblech oder Holz hergeſtelltes Haus gegen Witterungseinflüſſe geſchützt. Die Schwenkung des Kranes erfolgt durch ein beſonders durch die Dampfmaſchine angetriebenes Windwerk. Der Schwenkmechanismus endigt in ein kleines Zahnritzel *h*, das in einem an der Fundamentplatte *a* befeſtigten Zahnkranz *i* eingreift. Bei ſeiner Rotation bewegt ſich *h* am Umfange von *i*, wodurch Schwenkung erfolgt, da *h* mit dem Plateau durch Welle und Lagerung verbunden iſt.

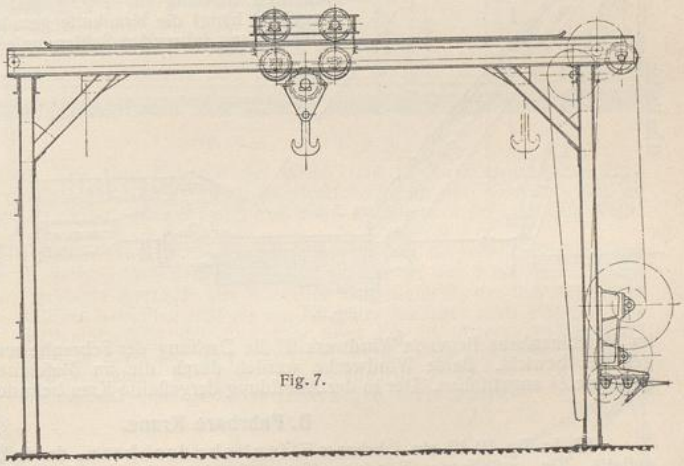


Fig. 7.

VI. Ein Bockkran iſt in Fig. 7 dargeſtellt; er findet auf Bahnhöfen und auf Fabrikhöfen zum Verladen aus Fuhrwerken in Eiſenbahnwaggons und umgekehrt ſehr zahlreiche Anwendung. Auf dem Krangerüſt bewegt ſich die Laufkatze, ähnlich wie bei den Gießereikranen, hin und her, ſo daß nach der Hebung eine horizontale Verſchiebung der Laſt vorgenommen werden kann, worauf dieſelbe wieder niedergelaſſen wird. Die Führung der Laſtkette iſt aus der Figur zu erſehen; die zur Verſchiebung der Katze dienende endloſe Kette wird in ähnlicher Weiſe wie bei den Gießereikranen bewegt. Bei allen Bockkranen iſt die innere lichte Höhe und Breite durch das Normalprofil der Eiſenbahnwagen beſtimmt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

VII. In Fig. 8 ist ein fahrbarer Bockkran dargestellt, und zwar für größte Lasten. Die Last hängt an vier Kettensträngen; die Unterflasche *a* ist deshalb mit zwei hintereinander gelagerten Leitrollen versehen. Auf der Laufkatze ist in der Mitte noch eine dritte Rolle *b* vorgesehen zur Führung und zum Tragen der beiden mittleren Kettenstränge. Das Windwerk ist durch ein Schutzdach gegen Regen u. s. w. geschützt. Die Fortbewegung des Gerüstes erfolgt durch Räderantrieb vermittelst Handkurbeln. Beide Kranseiten werden mittels horizontal und vertikal gelagerter Wellen mit konischen Rädern gleichmäßig angetrieben.

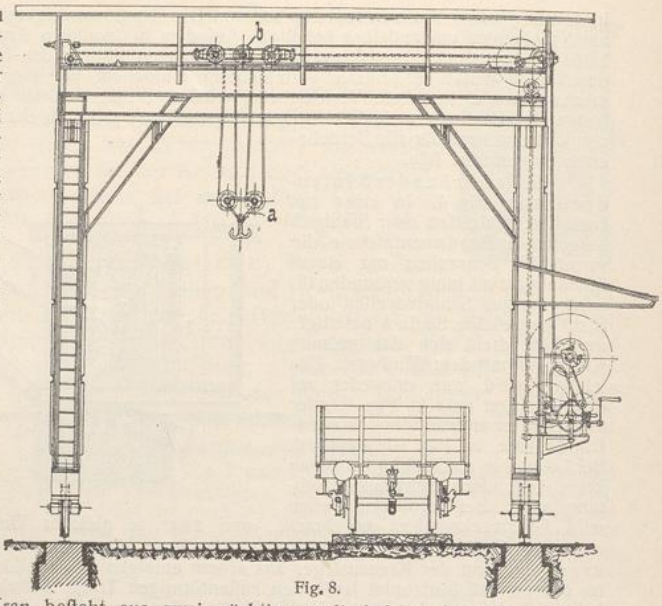


Fig. 8.

VIII. Die weitaus größten und tragfähigsten Krane nächst dem Hammerkrane sind die sogenannten Scheren- oder Maſtenkrane. In Fig. 9 ist die Anordnung eines solchen Kranes samt Maschinen- und Kesselhaus dargestellt. Der Kran besteht aus zwei mächtigen zylindrischen Streben *A* von je 34,1 m Länge und einem mittleren kastenförmigen Ausleger *B* von 44,8 m Länge, der am oberen Ende gelenkig mit dem die beiden Streben aufnehmenden Krankopf, am unteren Ende ebenfalls gelenkig mit einem Schuh verbunden ist, der von einer starken horizontalen Schraube gehalten wird, durch deren Drehung der Ausleger und somit der ganze Kran um einen bestimmten Winkel um die vertikale Lage nach außen und innen gedreht werden kann. Bei der innersten Stellung (in Fig. 9 mit gestrichelten Linien angegeben) hängt die Krankette gerade über der Mitte des am Ufer entlang führenden Schienengleises; in der äußersten ausgeschwenkten Stellung beträgt die Ausladung noch etwa 12 m. Die Tragkraft des abgebildeten Kranes beträgt 60 t, doch sind solche von über 100 t Tragkraft ausgeführt. Am Krankopf hängt ein (meistens vier- bis sechsfacher) Flaschenzug und geht die Lastkette von dort nach dem Windwerke W_1, während das im Maschinenhaus liegende Windwerk *W* die Drehung der Schraube und Schwenkung des Krangestelles bewirkt. Beide Windwerke werden durch die im Maschinenhause liegende Dampfmaschine *D* angetrieben. Der in der Abbildung dargestellte Kran befindet sich im Arsenal zu Pola.

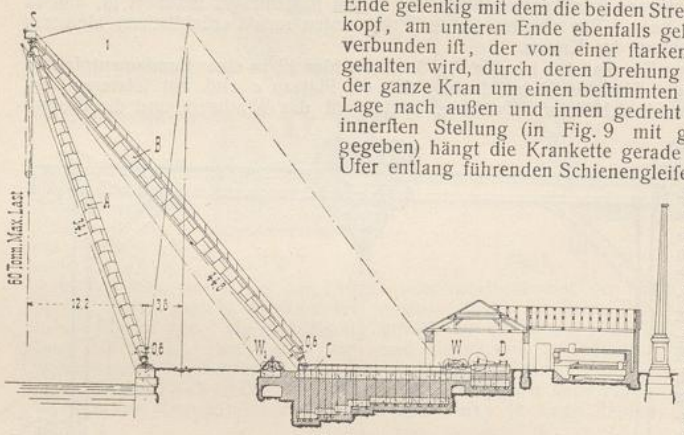


Fig. 9.

B. Fahrbare Krane.

IX. In Fig 10 ist ein fahrbarer Eisenbahndrehkran, der in Zügen einstellbar ist, dargestellt. Ein gußeiserner Fundamentstern, in dem die Krandrehsäule befestigt, ist mit dem Eisenbahnunterwagen innig verbunden. Das obere Stützlager und das untere Halslager der Drehsäule sind mit den Seitenschilden *a* verbunden. Zwischen *a* ist auch das Hubwindwerk montiert. Die Auslegerstützen *b* und Zugstangen *c* sind ebenfalls an *a* befestigt. Ferner sind mit den Seitenschilden die Laufbahnträger für das verschiebbare Gegengewicht *d* verbunden. Die Vor- und Rückwärtsbewegung von *d* erfolgt durch eine Ratsche, die durch Handhebel *e* betätigt wird. Das Untergestell wird mit aufklappbaren Stützen *f* sowie Schienenzangen *g*, die durch Schraubenspindel und Handrad *h* geschlossen und gelöst werden, versehen, um ein Kippen des Kranes beim Schwenken mit der angehängten Maximallast zu verhüten.

IX a. Fig. 11 zeigt einen fahrbaren Drehkran mit einfachem Unterwagen. Die Seitenschilde sind aus Gußeisen hergestellt, die rückwärtige Verlängerung dient als Laufbahn für das verschiebbare Gegengewicht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

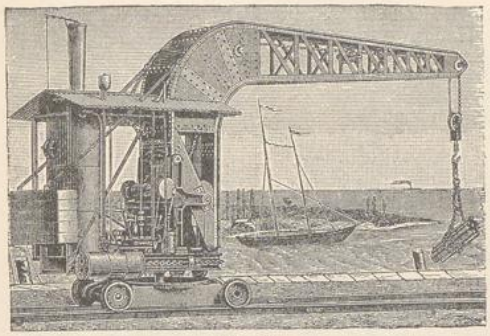


Fig. 12.

X. Ein fahrbarer Dampfdrehkran ift in Fig. 12 abgebildet, der als Kaikran häufig Anwendung gefunden hat. Auf dem auf vier Rädern laufenden Untergeftell ift die kräftige Kranfäule befeftigt, die als Drehachfe des ganzen Syftems dient. Das letztere ift auf einer foliden Plattform aufgebaut, die fich mittels zahlreicher Laufrollen auf das Untergeftell ftützt und auf demfelben drehbar ift. Auf der Plattform ift vorn der fchnabelförmige, teilweife als Kaften-, teilweife als Gitterträger ausgebildete Ausleger befeftigt, während hinten der ftehende Dampfkeffel und dahinter häufig noch ein fchweres Gegengewicht angebracht ift. Die zum Betriebe des Wind- und Drehwerkes und zur Fortbewegung des Kranes dienende ftehende Zwillingsdampfmafchine und das Windwerk find an der Innenwand des Auslegers befeftigt, während der Mafchinift zwifchen diefer und dem Keffel feinen Stand hat.

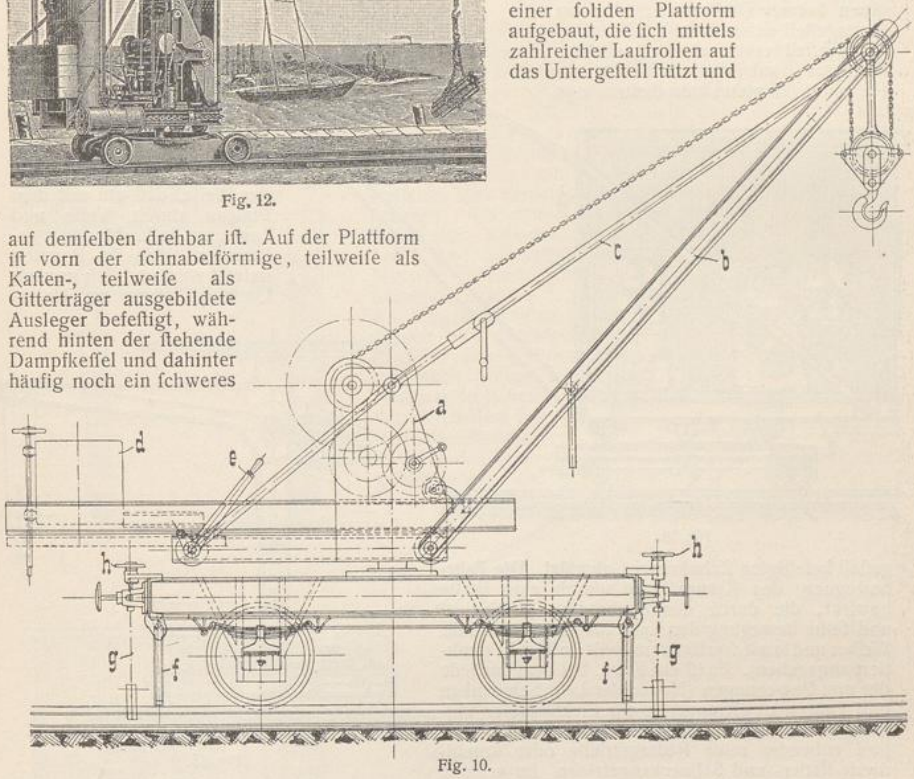


Fig. 10.

Xa. In Fig. 13 ift ein gleicher fahrbarer Dampfdrehkran dargeftellt, doch in einfacherer Ausführung. Die Herftellungskoften find geringer als die für den Kran nach Fig. 12, da der hier zur Ausführung gelangte Ausleger aus Walzeifen hergeftellt ift, der fich bedeutend billiger herftellen läßt als der Fairbairn-Ausleger nach Fig. 12. Die Verwendbarkeit des Auslegers nach Fig. 13 ift eine befchränkte; derfelbe kann nur dort verwendet werden, wo ein freies Schwenkfeld vorhanden ift; find dagegen niedrige Gebäude (Schuppen) oder gedeckte Güterwagen dicht neben

Fig. 11.

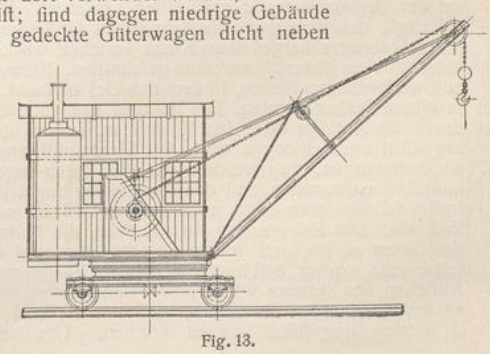


Fig. 13.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dem Standort des Kranes, ſo iſt die Auslegerform nach Fig. 12 zu wählen, damit derſelbe unbehindert über dieſe Gegenſtände hinwegſtreichen kann.

XI. Fig. 14 zeigt einen elektriſch betriebenen fahrbaren Drehkran. Die Stangen und Stützen des Auslegers *abcd* bilden mit dem Plateau ein gemeinſchaftliches Ganzes. Das Plateau mit dem aufmontierten Windwerk, Motoren, Anlaſſer, Schalttafel u. ſ. w. ſchwingt ſich um einen kurzen Drehzapfen, der am Untergeſtell ſicher befeſtigt iſt. Das Untergeſtell erhält einen gedrehten Rollkranz, auf dem ſich die am Plateau befeſtigten Laufrollenumfänge

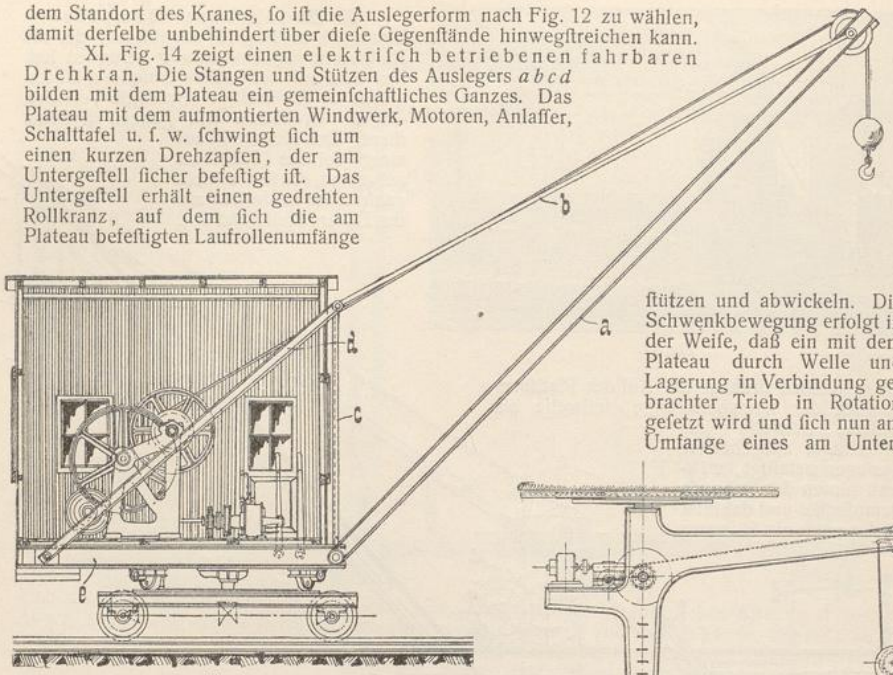


Fig. 14.

ſtützen und abwickeln. Die Schwenkbewegung erfolgt in der Weiſe, daß ein mit dem Plateau durch Welle und Lagerung in Verbindung gebrachter Trieb in Rotation geſetzt wird und ſich nun am Umfange eines am Unter-

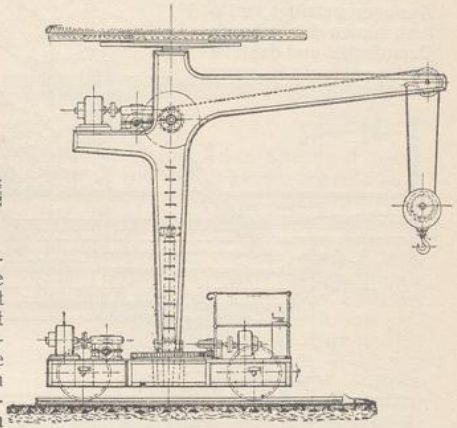


Fig. 15.

geſtell befeſtigten Zahnkranzes abwälzt. Die Fahrbewegung des Kranes wird durch eine Welle bewirkt, die durch den Drehzapfen geführt iſt und ſeine Bewegung den Laufradachſen vermittelſt Wellen und koniſcher Räder mitteilt (in Fig. 14 punktiert angegeben). Es iſt ein Kran, bei dem für jede der drei Bewegungen (Heben der Laſt, Schwenken und Fahren des Kranes) je ein Elektromotor vorgeſehen iſt. Die Antriebe dieſer Bewegungen ſind entweder reine Rädergetriebe oder kombinierte Räder- und Schneckengetriebe. Im erſteren Falle wird die Motorachſe mit einem Trieb aus Rohhaut, Phosphorbronze oder Stahl verſehen, das mit dem Rädertriebwerk des betreffenden Getriebmechanismus in direkten Eingriff gebracht wird. Bei exakt hergeſtellten Windwerken werden ſämtliche Zahnräder aus dem Vollen gefräſt und gewährleiſten hierdurch einen möglichſt geräuſchloſen Gang. Bei weniger guter bezw. billigerer Herſtellung werden nur die erſten ſchnell laufenden Räderpaare aus dem Vollen gefräſt, während die langſam laufenden Zahnräder auf der Räderformmaſchine hergeſtellt werden. Die Konſtruktion der kombinierten Räder- und Schneckengetriebe iſt dergeſtalt, daß das Schneckengetriebe direkt mit dem Motor verbunden wird und dadurch die nachfolgenden Rädergetriebe eine geringe Umlaufszahl erhalten. Die Motorachſe wird durch eine elaſtiſche Kupplung mit der Schneckenachſe direkt verbunden. Die aus Stahl gefertigte Schnecke wird, nachdem ſie auf der Drehbank fertig geſchnitten, gehärtet. Das Schneckenrad wird am vorteilhafteſten ſo gefertigt, daß man einen Radkörper aus Gußeiſen oder Stahlguß herſtellt, der mit einem aus Phosphorbronze hergeſtellten Kranz verſehen wird. In dieſem Kranz werden die Zähne auf der automatiſchen Räderfräsmaſchine geſchnitten. Schnecke und Schneckenrad werden in einem ſtaub- und waſſerdichten Kaſten, in dem ſich Oel befindet, gemeinſam gelagert, ſo daß beide beſtändig in einem Oelbade laufen. Die In- und Außerbetriebſetzung der Bewegungsmechanismen erfolgt durch die Anlaſſer oder den Kontroller, indem durch dieſe den betreffenden Motoren Strom zugeführt oder entzogen wird. Die Stromzuführung erfolgt in der Regel von oben durch blanke Kupferleitungen, von welchen derſelbe durch ſogenannte Stromabnehmer (Rollen oder Schleifkontakte) entnommen und den Kontrollern zugeleitet wird. Zwiſchen Stromabnehmer und Kontroller ſchaltet man öfters noch eine Schalttafel, auf der Sicherungen und Ausſchalter montiert ſind, ein. Die Sicherungen dienen dazu, die Motoren, Kontroller u. ſ. w. vor Zerſtörung durch den Strom zu ſchützen, indem ſie ſchmelzen und dadurch den Strom unterbrechen, ſobald derſelbe eine vorher beſtimmte maximale Spannung überſchreitet. Der Ausſchalter dient zum Abſtellen des Stromes während der Ruhepauſen, in welchen der Kran nicht benutzt wird, damit er vor unbefugter Benutzung geſichert iſt und anderſeits Reparaturen an den elektriſchen Apparaten ausgeführt werden können. Um beim Hubwindwerk nach dem Abſtellen des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betriebsſtromes ein Abſtürzen der hochgezogenen Laſt zu verhindern, wird dasſelbe mit einer elektromagnetiſchen Bremſe verſehen. Die Betätigung der Bremſe erfolgt durch einen Elektromagneten, der die Bremſe geöffnet hält, ſolange dem Motor Strom zugeführt, die Bremſe jedoch ſofort ſchließt, ſobald der Betriebsſtrom abgeſtellt oder unterbrochen wird. Die Schwenk- und Fahrbewegungsmechanismen erhalten gewöhnliche Bandbremſen, die durch einen Fuß- oder Handhebel bedient werden, um eine Verminderung bezw. Aufhebung dieſer Bewegungen zu bewirken. S. a. Bremſen.

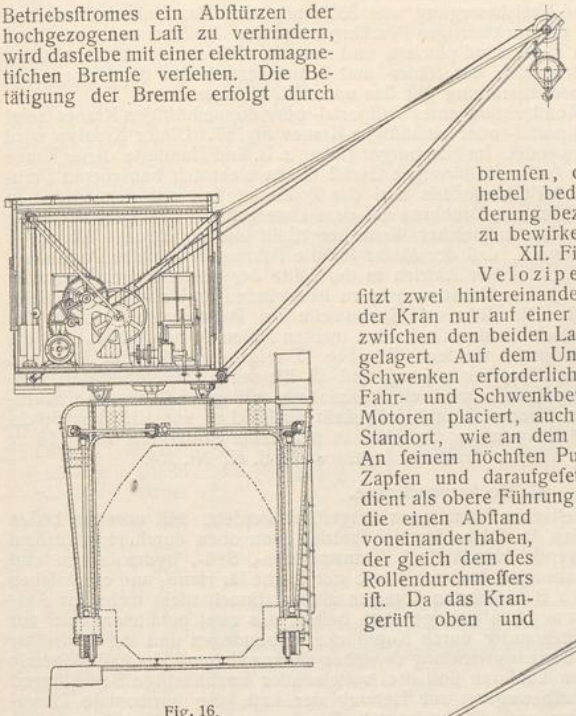


Fig. 16.

XII. Fig. 15 ſtellt einen elektriſchen Velozipedkran dar. Der Unterwagen beſitzt zwei hintereinander angeordnete Laufräder, ſo daß der Kran nur auf einer Schiene fahrbar iſt. In der Mitte zwiſchen den beiden Laufrädern iſt das Krangerüſt drehbar gelagert. Auf dem Unterwagen ſind ferner der für das Schwenken erforderliche Zahnkranz befeſtigt ſowie die Fahr- und Schwenkbewegungsmechanismen mit ihren Motoren placiert, auch erhält der Kranführer hier ſeinen Standort, wie an dem angedeuteten Geländer erſichtlich. An ſeinem höchſten Punkt iſt das Krangerüſt mit einem Zapfen und daraufgeſetzter Rolle verſehen. Dieſe Rolle dient als obere Führung und läuft zwiſchen zwei Schienen, die einen Abſtand voneinander haben, der gleich dem des Rollendurchmeſſers iſt. Da das Krangerüſt oben und

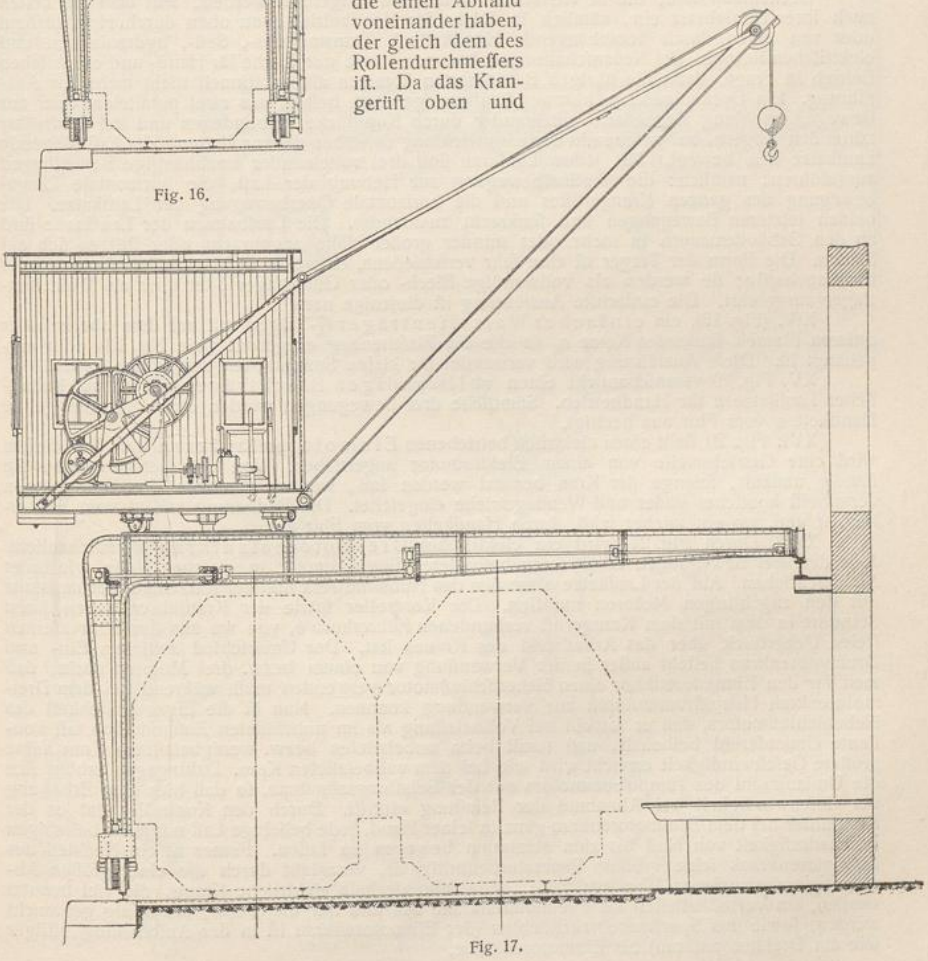


Fig. 17.

unten Zapfenlagerung hat, ist eine Kreisbewegung von 360° möglich. Das Hubwindwerk mit dem Motor ist zweckmäßig auf der rückwärtigen Verlängerung des Auflegerarmes montiert. Sämtliche Kontroller sind bei dem Führerstand placiert, und zwar so, daß eine leichte Bedienung durch den Führer möglich ist. Bezüglich der Räder- und Schneckengetriebe der Bewegungsmechanismen sowie der elektrischen Ausrüstung gilt das unter XI. Gesagte.

XIII. Portalkrane. Die Konstruktion eines Vollportal- oder doppelhüftigen Kranes zeigt Fig. 16 und diejenigen eines Halbportal- oder einhüftigen Kranes Fig. 17. Dieser Krantyp wird vorzugsweise im Hafenbetrieb verwendet. Im Hamburger Hafen z. B. sind Hunderte dieser Krane im Betrieb. Auf einem voll- oder halbportalförmigen Gerüst ist ein elektrisch betriebener Drehkran montiert. Der Drehzapfen des Obergestells und der Rollkranz sind auf dem Portal in derselben Art befestigt wie beim fahrbaren Drehkran auf dem Untergestell. Die Triebwerksteile und die elektrische Ausrüstung werden in gleicher Weise hergestellt und angeordnet wie unter XI. gesagt, jedoch mit der Abänderung, daß der Motor für die Fahrbewegung des Portals auf diesem placiert wird, und zwar so, daß der Antrieb in der Mitte der beiderseitigen Laufräder erfolgt, damit nach beiden Seiten gleiche Drehmomente zu überwinden sind und ein möglichst gleichmäßiges Fahren erzielt wird. Die Höhe und Spannweite des Portalgerüstes richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, doch werden sie in den meisten Fällen so ausgeführt, daß ein oder mehrere Eisenbahnprofile überspannt werden. Wie Fig. 17 zeigt, liegt die eine Laufbahn an der Außenwand eines Gebäudes (Speicher u. s. w.) und ist hierdurch die einhüftige (Halbportal-)Form gegeben. Mit diesem Kranen wird ein beispielloses billiges Löschen von Stückgütern erreicht. So wurde z. B. der Stromverbrauch festgestellt für Löschen von 10 000 kg Stückgut, bei 12 m Hubhöhe und 130° Schwenkung zu 0,125 *M.* bei einem Strompreis von 0,18 *M.* pro Kilowattstunde (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 47, Nr. 25).

C. Deckenlaufkrane.

Deckenlaufkrane, die in vielfachen Variationen ausgeführt werden, teilt man am besten nach ihrer Betriebsart ein, nämlich in solche für Handbetrieb (von oben durch Handkurbeln oder von unten durch herabhängende Handketten), Transmissions-, Seil-, hydraulischen und elektrischen Betrieb. Bei Neuanschaffungen kommen heute nur solche für Hand- und elektrischen Betrieb in Frage, denn die übrigen Betriebsarten kommen als unrationell nicht mehr zur Ausführung. Ein Deckenlaufkran, kurzweg Laufkran genannt, besteht aus zwei parallelen, quer zur Bewegungsrichtung liegenden, miteinander durch Kopfstücke verbundenen und auf Laufrollen fahrenden Trägern, auf welchen in der Längsrichtung derselben die zur Hebung der Last dienende Laufkatze sich bewegt. Mit jedem Laufkran sind drei voneinander unabhängige Bewegungen auszuführen, nämlich: die Vertikalbewegung zur Hebung der Last, die horizontale Längsbewegung des ganzen Krangerüstes und die horizontale Querbewegung der Laufkatze. Die beiden letzteren Bewegungen sind senkrecht zueinander. Die Laufbahnen der Laufkrane sind an den Gebäudemauern in mehr oder minder großer Höhe angebracht oder stützen sich auf Säulen. Die Form der Träger ist eine sehr verschiedene, entweder rechteckig, parabolisch oder fischbauchartig; sie werden als vollwandige Blech- oder Gitterträger oder aber als Walzeisenträger ausgeführt. Die einfachste Ausführung ist diejenige nach

XIV. (Fig. 18), ein einfacher Walzeisenträger (I-Träger) mit auf dem oberen oder unteren Flansch laufender Katze *a*, in die ein Flaschenzug eingebaut (wie Fig. 18) oder eingehängt ist. Diese Ausführung wird verwendet für kleine Spannweiten und kleine Lasten.

XV. Fig. 19 veranschaulicht einen vollwandigen Blechträger mit darauf befindlicher Laufkatze *a* für Handbetrieb. Sämtliche drei Bewegungen werden durch herabhängende Handketten vom Flur aus betätigt.

XVI. Fig. 20 stellt einen elektrisch betriebenen Einmotorenlaufkran dar. Bei diesem wird eine Getriebswelle von einem Elektromotor angetrieben. Von der Getriebswelle, die ständig umläuft, solange der Kran benutzt werden soll, werden sämtliche drei Bewegungen vermittelst konischer Räder und Wendegetriebe eingeleitet. Die Bedienung erfolgt vom Führerkorb *a* und, wo ein solcher fehlt, durch Handketten vom Flur aus.

XVII. Durch Fig. 21 wird ein elektrischer Dreimotorenlaufkran veranschaulicht. Jede der drei Bewegungen erhält ihren besonderen Betriebsmotor in gleicher Weise wie unter XI. beschrieben. Auf der Laufkatze *a* werden das Hubwindwerk und der Katzenfahrmechanismus mit den zugehörigen Motoren montiert. Die Kontroller sowie der Kranführer haben ihren Standort in dem mit dem Krangerüst verbundenen Führerkorb *b*, von wo aus der Führer einen freien Ueberblick über das Arbeitsfeld des Kranes hat. Der Unterschied zwischen Ein- und Dreimotorenkran besteht außer in der Verwendung von einem bezw. drei Motoren darin, daß man für den Einmotorenkran einen Nebenschlußmotor verwenden muß, während bei dem Dreimotorenkran Hauptstrommotoren zur Verwendung kommen. Nun ist die Eigentümlichkeit des Nebenschlußmotors, daß er sowohl bei Vollbelastung als im unbelasteten Zustand eine fast konstante Umlaufszahl beibehält, daß somit beim unbelasteten bezw. wenigbelasteten Kran keine größere Geschwindigkeit erreicht wird wie bei dem vollbelasteten Kran. Dahingegen erhöht sich die Umlaufszahl des Hauptstrommotors mit der Belastungsabnahme, so daß hier eine Erhöhung der Geschwindigkeit bei Abnahme der Belastung eintritt. Durch den Kontroller hat es der Kranführer bei dem Dreimotorenkran ganz in seiner Hand, jede beliebige Last mit jeder beliebigen Geschwindigkeit von Null bis zum Maximum bewegen zu lassen. Ferner ist ein Nachteil des Einmotorenkrans seine größere Reparaturbedürftigkeit, veranlaßt durch die einer großen Abnutzung unterworfenen Wendegetriebe. Man führt deshalb elektrische Krane, die viel benutzt werden, am vorteilhaftesten als Dreimotorenkrane aus und nur diejenigen, die wenig gebraucht werden, sowie aus Sparsamkeitsrücksichten (der Einmotorenkran ist in der Anschaffung billiger wie ein Dreimotorenkran) als Einmotorenkrane.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

XVIII. Der neueſte Krantyp, welcher für ſchwerſte Laſten und größte Ausladung ausgeführt wird, iſt der ſogenannte Hammerkran (ſo benannt nach ſeiner Aehnlichkeit mit einem Hammer), wie ihn Fig. 22 veranſchaulicht. Derſelbe wird für Seehäfen und Schiffswerften benutzt, und zwar zum Einſetzen von komplett montierten Schiffsmaſchinen in den Maſchinenraum der Schiffe; er wird für Tragkräfte von 200 t und mehr ausgeführt. Das Gerüſt *a* iſt mit einem Fundament ſicher verbunden, der drehbare Ausleger *b* ſtützt ſich ebenfalls in einem auf dem Fundament befeſtigten Fußlager *f*, während die Stütze *c* des Auslegers in einem Halslager *g*, als welches der Kopf des Gerüſtes *a* ausgebildet iſt, geführt und gegen ſeitliches Kippen geſchützt wird. Die Antriebsvorrichtung *h* für das Schwenken des Kranes iſt am Fuße der Säule des Auslegers montiert. Der rechtsſeitige Teil von *b* dient als Laufbahn für die Laufkatze *d*, die das Hubwindwerk trägt, während der linksſeitige Teil von *b* zur Aufnahme des Gegengewichtes *e* dient.

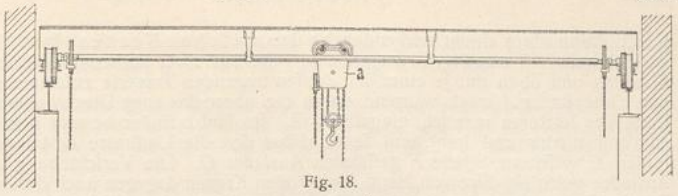


Fig. 18.

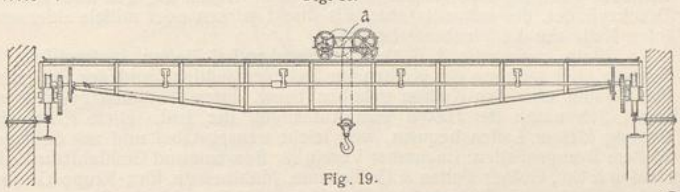


Fig. 19.

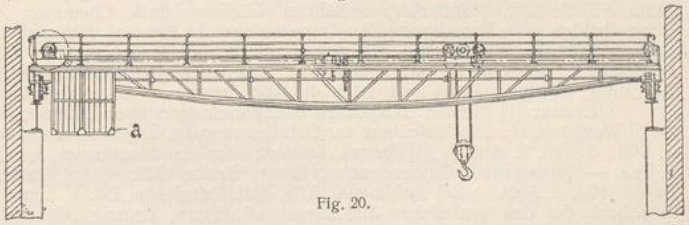


Fig. 20.

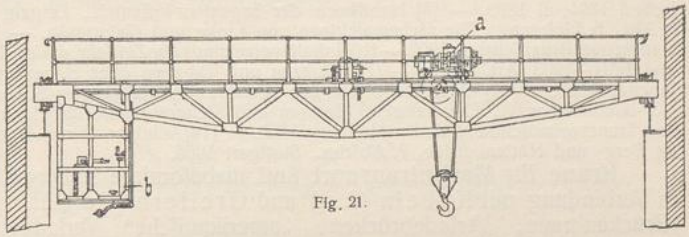


Fig. 21.

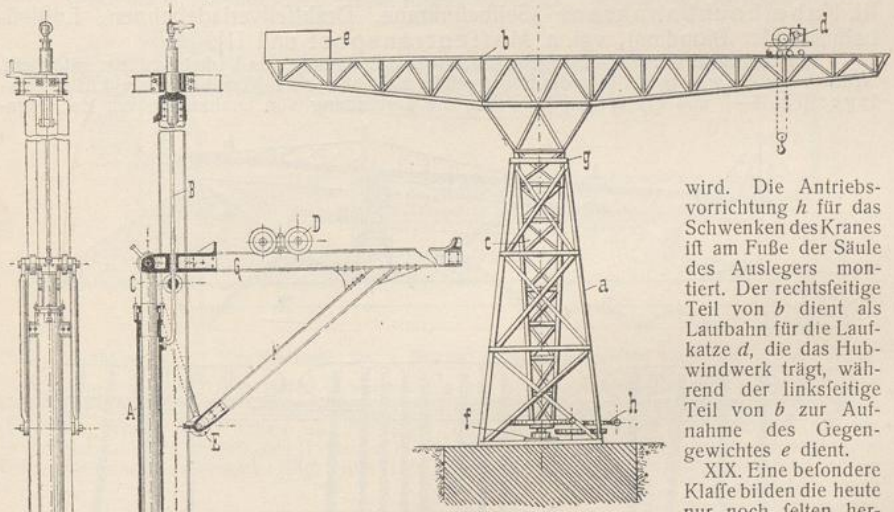


Fig. 22.

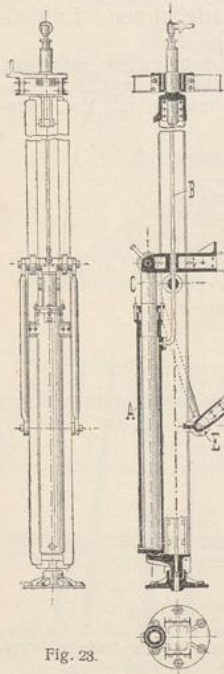


Fig. 23.

XIX. Eine beſondere Klaſſe bilden die heute nur noch ſelten hergeſtellten hydrauliſchen Krane, die zu ihrer Arbeitsverrichtung Druckwaſſer von hohem Druck benötigen und ſowohl als frei ſtehende Drehkrane als auch als Gießereikrane und für Hüttenwerke ausgeführt werden. Man unterſcheidet ähnlich wie bei den hydrauliſchen Aufzügen direkt oder indirekt wirkende, je nachdem ſie ohne oder mit Ketten- oder Seilflaſchenzügen ausgerüſtet ſind. Die

Konſtruktion eines direkt wirkenden hydrauliſchen Kranes, ſpeziell Gießerei- oder Eiſenhüttenkranes, iſt aus Fig. 23 zu erſehen. Die aus zwei ſtarken Profileiſen gebildete Kranſäule iſt unten und oben mit je einer den Zapfen tragenden Traverſe zuſammengehalten, deren untere den Hubzylinder *A* trägt, während durch die obere das enge Druckwaſſerrohr *B*, das am oberen Ende des letzteren mündet, eingeführt iſt. Im Hubzylinder bewegt ſich der maſſive Kolben *C* auf und nieder und hebt und ſenkt dabei den die Laufkatze *D* tragenden, durch eine mit Rollen *E* verſehene Strebe *F* geſtützten Auslader *G*. Die Verſchiebung der Laufkatze auf dem Auslader geſchieht hier von Hand, bei großen Kranen dagegen noch durch beſondere horizontale Druckzylinder, die entweder ebenfalls direkt wirken oder mittels einer um Rollen gelegten endloſen Kette die Verſchiebung bewirken.

Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal liefern hydrauliſche Krane amerikaniſchen Syſtems, bei welchen der Kolben im Zylinder feſtſteht und der Zylinder durch Einlaſſen von Druckwaſſer über den Kolben gehoben bezw. durch Auslaſſen geſenkt wird. Am Zylinder befindet ſich unten der Haken zum Aufhängen der Laſt. Dieſe Krane ſind beſonders für die Hebung kleiner Laſten bequem, weil leicht transportabel und mit Schlauchleitungen bedienbar. Weitere Bezugsquellen: Bochumer Verein für Bergbau und Gußſtahlfabrikation, Bochum; Briegleb, Hanſen & Co., Gotha; Felten & Guilleaume, Mühlheim a. Rh.; Krupp-Gruſon, Buckau-Magdeburg; Mohr & Federhaff, Mannheim; Sächſiſche Maſchinenfabrik, Chemnitz; Zobel, Neubert & Co., Schmalkalden. Die Berechnung der Krane beſchränkt ſich auf diejenige für das Krangerüſt und diejenige für die Windwerke. Für das Gerüſt kommt in den meiſten Fällen nur die Feſtigkeit in Betracht, während für die Windwerke außer den verſchiedenen Feſtigkeitsarten (Biegung, Knickung, Torſion u. ſ. w.) auch noch die Abnutzung u. ſ. w. zu berückſichtigen iſt.

Literatur: [1] Riedler, Skizzen zu den Vorleſungen über Laſthebemaſchinen, Aachen 1884. — [2] Weisbach, H., Die Maſchinen zur Ortsveränderung, Ingenieurmechanik, Braunſchweig 1882, 2. Aufl., 3. Teil, 2. Abt. — [3] Pechan, Leitfaden des Maſchinenbaues, Reichenberg 1898, 4. Aufl., 1. Teil. — [4] Ingenieur-Taſchenbuch „Hütte“, Berlin 1902. — [5] Ernſt, Ad., Die Hebezeuge, Berlin 1903, 4. Aufl. — [6] Rühlmann, Allg. Maſchinenlehre, Bd. 4, Leipzig 1888. — [7] Uhland, Handbuch für den praktiſchen Maſchinenkonſtrukteur, Leipzig 1890, Bd. 9 nebſt Ergänzungshefte I 1894, II 1896. — [8] Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Leipzig 1890, 2. Aufl., Bd. 4, 3. Abt., 6. Lieferung: Die Hebemaſchinen von Linke und Gutermuth. — [9] Bethmann, H., Die Hebezeuge, Braunſchweig 1903. — [10] Inhaltsverzeichnis der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1884—1893 und 1894—1903, Art. Krane. — [11] Skizzen und Tabellen über Hebezeuge von Georg Dreyer, Ilmenau 1903. — [12] Elektriſch betriebene Krane und Aufzüge von S. Herzog, Zürich 1905. — [13] Niethammer, F., Generatoren, Motoren und Steuerapparate für elektriſch betriebene Hebe- und Transportmaſchinen, Berlin-München 1900. — [14] Winkler, W. v., Der elektriſche Starkſtrom im Berg- und Hüttenbetrieb, 7. Abſchn., Stuttgart 1905.

H. Koll.

Krane für Maſſentransport ſind insbeſondere I. Drehkrane (ſ. Krane) in Verbindung mit Kübeln (ſ. d.) und Greifern (ſ. d.), II. Hochbahnkrane (Brückenkrane, Verladebrücken, „amerikaniſche“ Verladevorrichtungen) und III. Kabelhochbahnkrane (Seilbahnkrane, Drahtſeilverladebahnen, Luftſeilbahnen oder Blondins), vgl. a. Maſſentransport und [1].

I. Drehkrane werden vorwiegend zur Be- und Entladung von Verkehrsmitteln gebraucht, wenn der größte wagerechte Weg der Fördergefäße nicht über etwa 25 m beträgt; vgl. Haufenlager (Fig. 4—7 und 11) ſowie [2]. Ueber die Verbindung von Drehkranen mit Hochbahn-

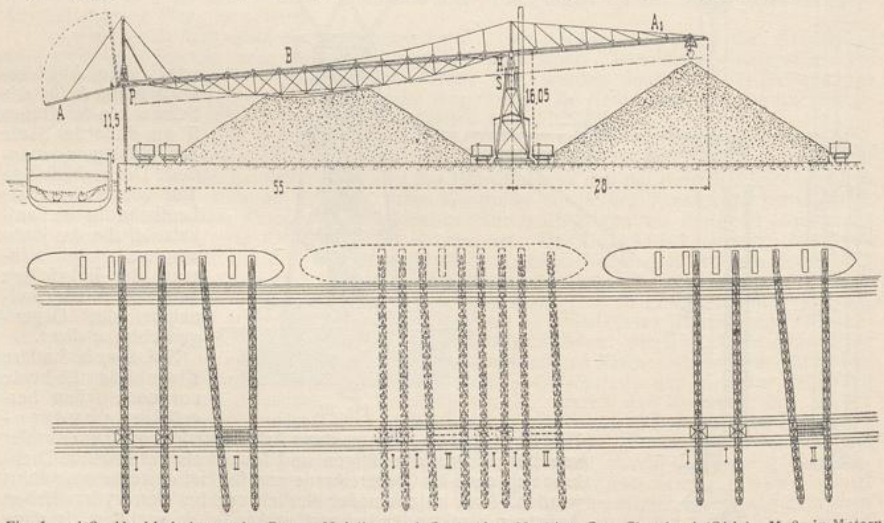


Fig. 1 und 2. Hochbahnkrane der Brown Hoisting and Conveying Machine Co., Cleveland (Ohio). Maße in Metern. *AA*, Ausleger. *B* Brückenträger. *S* Fahrbare Hauptſtütze. *P* Pendelſtütze. *H* Führerhaus.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

kranen f. Haufenlager (Fig. 2), Kipper (Fig. 10) und [3], desgleichen mit Seilbahnen (f. d.) und [4]); über Kreisbahnkrane f. Haufenlager (Fig. 8—10 und 20); über Kranlokomotiven f. [5].

II. Hochbahnkrane dienen außer zu den unter I genannten Verwendungszwecken vornehmlich zur Befchüttung von Haufenlagern (f. d.) — Vorräte von Kohlen, Erzen u. dergl. auf Bahnhöfen, Gasfabriken (f. d.), Hüttenwerken (f. d. und Fig. 1—2) [6], für Kanal-

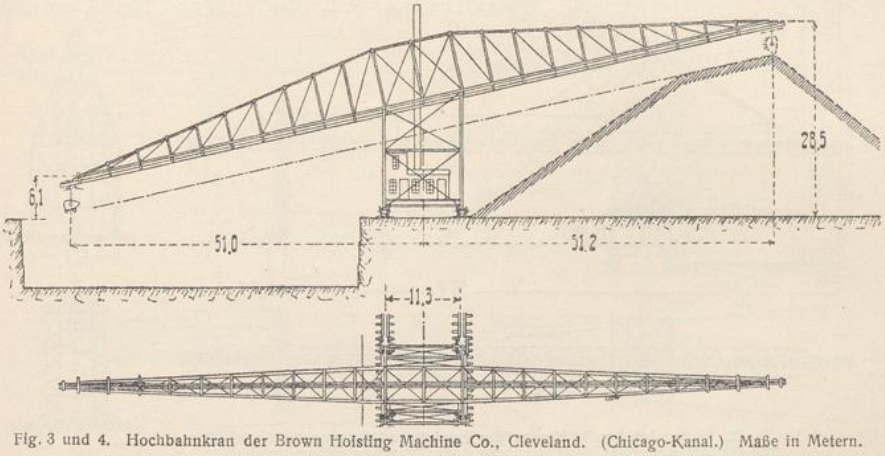


Fig. 3 und 4. Hochbahnkran der Brown Hoisting Machine Co., Cleveland. (Chicago-Kanal.) Maße in Metern.

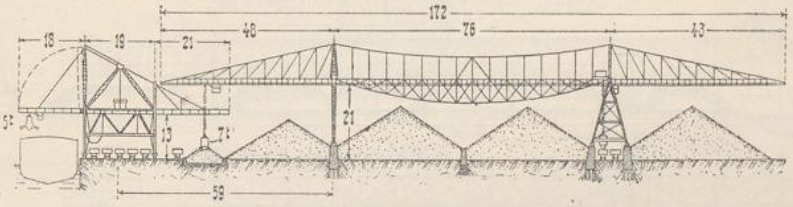


Fig. 5 und 6. Hochbahnkrane der Brown Hoisting Machine Co., Cleveland. Maße in Metern.

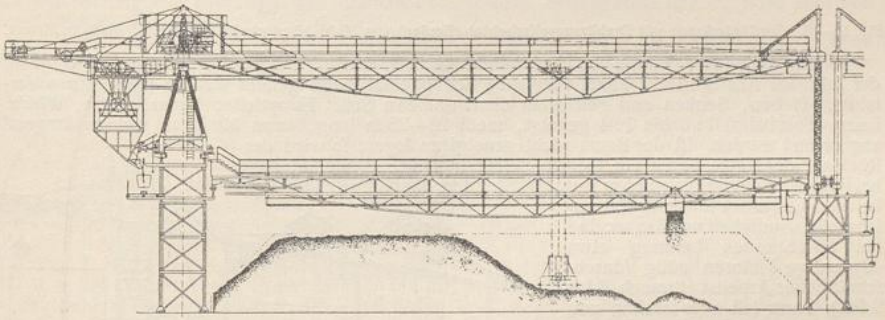


Fig. 7. Hochbahnkrane für 50 m Spannweite von A. Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis (Gasanſtalt Tegel bei Berlin)

bauten (Fig. 3 und 4) [7], in Häfen in Verbindung mit (meiſt mehreren) kürzeren Uferhochbahnkranen zur Umladung der Verkehrsmittel (Fig. 5 und 6) [8] — und zur Betätigung großer Plätze (Schienen-, Träger-, [9] Tonnen- und Holzlager [10], auf Schiffswerften [Hellingkrane] [11], für Brückenbauanſtalten, Fabrikhöfe [12] u. f. w.). Förderlängen 30—180 m (Fig. 5); zuweilen mehrere Hochbahnkrane hintereinander (Fig. 5 und [13]), nebeneinander (Fig. 2 und [14]), oder übereinander (Fig. 7) [15]. Betrieb a) durch Seile (ältere Arten) [16], neuere Arten [17], Seilkatzen [18]; b) durch elektriſch angetriebene Katzen mit eignem langen Arm (Fig. 8) [19] oder mit nur kurzem Arm (hochklappbarer Brückenausleger dann erforderlich wegen der Schiffsmaſte) (Fig. 9—12) [20];

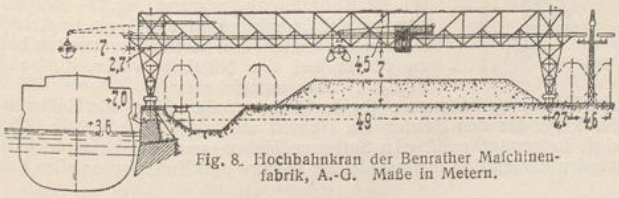


Fig. 8. Hochbahnkran der Benrather Maſchinenfabrik, A.-G. Maße in Metern.

c) durch Elektrohängebahnen (ſ. Hängebahnen, Fig. 6 und 7); d) durch ganze Wagenzüge mit elektriſchen Lokomotiven [21]; e) durch Gurtförderer (ſ. d. und Fig. 13—15) [22]; f) durch Stahltransportbänder [23] u. ſ. w. — Katzenfahrgeſchwindigkeiten 1—5 m/sec; Leiſtungen 40 bis 400 t/Stunden. Oft in Verbindung mit Drehkranen (Fig. 13 und [2]) und Seilbahnen (Fig. 7 und [24]). — Im übrigen vgl. Haufenlager, Lokomotivbekohlungsanlagen [25] und Schwerkraftbahnen (ſ. d., Haufenlager, Fig. 19, und [26]).

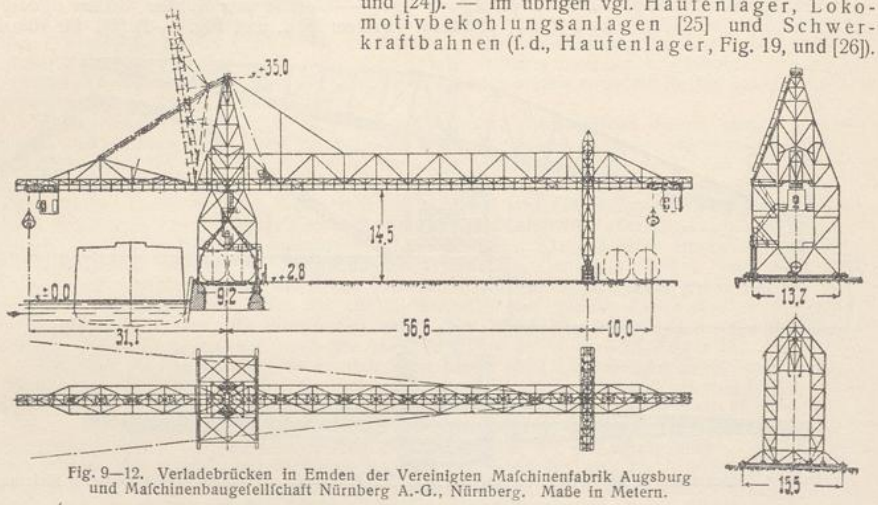


Fig. 9—12. Verladebrücken in Emden der Vereinigten Maſchinenfabrik Augsburg und Maſchinenbaugeſellſchaft Nürnberg A.-G., Nürnberg. Maße in Metern.

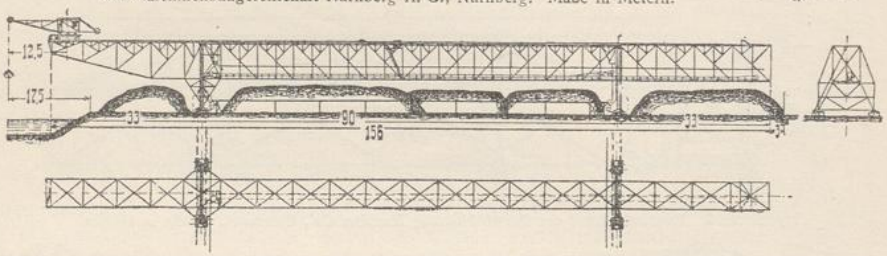


Fig. 13—15. Gurtförderkrane mit Drehkrangreiferbetrieb (Emden) von Mohr & Federhaff, Mannheim. Maße in Metern.

Eine beſondere Gruppe von Hochbahnkranen bilden die Temperley-Krane [27] (Fig. 16; der fahrbare Auslegerturm kann vor jede Schuppenfahrbahn geſtellt werden [28]). Zum Verfahren, Heben, Senken und Feſtſtellen dient nur ein Seil. Hauptteile: Baum, Katze, Winde. Baum (Fahrbahn) 1 : 6 bis 1 : 4 geneigt, meiſt 20—25 m lang, kann bis 35 m frei auskragend angeordnet werden. Iſt der Baum nicht geneigt zu legen, ſo wird der Rücklauf der Katze durch ein Gegengewicht bewirkt. Mindeſtleiſtung bei Fahrbahnlängen bis zu 55 m rund 50 t/Stunden; für Hubgeſchwindigkeit von 1,25 m/sec ſowie für Katzenfahrgeſchwindigkeit von 3 m/sec ſind bei 50 t/Stunden Leiſtung etwa 40 pferdige Motoren nötig (durchſchnittlicher Arbeitsverbrauch 8 bis 9 PS.), Turm feſt oder fahrbar, und zwar auf Schienen (Fig. 16) oder auf dem Waſſer [29]. Ueber andre

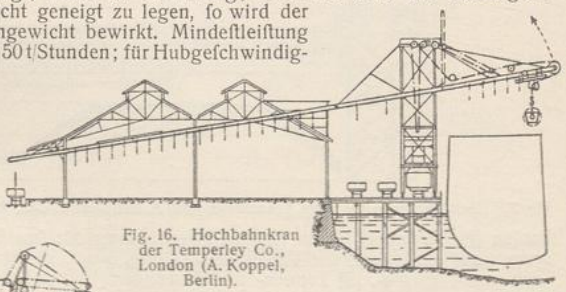


Fig. 16. Hochbahnkran der Temperley Co., London (A. Koppel, Berlin).

ſchwimmende Hochbahnkrane ſ. [30]. Bei mehr als etwa 150 m Spannweite werden meiſt

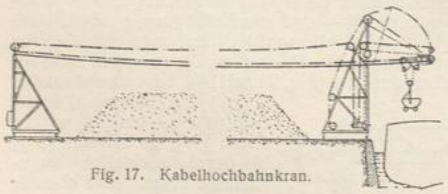


Fig. 17. Kabelhochbahnkran.

III. Kabelhochbahnkrane (Fig. 17—22) [31] angewendet (zuerſt gebaut von Henderſon, Aberdeen); erreicht ſind bereits Spannweiten bis zu 500 m bei 6 t Nutzlaſt (vgl. a. Kübel, Fig. 12). Man unterſcheidet:

A. Feſtſtehende Kabelhochbahnkrane (beide Stützen feſt). Iſt a) die Seilbahn nahezu wagerecht, ſo iſt in der Regel für den Betrieb ein Hubſeil und ein Fahrſeil nötig [32]; iſt b) die Seilbahn ſtark geneigt, ſo genügt meiſt ein Seil zum Heben und Katzenfahren [33] (vgl. a. [34]). — Dieſe Krane werden namentlich angewendet bei Damm- und Kunſtbauten aller Art

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

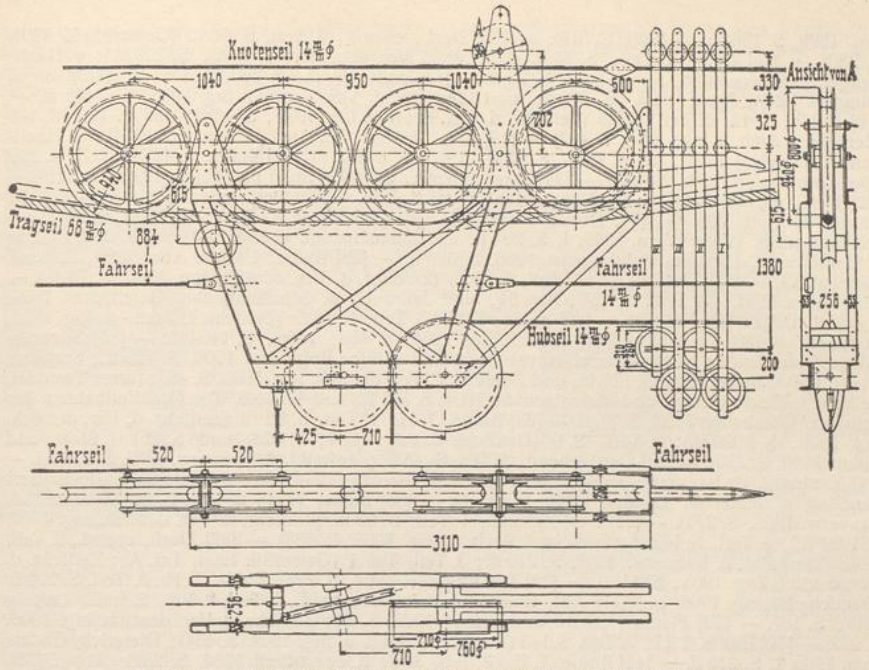


Fig. 18—21. Katze eines 5 t-Kabelhochbahnkranes von Unruh & Liebig, Leipzig.

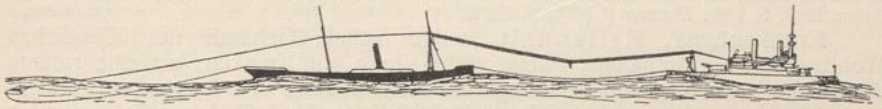


Fig. 22. Schiffbekohlung während der Fahrt.

zur Beförderung von Erdmaſſen und Bauſtoffen aus Gruben, Steinbrüchen u. ſ. w., beim Bau von Leuchttürmen [34], Hochbehältern u. dergl.

B. Fahrbare Kabelhochbahnkrane: 1. Landſeilbahnen. Sowohl wenn a) eine Stütze feſt iſt [35], als auch b) wenn beide Stützen fahrbar ſind [36], iſt meiſt die Katzenlaufbahn nahezu wagerecht. Hauptanwendungsgebiet: Verladung von Kohlen, Erzen, Steinen, Sand u. ſ. w zwiſchen Verkehrsmitteln oder aus ihnen auf Lager und umgekehrt [37], Ab- und Neubau von Brücken [38], bei Kanälen, Flußregulierungen, Uferbauten u. dergl. [36], beim Schiffbau [39] u. ſ. w 2. Meerſeilbahnen: a) feſt (an Küſten zur Ent- und Beladung von Schiffen [40], b) fahrbar (zur Schiffsbekohlung während der Fahrt, Fig. 22, [41]).

Literatur: [1] Buhle, Techn. Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern) — im folgenden mit „T. H." bezeichnet —, 3. Teil, Berlin 1906, S. 320, ſowie Hill, C. S., The Chicago main drainage channel, New York 1902. — [2] Derſ., T. H., 1. Teil, S. 2, bezw. S. 81 u. 88 ff. (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 922, bezw. 1900, S. 725 u. 730 ff); Glaſers Ann. 1898, II, S. 70 u. Taf. VII; T. H., 2. Teil, S. 48 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1470 ff.); ebend., 3. Teil, S. 164, 217 ff. u. 256 ff. („Stahl und Eiſen" 1906, S. 716 ff.); ferner Elektr. Bahnen u. Betriebe 1906, S. 280, u. Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 376. — [3] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 88 ff. (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 732 ff.); Derſ., 3. Teil, S. 236 (Deutſche Bauztg. 1906, S. 308), S. 257 u. 274 ff. („Stahl und Eiſen" 1906, S. 718 u. 857 ff.); ferner v. Hanffſtengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 51 ff.; Berkenkamp, Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 363 ff.; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1598 ff. u. 2124, ſowie Elektrotechn. Zeitſchr. 1907, S. 100 ff. (Magnete). — [4] Buhle, T. H., 2. Teil, S. 44 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 269); ebend., 3. Teil, S. 150 (Zeitſchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 447). — [5] Derſ., ebend., 3. Teil, S. 4 (Deutſche Bauztg. 1904, S. 523) und S. 31 (Dinglers Polyt. Journ. 1904, S. 753). — [6] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 47 bezw. 77 u. 81 ff. (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1359 ff., bezw. 1900, S. 510 u. 725 ff); v. Hanffſtengel, Dinglers Polyt. Journ. 1903, S. 8 ff. — [7] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 49 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 1361); ebend., 3. Teil, S. 63 (Gewerbfleiß 1904, S. 280). — [8] Derſ., ebend., S. 252 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 652); v. Hanffſtengel, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1622; ferner Buhle, T. H., 3. Teil, S. 207 ff. („Glückauf" 1905, S. 1596). — [9] Derſ., ebend., S. 233 ff. (Deutſche Bauztg. 1906, S. 308 ff.). — [10] Derſ., ebend., S. 233 (Deutſche Bauztg. 1906, S. 305). — [11] Derſ., ebend., S. 139 ff. (Zeitſchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 422 ff]; Kammerer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1423 ff. — [12] Möller, ebend. 1904, S. 854. — [13] Buhle, T. H., 2. Teil, S. 41 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 259); ebend., 3. Teil, S. 9 bezw. 233 (Deutſche Bauztg. 1904, S. 528, bezw. 1906, S. 308) und S. 261 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 720). — [14] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 47 und 77 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ing. 1899, S. 1359 und 1900, S. 510). — [15] Derf., ebend., 3. Teil, S. 62 ff. (Gewerbfleiß 1904, S. 280). — [16] Derf., 1. Teil, S. 83 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 726 ff.); v. Hanffftengel, Dinglers Polyt. Journ. 1903, S. 73 ff. — [17] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 259; v. Hanffftengel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 690 ff., und Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 1408 ff. — [18] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 49 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 1361) und 3. Teil, S. 140 (Zeitfchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 424). — [19] Rau, „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, S. 1195 ff.; v. Hanffftengel, Dinglers Polyt. Journ. 1903, S. 11 ff., 1906, S. 642 ff. — [20] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 219 (Deutfche Bauztg. 1906, S. 250). — [21] Derf., ebend., S. 260 („Stahl und Eifen" 1906, S. 719). — [22] Derf., ebend., S. 262 („Stahl und Eifen" 1906, S. 721). — [23] Derf., ebend., S. 236 (Deutfche Bauztg. 1906, S. 305). — [24] Derf., ebend., S. 147 (Zeitfchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 442). — [25] Harprecht, Glafers Ann. 1906, I, S. 204 ff. und Zimmermann, ebend., 1907, I, S. 36 ff; ferner v. Hanffftengel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 625 ff. — [26] Buhle, Glafers Ann. 1898, II, S. 67 und Taf. VI. — [27] Derf., T. H., 1. Teil, S. 56 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 73 ff.). — [28] Vgl. a. T. H., 3. Teil, S. 257, Fig. 54, und Jahrbuch d. Schiffbautechn. Gefellfchaft 1904, S. 532 ff. (D.R.P. Nr. 148385). — [29] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 65 ff. (Zeitfchr. f. Arch.- u. Ing. 1905, S. 431 ff.) — [30] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1904, S. 466; 1906, S. 1404 ff. — [31] Spencer-Miller, Transactions of the Soc. of Naval Arch. and Marine Engineers 1900, S. 155 ff.; Stephan, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 728 ff., und Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 457; ferner Twaddel, Zeitfchr. f. Elektrotechnik und Mafchinenbau 1906, S. 301 ff., und Walloth, Die Drahtfeilbahnen der Schweiz, Wiesbaden 1893, S. 35 ff. — [32] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 92 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 1096 ff.); 3. Teil, S. 9 (Deutfche Bauztg. 1904, S. 528) und S. 261 („Stahl und Eifen" 1906, S. 720). — [33] Derf., ebend., 2. Teil, S. 45 ff. (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 270 ff.). — [34] Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 148; Deutfche Bauztg. 1904, S. 432; Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 178 ff. — [35] Buhle, T. H., 2. Teil, S. 46 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 271). — [36] Derf., ebend., 1. Teil, S. 93 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 1097 ff.); 3. Teil, S. 143 ff. (Zeitfchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 435). — [37] Derf., ebend., 2. Teil, S. 46 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 270 ff.; 3. Teil, Taf. 1 (Gewerbfl. 1904, Taf. A); Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 1196. — [38] The Engineer 1903, S. 228; Buhle, T. H., 3. Teil, S. 220 ff. (Deutfche Bauztg. 1906, S. 251); Abt, Handbuch d. Ingenieurwiff., 5. Teil, 8. Bd., 2. Aufl., Leipzig 1907, S. 187. — [39] Flamm, „Stahl und Eifen" 1902, S. 34; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 962. — [40] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 143 (Zeitfchr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 434); Dieterich, Glafers Ann. 1905, I, S. 228 ff. — [41] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 64 (Gewerbfleiß 1904, S. 282); Abt (f. [38], S. 175 ff.; Leue, Jahrbuch d. Schiffbautechn. Gefellfchaft 1905; v. Hanffftengel, Dinglers Polyt. Journ. 1907, S. 1 ff.; Zimmer (f. [34]), S. 222 ff.

M. Buhle.

Krankenhaus, Heilanftalt, vulgo Spital, Gebäude der öffentlichen Wohltätigkeit zur Aufnahme, Pflege und Heilung von Kranken; einzelne größere Anftalten dienen auch zur Schulung und Heranbildung von Aerzten und Pflegeperfonal. Hervorgegangen aus den mittelalterlichen Hofpitälern (f. d.) gliedern fich die Krankenhäufer der Neuzeit in 1. allgemeine Krankenhäufer für innere (medizinifche) und äußere (chirurgifche) Krankheiten; 2. Abfonderungshäufer für anfteckende Krankheiten, als Blattern, Cholera, Fleck- und Gelbfieber, Peft, welche unbedingte Trennung fordern, fodann für Diphtherie, Scharlach, Mafern, Rofe und Keuchhuften, Darmtyphus und Ruhr, über welche die Anfichten geteilt find; 3. Kinderkrankenhäufer; 4. Entbindungsanftalten; 5. Irrenanftalten (f. d.); 6. Militärlazarette; 7. Hochfchulkliniken zur Ausbildung der Studierenden.

Mit einer folchen Gliederung in Anftalten für fpezielle Zwecke konnten die Anforderungen der Gefundheitslehre in ftreng fyftematifcher Weife feftgelegt werden, welche darin gipfeln, daß für die Krankenräume die Befchaffung von möglichft viel Luft, größte Staubfreiheit und Reinhaltung anzuftreben fei. Es wird daher verlangt 1. an Luftraum für ein Bett von Erwachfenen 40—50 cbm, für Kinder 25 cbm; 2. möglichfte Trennung der Betten oder Befchränkung der Bettenzahl, d. h. für einen Saal höchftens 20—30 Betten; 3. geregelte Lufterneuerung und zwar ftündlich die doppelte Menge des Luftraums, mindeftens 70 cbm pro Bett; 4. Vermeidung ftehender Luftfchichten; 5. eine freie, gefunde Lage der Anftalt, entfernt von dem Straßengewühl, am Waffer oder von Bäumen umgeben.

Ungenügender Luftraum haftet faft allen Krankenhäufern der vergangenen Jahrhunderte als Mangel an. Nur wenige Ausnahmen zeigen in eigenartiger Weife Krankenfäle zu langen und breiten, fich kreuzenden Hallen ausgebildet, wie z. B. das Ospedale maggiore zu Mailand mit 3000 Betten, gegründet 1456. Die mittelalterlichen Krankenhäufer waren klofterähnliche Anlagen mit Kreuzgängen und Kirchen; fpätere weltliche Anftalten find gefchloffene Gebäudegruppen, welche einen oder mehrere Höfe umfchließen und meift in engen Straßen eingekeilt liegen. Als eine befonders ungünftige Anlage fei das Hôtel Dieu in Paris angeführt, das bis vor zwei Jahrhunderten das einzige Krankenhaus der großen Stadt während eines Zeitraums von 1000 Jahren geblieben war und zuletzt, mit 5000 Kranken belegt, einem Brande zum Opfer fiel, bei welchem ein großer Teil der Kranken mitverbrannte. Das große Unglück hatte zur Folge, daß von nun an eine Aenderung in der Bauweife angeftrebt wurde, ungefähr gleichzeitig mit Anregungen, welche von dem Menfchenfreund John Howard (geftorben 1790) ausgingen. Der nächfte Schritt zur Befferung war, die gefchloffenen Höfe aufzugeben, welche dem Zwecke des Gebäudes nur fchädlich entgegenwirkten, und zur Bildung von offenen Rechtecken überzugehen, fo daß ein Mittelbau und zwei Flügel entftehen, welche drei Seiten eines Hofes umfchließen. Die Verbindung der einzelnen Krankenzimmer u. f. w. erfolgt durch lange Gänge, welche an den Innen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſeiten hinführen. Es iſt dies das **Flurgang- oder Korridorſyſtem**, welches den Vorteil der leichteren Ueberwachung und eines bequemeren, wohlfeileren Betriebs bietet, ſo daß es für Anſtalten für 30—120 Betten mit geringen Mitteln am beſten dient, ein Faktor, der in vielen Fällen auch heute noch ſchwer ins Gewicht fällt. Andre Grundrißformen hierbei ſind die Linienform, Kreuz- und H-Form (Fig. 1—3). Immerhin aber fehlt es bei dieſem Syſtem noch an einer genügenden Zuführung von friſcher Luft, was nur beſeitigt werden kann durch die Auflöſung der zuſammenhängenden oder Maſſengebäude in viele getrennte Einzelbauten, welche in einem oder mehreren Stockwerken die von Luft umſpielten Krankenzimmer mit den nötigen Nebenräumen enthalten und unter ſich durch offene oder geſchloſſene Gänge verbunden ſind. Dieſes **Pavillon- oder Blockſyſtem**, das zwar einzeln ſchon in England zu Mitte des 18. Jahrhunderts zur Anwendung gekommen war (Hoſpital zu Stonehouſe bei Plymouth), führte erſt 100 Jahre ſpäter durch die Erbauung des Hôpital de Lariboiſiière (Fig. 4) in Paris (1852) zu einer bahnbrechenden Geſtaltung, die von nun an eine vielfache Nachahmung und weitgehende Entwicklung fand. Dieſe wurde jedoch erſt veranlaßt und mächtig gefördert durch die reichen Erfahrungen, welche mit den im nordamerikaniſchen Bürgerkriege 1862 und den darauffolgenden großen deutſchen Kriegen verwendeten **Barackenbauten der Kriegslazarette** gemacht wurden. Dieſe letzteren, welche in kürzeſter Zeit für viele Hunderte von Verwundeten und Kranken zu erſtellen waren, beſtanden in leichten einſtöckigen zerlegbaren Gebäuden (ſ. Bd. 4, S. 314) mit je einem großen Saale zu 30 Betten und den nötigen Nebenräumen, in beſtimmten Entfernungen angereiht an einen durchgehenden Verbindungsgang. Um den Fußboden des Saals um etwa 1,5 m über die Erde zu erhöhen, war der Bau frei auf Pfeilern oder Pfählen errichtet und ſomit der Krankenraum an allen Seiten von friſcher Luft umgeben. Oft wurden auch die Seitenwände mit weiten Oeffnungen verſehen, um die denkbar größte Luftzuführung zu erreichen. Die Ergebniſſe der Heilung in dieſen leicht erſtellten und luftigen Bauten waren überraſchend günſtig und die Sterblichkeit bedeutend geringer als in den beſtehenden mehrſtöckigen und geſchloſſenen Krankenhäuſern, welche während des Krieges gar oft zu Herden anſteckender Krankheiten ſich ausbildeten. — Wenn auch für den Sommer ſehr geeignet, konnten dieſe Baracken aber für den Winter eines rauhen Klimas nicht als ausreichend erſcheinen. Man hat deshalb, um die erkannten Vorzüge zu verwerten, es verſucht, nach dieſem Syſteme, aber in dauerhaften Bauſtoffen, zunächſt einzelne Vergrößerungsbauten beſtehender Anſtalten, beſonders Abſonderungshäuſer für anſteckende Krankheiten zu errichten, und ging dann mehr und mehr dazu über, ganze Anlagen nach dieſem Baracken-Blockſyſtem aufzuführen. So entſtanden die großen ſtädtiſchen Krankenhäuſer in Friedrichshain (1873) [7] und [22], S. 434, und am Urbau (1894) [19], [22], S. 442, ſowie das allgemeine Krankenhaus zu Eppendorf bei Hamburg [19] (1885—1890), welche als neueſte muſtergültige Anlagen zu bezeichnen ſind. Der einzige Nachteil derſelben dürfte in der großen Weitläufigkeit zu ſuchen ſein, welche die Verwaltung verteuert und erſchwert. In England, wo am früheſten und auf das eifrigſte nach Verbeſſerung der Krankenhäuſer geſtrebt wurde [3], [15], [16], haben noch folgende andre Baufyſteme Eingang gefunden:

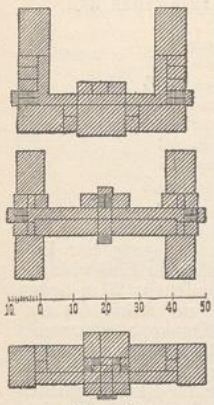


Fig. 1—3.

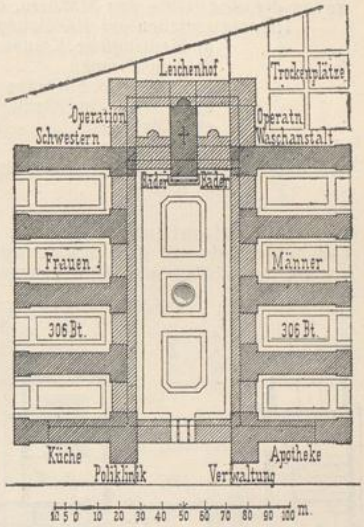


Fig. 4.

a) Das **Cottageſyſtem**, nach welchem für kleine Landorte und Fabrikanlagen auf dem Lande Gebäude in kleinſten Verhältniſſen erſtellt werden, welche zwei Krankenzimmer zu 4—6 Betten mit den Nebenräumen, Küchen und Verwaltung u. ſ. w. ſowie Operationszimmer enthalten. Deren Vorzug liegt in der raſch gebotenen Hilfe und einer weitgehenden Abſonderung der Kranken [7]. Beiſpiel: Fig. 5, Cottage-Hoſpital zu Redhill, London.

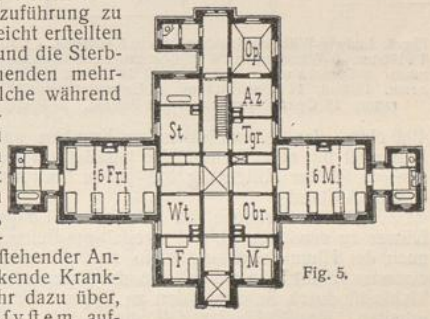


Fig. 5.

b) Die **Rundfäle**, Circular Wards, eine Erfindung des engliſchen Oberſten Clarke, deſſen Syſtem verſchiedene Vorzüge nachgerühmt werden in bezug auf günſtige Verhältniſſe des Innenraums, Verteilung des Sonnenlichts und des Windes, Mangel an Ecken, großer Mittelraum für Ueberſichtlichkeit u. a. m. Beiſpiel: The Miller Memorial Hospital, Greenwich [21]. Größte Anwendung beim ſtädtiſchen Krankenhaus in Antwerpen mit 800 Betten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die durch die Grundſätze der Geſundheitslehre bedingte, weitausgedehnte Anlage erfordert einen freien, am beſten hochgelegenen Platz außerhalb der Stadt, mit einer Umgebung von Gärten und öffentlichen Spaziergängen. Der freie Luftraum ſei, wenn tunlich, auf 150 cbm pro Bett berechnet, die geſamte Größe des Krankenhauſes aber ſo bemeſſen, daß auf je 1000 Einwohner des Bezirks 2,5 Betten kommen. Die Kranken ſind nach Geſchlechtern zu trennen, wovon die eine Hälfte den Männern, die andre den Frauen und Kindern zuzuweiſen ſind.

Hiervon entfallen auf 100 Betten:

a) Mediziniſche Kranke . .	13 %	Männer,	13 %	Frauen	= 26
b) Augenkranke	3	„	3	„	= 6
c) Chirurgiſche Kranke . .	8,5	„	3	„	= 11,5
d) Syphilitiſche Kranke . .	8	„	8	„	= 16
e) Krätzkranke	7	„	3	„	= 10
f) Typhuskranke	6	„	4	„	= 10
g) Zahlende (Einzelpflege) .	8	„	7	„	= 15
h) Kinder	—	„	—	„	= 5,5
	53,5 %	„	41 %	„	= 100.

Die Geſamtanlage iſt ſo zu ordnen, daß beim Eingang in der Mittelachſe das Verwaltungsgebäude mit den Beamtenwohnungen, Betſaal u. ſ. w., dahinter in geeigneter Entfernung die Küchen- und Wirtſchaftsgebäude liegen. Zur Rechten und Linken in Entfernungen von mindeſtens 20 m liegen normal zur Achſe die einzelnen Krankenblöcke, wobei für die leichteren und inneren Kranken zwei- und mehrſtöckige, für die chirurgiſchen und anſteckenden Kranken einſtöckige Bauten zu errichten ſind.

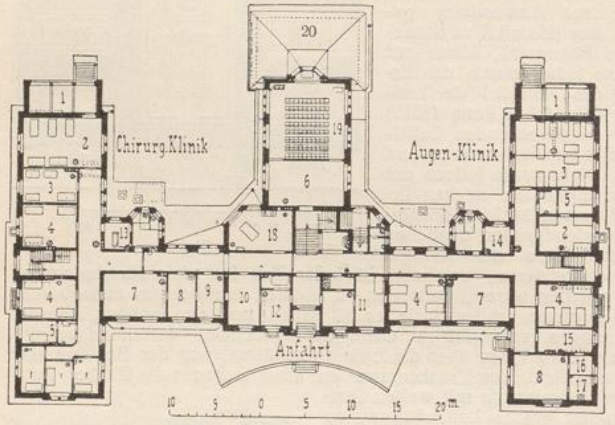


Fig. 6. Ludwig-Wilhelm-Krankenheim in Karlsruhe. 1 Hallen. 2 Frauen. 3 Kinder. 4 Männer. 5 Wärterinnen. 6 Wohnzimmer der Wärterinnen. 7 Warte- und Tagraum. 8 Sprechzimmer. 9 Hilfsarzt. 10 Verwaltung. 11 Vorſteherin. 12 Pförtnerin. 13 Bad. 14 Abwaſchraum. 15 Unterſuchzelle. 16 Dunkelzelle. 17 Waſchraum. 18 Operationszimmer. 19 Betſaal. 20 Einſtöckige Waſchküche.

Das Krankenzimmer iſt in Form und Größe nach dem Bauſyſtem, nach der Zahl der Kranken, nach der Krankheitsform und dem Geſchlechte zu beſtimmen:

a) beim Flurgangſyſtem mit nur einer Fenſterſeite 4—6 Betten, höchſtens 10 bis 12 Betten;

b) beim Blockſyſtem mit zwei Fenſterlangſeiten 20 bis 28 Betten; außerdem Zimmer für Einzelpflege für 1 bis 4 Kranke. An Flächenraum pro Bett 7,5—10 qm; Höhe des Raumes 4,5 m, ſomit Luftraum pro Bett 35 bis 40,0 cbm, der bei anſteckenden Kranken auf 60—70 cbm zu ſteigern iſt. Die Stellung der Betten iſt bei einer Fenſterſeite parallel zur Fenſterwand; im allgemeinen quer zur Längsachſe. Hierbei ſei der Mittelgang 3,0—3,5 m breit, zwiſchen den Betten 0,75—1,20 m, am Kopfende 0,50 m Abſtand.

Die Fenſterfläche ſoll mindeſtens 1,5 qm pro Bett betragen, was bei einer Fenſterreihe ſchwer zu erreichen iſt, bei zweiſeitiger Beleuchtung aber auf 2,5 qm feſtgeſetzt wird. Die Lage nach der Himmelsrichtung iſt ſo zu beſtimmen, daß die Lang- oder Fenſterſeite des Krankenzimmers mindeſtens einmal von den Sonnenſtrahlen getroffen wird. Für Abhaltung zu grellen Lichts iſt durch Schattenläden zu ſorgen. Wände und Decken ſollen waſchbaren hellen Anſtrich erhalten. Der Fußboden ſoll dicht und undurchläſſig ſein; eichene Riemen, Terrazzo oder Linoleum bieten die meiſten Vorzüge.

Für Abführung der verdorbenen und Zuführung friſcher, geſunder, im Winter vorgewärmter Luft iſt durch künſtliche Lüftung (ſ. d.) Sorge zu tragen. Dies kann in Verbindung mit der Heizung des Raumes, ob Lokal- oder Zentralanlage, erreicht werden. Für erſtere dienen die Dauerbrenner (ſ. Heizung geſchloſſener Räume), welche, wenn tunlich, von außen heizbar ſein ſollten; für letztere ſind die neueſten Syſteme der Dampf- und Waſſerheizungen ſehr geeignet. Als neueſte Methode iſt ſeit zehn Jahren in dem ſtädtiſchen Krankenhaus zu Eppendorf der Grundgedanke der altrömiſchen Heizungsweiſe im Gebrauch: die Erwärmung des Fußbodens und damit des ganzen Raumes durch unterirdiſche Heizkanäle. Der Erfolg iſt ein ausgezeichneter.

Die Ausſtattung des Raumes beſteht in eiſernen Bettſtellen nebſt Zubehör, Nachttiſchen, Ausgüſſen und Waſchtiſchen mit Kalt- und Warmwaſſerzufluß.

Die Nebenräume, welche vom Krankenzimmer direkt zugänglich ſein ſollen, ſind: a) Wärterzimmer; b) Tee- und Verbandküche; c) Abort; d) Baderaum; e) Aufwaſchraum; f) Tageraum zum Aufenthalt der Halbgeneſenen, nach Süden gelegen, im Sommer als offene Veranda ausgebildet. — Die Gänge ſollen hell und gut lüftbar ſein, 2,3—3,0 m breit, an geeigneten Stellen mit Windfangtüren verſehen. Sie ſollen ſtets eine Fenſterſeite haben, nicht

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in der Mitte zwiſchen Krankenzimmern liegen. — Die Treppen ſind ebenfalls breit und hell, mit bequemer Steigung und geraden Läufen und etwa 2 m breiten Ruheplätzen anzuordnen; Geländer oder Handleiſten zu beiden Seiten. Die Stufen ſind aus Stein zu erſtellen und mit Linoleum zu belegen, um den Schall zu dämpfen. Sehr nützlich iſt ein Aufzug für Perſonen oder für Laſten.

Die Verwaltungsräume werden je nach der Größe der Anſtalt ſich verſchieden geſtalten; bei kleinen: für einen Arzt, für Vorſtand oder Vorſteherin, für einen Hausdiener und das Wärter- und Küchenperſonal. In größeren Anſtalten kommen hinzu: Sprech- und Unterſuchungszimmer für den Arzt und Aſſiſtenzarzt, für die Apotheke, Sitzungszimmer ſowie mehrere Wohnungen.

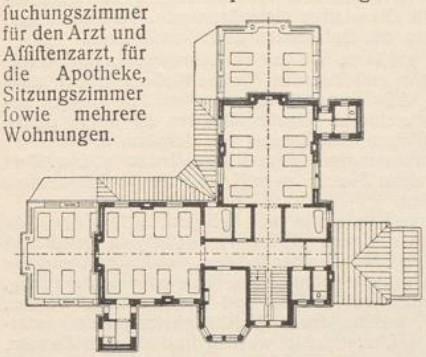


Fig. 7. Oberes Stockwerk.

Fig. 7, 7a, 8 und 8a: The Northern Hospitals at Winchmore Hill, London.

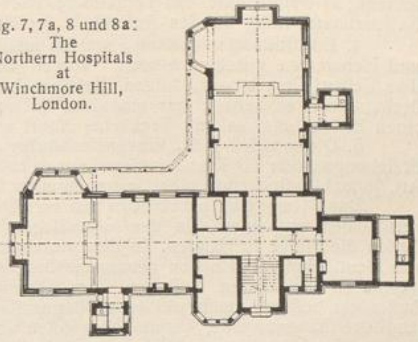


Fig. 7a. Erdgeſchoß mit Tagraum, Speiſeſaal und Küchenanbau.

Die Küchen- und Wirtſchaftsräume ſind in beſonderen Gebäuden und bequemer zentraler Lage anzuordnen; bei großen Anſtalten wird mit Vorteil ein Dampfbetrieb und abgeſondertes Keſſelhaus einzurichten ſein. Ebenſo iſt die Desinfektion von Betten, Kleidern, Wäſche u. dergl. durch Dampf zu bewirken.

Das Leichenhaus ſoll tunlichſt entfernt und in verſteckter Lage, auch mit beſonderer Ausfahrt errichtet werden. Es enthalte Räume zum Aufbahren von Leichen, zur Ueberwachung von Scheintoten, zur gerichtlichen Aufnahme; ein Sargmagazin im Kellergeſchoß. Im Hauptgeſchoß eine Kapelle, einen Sezierraum, einen Waſchraum und Wärterzimmer.

Das ganze Gelände iſt durch eine Mauer oder Gitter zu umſchließen. Die einzelnen Eingänge ſind durch Pförtner zu überwachen. Die Verbindungswege ſind nachts ausreichend zu beleuchten. Beſondere Beachtung verdient eine rationelle Entwäſſerung der Gebäude und des Geländes, wobei Sorge für Abhaltung von Uebertragung anſteckender Stoffe auf die Umgebung zu tragen iſt.

Fig. 8.

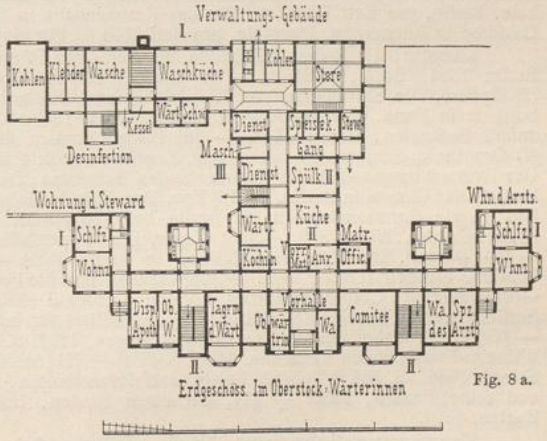


Fig. 8a.

Verwandte Anlagen mit abweichender Ausbildung ſind:

1. **Kinderkrankenhäuſer,** bei welchen ſowohl der Belegraum wie auch die Art der Pflege eine verſchiedene Anordnung verlangt. Die anſteckenden Kinderkrankheiten, wie Diphtherie, Scharlach, Keuchhuſten u. ſ. w., erfordern ſtrengſte Trennung in kleinere Abteilungen, die bei großen Anſtalten zu getrennten Gebäuden führen. Beiſpiele [13] und [23], S. 162 ff.

2. **Militärlazarette,** in welchen disziplinäre Gründe der Anwendung von großen Krankenſälen entgegenſtehen; eine Trennung nach Geſchlechtern fällt hier hinweg, dagegen ſind Räume für Arreſtanten, Geiſteskranke u. ſ. w. vorzuſehen. (Literatur: Allgemeine Grundſätze für den Neubau von Friedenslazaretten, Berlin 1878). [11], [14], [22], S. 274.

3. **Hochſchulkliniken** ſind meiſt mit den ſtädtiſchen Krankenhäuſern verbunden und zeigen eine Aenderung in der Anordnung des Verwaltungsgebäudes dadurch, daß in denſelben die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu Lehrzwecken dienenden Sammlungen von Präparaten, Vortrags- und Operationsfäle mit amphitheatralifch angeordneten Auditorien, ferner die Poliklinik mit großen Wartezimmern u. dergl. Platz finden.

Der Operationsraum in chirurgifchen Abteilungen erfordert fehr reichliche Zuführung von Seiten- und Oberlicht. Wände und Fußboden find befonders undurchläffig und gut wafchbar herzuftellen; letzterer mit Gefälle und Ablauf. — Zur Ausftattung ift nötig: a) eiferner Operationstifch auf Rollen und mit Glasunterlage; b) Wandbrunnen mit mehreren Kippbecken, Kalt- und Warmwafferhähnen und Brauſe; c) Sterilifierapparat für Waffer und Verbandzeug; d) Inftrumentenfchrank; e) Wandfchäfte und verftellbare Tifche mit Glasplatten für Inftrumente. Außerdem find Nebenzimmer nötig für den Aufenthalt der Kranken mit Ruhebetten und Wandbecken.

4. **Entbindungsanftalten**, welche meift in größeren Städten zu Lehrzwecken für Aerzte und Hebammen errichtet werden. Wegen des fehr anſteckenden Kindbettfiebers früher nach dem Zellenfyftem erbaut, bilden diefelben heute Abfonderungshäufer wie bei den übrigen anſteckenden Krankheiten; nur enthalten fie neben mehreren Krankenzimmern zu 6—10 Betten einen Entbindungsfaal mit Teeküche, Abort und Bädern und Zimmer für Hebammen.

5. **Diakoniffen-, St. Vincentiushäufer, Krankenheime vom Roten Kreuz** u. f. w. find Erziehungshäufer für Krankenpflegerinnen; zu welchem Zwecke auch Kranke der verfchiedenften Art, jedoch anſteckende nicht, aufgenommen werden.

Das Pflegeperfonal ift in den verfchiedenen Ländern je nach Religion, Sitte u. f. w. fehr verfchieden organifiert. In den katholifchen Ländern haben die hierfür geftifteten geiftlichen Orden die Pflege in Händen. In den proteftantifchen Ländern oder folchen gemifchter Konfeffion wie Deutfchland find neben genannten Ordensleuten auch evangelifche Krankenfchweftern tätig, welche in befonderen Anftalten, den Diakoniffenhäufern, leben und herangebildet werden. Außerdem beftehen auch weltliche Pflegeanftalten, welche durch Wohltätigkeitsvereine, vaterländifche Frauenvereine, Vereine vom Roten Kreuz u. f. w. errichtet worden find zu dem Zwecke, für die Krankenpflege im Kriege und in Privathäufern ein gefchultes, zuverläffiges Perfonal heranzuziehen.

6. **Genefungshäufer** haben den Zweck, die aus den allgemeinen Krankenhäufern entlaffenen, aber noch nicht hinreichend gekräftigten Kranken aufzunehmen und ihnen hier auf einige Wochen den Genuß guter Koft und frifcher, gefunder Luft zu verfchaffen, bevor fie in ihre eignen Wohnungen zurückkehren. — In England fchon länger entftanden (bereits 1885 5000 Betten), kommen fie auch in Deutfchland rafch auf, feit durch das Gefetz der Krankenverficherung die Gemeinden dazu geführt werden, ihre überfüllten Krankenhäufer möglichft zu entlaften. Für einfache Verhältniffe können frei und gefund gelegene Wohnhäufer dienlich fein. Große Anftalten follten nicht über 100—200 Genefende aufnehmen. Die Schlafräume müffen groß und luftig fein (ca. 10 qm pro Bett), Badeeinrichtung im Hauſe vorhanden und weite Gelände mit Baumreihen die Umgebung bilden (Fig. 7 und 8). Verwandt hiermit find die Ferienkolonien für Kinder am Meer oder im Gebirge.

Die **Baukoften** eines Krankenhaufes ſtellen ſich nach der Anzahl der Betten und der inneren Auftattung fehr verfchieden. Sie betragen: für das ſtädtifche Krankenhaus in Friedrichshain, Berlin, pro Bett 7440 ℳ. Für das Krankenhaus in Eppendorf-Hamburg pro Bett 3900 ℳ. Dasfelbe in Antwerpen, Rundfäle, pro Bett 6140 ℳ. Für einfache Anlagen pro Bett 2000—2500 ℳ.

Literatur: [1] Römer, Gebäude für Heil- und Pflegezwecke, Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 2, S. 387 ff. — [2] Klafen, Ludw., Grundrißvorbilder, Abt. 4, S. 314 ff. — [3] Oppert, Die Einrichtung von Krankenhäufern, Berlin 1859. — [4] Derf., Das Hofpital Lariboiſſière in Paris, Förſters Allgem. Bauztg., Wien 1858, S. 95 ff. — [5] Stein, Die Diakoniffenanftalt Bethanien, Berlin 1848. — [6] Plage, Studien über Krankenhäufer, Berlin 1874. — [7] Gropius u. Schmieden, Das allgem. Krankenhaus in Friedrichshain, Berlin 1876. — [8] Dief., Der Evakuationspavillon des Krankenhaufes Bethanien, Berlin 1873. — [9] Epe, Das Barackenlazarett der Charité in Berlin. — [10] Epe, Das Auguſta-Hofpital in Berlin 1873. — [11] Weltzien, v., Das zweite Garnifonslazarett für Berlin bei Tempelhof, Berlin 1879. — [12] Gruber, Neue Krankenhäufer, Wien 1880. — [13] Weyer, Das Oppenheimfche Kinderkrankenhaus, Köln 1884. — [14] Börner, Die Hygieneausſtellung in Berlin 1883. — [15] Currey, The Thomas-Hospital London, builded 1865 u. 1871. — [16] Galton, The Herbert-Hospital Greenwich, builded 1866. — [17] Burdett, Cottage-Hospitals, London, Churchill 1880; im Zentralblatt der Bauverwaltung Berlin folgende Werke: [18] Böttger, Kochs Inſtitut für Infektionskranke, Berlin 1891, S. 201 ff. — [19] Derf., Ueber neuere Krankenhausanlagen, 1894, S. 389 ff. — [20] Weinbrenner, Ludwig-Wilhelm-Krankenheim Karlsruhe, 1893, S. 27 ff. — [21] Mühlke, Krankenhäufer mit kreisförmigen Sälen, 1866, S. 168 ff. — [22] Berlin und feine Bauten, Berlin 1896. — [23] Frankfurt a. M. und feine Bauten, 1886. — [24] Dresdener Bauten, 1878. — [25] Straßburg i. E. und feine Bauten, 1894.

Weinbrenner.

Krankenverficherung, älteſter Teil der Arbeiterverficherung (Bd. 1, S. 275), durch Gefetz vom 15. Juni 1883 im Deutfchen Reiche eingeführt, ift zurzeit durch Gefetze vom 5. Mai 1886, 10. April 1892, 26. Juli 1897, 30. Juni 1900 und 25. Mai 1903 fowie durch Ausführungsbeftimmungen geregelt [1] und leiftet dem erkrankten Arbeiter und feinen Angehörigen Hilfe durch Krankengeld, Uebernahme der Heilkoften u. f. w. in beſtimmtem Maße.

Verficherungspflichtig find faft alle ſtändigen gewerblichen Arbeiter und einige andre Arbeitergruppen und ferner diejenigen Betriebsbeamten und die diefen gleichſtehenden Perſonen (Werkmeiſter, Techniker, Handlungsgehilfen u. f. w.), deren Jahresarbeitsverdienſt 2000 ℳ nicht überſteigt. Eine Ausdehnung des Verficherungszwanges, namentlich auch auf die unſtändigen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Arbeiter, Hausgewerbetreibenden, land- und forſtwirtſchaftlichen Arbeiter und Betriebsbeamte kann durch ſtatutariſche Beſtimmung einer Gemeinde oder eines weiteren Kommunalverbandes, auf geſetzlich nicht ohnehin verſicherte in Betrieben oder im Dienſte des Reichs oder eines Staates beſchäftigte Perſonen durch Verfügung des Reichskanzlers oder der Landeszentralbehörde bewirkt werden und iſt vielfach erfolgt. Eine freiwillige Verſicherung iſt namentlich den Dienſtboten ermöglicht. Im Jahre 1904 waren 8 716 816 Männer und 2 701 630 Frauen verſichert.

Die Durchführung der Krankenverſicherung erfolgt durch auf Selbſtverwaltung beruhende Verbände, die als freie Hilfskaſſen (eingeſchriebene, vgl. Geſetz vom 7. April 1876 in der revidierten Faſſung vom 1. Juni 1884, und landesrechtliche), denen jeder Verſicherungspflichtige wahlweiſe beitreten kann, oder als Zwangskaſſen (Orts-, Betriebs- oder Fabrik-, Bau-, Innungs-, Knappſchaftskaſſen) errichtet ſind; zur Ergänzung dient die Gemeindekrankenverſicherung mit ihren Kaſſen. Im Jahr 1904 beſtanden 22 912 Krankenkaſſen. Ebenſo vielgeſtaltig wie dieſe Verſicherungsträger iſt die Organiſation der Aufſicht und der Rechtſprechung.

Die geſetzlich vorgeſchriebenen Mindeſtleiſtungen umfaſſen freie ärztliche Behandlung und Arznei und ein Krankengeld vom dritten Tage der Erkrankung ab für jeden weiteren Tag in Höhe der Hälfte des den Beiträgen zugrunde liegenden Tagelohnes; ſtatt dieſer Leiſtungen kann Kur und Verpflegung in einer Heilanſtalt gewährt werden, wobei den Angehörigen eine Unterſtützung in Höhe der Hälfte des Krankengeldes zu geben iſt. Die Zwangskaſſen haben auch Sterbegeld und Wöchnerinnenunterſtützung zu leiſten. Mehrleiſtungen, z. B. freie ärztliche Behandlung und Arznei an Familienangehörige der Kaſſenmitglieder, Fürſorge für Geneſende, höheres Krankengeld, ſind zugelaſſen und werden von vielen Kaſſen gewährt. Die Verpflichtung der Krankenkaſſen erſtreckt ſich mindeſtens auf 26 Wochen; der Mehrzahl der Kaſſen iſt es jedoch geſtattet, die Unterſtützungsdauer bis zu einem Jahr zu verlängern. An Krankheitskoſten wurden im Jahr 1904 233 160 688 *M.* bezahlt, die ſonſtigen Leiſtungen betrugen nahezu 4 000 000 *M.*, entſchädigt wurden 4 642 679 Erkrankungsfälle mit 90 051 510 Krankheitstagen. Die Aufbringung der Mittel erfolgt durch Beiträge, welche von den freiwillig verſicherten Mitgliedern der Zwangskaſſen und den Mitgliedern der freien Hilfskaſſen allein, im Falle des Verſicherungszwanges dagegen zu zwei Dritteln von den Verſicherten und zu einem Drittel von den Arbeitgebern aufzubringen ſind; die Höhe der Beiträge iſt bei den verſchiedenen Kaſſenarten verſchieden, darf aber eine gewiſſe Grenze nicht überſchreiten. Die Geſamteinnahmen betrugen im Jahre 1904 264 819 404 *M.*, davon Beiträge 251 979 997 *M.*; das Vermögen betrug Ende 1904 212 840 205 *M.* Eine ſegensreiche Wirkſamkeit entfalten viele Krankenkaſſen durch Krankenhauspflege und Geneſendenfürſorge (Geſamtaufwendung in den Jahren 1885—1904 1 220 622 719 *M.*), auch in eignen Kranken-, Erholungs- und Geneſungshäuſern, dann durch Erholungsſtätten und Fürſorge zur Krankheitsverhütung (z. B. Wohnungsunterſuchung bei erkrankten Kaſſenmitgliedern, Belehrung der Arbeiter über Geſundheitsgefahren).

Literatur: [1] Hoffmann, F., Krankenverſicherungsgeſetz und Geſetz über die eingeſchriebenen Hilfskaſſen nebſt Ausführungsbeſtimmungen, 3. Aufl., Berlin 1903. — [2] Vierteljahrshefte zur Statiſtik des Deutſchen Reichs, Berlin 1892—1907. *K. Hartmann.*

Krankenwagen, ſ. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 346.

Kranpfanne, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 365.

Kranräder, ſ. Krafträder.

Kranz (Kranzgeſims), ſ. Hauptgeſims, Brunnenkranz.

Kranz, auch Krone oder Ringgeſtell, nennt man beim Luftballon den oben befindlichen kreisförmigen Holz- oder Metalleinſatz, in welchen das Ventil eingeſetzt und befeſtigt wird.

Der Kranz ſelbſt iſt oder wird mit dem Ballonſtoff feſt und gasdicht verbunden. Der Kranz kann auch als ein Teil des Ballonventils konſtruiert ſein und wird dann erſt vor der Füllung des Ballons mit dem Einſetzen des Ventils gasdicht mit der Ballonhülle verbunden.

Literatur: Moedebeck, Taſchenb. f. Flugtechniker u. Luftſchiffer, Breslau 1904. *Moedebeck.*

Kranzgeſims, ſ. Hauptgeſims.

Kranzhobel (Bahnhobel), Kehlhobel der Böttcherei, der an einem Lineal (Feder) im Kreiſe herumgeführt wird und deshalb einen in der Länge gebogenen Kaſten hat.

Kranzhölzer werden die am Umfang des Lehrbogens eines Lehrgerüſtes angeordneten, zur unmittelbaren Unterſtützung der Schalhölzer dienenden Teile eines Lehrbogens genannt; ſ. Lehrbogen und Lehrgerüſte. *L. v. Willmann.*

Kranzſtück, 1. Teil eines Lehrbogens (ſ. d.), 2. Teil eines Brunnenkranzes (ſ. d.). *L. v. Willmann.*

Krapp, in der Färberei. Die Anwendung des Krapp (ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 635) in der Färberei, die zu den durch ihre Echtheit gegen Licht und Luft, Seife und Walke, Alkalien und Säuren, Schwefligſäure und Chlor ausgezeichneten Krappfarben führte, iſt durch die Einführung des künſtlichen Alizarins außerordentlich beſchränkt worden.

Nur in der Wollfärberei hat der Krapp ſeinen Platz noch einigermaßen behaupten können. Nach wie vor dient er in der Küpenfärberei der Wolle (ſ. Indigoküpen) als Nahrungsſtoff für die in der Waidküpe ſich abſpielende Gärung, und er findet in der Wollfärberei auf Grund des Umſtandes Verwendung, daß die in ihm enthaltenen Farbſtoffe als Beizenfarbſtoffe mit

Aluminium-, Chrom-, Eisen- und Kupferbeizen rosa- bis scharlach-, blaurote, rotbraune, gelbbraune, reib- und walkechte Töne geben, welche sich nach der Methode des Ansiedens und Abdunkelns in bequemer Weise entwickeln lassen. Wird Wolle mit Krapp ohne Beize gekocht, so färbt sie sich bräunlich. Dieses Verfahren erzeugt unter eventueller Mitverwendung von Blauholz, Gelbholz und Sumach auf Wolle Modetöne. Werden nach längerem Kochen Eisenvitriol und Kupfervitriol oder Bichromat zugesetzt, so wird die Farbe wesentlich dunkler. Beizt man die Wolle mit Bichromat und Schwefelsäure vor und färbt man sie im besonderen Bade mit Krapp aus, so erzielt man ein sattes, in jeder Hinsicht echtes Braunrot. *R. Möhlau.*

Krappartikel, eine Gattung einfarbiger oder buntgemusterter baumwollener Waren, welche die vorwiegende Farbe früher der Mitwirkung des Krapps und seiner Präparate verdankte, gegenwärtig aber mit Alizarin hergestellt wird. Indem man die für die Entwicklung der Farbe nötige Beize dem ganzen Gewebe oder sie nur an den durch das Muster bedingten Stellen ihm inkorporiert, erhält man durch den folgenden Färbeprozeß Unifärbungen, welche eines Ueberdrucks bedürfen, um gemusterte Waren zu liefern, oder letztere unmittelbar.

Um unifarbiges Rot zu erzielen, wird das ganze Gewebe mit essigsaurer Tonerde imprägniert und nach Befestigung der Tonerde in Alizarin ausgefärbt (s. Alizarin in der Färberei, Bd. 1, S. 135).

Unirot mit Anilinschwarz wird am besten so fabriziert, daß man das Gewebe zunächst gleichmäßig alizarinrot färbt und das Rot fertig macht, worauf man den Anilinschwarzpapp druckt und das Schwarz in der feuchtwarmen Hänge entwickelt. Die Stücke werden nach der Fixierung des Schwarz zur Entfernung der Verdickung entweder nur stark gewaschen oder 10 Minuten lang bei 60° C. leicht geseift.

Der Artikel Rot und Rosa ohne oder mit Anilinschwarz wird in der Weise hergestellt, daß man die mit essigsaurer Tonerde und Zinnsalz bereiteten Beizpappe für Rot und Rosa zusammen mit dem Anilinschwarzpapp oder unter Weglassung desselben auf unpräparierte Ware druckt. Für Möbelmuster, welche große Figuren in Rot und Schwarz neben weißen Partien zeigen, setzt man der Tonerdebeize thioschwefelsaures Natron zu, um sowohl die Tonerde gegenüber der Säure des Anilinschwarzpapps zu schützen, als auch an den betreffenden Stellen die Entwicklung des Schwarz zu verhindern. Die bedruckten Stücke bringt man zur Oxydation 12—24 Stunden in die feuchtwarme Hänge, worauf sie zur Entfernung der Verdickung und zur Befestigung der Tonerde gekuhmistet werden. Die Färbeoperation ist dieselbe wie bei einfarbigem Rot.

Bei Rot-Schwarzartikeln lassen sich nicht nur durch direkten Druck, sondern auch durch reservierende Mittel weiße Figuren unter Rot und neben Schwarz im Muster erzielen. Auf weiße Ware druckt man z. B. verdicktes zitronensaures Natron und Anilinschwarzpapp und überklotzt das bedruckte Stück mit verdickter essigsaurer Tonerde. Bei der nun folgenden Befestigung der Farben in der Hänge bildet sich lösliche zitronensaure Tonerde, welche während des Kuhkotens vom Gewebe entfernt wird, an ihrer Stelle erscheint nach dem Färben in Alizarin die weiße Figur auf rotem Grunde neben Schwarz.

Der violette bis lilae Alizarineisenlack wird gewöhnlich bei dem Artikel Lila-Anilinschwarz-Weiß zu einem dreifarbigen Muster kombiniert. Die Muster können entweder direkt zweifarbig gedruckt oder so hergestellt werden, daß ein Muster einfarbig in Anilinschwarz gedruckt und fertig gemacht wird und dann einen Ueberdruck in Eisenbeize erhält. Ein andres Genre wird in der Weise fabriziert, daß man ein gewisses Muster mit verschiedenem Ueberdruck unter Reservierung von Weiß herstellt. In noch andern Mustern ist dunkles und helles Lila neben Schwarz vertreten. Die mit Eisenbeize (verdicktem holzessigsauren Eisen) und Anilinschwarzpapp bedruckten Stücke werden in die feuchtwarme Hänge gebracht, 24 Stunden bei 35° C. Wärme und 30° C. Feuchtigkeit oxydiert, mit Kuhmist und Kreide gereinigt und in Alizarin unter Zusatz von etwas Methylviolett und Kleie ausgefärbt. Nach dem Färben werden die Stücke gut gewaschen, durch eine Kufe mit 60° C. warmem Wasser genommen, um das Weiß noch weiter zu reinigen, dann nochmals durch eine Waschmaschine geschickt und getrocknet. Näheres s. Stein, Bleicherei, Druckerei, Färberei und Appretur der baumwollenen Gewebe, Braunschweig 1883, und Sansone, A., Der Zeugdruck, Berlin 1890. *R. Möhlau.*

Krappblumen, -extrakte, s. Krapppräparate.

Krappkarmin, s. Lackfarben.

Krapplacke, s. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 635.

Krappräparate. Vor der Entdeckung des künstlichen Alizarins wurden aus dem Krapp eine Reihe von Präparaten hergestellt und benutzt, welche seitdem ganz außer Gebrauch gekommen sind.

Krappblumen wurden durch Mazerieren von Krapp mit verdünnter Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur, Pressen, Trocknen und Mahlen erhalten. Durch diese Behandlung wurden Zucker- und Schleimsubstanzen entfernt, Kalk in Gips verwandelt, ohne daß jedoch eine wesentliche Erhöhung der Färbekraft eintrat. Gleichwohl gestaltete sich das Färben leichter und vorteilhafter.

Garancin war ein mit starken Säuren behandelter und ausgewaschener Krapp. Der bei der Behandlung des Krapp mit verdünnter Schwefelsäure behufs Gewinnung der Krappblumen bleibende Teig wurde mit konzentrierter Schwefelsäure gemischt, einige Stunden bis auf 100° C. erhitzt, das Produkt in eine größere Wassermenge einlaufen gelassen und der Niederschlag auf dem Filter gesammelt, ausgewaschen und getrocknet. Infolge der Zersetzung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Glykoſide und Freimachung des vordem an Kalk und Magneſia gebundenen Farbſtoffes wurde die Färbekraft auf das Vier- bis Fünffache des angewendeten Krapps geſteigert. Das Rot mit Garancin war reiner als dasjenige mit Krapp und Krappblumen, aber weniger dauerhaft; das Violett war ſchlechter.

Garanceux wurde wie Garancin, jedoch aus Krapp hergeſtellt, welcher bereits zum Färben gedient hatte. Es enthielt weſentlich Purpurin, welches aus dem durch den Kalk der Färbeflotte gefällten Pſeudopurpurin gebildet wurde.

Pinkoffin (Alizarine commerciale) wurde durch Erhitzen von Garancin auf 150—200° dargeſtellt. Der färbende Beſtandteil war hauptſächlich Alizarin, da das Purpurin bei dieſer Operation teilweiſe zerſtört wurde. Seine Färbekraft war infolgedeſſen zwar geringer, aber das Präparat erlaubte, ſchönes Violett zu erzeugen.

Krappextrakte waren Präparate, welche die Farbſtoffe des Krapp in konzentrierter und von Pflanzenfaſer freier Form enthielten. Nach Kopp wird eine Spaltung der Glykoſide vermieden, wenn man Krapp mit verdünnter ſchwefliger Säure bei gewöhnlicher Temperatur behandelt, wodurch dieſelben in Löſung gehen. Die mit etwas Schwefelſäure verſetzte, auf 40° erwärmte Löſung ſcheidet nach 12 Stunden ſogenanntes „Purpurin“ aus, während das zum Kochen erhitzte Filtrat „grünes Alizarin“ fallen läßt. Die Extrakte beſaßen eine weſentlich höhere Färbekraft als Krapp, ihre Fabrikation wurde aber mit der Erfindung der Darſtellung des künſtlichen Alizarins unrentabel und daher aufgegeben. Vgl. Schützenberger, Die Farbſtoffe, Berlin 1873. *R. Möhlau.*

Kratzbürſte (Drahtbürſte), ein bürſtenähnliches kleines Werkzeug aus dünnem Meſſingdraht (ſeltener und nur zu gewiſſen Zwecken aus Eiſendraht), das beim Kratzen als dem Mittel zur Hervorbringung von Glanz in ſolchen Fällen Anwendung findet, wo die Geſtalt der Arbeitsſtücke weder die Anwendung von Polierpulvern noch jene des Polierſtahles geſtattet.

Zur Herſtellung der einfachſten Form wendet man das folgende Verfahren an: Man ſchlägt den Draht über zwei parallele Stäbchen einige hundertmal hin und her und bildet ſo aus demſelben eine Art Strähn (von etwa 150 mm Länge), deſſen mittlerer Teil mit dickerem Draht dicht bewickelt wird. Die frei bleibenden ſchleifenartigen und bogenförmigen Umbiegungen werden meiſt vor dem Gebrauch aufgeſchnitten. In dem Maße, wie die Drähte durch Abnutzung ſich verkürzen, wickelt man den äußeren dicken Draht ab. Ueber weitere Arten ſ. Drahtbürſten (Bd. 3, S. 19). — Außer zum Polieren und Mattieren wird die Kratzbürſte auch zum Reinigen der verſchiedenſten Gegenſtände gebraucht. *E. Müller.*

Kratzen, Kratzenbeſchlag, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 600 ff., und Krempeln.

Kratzenleder wird in der Spinnerei bei der Herſtellung des Kratzenbeſchlages der Kratzmaſchinen verwendet. *Päßler.*

Kratzer (Schlepper, Schleppketten, Seilförderer, Schleppſeile) ſind Fördervorrichtungen mit einfach (Fig. 1 und 2) oder doppelt (Fig. 3) angeordneten Zugorganen (Ketten, Seilen) oder Druckelementen (Stangen, Röhren) (Fig. 4 und 5), an denen in beſtimmten Abſtänden Rundeiſen (Fig. 6 und 7), Haken (Fig. 8), Rechen (Fig. 1) oder volle Kratzer aus Metall [Schaufeln] (Fig. 3) oder Holz (Fig. 9) befeſtigt ſind, die das Gut in einem Rinnentroge vor ſich herſchieben. Durch Schienen unterſtützte Führungslappen oder Rollen tragen die Förderer. Aufgabe wie Ablaß des Gutes an beliebiger Stelle, auch an mehreren gleichzeitig (Fig. 1). Betrieb einfach, ſicher und billig, faſt ohne Bedienung; in Gasfabriken (ſ. d.) und Keſſelhäuſern (ſ. d. und [1]) ſowie auf Hüttenwerken (ſ. d.) iſt damit eine ſelbſttätige Behälterfüllung (ſ. Hochbehälter und Konveyor) leicht erzielbar; vgl. a. Elevator, Förderrinne (Fig. 6 und 7) [Schubrinne], Gurtförderer (Stahltransportbänder), Haufenlager (Fig. 3), Kettenbahnen (Fig. 6 und 7), Maſſentransport und [2].

Bezeichnet (nach Fredenhagen-Offenbach) Q die Fördermenge in Kubikmeter/Stunden (bis 100), J den Inhalt der vor den Kratzern liegenden Fördergutmenge in Kubikmetern (bis 0,02), a den Abſtand der Kratzer in Metern (bis 0,6) (nach Zimmer [2]

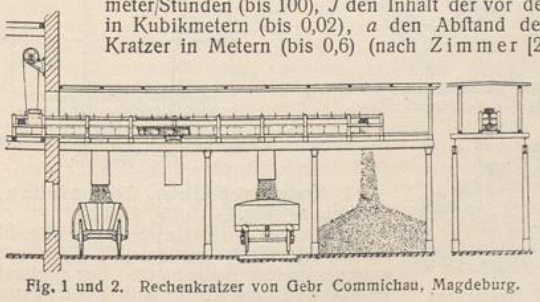


Fig. 1 und 2. Rechenkratzer von Gebr Commichau, Magdeburg.

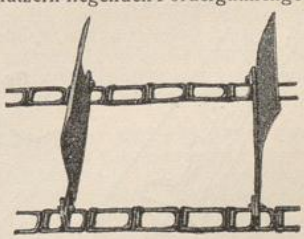


Fig. 3. Kratzer mit Doppelkette von Gebr. Commichau, Magdeburg.

$a = 0{,}46-0{,}92$ m), v die Geſchwindigkeit in Meter/Sekunden (0,2—0,6), e den Füllungsgrad (er ſchwankt je nach der Art des Gutes und Geſchwindigkeit des Fördermittels zwiſchen 40 und 80% des theoretiſchen Kratzerzwiſchenraumes), ſo iſt

$$a\,Q = J\,v\,e.$$

Iſt N die Geſamtarbeit in Pferdeſtärken, N_0 die Leerlaufarbeit in Pferdeſtärken, l die Förderlänge in Metern, Q die Fördermenge in Liter/Sekunden, ſo iſt

$$N = N_0 + 0{,}02\,l\,Q.$$

Nach Zimmer [2]: $v = 0{,}3-0{,}9$ m/sec (die kleineren Werte gelten für Koks, die größeren für Gut, welches durch Bruch nicht erheblich entwertet wird). — Beiſpiele:

1. Trog 610 mm breit, $a = 0{,}610$, $v = 0{,}51$; Leiſtung ~ 30 t/Stunden (Kohle);
2. „ 508 „ „ $a = 0{,}457$, $v = 0{,}91$; „ ~ 40 „ „ „
3. „ 685 „ „ $a = 0{,}610$, $v = 0{,}24$; „ ~ 20 „ „ (Koks).

Arbeitsaufwand: Bei 30 m Länge und einer Leiſtung von 50 t/Stunden Kohle ~ 12 PS. Vgl. a. [3]; über Anlage- und Inſtandhaltungskoſten ſ. [4].

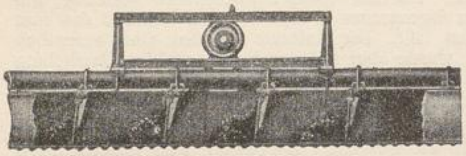


Fig. 4 und 5. Kratzer von Heyl & Patterſon, Pittsburgh.

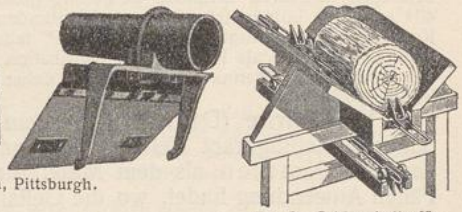


Fig. 8. Schleppkette für Holzförderung (Jeffrey Mfg. Co.).

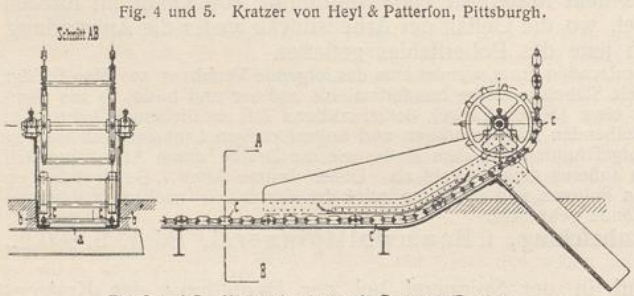


Fig. 6 und 7. Kratzerrinne von de Brouwer (Bamag).

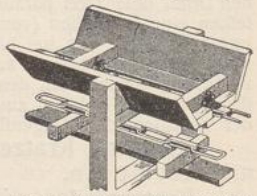


Fig. 9. Schleppkette mit Holzkratzern (Jeffrey Mfg. Co.).

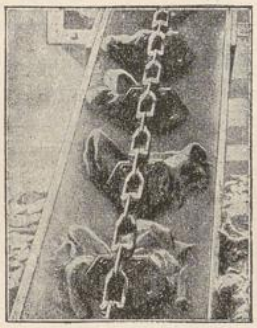


Fig. 13. Schleppkette für Häute (Link-Belt Eng. Co., Philadelphia, bezw. W. Fredenhagen, Offenbach a. M.).

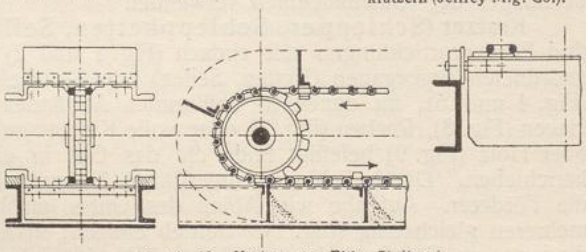


Fig. 10—12. Kratzer von Eitle, Stuttgart.

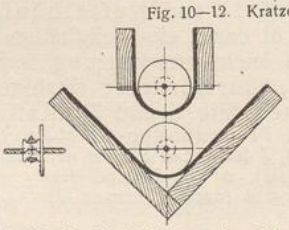


Fig. 18—20. Drahtſeilkratzer der Jeffrey Mfg. Co., Columbus (Ohio).

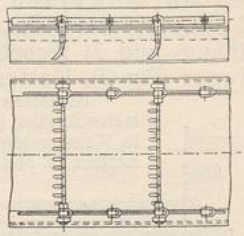
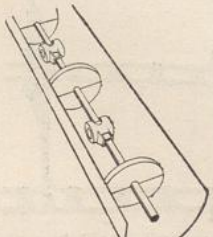


Fig. 16 und 17. Kratzerrinnen von Merz (Bamag).



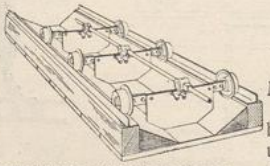


Fig. 14 und 15. Link-Belt-Kettenförderer (W. Fredenhagen, Offenbach a. M.).

1 Kratzer von Gebr. Commichau, Magdeburg (Fig. 1—3) [5], ſ. oben.

2. Kratzer von Eitle, Stuttgart (Fig. 10 bis 12) [6]; Trog aus zwei ⌶-Eiſen mit untergenietetem Bodenblech. Der (untere) arbeitende Strang ſchleift mittels beſonderer

Gleitftücke auf angefchraubten Hartholzleiften; rücklaufendes Trum von Kettenrädern getragen. Bei befferen Ausführungen auch unten kleine Laufrollen (Fig. 12).

3. Ketten von Schmidt, Wurzen i. S., Rundeifenglieder wechfeln ab mit flacheifernen, an denen Kratzer befeftigt find [7].

4. Link-Belt- und Dodge-Ketten (Monobar-Kratzer) (W. Fredenhagen, Offenbach a. M.) (Fig. 13—15) [8]; vgl. a. Haufenlager, Fig. 3.

5. Kokskratzerrinnen von de Brouwer (Berlin-Anhaltifche Mafchinenbau-Aktiengefellfchaft) (Fig. 6 und 7) [9]. Statt Kratzerblechen runde oder achtkantige Stäbe; bei $v = 0{,}25$ m/sec und 300—500 hl/Stunden Koks 1—1,5 PS. für je 10 m Länge. Kühlen des heißen Kokfes.

6. Koksrinnen von Merz (Bamag) (Fig. 16 und 17) [10]. Trog Gußeißen, Teile 1,4 m lang und verfchraubt. Wenn nach beiden Seiten gefördert werden foll, erhalten die Rechen keine Krümmung. Arbeitsaufwand für rund 60 m 3 PS.

7. Bamag-Marfhall-Rinnen. Der Koks wird bis zur Abwurfftelle in einer gegliederten Korbroftrinne getragen (Tragrollen drehen fich nur, bewegen fich aber nicht fortfchreitend) [11].

8. Drahtfeilförderer der Jeffrey Manufacturing Co., Columbus (Ohio) (Fig. 18—20) [12]. Weil ftatt Kette ein Seil, fo keine zu fchmierenden Gelenke, kein plötzlicher Bruch und billig. Kreisrunde Scheiben mittels Muffen auf Seil feftgeklemmt. In der Wagerechten wie im Gefälle verlegt; befonders verwendet zur Beförderung von Holzkloben, Rüben [13], Schnitzeln, Spänen, Heu u. dergl., und auch von breiigem Gut; v rund 0,5—0,6 m/sec.

9. Schubkratzer von Heyl & Patterfon, Pittsburgh (Fig. 4 und 5), f. oben und [14]. — Ueber Kratzerfchaufeln oder Schaufelkratzer (mechanifche Schaufeln) vgl. [15] und Kübel.

Literatur: [1] Buhle, Technifche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern) — im folgenden mit „T. H." bezeichnet —, 1. Teil, Berlin 1901, S. 67 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1900, S. 118 ff.). — [2] Derf., ebend., 3. Teil, S. 320, und „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, S. 1251 ff.; ferner Weftmann, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1894, S. 489 ff., v. Hanffftengel, Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 600 ff., und Zimmer, Excerpt Minutes of Proc. Inst. Civ. Eng. 1902/03. — [3] Derf., Mechanical handling of material, London 1905, S. 45 ff. u. 53 ff. — [4] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 266 („Stahl und Eifen" 1906, S. 791). — [5] Derf., ebend., 2. Teil, S. 14 ff. — [6] v. Hanffftengel, f. [2]. — [7] Derf., Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 602. — [8] Weftmann, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1893, S. 1297 ff.; Buhle, ebend. 1899, S. 1385 ff. (T. H., 1. Teil, S. 50 ff.). — [9] Derf., ebend., 1. Teil, S. 103 ff. (Schillings Journ. f. G. u. W. 1901, S. 426 ff.). — [10] Ebend., 1902, S. 377 ff. — [11] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 70 ff. (Gewerbfleiß 1904, S. 284). — [12] Derf., ebend., 1. Teil, S. 47 ff. (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 1359 ff.) — [13] Derf., ebend., 3. Teil, S. 228. — [14] Derf., ebend., S. 11 (Deutfche Bauztg. 1904, S. 546). — [15] Derf., ebend., S. 77 ff., und 2. Teil, S. 115 und 151 (Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ingen. 1904, S. 223); ferner Zimmer (f. [3], S. 372 ff.) und v. Hanffftengel, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1906, S. 1627. *M. Buhle.*

Kraufeln (Kammwalzen), f. v. w. Zahnräder für Walzwerke, f. Walzen.

Kraushammer (Kronhammer), hammerartiges Werkzeug zum Rauhen der Mahlflächen von Mühlfteinen. An den beiden Stirnfeiten des Hammers befinden fich zahlreiche pyramidenförmige Spitzen. Wird auch, behufs leichterer Schärfung, aus lauter einzelnen meißelartigen Körpern zufammengefetzt. *Arndt.*

Krauskopf, f. v. w. Verfenker, f. Verfenken.

Krausräder, f. Rändeln.

Krautungen, f. Bachkraut.

Krawelbau, f. Bootsbau.

Krebfen, f. Wetter.

Kreide, kohlenfaurer Kalk von weißer Farbe, feinerdig und locker, abfärbend, findet fich als ein wefentlicher Beftandteil der fogenannten Kreideformation.

Diefe Kreide wird durch Graben gewonnen, in Haufen aufgefchichtet und der Einwirkung der Witterung ausgefetzt, fo daß der anfänglich harte Stein nach und nach verwittert und durch abwechfelndes Beregnen, Trocknen, namentlich aber durch Froft in ein Pulver und in eine in Waffer erweichbare Maffe zerfällt. In diefem zerfallenen mürben Zuftande werden die größeren Feuerfteine ausgelefen, der Reft aber als rohe Kreide oder Kreideftücke (Stückkreide) in den Handel gebracht oder weiter durch Stampfen unter Zugabe von fließendem Waffer zerftoßen und in große Baffins geleitet, in denen fich die Kreide abfetzt, während die gröberen und fchweren Teile fich fchon früher in eignen Gruben abgefondert und gefammelt haben; das Kreidepulver wird dann, nachdem das Waffer abgelaffen, gefammelt, in großen Stücken auf Brettern an der Luft getrocknet und hierauf vermahlen. Ein neueres Verfahren der Gewinnung feinpulveriger Kreide, wobei folche ganz trocken refultiert, befteht im Abbürften der Blöcke; das erhaltene Produkt führt die Bezeichnung „geftäubte Kreide".

Neben diefem der Kreideformation entftammenden Produkt, das als Farbmaterial unter den verfchiedenften Benennungen: Bergkreide, Blanc de Bougival, de Champagne, d'Espagne, de Meudon, d'Orléans, de Paris, de Rouen, de Troyes, Breslauerkreide, Champagnerkreide, Hochheimerweiß, Kölnerkreide, Melan-, Minerva-, Mineral-, Mühlhaufenerweiß, Pariferkreide, präparierte Kreide, Schlämmkreide, fpanifche Kreide (Spanifchweiß), Rügener Schlämmkreide in verfchiedenen Induftrien, dann auch als Schreibkreide (gefchnittene Kreide) dient, gibt es noch andre als Kreide bezeichnete Mineralien, die unter dem Mikrofkop die der eigentlichen Kreide zukommenden Beftandteile nicht zeigen. So wird in Gegenden, wo Kreide mangelt oder wegen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Transportkoſten zu teuer würde, Kalkſpat in feiner reineren Form als Kreide verwendet, wie z. B. in Motele in Schweden (Motelekreide), und in England verſteht man unter Pariſerweiß (Paris White) ebenfalls gemahlenen Kalkſpat, während die als Bergkreide (Bierkreide, graue Kreide) aus Bayern kommende Ware eine mehr oder weniger gefärbte Mergelkreide, ein Gemenge von kohlenſaurem Kalk mit Tonerde iſt. Auch reine Tone (Pfeifenerde) werden oft als Kreide in den Handel gebracht. Kreide findet ausgedehnte Anwendung in der Fabrikation von Farben und in den farbenverarbeitenden Gewerben, als Putzmittel, zur Darſtellung von Kohlenſäure, zum Abſtumpfen von Säuren in chemiſchen Fabriken, in der Färberei, zu Kitten u. ſ. w. Die bei vielen chemiſchen Prozeſſen abfallenden löslichen Kalkſalze bilden ein geringwertiges Produkt und können in künſtliche Kreide umgeſetzt werden, wie z. B. eine Chlorcalciumlöſung mit Sodalöſung, wobei zwar eine ſehr fein verteilte Kreide gewonnen wird, es aber doch von beſonderen Umſtänden abhängt, ob die Darſtellung auch eine rentable iſt. Vgl. a. Zeichnen, techn. *Andés.*

Kreide, ſchwarze (Schieferkreide, Schieferſchwarz, Noir de Schiste, Slateblack), durch kohlige Teile bläulich bis ſchwarzgrau gefärbter Tonſchiefer, leichtzerreiblich, abfärbend, nur als Zeichenſtifte gebraucht, nicht aber als Farbe.

Künſtliche ſchwarze Kreide wird hergeſtellt, indem man Tonerde, Kreide, Ruß oder andre ſchwarze Farben in gehöriger Menge gut miſcht, mit Leim- oder Gummiwaſſer verſetzt und die teigige Maſſe entſprechend formt oder indem man feingeſchlämmte Kreide mit Blauholzabkochung und Kupfer- oder Eiſenvitriollöſung färbt, die Miſchung unter Umrühren der Luft ausſetzt und in entſprechenden Formen trocknen läßt. *Andés.*

Kreideformation oder Kreide, auch kretaziſche Formation, bildet in der Geologie den Schluß der meſozoiſchen Erdſchichten, überlagert die Juraſchichten und wird von denen der Tertiärformation bedeckt.

Die außerhalb der Alpen in Nord- und Mitteleuropa meiſt flach gelagerten und wenig geſtörten Schichten beſtehen vorwiegend aus mergeligen, kalkigen und tonigen, auch ſandigen und konglomeratiſchen Schichten, die alle zum weitaus größten Teil als Meeresabſätze, zum geringeren Teil als Brack- und Süßwaſſerablagerungen (Wealden) zuſtande kamen. Eruptive Vorgänge treten ſehr zurück; in dieſer Beziehung entſpricht die Kreideformation einer Zeit der Ruhe. Dagegen haben weitgreifende Aenderungen in der Verteilung von Land und Waſſer während der Kreidezeit ſtattgefunden, insbeſondere ſtarke Vergrößerung der Meeresbedeckung auf Koſten des Feſtlandes (Senkung desſelben), ſo zu Anfang der Formation und in der Mitte (Uebergreifen [Transgreſſion] des Wealden, des Cenomans). Wahrſcheinlich ſind in den Alpen und ihnen angereihten Faltengebirgen während der Kreide Hebungen und Rückzüge der See vor ſich gegangen. Die Lebeweſen dieſer Formation zeigen unter den Meeresbewohnern eine abnehmende Entwicklung der Kopffüßer (Kephalopoden), insbeſondere der Ammoniten und Belemniten, ein Aufſteigen mancher Zweiſchaler (Auſtern, Inokeramen, Rudiſten) und Schnecken, einen Rückgang der Armfüßermuſcheln (Brachiopoden); beſonders artenreich ſind ferner die Seeigel und Korallen. Unter den Landbewohnern zeichnen ſich einzelne Rieſenſaurier und Rieſenvögel aus. Im allgemeinen iſt von ihnen beim Mangel an rein terreſtriſchen und Süßwaſſerbildungen nicht viel erhalten geblieben, ebenſowenig von der Pflanzenwelt. Der Reichtum der Kreideſchichten an Verſteinerungen geſtattete ihre eingehende Gliederung. Man unterſcheidet:

A. Untere Kreideformation (ſubkretaziſche Formation).

1. **Neokom,** meiſt meeriſche Sandſteine, Mergel und Tone, ſtellenweiſe mit oolithiſchen Roteiſenerzen (Salzgitter). Hierher gehört das Wealden oder die Deiſterbildung in England und Nordweſtdeutſchland, eine Folge von Konglomeraten, Sandſteinen und bituminöſen Tonen. Die hellgefärbten feſten Sandſteine des Deiſters (Obernkirchen bei Bückeburg) bilden ein weitverbreitetes Werk- und Hauſteinmaterial für Hochbau und führen einige wertvolle, wenn auch wenig mächtige Steinkohlenflöze.

2. **Galt** oder **Gault,** ſandige, tonige und mergelige Tiefſeeablagerungen, zum Teil mit Phosphoritknollen.

B. Obere Kreideformation.

3. **Cenoman,** unterer Pläner. Als Pläner werden weiße, hellgraue bis hellgrüngraue, dünnſchichtige, zum Teil ſehr ſandige Kalke und Mergel bezeichnet (in Hannover, Teutoburger Wald, Schleſien). Außerdem beſteht die Schichtenreihe noch aus Sandſteinen (Quaderſandſtein) und Konglomeraten.

4. **Turon,** oberer Pläner, außer eigentlichen Plänermergeln noch helle Sandſteine von feſter Beſchaffenheit und in dicken Bänken führend, den ſogenannten Quader- oder Elbſandſtein (Pirna in Sachſen, Heuſcheuer und Löwenberg in Schleſien). Hierher gehören auch die Tone von Bunzlau in Schleſien, die zur Töpferei dienen und einige wenig mächtige Kohlenflöze führen. Ein wichtiges Schichtenglied, zumeiſt des Turons, aber auch des Cenomans, bildet an der Oſtſeeküſte (Rügen, Mecklenburg, Pommern) die eigentliche weiße Schreibkreide, ein aus zahlloſen kleinen Schälchen niederer Tiere (Bryozoen, Korallen, Foraminiferen u. ſ. w.) beſtehender kalkiger Tiefſeeſchlamm, der zur Gewinnung von Schreib- und Schlemmkreide ausgebeutet wird. Andre techniſch verwendete Kalke des Turons ſind der dichte, dickbankige, rötlich gefärbte Untersberger Marmor in den Nordalpen, ferner manche Marmore Griechenlands.

5. **Senon,** meiſt Mergel, Sandſtein und Kalke. Unter den Mergeln nimmt der bis 500 m mächtige ſogenannte Emſcher Mergel in Nordweſtdeutſchland als blaugraue, glaukonitführende, kalkigtonige Ablagerung eine beſondere Stellung ein. In das Senon gehören die weitverbreiteten Feuerſteinknollen Norddeutſchlands. Von großer techniſcher Bedeutung ſind die weißen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dichten bis zelligen Faxekalken Dänemarks und die Vorkommen von Strontianit im Senon der Lippegegend (Hamm).

Literatur: Credner, H., Elemente der Geologie, 9. Aufl., Leipzig 1903; Kayser, E., Lehrbuch der geologischen Formationskunde, 2. Aufl., Stuttgart 1902. *Leppla.*

Kreidepapier, verschiedene Papiersorten, die durch Bestreichen mit Anstrichmasse und auch durch Einreiben von Kreide in die Poren namentlich für den Kupfer- und Steindruck geeignet gemacht werden (s. Papiersorten). *Kraft.*

Kreis, eine Kurve, deren sämtliche Punkte von einem Punkte, dem Mittelpunkt oder Zentrum, gleichen Abstand haben. Die Verbindung eines Kreispunkts mit dem Mittelpunkt heißt Radius (Halbmesser). Die Gleichung eines Kreises (Fig. 1) vom Mittelpunkt a, b und Radius r ist $(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$.

Ein Kreis ist durch drei seiner Punkte $(x_1 y_1)$; $(x_2 y_2)$; $(x_3 y_3)$ bestimmt; seine Gleichung ist: $\begin{vmatrix} x^2+y^2 & x & y & 1 \\ x_1^2+y_1^2 & x_1 & y_1 & 1 \\ x_2^2+y_2^2 & x_2 & y_2 & 1 \\ x_3^2+y_3^2 & x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}=0$. Die Kreisgleichung hat als quadratische Glieder x^2+y^2; alle Kreise schneiden die unendlich ferne Gerade in den imaginären Kreispunkten $\left\{\begin{matrix}\omega=0\\ x^2+y^2=0\end{matrix}\right\}$. Die Verbindungsgerade zweier Kreispunkte heißt Sehne, und wenn sie durch den Mittelpunkt geht, Durchmesser. Jeder Durchmesser wird im Mittelpunkt halbiert. Ein Stück der Kreislinie heißt Bogen; ein Stück der Kreisfläche, das von einer Sehne und einem Bogen begrenzt ist, Segment (Abschnitt). Jeder Durchmesser teilt den Kreis in zwei Halbkreise. Ist (Fig. 1) AB eine Sehne, O der Mittelpunkt, so heißt AOB Zentriwinkel. Die von AO, BO und Bogen AB begrenzte Fläche heißt Sektor (Ausschnitt); speziell Quadrant, Sextant, Oktant, wenn der Zentriwinkel 90^0, 60^0, 45^0 beträgt. Eine den Kreis schneidende Gerade heißt Sekante und, wenn sie durch den Mittelpunkt geht, Zentrale.

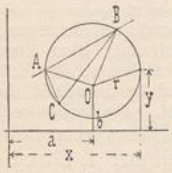


Fig. 1.

Zwei Kreise heißen konzentrisch, wenn sie denselben Mittelpunkt haben, sie berühren sich in den unendlich fernen Kreispunkten, ihre Gleichungen unterscheiden sich nur im Absolutglied.

Das Lot vom Mittelpunkt auf die Sehne halbiert diese, den Zentriwinkel und den Bogen. Zwei gleiche Sehnen haben vom Mittelpunkt gleichen Abstand. Ist C ein weiterer Kreispunkt, so ist der Peripheriewinkel ACB gleich der Hälfte des Zentriwinkels AOB. Alle Peripheriewinkel in demselben Bogen sind gleich (Satz des Thales: Der Peripheriewinkel im Halbkreis ist ein rechter). Die Tangente steht auf dem Radius in seinem Endpunkt senkrecht. Von einem Punkt außerhalb gehen an einen Kreis zwei Tangenten, deren Länge bis zum Berührungspunkt gleich ist; die Zentrale des Punktes halbiert ihren Winkel. Der Winkel zwischen einer Sehne und der Tangente in einem ihrer Endpunkte (Tangentensehnenwinkel) ist gleich dem zugehörigen Peripheriewinkel. Zwei Kreise schneiden sich entweder in zwei reellen oder in zwei imaginären Punkten, oder sie berühren sich in einem Punkt der gemeinsamen Zentrale.

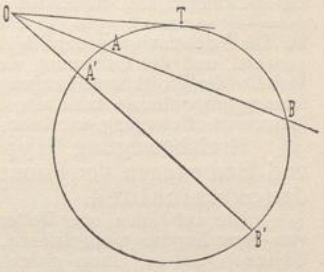


Fig. 2.

Zwei Kreise besitzen vier gemeinsame Tangenten; bei den beiden äußeren liegen die Kreise auf derselben, bei den inneren auf verschiedenen Seiten der Tangente. Die Abschnitte der äußeren Tangenten zwischen den Berührungspunkten sind einander gleich und gleich den Abschnitten der inneren zwischen den äußeren. Gehen durch einen Punkt O mehrere Sekanten, OAB, $OA'B'$ (Fig. 2), so ist das Produkt der Abschnitte jeder derselben von O bis zum Kreis konstant. Dasselbe heißt Potenz von O in bezug auf den Kreis und ist gleich dem Quadrat der Tangente von O an den Kreis. Das Tangentenpaar des Punktes $(x_1 y_1)$ an den Kreis $x^2+y^2-r^2=0$ hat die Gleichung: $(x_1^2+y_1^2-r^2)(x^2+y^2-r^2)-(x x_1+y y_1-r^2)^2=0$. Die Gerade $x x_1+y y_1-r^2=0$ ist die Berührungssehne (Polare) des Punkts $x_1 y_1$ in bezug auf den Kreis, und dieser Punkt ist ihr Pol. Die Polaren aller Punkte einer Geraden gehen durch den Pol, die Pole aller Geraden durch einen Punkt liegen auf dessen Polare. Der Inhalt der Kreisfläche ist $r^2\pi$, wo π die Ludolffsche Zahl 3,1415926...; der Inhalt eines Sektors vom Zentriwinkel α^0 ist $\frac{r^2\pi\alpha}{360}$, der Inhalt des zugehörigen Segments ist $\frac{r^2\pi\alpha}{360}-\frac{1}{2}r^2\cos\alpha$. Die Länge der Kreisperipherie ist $2r\pi$, die Länge des Bogens vom Zentriwinkel α^0 $\frac{r\pi\alpha}{180}$. Die Punkte der Zentrale, in welchen sich die $\left\{\begin{matrix}\text{inneren}\\ \text{äußeren}\end{matrix}\right\}$ gemeinsamen Tangenten scheiden, heißen $\left\{\begin{matrix}\text{innerer}\\ \text{äußerer}\end{matrix}\right\}$ Aehnlichkeitspunkt (Kontingenzpunkt). Die Verbindungslinie der Endpunkte zweier parallelen Halbmesser geht durch den $\left\{\begin{matrix}\text{äußeren}\\ \text{inneren}\end{matrix}\right\}$ Aehnlichkeitspunkt, je nachdem die Halbmesser $\left\{\begin{matrix}\text{gleich}\\ \text{entgegengesetzt}\end{matrix}\right\}$ gerichtet sind. Auf jeder Linie durch einen Aehnlichkeitspunkt (Aehnlichkeitslinie) werden durch die beiden Kreise vier Abschnitte (vom Aehnlichkeitszentrum aus gemessen) bestimmt. Das Produkt der beiden äußeren und das Produkt der beiden inneren ist je von der Wahl der Aehnlichkeitslinie unabhängig. Satz von Monge: Sind drei Kreise gegeben, so liegen von den Aehnlichkeits-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

punkten, die fie paarweife beftimmen, die drei äußeren, ebenfo je zwei innere mit dem nicht zugehörigen äußeren in gerader Linie: vier Aehnlichkeitsachfen. Der Ort eines Punktes, welcher in bezug auf zwei Kreife diefelbe Potenz (f. oben) befitzt, ift eine Gerade, die Chordale oder Radikalachfe der Kreife, fie geht durch die Schnittpunkte der Kreife. Sind daher $K=0$ und $K'=0$ zwei Kreife, fo hat das Kreisbüfchel $K+\lambda K'=0$ eine gemeinfame Radikalachfe. In dem Büfchel exiftieren zwei Kreife, welche fich auf einen Punkt reduzieren: die fogenannten Grenzpunkte des Büfchels. Die Punkte liegen auf der gemeinfamen Zentrale, und jeder hat das im andern auf der Zentrale errichtete Lot zur Polare in bezug auf jeden der Kreife des Büfchels. Zieht man von einem Punkt der Radikalachfe an alle Büfchelkreife Tangenten, fo ift der Ort der Berührungspunkte ein Kreis, der alle Büfchelkreife unter rechtem Winkel fchneidet und durch die Grenzpunkte geht (Orthogonalkreis). Für drei Kreife, welche nicht einem Büfchel angehören, gibt es wenigftens einen Orthogonalkreis. Sein Mittelpunkt ift das Radikalzentrum (Chordalpunkt), in welchem fich die Radikalachfen der einzelnen Kreispaare fchneiden. Es exiftieren acht Kreife, welche je drei gegebene berühren (Taktionsproblem des Apollonius).

Literatur: [1] Salmon, Analytifche Geometrie der Kegelfchnitte, deutfch von Fiedler, 5. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1887, Kap. 7—10. — [2] Fiedler, W., Cyclographie, Leipzig 1882. — [3] Mac Clelland, W. D., Geometry of the Circle, London 1891. — [4] Mack, L., Analytifche Geometrie des Kreifes, Stuttgart 1855; f. ferner Literatur unter Geometrie [1]—[5]. *Wölffing.*

Kreisbewegung im engeren Sinne ift die gleichförmige Bewegung eines Punktes auf einem Kreife, in weiterem Sinne auch die Orthogonalprojektion einer folchen Bewegung auf eine Ebene oder Gerade, wobei der Punkt dann auf einer elliptifchen Bahn kreifend oder auf einer geradlinigen Bahn hin- und hergehend läuft.

$x=r\cos\omega t$, $y=r\sin\omega t$ find die Koordinaten des Punktes der eigentlichen Kreisbewegung; ω ift dabei die Winkelgefchwindigkeit, r der Radius der Kreisbewegung. $x=r\cos\omega t$, $y=rk\sin\omega t$ find die Koordinaten eines Punktes der Projektion auf eine Ebene, die mit der Ebene der Bewegung einen Winkel vom Kofinus k einfchließt. $x=r\cos\omega t$ ift die Projektion der Bewegung auf die x-Achfe. Die Komponenten v_x, v_y der Gefchwindigkeit und φ_x, φ_y der Befchleunigung berechnen fich folgendermaßen: $v_x=-r\omega\sin\omega t$, $v_y=rk\omega\cos\omega t$, $\varphi_x=-r\omega^2\cos\omega t$, $\varphi_y=-rk\omega^2\sin\omega t$, woraus hervorgeht, daß $\varphi_x=-\omega^2 x$, $\varphi_y=-\omega^2 y$ ift. Die Befchleunigung der Projektionsbewegung ift daher nach dem Mittelpunkt der Bewegung gerichtet und der Entfernung des Punktes von diefem Mittelpunkt proportional. Man kann deshalb die Projektionsbewegung auch durch eine nach dem Mittelpunkt zielende, der Entfernung proportionale Anziehungskraft erzeugen. Die Projektionsbewegung auf die Gerade ift die harmonifche Bewegung, wie fie ein Pendel von fehr kleiner Amplitude befchreibt. *Finfterwalder.*

Kreisbewegung (Hypocykloidalbewegung), Mechanismus zum Hin- und Herbewegen der Formenplatte von Zylinderflachformmafchinen; f. Buchdruckmafchinen.

Die auf Kufen oder Rollen in Bahnen gleitende Formenplatte (das Fundament) wird von einer Zugftange angetrieben, welche von einem horizontal angeordneten Zahnrade (dem Tänzer), das auf einem gleichfalls wagerechten Kegelrade (auf ftehender Welle montiert und von einem auf der Hauptwelle fitzenden kleineren Kegelrade getrieben) exzentrifch befeftigt ift, Bewegung erhält. Der Tänzer rollt im Kreife eines Zahnkranzes vom doppelten Durchmeffer ab. Fällt daher die Achfe des Zugftangenzapfens in die Peripherie des rollenden Rades, fo befchreibt die Pleuelftange einen vollkommen geradlinigen Weg. Diefer Umftand erklärt den großen Nutzen des Mechanismus für Buchdruckpreffen; es finden keine ftörenden Nebenwirkungen auf das bewegte Fundament ftatt. *A. W. Unger.*

Kreisbogenabfteckung, f. Kurvenabfteckung.

Kreifel. Jeder rotierende Körper und jeder rotierende Teil eines Körperfyftems zeigt ein eigentümliches Beharrungsvermögen und reagiert auf äußere Störungen vielfach in überrafchender Weife. Bedingung hierfür ift, daß der Körper fich nach allen Seiten neigen und unbehindert einftellen kann. Bei befchränkter Bewegungsfreiheit hört die Widerftandsfähigkeit gegen äußere Störungen auf. — Im engeren Sinne bezeichnen wir einen Körper als Kreifel oder fymmetrifchen Kreifel, wenn feine Maffe fymmetrifch um eine Achfe angeordnet und der Schwerpunkt auf derfelben Achfe liegt, oder etwas allgemeiner gefagt, wenn das Trägheitsellipfoid für den Schwerpunkt ein Umdrehungsellipfoid wird (bei gewöhnlicher Formgebung des Kreifels als Schwungring handelt es fich um ein abgeplattetes Umdrehungsellipfoid). Der Kreifel wird in der Regel fo betätigt, daß er eine ftarke Rotation um eine Achfe erhält, die anfangs nahezu mit der Symmetrieachfe (Umdrehungsachfe des Trägheitsellipfoids) zufammenfällt und die dann auch im Laufe der Bewegung nicht weit von ihr abweicht.

Typifche Vorkommniffe der Kreifelbewegung find:

a) Der im Raum frei bewegliche Körper. Hat man die Schwerpunktsbahn eines folchen Körpers unter der Einwirkung der vorhandenen Kräfte ermittelt (alfo z. B. Wurfparabel, wenn nur die Schwere wirkt und vom Luftwiderftand abgefehen werden kann), fo kommt es weiter darauf an, die Drehungen des Körpers um den Schwerpunkt zu finden. Diefe Bewegung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

iſt, wenn die vorhandenen Kräfte kein Moment um den Schwerpunkt geben, dieſelbe wie die Bewegung des kräftefreien Kreiſels um einen feſten Unterſtützungspunkt. Beiſpiele hierzu bietet die Balliſtik in den Geſchoßpendelungen und die Aſtronomie in der Präzeſſion und Nutation der Erdachſe ſowie deren Polſchwankungen.

b) Der Kreiſel mit feſtem Stützpunkt in einer Pfanne. Wenn der Stützpunkt mit dem Schwerpunkt des Körpers zuſammenfällt, iſt der Kreiſel kräftefrei, d. h. der Schwerewirkung entzogen; wenn der Schwerpunkt oberhalb der Horizontalebene durch den Stützpunkt liegt, iſt der Kreiſel von Haus aus inſtabil und bedarf einer hinreichend großen Rotation, um ſtabiliert zu werden; wenn der Schwerpunkt unter jener Horizontalebene liegt, iſt er von Haus aus ſtabil. Einen derartigen Kreiſel mit verſtellbarem Schwerpunkt und regulierbaren Trägheitsmomenten hat Maxwell [6] bauen laſſen. Durch Aufſetzen einer ſektoriell geteilten farbigen Scheibe zeigte er zugleich, wie die Drehachſe in ſeinem Kreiſel bei der Bewegung wechſelt.

c) Um die Reibung in der Pfanne durch die ſicherer zu beherrſchende Lagerreibung zu erſetzen, zieht man es meiſt vor, den Kreiſel (Schwungring) in einen inneren Ring zu lagern, der ſeinerſeits in Zapfen in einem äußeren Ringe läuft. Die Verbindungslinie der Zapfen ſteht ſenkrecht zur Drehachſe des Schwungringes ſowie zu derjenigen (feſten) Achſe, um die der äußere Ring drehbar iſt. Dieſe drei Drehachſen verkörpern die drei Freiheitsgrade, die dem Kreiſel zukommen. Die Vorrichtung heißt cardaniſche Aufhängung (ſ. Aufhängung). Man richtet es in der Regel ſo ein, daß der Schnittpunkt der Drehachſen des äußeren und inneren Ringes, der dem Unterſtützungspunkt im vorigen Falle entſpricht, mit dem Schwerpunkt des Schwungringes zuſammenfällt — kräftefreier Kreiſel. Durch ein verſtellbares Uebergewicht kann der Schwerpunkt nachträglich verlagert werden. Dieſe Anordnung findet ſich beim Bohnenbergerſchen Maſchinchen (zur Darſtellung des Beharrungsvermögens eines rotierenden Körpers und des ſeitlichen Ausweichens ſeiner Achſe bei äußeren Störungen), beim Feſſelſchen Apparat (zur qualitativen und quantitativen Darſtellung der Präzeſſion der Erdachſe infolge der Sonnenanziehung) und in beſonders ſorgſamer Ausführung beim Foucaultſchen Gyroſkop [7]. Foucault beabſichtigte, ſeinem Pendelverſuch als objektiven Beweis der Erddrehung entſprechende Kreiſelverſuche hinzuzufügen. Ferner zeigte er die Möglichkeit an, den Kompaß durch eine Kreiſelvorrichtung zu erſetzen (ſ. unten). Erfolgreich durchgeführt wurde aber der Nachweis der Erdrotation durch Kreiſelwirkungen erſt in der abgeänderten Anordnung des Barogyroſkops von Gilbert [8] und bei ſtärkeren Maſſenwirkungen durch Verſuche von Föppl [9].

d) Der Kreiſel auf horizontaler Unterlage, Kinderkreiſel. Die Bahnkurve des Stützpunktes beſteht nach Eintritt eines gewiſſen Gleichgewichtszuſtandes in Kreiſen, deren Radius ſich wegen der gleitenden Reibung an der Unterlage allmählich verengert. Bei geneigter Unterlage ſchreitet der Stützpunkt in Cykloidenbögen im Mittel in einer Richtung vor, die ſenkrecht ſteht zur Richtung größten Gefälles.

Das Verſtändnis der Kreiſelbewegungen wird am beſten gefördert durch einen allgemeinen Begriff, den wir Drall-, Antriebs- oder Impulsmoment nennen. Beim einzelnen Maſſenpunkt bedeutet die ſogenannte Bewegungsgröße $m\,v$ bekanntlich denjenigen Antrieb, Stoß oder „Impuls“, der die Maſſe m von der Ruhe aus plötzlich in die jeweilige Geſchwindigkeit v überzuführen imſtande wäre. Beim ſtarren rotierenden Körper tritt an Stelle hiervon das Moment der Bewegungsgröße (das Antriebs- oder Impulsmoment), kurz, der Drehſtoß oder Drall um einen geeigneten „Bezugspunkt“ (z. B. Schwerpunkt oder feſten Unterſtützungspunkt). Wir ſtellen dieſe Größe durch einen Pfeil dar und ſprechen von dieſem als dem Impulsvektor oder Impuls (vgl. [3], Kap. II). Legen wir durch den Bezugspunkt rechtwinklige Achſen $x\,y\,z$, die mit den Hauptträgheitsachſen des Körpers zuſammenfallen, ſo werden die Komponenten des Impulſes nach ihnen: $J_x\,\omega_x$, $J_y\,\omega_y$, $J_z\,\omega_z$, wo $J_x\,J_y\,J_z$ die drei Hauptträgheitsmomente, $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ die Komponenten der augenblicklichen Drehgeſchwindigkeit ω nach jenen Achſen ſind. Von dieſem Impuls gilt nun der folgende Doppelſatz (vgl. [3], Kap. II, §. 5):

I. Bei dem kräftefreien Kreiſel (d. h. einem Körper, für den die etwa vorhandenen äußeren Kräfte kein Moment um den Bezugspunkt geben) bleibt der Impuls nach Richtung und Größe im Raume konſtant.

II. Beim Vorhandenſein beliebiger Kräfte, die um den Bezugspunkt ein Moment ergeben, das nach Größe und Achſe durch einen Momentenpfeil $\mathfrak{M}$ dargeſtellt werden möge, iſt die Aenderung dJ des Impulſes in jedem Augenblicke gleich $\mathfrak{M}\,dt$.

Die konſtanten Komponenten des Impulſes im Falle I ſind mit den drei Konſtanten des Flächenſatzes für drei Raumachſen identiſch. Wenn es ſich wie gewöhnlich im Falle II um die Schwere handelt, wird $\mathfrak{M}$ horizontal und der Größe nach gleich $G\,e \sin\vartheta$, wo G das Gewicht, e den Abſtand des Schwerpunkts vom Stützpunkt und ϑ den Winkel zwiſchen Schwerpunktsachſe und Vertikale bedeutet. In beiden Fällen I und II ſind die ſogenannten Eulerſchen Differentialgleichungen [1] der Drehung nichts andres als die analytiſche Umſchreibung der vorſtehenden geometriſch-dynamiſchen Tatſachen.

Im Falle I erzeugt man die allgemeinſte Bewegung des Kreiſels dadurch, daß man ſein Trägheitsellipſoid auf einer Ebene abrollen läßt, die ſenkrecht zu der nach Satz I im Raume feſten Impulsrichtung liegt [2].

Im Falle II unter der Wirkung der Schwere intereſſiert man ſich vornehmlich für die regelmäßige Präzeſſion und die präzeſſionsähnlichen Bewegungen („pſeudoreguläre Präzeſſion“), wobei man den Fall des ſymmetriſchen Kreiſels und eine ſtarke, ungefähr um die Symmetrieachſe erfolgende Rotation vorausſetzen darf. Hierbei hat man ſcharf zu unterſcheiden zwiſchen 1. Symmetrie- oder Figurenachſe des Kreiſels, eine im Körper feſte Gerade; 2. jeweilige Rotationsachſe, im Körper und im Raum wechſelnd; 3. jeweilige Achſe des Impulſes, im Raume nach Satz II wechſelnd, im Körper ebenfalls variabel. —

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim ſymmetriſchen Kreiſel liegen alle drei Achſen beſtändig in einer Ebene und kann die Impuls- aus der Rotationsachſe (oder umgekehrt) durch eine Konſtruktion am Trägheitsellipſoid gefunden werden ([2] oder [3], Kap. II, § 4).

Die reguläre Präzeſſion beſteht darin, daß jede der drei Achſen um die Vertikale einen Umdrehungskegel mit konſtanter Geſchwindigkeit beſchreibt. Ihre Möglichkeit ſetzt aber außer der Schwerewirkung noch die Einleitung einer geeigneten Anfangsbewegung voraus. Im allgemeinen tritt dieſe Präzeſſion nicht rein auf, ſondern iſt von kleinen, vielfach unmerklich kleinen Schwankungen der Figurenachſe oder Nutationen überlagert; es entſteht ſo die pſeudoreguläre Präzeſſion. Man erklärt ſie nach Satz II folgendermaßen: Der Anfangsimpuls ſei ſtark und habe annähernd die Richtung der Figurenachſe; die Aenderung des Impulſes iſt gleich $\mathfrak{M}\,dt$; $\mathfrak{M}$ liegt horizontal und ſteht ſenkrecht auf der Figurenachſe, daher urſprünglich annähernd ſenkrecht auf dem Impuls. Man betrachte die Horizontalebene durch den Endpunkt des Impulsvektors; in ihr ſchreitet dieſer Endpunkt mit der Geſchwindigkeit $\mathfrak{M}$ fort, alſo zunächſt ungefähr nach einem Kreiſe um die Vertikale. Die Figurenachſe wird ſchnell um die augenblickliche Rotationsachſe auf ſchmalem Kegel umgedreht. Daher erleidet auch $\mathfrak{M}$ kleine Richtungsſchwankungen und die genannte annähernd kreisförmige Bahn des Impulsendpunktes kleine Auszackungen. Im Mittel aber bleibt die urſprüngliche engbenachbarte Lage der drei Achſen und ihre Neigung gegen die Vertikale erhalten. Sie beſchreiben jede ihren Präzeſſionskegel mit durchſchnittlich gleichförmiger Geſchwindigkeit ([3], Kap. V, § 2). Wir haben ſo das auffallende Ergebnis, daß unter dem Einfluß der nach unten wirkenden Schwere die Achſe (z. B. die Figurenachſe) ſeitlich ausweicht und ihre mittlere Neigung trotz der Schwere behauptet. Man bemerke aber, daß das Ausweichen ſenkrecht gegen die Schwererichtung nicht unter allen Umſtänden gilt; bei den beſprochenen Nutationen gibt es auch Momente, wo die Achſe nach unten, alſo in der Schwererichtung ſchwankt; nur kommt dieſe Schwankung im Mittel der Zeitbeobachtung nicht zum Ausdruck. Beiläufig ſei bemerkt, daß das Aufrichten der Kreiſelachſe, welches man oft, z. B. bei dem Kinderkreiſel (ſ. oben unter d), beobachtet, ſeinen Grund in der Reibung an der Unterlage oder Pfanne hat (vgl. [3], Kap. VII).

Für die techniſchen Anwendungen iſt die folgende, an Satz II anknüpfende Betrachtung beſonders wichtig: Ein Schwungring vom polaren Trägheitsmomente J drehe ſich mit der Winkelgeſchwindigkeit ω um ſeine Achſe, die horizontal gedacht werde. Man verſuche, dieſelbe während der Zeit dt um die Vertikale durch einen Winkel $d\varphi$ zu drehen. Alsdann tritt ein Gegenmoment, das wir kurz als Kreiſelwirkung bezeichnen, auf um die horizontale zur Schwungringachſe ſenkrechte Richtung vom Betrage $J\omega\frac{d\varphi}{dt}$. Denkt man ſich nämlich den Impuls $J\omega$ zunächſt mitgedreht, ſo würde er eine Ablenkung $J\omega\,d\varphi$ erleiden; dazu iſt nach Satz II ein äußeres Moment von der Größe

$$\mathfrak{M}=J\omega\frac{d\varphi}{dt}$$

erforderlich; wird dieſes nicht ausgeübt, ſo wirkt ein ſcheinbares Gegenmoment vermöge der Trägheitskräfte von dem gleichen Betrage. Der Sinn dieſes Momentes wird am einfachſten durch die Foucaultſche Regel [7] beſtimmt: Das Gegenmoment wirkt in ſolchem Sinne, daß es die urſprüngliche Drehachſe (ω) mit der hinzukommenden Drehung $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)$ gleichſinnig parallel zu ſtellen ſtrebt.

Die vollſtändige mathematiſche Beſchreibung der Kreiſelbewegungen führt ſelbſt in dem einfachen Falle des der Schwere unterworfenen ſymmetriſchen Kreiſels auf elliptiſche Integrale und Funktionen (vgl. [3], Cap. IV, VI); beim unſymmetriſchen Kreiſel iſt die genaue mathematiſche Behandlung überhaupt noch nicht gelungen (vgl. [3], Kap. V, § 9). Das mechaniſche Verſtändnis der Bewegungen hängt aber natürlich nicht an der mathematiſchen Formel.

Unter den populären Erklärungen der Kreiſeltheorie (vgl. a. [3], Kap. V, § 3) kann man zwei Gruppen unterſcheiden; die eine, auf Poggendorff [10] zurückgehende, knüpft an die Vorſtellungen der Punktmechanik an und operiert mit den gewöhnlichen und zuſammengeſetzten (Coriolisſchen) Zentrifugalkräften der einzelnen Maſſenteilchen; die andre Gruppe geht auf Airy [11] zurück und arbeitet mit dem dem Körper als Ganzem zukommenden Begriff der Drehung und dem Parallelogramm der Drehungspfeile.

Von den Anwendungen können die balliſtiſchen und aſtronomiſchen hier ausgeſchloſſen werden, da ſie an andrer Stelle behandelt ſind. Wir beſchränken uns auf die eigentlichen **techniſchen Anwendungen,** deren Bedeutung in dauerndem Wachſen begriffen iſt.

1. Kreiſelwirkungen im Eiſenbahnbetriebe. Der Zug durchfahre eine Kurve vom Krümmungsradius R mit der Geſchwindigkeit v. Die Kreiſelwirkung iſt ein Moment um die Fahrtrichtung von dem gleichen Sinne wie das Moment der Zentrifugalwirkung, welches die äußere Schiene belaſtet, die innere entlaſtet. Man betrachte eine einzelne Achſe; r ſei der Radius der Räder. Iſt M_r die reduzierte Maſſe des Radſatzes für den Radius r, ſo wird die Kreiſelwirkung nach obigem $\mathfrak{M}=J\omega\frac{d\varphi}{dt}=M_r v^2\frac{r}{R}$. Das Moment der Zentrifugalwirkung iſt gleichzeitig $\mathfrak{N}=Mv^2\frac{h}{R}$, wo M die auf die Achſe entfallende Maſſe des Fahrzeuges, h die Höhe des Schwerpunktes über der Schienenoberkante. Wie man ſieht, iſt $\mathfrak{M}$ nur ein kleiner Bruchteil von $\mathfrak{N}$ und daher praktiſch unweſentlich [12], [13].

Erheblicher wird eine Kreiſelwirkung, die zu Beginn oder beim Verlaſſen einer Kurve entſteht. Wegen der Ueberhöhung der äußeren Schiene wird die Drehachſe des Radſatzes hierbei um die Fahrtrichtung gedreht. Es entſteht dabei eine Kreiſelwirkung um die zur Fahrtrichtung und Radachſe gemeinſame Senkrechte, d. h. um die Vertikale. Dieſe Kreiſelwirkung bedingt ein Schlingern des Fahrzeuges.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beſonders ſtark können ſolche Kreiſelwirkungen bei Gleisfehlern, Ausbiegungen nach der Seite oder nach oben (Froſtbeulen) werden, da ſie kurze und ſtarke Ausdrehungen der Drehachſe bedingen können. Bei den Probefahrten der Berliner Studiengeſellſchaft für Schnellbetrieb hat man ſolche Wirkungen in bedenklichem Maße zu erkennen geglaubt. Sie verſchwanden bei einer Verſtärkung und ſorgſamen Ueberwachung des Oberbaues [14].

2. Kreiſelwirkungen bei andern Fahrzeugen. Erhebliche Kreiſelwirkungen müſſen auch im Automobilbetrieb auftreten. Bei den Raddampfern beobachtet man ein ſeitliches Ueberlegen des Schiffes beim Steuern, das zum Teil auf die Kreiſelwirkung der Schaufelräder zurückgeführt wird. In erhöhtem Maße können ſie beim Steuern der mit Dampfturbinen betriebenen Schiffe auftreten, wenn dieſe mit hohen Umdrehungszahlen arbeiten [12], [15].

3. Vermeintliche Kreiſelwirkungen beim Radfahren. Da man den Radkranz des Zweirades möglichſt leicht baut, ſeine Trägheitswirkung alſo möglichſt ſchwächt, ſo iſt von vornherein zu überſehen, daß die Kreiſelwirkung für die Stabilität des Radfahrers verhältnismäßig belanglos iſt und jedenfalls erſt in zweiter Linie in Betracht kommt. Der weſentliche Umſtand für das Gleichgewicht des Radfahrers ſind die Zentrifugalwirkungen, die durch die Betätigung der Lenkſtange und durch unbewußte Schwerpunktsverlegungen des Fahrers ausgelöſt werden und die bei leichten Krümmungen der Fahrtrichtung ins Spiel kommen [16].

4. Der Geradlaufapparat des Whithead-Torpedos, Syſtem Obry [17]. Im Hinterteil eines jeden Torpedogeſchoſſes, wie es heutzutage von den meiſten Marinen benutzt wird, befindet ſich neben einem hydroſtatiſchen Apparat zur Tiefenſteuerung ein Kreiſelapparat zur Seitenſteuerung. Dieſer beſteht aus einem nach Art von c) cardaniſch aufgehängten Schwungringe von etwa 500 g Gewicht. Wenn ſich das Torpedo dreht, behält der Schwungring ſeine urſprüngliche Richtung bei, dreht ſich alſo relativ gegen das Gehäuſe des Torpedos. Ein an dem äußeren Kreiſelringe befeſtigter Stift öffnet dabei ein am Gehäuſe des Torpedos angebrachtes Ventil, das Preßluft aus der Betriebskammer des Torpedos ausläßt und dadurch Seitenruder auslegt. Dieſe ſteuern der ſtattgehabten Seitenablenkung entgegen. Der Kreiſel wird zugleich mit dem Abſchießen des Torpedos in Drehung verſetzt und macht angeblich 10000 Umläufe in der Minute. Es handelt ſich hierbei um das Prinzip des indirekten Geradlaufes: Der Kreiſel dient nur zur Wahrnehmung der Seitenablenkung und liefert nicht ſelbſt die Energie zu ihrer Korrigierung. Das Prinzip des direkten Geradlaufes beim Howell-Torpedo, bei welchem ein ſchwerer Schwungring mit ſeiner Achſe querſchiffs im Torpedo angebracht iſt und durch ſeine Gegenmomente das Torpedo ohne Vermittlung einer ſonſtigen Energiequelle zurückſteuern ſoll, hat ſich nicht bewährt.

5. Die Idee von Foucault, den Kreiſel vermöge ſeiner Orientierungsſtabilität im Raume als Erſatz für den Kompaß einzuführen, iſt durch die Bedürfniſſe der Unterſeeboote der Verwirklichung wieder nahegerückt worden. Die Verſuche ſind noch nicht abgeſchloſſen, ſollen aber z. B. in den Modellen von Ach im allgemeinen günſtig verlaufen. Scheinbar negativen Erfolg haben Verſuche, die von Siemens & Halske veranlaßt wurden, gezeigt [18]. Ebenfalls auf der Kreiſelwirkung beruht der ſogenannte künſtliche Horizont von Fleuriais [19].

6. Die großartigſte techniſche Anwendung der Kreiſeltheorie ſtellt der von O. Schlick erſonnene und ausgeführte Schiffskreiſel [20] dar. Ein ſchwerer Schwungring S, bei der vorläufigen Verſuchseinrichtung von 1 m Durchmeſſer und 502 kg Gewicht, liegt mit ſeiner Achſe in der mittleren Lage aufrecht und iſt in einem Ringe R gelagert, der ſich um eine Achſe querſchiffs drehen kann. Der Schwungring wird durch Dampfturbinen angetrieben. Wenn das Schiff rollt, d. h. ſich um ſeine Längsachſe dreht, dreht ſich der Ring R vermöge der auftretenden Kreiſelwirkung und ſchlägt die Schwungringachſe in der Mittelebene des Schiffes aus. Dadurch wird bei 1600 Uml./Min. des Schwungringes die Amplitude des Rollens auf ein Fünfzehntel desjenigen Betrages verkleinert, den das Schiff unter gleichen Umſtänden bei feſtgeſtelltem Kreiſel hätte. Ein Uebergewicht an R ſorgt dafür, daß die mittlere vertikale Lage der Schwungringachſe erhalten bleibt. Wichtig iſt die Anbringung einer Bremſe an R, durch welche die Energie der Rollbewegung direkt in Wärme umgeſetzt und für das Schiff unſchädlich gemacht wird. Die Vorverſuche an einem Torpedoboote vom Jahre 1906 ſcheinen vielverſprechend zu ſein.

Literatur: [1] Die älteren Arbeiten von D'Alembert, Euler, Poiſſon zielen auf die allgemeine Grundlegung des mechaniſchen Problems der Rotation und ſpezieller auf die aſtronomiſchen Fragen der Präzeſſion der Erdachſe; ſie können daher hier übergangen werden. Die Ableitung der Eulerſchen Differentialgleichungen des Kreiſelproblems findet ſich in allen Lehrbüchern der analytiſchen Mechanik, z. B.: Kirchhoff, Mechanik, 6. Vorleſung, ferner bei Ritter, A. Analytiſche Mechanik, § 104; Föppl, A., Vorleſungen über techniſche Mechanik, Bd. 4, § 21; vgl. a. [3], Kap. III. — [2] Der Klaſſiker des Kreiſelproblems iſt L. Poinſot: Théorie des cônes circulaires roulantes, 1853; Théorie des équinoxes, Paris 1857; namentlich aber Théorie nouvelle de la rotation des corps, Paris 1834, deutſch von Schellbach, Berlin 1851; die Methode Poinſots iſt vorbildlich für das anſchaulich-geometriſche Erfaſſen der Mechanik. — [3] Ausführlichſte Einzeldarſtellung: Klein, F., und Sommerfeld, A., Theorie des Kreiſels, Leipzig 1897, 1898, 1903; im Sinne Poinſots geſchrieben, aber vielfach über ihn hinausgehend in den analytiſchen Hilfsmitteln und in Rückſicht auf die Anwendungen; die techniſchen Anwendungen in dem noch nicht erſchienenen 4. Teile. — [4] Greenhill, A. G., The mathematical theory of the top considered historically; Verhandl. des III. Internat. mathemat. Kongreſſes, Leipzig 1905, S. 100, liefert eine ſorgfältige Darſtellung der mathematiſchen Geſchichte des Kreiſelproblems von Segner bis auf die Jetztzeit. — [5] Perry, John, Spinning Top, Drehkreiſel, deutſch von Walzel, Leipzig 1904, volkstümlicher Vortrag mit Beſchreibung vieler anregender Verſuche und Andeutung ihrer Erklärung. — [6] Maxwell, J. Clerk, On a mechanical top, Transactions of the R. Scott. Soc. of Arts, 1856; abgedruckt in Scientific Papers, Bd. 1, S. 246. — [7] Foucault, Léon, Sur une nouvelle démonstration expérimentale du mouvement de la terre; Sur les phénomènes d'orientation des corps

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

tournants entraînés par une axe fixe à la surface de la terre; Nouveaux signes sensibles du mouvement diurne, Compt. rend., Paris 1852, Bd. 35, S. 421 und 524; Sur la tendance des rotations au parallélisme, ebend., S. 602; Instructions sur les expériences du gyroscope, in dem Buche: Recueil des travaux scientifiques de L. Foucault, Paris 1878. — [8] Gilbert, Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes du mouvement relatif, Annales de la Soc. scientifique de Bruxelles, Bd. 6 und 7, 1881—83; der Apparat iſt beſchrieben in dem Katalog mathematiſcher Modelle u.ſ.w., im Auftrage der Deutſchen Math. Vereinigung herausg. von Dyck, Nachtrag, München 1893. — [9] Föppl, A., Ueber einen Kreiſelverſuch zur Meſſung der Umdrehungsgeſchwindigkeit der Erde, Sitzungsber. d. Bayr. Akad. d. Wiſſ., 1904, Bd. 34. — [10] „Noch ein Wort über die Feſſelſche Rotationsmaſchine", Poggendorffs Ann. d. Phyſ., Bd. 90, S. 348; anſchließend z. B.: Koppe, M., Ueber die Bewegung des Kreiſels, Zeitſchr. f. d. phyſ. u. chem. Unterricht von Poske, 1890; Zur Kreiſelbewegung, ebend. 1896. — [11] Airy, Mathematical Tracts, Cambridge 1831 (vgl. das Kapitel: Precession of the equinoxe, Nr. 1—15); anſchließend: Schmidt, A., Die elementare Behandlung des Kreiſelproblems, Math.-naturwiſſ. Mitteilungen von Böklen, 1886, Heft 3; v. Lang, Lehrbuch d. theoret. Phyſik, § 55. — [12] Worthington, Dynamics of rotation, an elementary introduction to rigid dynamics, 5. Aufl., London 1905, S. 157, Beiſp. 1. — [13] Kötter, F., Die Kreiſelwirkung der Räderpaare bei regelmäßiger Bewegung des Wagens in kreisförmigen Bahnen, Sitzungsber. d. Berliner Mathem. Geſellſchaft, 3. Jahrg., 1904, S. 36. — [14] Wittfeld, Ueber Schnellbahnen und elektriſche Zugförderung auf Hauptbahnen, Glaſers Ann. für Gewerbe und Bauweſen 1902, Bd. 50, S. 86. — [15] Föppl, A., Vorleſungen über techniſche Mechanik, IV, § 25, S. 204. — [16] Encyklop. d. mathem. Wiſſenſch., Bd. 4, Mechanik, Artikel 9, „Spiel und Sport", von G. T. Walker. — [17] Diegel, Selbſttätige Steuerung der Torpedos durch den Geradlaufapparat, Marinerundſchau 1899, Heft 5. — [18] Marthienſſen, Die Verwendbarkeit des Rotationskompaſſes als Erſatz des magnetiſchen Kompaſſes, Phyſikal. Zeitſchr., 7. Jahrg., 1906, S. 535. — [19] Caſpari, Ed., Horizon gyroscopique dans le vide du Contre-amiral Fleuriais, Journ. de phys., Mai 1897. — [20] Schlick, O., Der gyroſkopiſche Einfluß rotierender Schwungräder an Bord von Schiffen; Verſuche mit dem Schiffskreiſel, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, Bd. 50, S. 1466 und 1929; Föppl, A., Die Theorie des Schlickſchen Schiffskreiſels, ebend., 1904, Bd. 48, S. 478. Bei dem berühmten „Beſſemer-Schiff" war um die Mitte des vorigen Jahrhunderts der Verſuch gemacht worden, eine ſeefeſte Kajüte durch Kreiſelwirkung herzuſtellen; dabei war aber die Bemerkung am Anfange dieſes Artikels nicht berückſichtigt, daß der Kreiſel nur dann ſtabilieren könne, wenn er ſelbſt mit der nötigen Beweglichkeit ausgeſtattet iſt, d. h. mit ſeiner Achſe frei ausſchlagen können müſſe. Das „Beſſemer-Schiff" hatte daher auch in dieſer Hinſicht, wie es nicht anders ſein konnte, einen vollen Mißerfolg. *A. Sommerfeld.*

Kreiſelrätter, ſ. Siebvorrichtungen.

Kreiſelwipper, im Bergbau Einrichtung zum Entleeren der Förderwagen (vgl. die Werke über Aufbereitung).

Kreisevolvente, ſ. Kurven, cykliſche.

Kreisfunktionen, ſ. Goniometrie.

Kreiskonſtante, der Winkel ϱ, deſſen Bogen gleich dem Radius r iſt (vgl. a. Breitengradmeſſung, Bd. 2, S. 256).

ϱ iſt in Graden: $\varrho^0 = 180/\pi = 57{,}29577951^0$;
Minuten: $\varrho' = 10800/\pi = 3437{,}74677'$;
Sekunden: $\varrho'' = 648000/\pi = 206264{,}806''$.

Kreisprozeß. Den Zuſtand eines Körpers denkt man ſich durch diejenigen Größen charakteriſiert, welche (als Unabhängigveränderliche) ſeine Energie (ſ. d.) beſtimmen. Als Zuſtandsänderungen ſind alſo die Aenderungen dieſer Größen ins Auge zu faſſen. Kehrt der Körper nach beliebigen Zuſtandsänderungen in ſeinen Anfangszuſtand zurück, ſo hat man es mit einem Kreisprozeß zu tun. Ein umkehrbarer Kreisprozeß beſteht aus lauter umkehrbaren Zuſtandsänderungen (ſ. d.).

Die allgemeinſten Beziehungen für Kreisprozeſſe wurden in Bd. 3, S. 450, 459, gegeben, hier mögen die gewöhnlichen Beſchränkungen der mechaniſchen Wärmetheorie (ſ. d.) gelten, wonach als Energiezufuhr von außen (Abfuhr gleich negative Zufuhr) nur die Arbeit äußerer Kräfte (ſ. d.) und Wärme in Betracht kommen, und die äußeren Kräfte mit den ihnen von innen entgegenwirkenden Kräften fortwährend im Gleichgewicht ſind. Bezeichnen dann $W = 1/A = 424$ das mechaniſche Wärmeäquivalent (ſ. d.), $T = a + t$ die abſolute Temperatur (ſ. d., $a = 273^0$, t Temperatur nach Celſius) und im ganzen oder pro Gewichtseinheit U die Eigenenergie oder innere Arbeit (ſ. d.) in Meterkilogramm, L die äußere Arbeit (ſ. d.) in Meterkilogramm, Q die Wärmezufuhr in Kalorien (ſ. d.) und S die Entropie (ſ. d.), ſo beſtimmen die den Zuſtand charakteriſierenden Größen neben U auch T, S, und man hat für beliebige Kreisprozeſſe:

$$\int dU = 0, \qquad L = WQ = \int T\,dS, \qquad Q = AL, \qquad \int \frac{dQ}{T} = 0. \qquad 1.$$

Werden für alle durchlaufenen Zuſtände die S als Abſziſſen, die T als Ordinaten angetragen, ſo ſtellt Fig. 1 einen Kreisprozeß dar. Meiſt werden in der mechaniſchen Wärmetheorie nur ſolche Körper unterſucht, für welche von äußeren Kräften nur ein auf die ganze Oberfläche gleichmäßig verteilter Normaldruck von p pro Flächeneinheit in Betracht kommt, und dieſer zuſammen mit dem Volumen v pro Gewichtseinheit die Energie U beſtimmen. Denkt man ſich dann für die durchlaufenen Zuſtände p, v die v als Abſziſſen, die p als Ordinaten aufgetragen, ſo ſtellt Fig. 2 einen Kreisprozeß dar. S. a. Aeußere Arbeit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Kreisprozeſſe wurden durch Sadi Carnot in die Wärmelehre eingeführt [1], während Clapeyron ihre analytiſche Behandlung und graphiſche Darſtellung zeigte [2], der Name rührt von Clausius her [5], S. 35. Ein Kreisprozeß heißt nach Grashof rechtsläufig oder rückläufig, je nachdem der betrachtete Körper während desſelben Wärme aufnimmt und Arbeit leiſtet (Q, L poſitiv) oder aber Wärme abgibt und Arbeit gewinnt (Q, L negativ). Im erſten Falle wird der Umfang der Fläche F (Fig. 1 u. 2) vom Endpunkt der Ordinate T oder p rechts herum durchlaufen, der Bewegung des Uhrzeigers entſprechend, und iſt die äußere Arbeit $L = WQ = F$, im zweiten Falle wird der Umfang jener Fläche vom Endpunkt der Ordinate T oder p links herum durchlaufen und iſt $L = WQ = -F$. Wenn alſo ein Körper Arbeit leiſten ſoll, wie der Dampf, die Luft u. ſ. w. in Wärmemotoren (ſ. d.), ſo müſſen die Kreisprozeſſe rechtsläufig erfolgen, während in Kältemaſchinen (ſ. d.) rückläufige Kreisprozeſſe ſtattfinden und demgemäß Arbeit aufgewendet werden muß. Bei jedem Kreisprozeſſe eines Körpers wird letzterem nacheinander Wärme zu- und abgeführt. Bezeichnen Q_1, Q_2 die Abſolutwerte der Wärmezufuhr und Wärmeentziehung, ſo iſt die größte äußere Arbeit, welche durch irgend einen Kreisprozeß zwiſchen einer oberen Grenztemperatur T_1 und einer unteren Grenztemperatur T_2 geleiſtet werden kann:

$$L = \frac{Q_1}{A T_1}(T_1 - T_2) = \frac{Q_2}{A T_2}(T_1 - T_2), \text{ wobei } \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}. \qquad 2.$$

Dieſe Arbeit entſpricht, wie zuerſt Carnot erkannte, einem Kreisprozeß, der aus zwei iſothermiſchen Zuſtandsänderungen (ſ. d.) und aus zwei adiabatiſchen Zuſtandsänderungen (ſ. d.) beſteht (Fig. 3, 4) und einfacher Kreisprozeß oder Carnotſcher Kreisprozeß genannt wird. Sind anſtatt der Grenztemperaturen andre Bedingungen vorgeſchrieben (z. B. Grenzdrücke, Grenzvolumen), ſo liefern auch andre Kreisprozeſſe die größte äußere Arbeit (vgl. Wärmemotoren und [8] I S. 91). Jeden beliebigen Kreisprozeß kann man entſprechend der Zerlegung ſeiner Arbeitsfläche in Elemente oder endliche Teile derart zerlegen, daß für die Einzelprozeſſe wie im ganzen die Bedingungen 1. erfüllt ſind und für die erſteren zuſammen $L = WQ$ den gleichen Wert wie für den reſultierenden Kreisprozeß hat. In Fig. 5, 6 iſt beiſpielsweiſe die Zerlegung in elementare Carnotſche Kreisprozeſſe angedeutet.

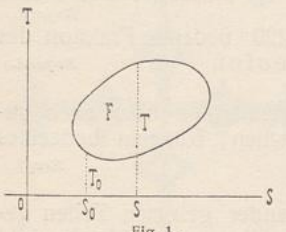


Fig. 1.

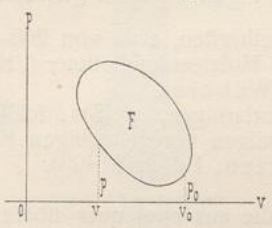


Fig. 2.

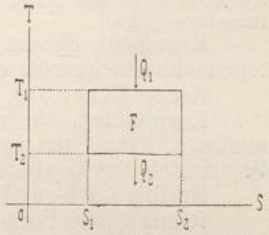


Fig. 3.

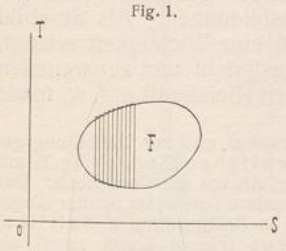


Fig. 5.

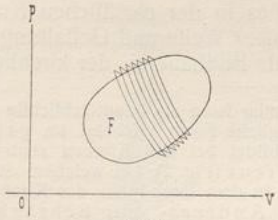


Fig. 6.

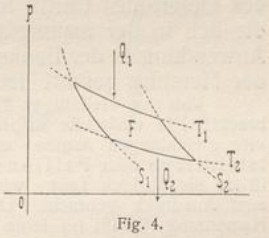


Fig. 4.

Literatur: [1] Carnot, Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines à développer cette puissance, Paris 1824, S. 32 (2. Aufl., Paris 1878). — [2] Clapeyron, Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur, Journal de l'Ecole polytechnique 1834, XIV, S. 170, 199 (Poggendorffs Annalen 1843, LIX, S. 446, 566). — [3] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, I, Leipzig 1875, S. 78; II, Hamburg u. Leipzig 1890, S. 403, 535, 539, 758, 772 u. ſ. w. — [4] Rühlmann, Handbuch der mech. Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1876, S. 313, 360, 414, 417 u. ſ. w. — [5] Clauſius, Die mechan. Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1887, S. 34, 72, 97, 105, 293 u. ſ. w. — [6] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, I, Leipzig 1900, S. 42, 276, 291; II, Leipzig 1901, S. 351. — [7] Chwolſon, Lehrbuch der Phyſik, III, Die Lehre von der Wärme, Braunſchweig 1905, S. 455, 468, 490 u. ſ. w. — [8] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 31, 39, 42, 84, 91, 104, 189, 191, 194, 197, 277; II, Stuttgart 1907, S. 142, 149, 154, 178. — Auch alle andern Lehrbücher der mechaniſchen Wärmetheorie behandeln Kreisprozeſſe. *Weyrauch.*

Kreisprozeß, magnetiſcher, ſ. Elektromagnetismus, Bd. 3, S. 421.

Kreisſchnitt (Kreisdurchſchnitt), Werkzeug zum Ausſtoßen kreisförmiger Scheiben aus Blechen, aus Stempel und Matrize (Lochring) beſtehend. Bei der Weiterverarbeitung der Blechſcheibe durch Ziehen (ſ. d.) dient der Schnittſtempel gleichzeitig als Blechhalter. *A. Widmaier.*

Kreiswinkel, von Bing, ſ. Zeichnen, techniſches.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Krematorium, ſ. Leichenverbrennung.

Kremnitzerweiß, ſ. Bleiweiß.

Kremometer, ſ. v. w. Galaktometer (ſ. d.).

Krempel, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 600, und Kammgarnſpinnerei, S. 319.

Krempeln (Streichen, Kratzen, Kardieren, Kardätſchen) der Wolle ſtimmt hinſichtlich ſeines Zweckes und hinſichtlich der Art, wie es verrichtet wird, weſentlich mit dem Krempeln der Baumwolle (ſ. Baumwollſpinnerei) überein.

Das Krempeln ſpielt jedoch, beſonders bei der Verarbeitung der Streichwolle, noch eine weit wichtigere Rolle als bei der Verarbeitung der Baumwolle, Hede, Jute und der Kammwolle. In der eigentlichen Streichgarnſpinnerei findet ein Strecken und Doppeln gar nicht und ein beſonderes Vorſpinnen nur ſelten ſtatt, und durch das Krempeln allein muß die nötige Gleichförmigkeit des der Feinſpinnmaſchine vorzulegenden Garnes erreicht werden. Man kratzt deshalb die Wolle mehreremal nacheinander, meiſt auf einem Satz von drei, zuweilen auch von zwei oder vier Maſchinen (ſ. Streichgarnſpinnerei), meiſt unter Benutzung des Kreuzungsverfahrens (ſ. Kreuzung). *E. Müller.*

Krempelwolf, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Krempen (Krämpen), ſ. Kümpeln.

Kremplaſche, ſ. Anſatzlaſche und Oberbau.

Kremſer Weiß, ſ. Bleiweiß.

Kreoſot, ein Gemenge phenolartiger, in Buchenholzteer vorkommender, zwiſchen 200 und 220° C. ſiedender Körper, die im weſentlichen aus monoalkylierten zweiatomigen Phenolen beſtehen.

Rauchartig riechende, brennend ſchmeckende und ätzende Flüſſigkeit, antiſeptiſch wirkend. Als Arzneimittel wie als Holzimprägnierungsmittel gebraucht. Vgl. Schmidt, Pharm. Chemie, Braunſchweig 1901. *Bujard.*

Kreoſotöl, die am niedrigſten, etwa von 200—220° ſiedende Fraktion des ſogenannten Schweröls der Holzteerdeſtillation; ſ. Kreoſot. *Bujard.*

Krepp (Krepon), ſ. Weberei.

Kreppapier, ein naturfarbiges, weißes, ſchlichtgefärbtes oder auch gemuſtertes, feines, mit unzähligen unregelmäßigen Fältchen, Runzeln bedecktes Papier (ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 403). *Kraft.*

Kreſol, ſ. Phenole.

Kreuz, jede Form, die aus zwei quer übereinander gelegten Teilen gebildet iſt; es erſcheint in den verſchiedenartigſten Ausbildungen. Als Sinnbild des Opfertodes Chriſti hat es in der chriſtlichen Kunſt eine Wichtigkeit erlangt, die ſich in der mannigfachſten Weiſe und Geſtaltung ausſpricht und zur weiteſten Anwendung in der Baukunſt, Bildhauerei, der kirchlichen Kleinkunſt u. ſ. w. ſowie der Heraldik geführt hat.

Von den vielfältigen Formen ſeien als hauptſächlichſte erwähnt und zur Darſtellung gebracht: Die einfachſte urſprüngliche Form erſcheint im griechiſchen Kreuz (Fig. 1) mit vier gleichlangen Armen; es bildet bei den Kirchen zentraler Anlage die Grundform. Das lateiniſche oder Paſſionskreuz (Fig. 2), bei welchem der untere ſenkrechte Stamm länger iſt als die übrigen Teile, wird in dem Grundplan der Kirchen in Baſilikenform (ſ. Baſilika) zum Ausdruck gebracht. Das Andreas- oder Schrägkreuz (Fig. 3) findet zuerſt als Namenszug Chriſti (χ) ſeine Bedeutung; heute kommt es namentlich im Fachwerkbau vor. Das Antonius- oder ägyptiſche Kreuz (Fig. 4) iſt ein Kreuz ohne Oberarm. — In der weiteren Ausbildung ſind die Arme vermehrt oder deren Enden auf verſchiedene Weiſe geſtaltet. So das Doppelkreuz (Fig. 5), welches durch Zuſammenſetzung eines griechiſchen und eines Andreaskreuzes gebildet iſt. Das lothringiſche Kreuz (Fig. 6) mit zwei gleichlangen Querarmen; das Patriarchen- oder Kardinalskreuz (Fig. 7) mit doppelten Armen, die in Kleeblattform endigen. Das päpſtliche Kreuz (Fig. 8) mit drei Querarmen, von welchen die unterſten die längeren ſind. Das Malteſer- oder Johanniterkreuz (Fig. 9) mit ſich verbreiternden Armen, die an den Enden ſtumpfwinklig ausgeſchnitten ſind. Das Krückenkreuz (Fig. 10), deſſen vier Arme je ein Antoniuskreuz, alſo eine Krücke bilden. Das Gabelkreuz (Fig. 11) mit zwei ſchräggeſtellten Armen. Das Ankerkreuz (Fig. 12), deſſen Arme in je zwei ausgebogene Enden auslaufen.

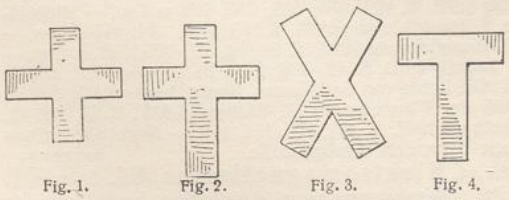


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Zu Zwecken kirchlicher Verwendung kommen hinzu: das Weihekreuz (Fig. 13) mit gleichen Armen von einem Kreis umgeben, als Zeichen biſchöflicher Weihe, nur auf die Wand gemalt oder in Flachrelief. Das Altarkreuz, ein lateiniſches Kreuz, reichgeſchmückt, an den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 9.

Fig. 10.

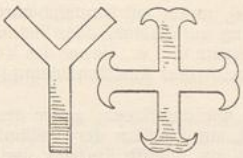


Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14. Kruzifix aus Bronze.

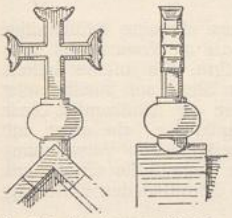


Fig. 16. Maulbronn, Kirche (Nordgiebel).

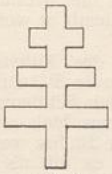


Fig. 8.

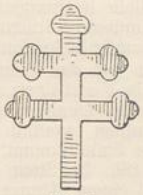


Fig. 7.

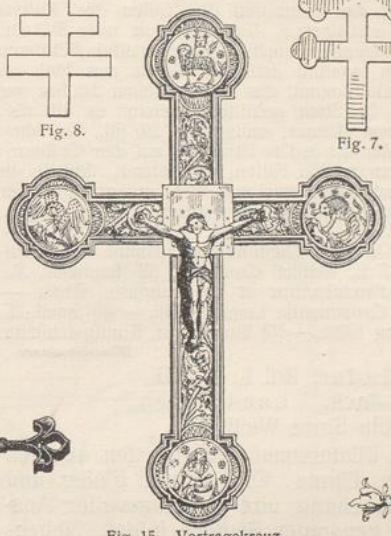


Fig. 15. Vortragekreuz aus Silberblech.

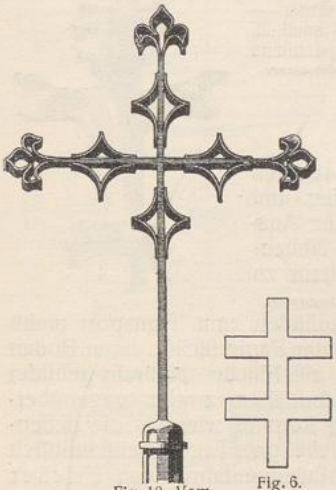


Fig. 18. Vom Kirchturm in Xanten a. Rh.

Fig. 6.

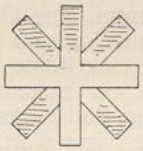


Fig. 5.

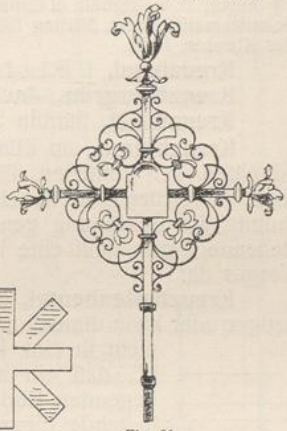


Fig. 21. Schmiedeeisernes Grabkreuz.

Fig. 19. Feldkreuz.

Fig. 20. Steinkreuz bei der Kathedrale zu Winchester.

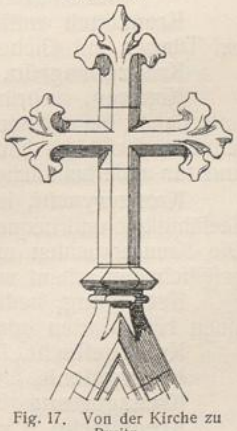


Fig. 17. Von der Kirche zu Pyritz.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Endungen die Evangeliſtenzeichen (Fig. 14), unten mit kandelaberartigem Fuß. Das Reliquienkreuz, in reichem Schmuck zur Aufſtellung auf Altären, oder kleiner, an einem Bande getragen, als Bruſtkreuz (Pektorale) für Biſchöfe, Aebte u. ſ. w., ferner das Vortrag- oder Prozeſſionskreuz, auf einer Stange getragen mit prachtvoller Ausſchmückung (Fig. 15; vgl. a. [2], 32. Jahrg. 1903, Bd. 377, S. 37).

In der kirchlichen Baukunſt finden wir das Kreuz, außer der bereits erwähnten ſymboliſchen Verwendung oder als Wandſchmuck, am Aeußern der Gebäude als bekrönenden Abſchluß von Kirchengiebeln (Fig. 16 und 17) oder als oberſte Endung der Turmſpitzen. Letztere Ausbildung erfolgt bei Steinhelmen ebenfalls in Stein, bei hölzernen Turmhelmen jedoch in Schmiedeeiſen (Fig. 18). Um dieſe hochragenden Kreuze gegen die Wirkungen des Sturmwindes zu ſichern, bedarf es beſonderer Vorſichtsmaßregeln, beſtehend in weit herabführenden Bändern, Verſchraubungen und umſchließenden Bünden [1].

Außerdem ſehen wir das Kreuz ſeit den Zeiten des Mittelalters als eine ſelbſtändige Denkſäule errichtet, als Feldkreuz, Votivkreuz oder Bildſtock an Kreuzwegen oder zum Andenken an eine Begebenheit, auch an einem weithin ſichtbaren Orte. Ein ſolches beſteht meiſtens aus einem hohen, weithin ſichtbaren Kreuz aus Holz oder Stein auf Sockel oder Stufenkranz. Im erſten Falle kommt des vergänglichen Stoffes wegen ein ſchützendes Dach zur Anwendung (Fig. 19). In Stein gebildet erſcheint es oft als Spitzſäule, die oben mit einem Tabernakel und einem Kreuze endigt (Fig. 20) [4]. In ſehr weitgehender Verwendung findet ſich das Grab- oder Friedhofkreuz, auf den Gräbern in vielfältigſter Größe und Geſtaltung errichtet. In den meiſten Fällen frei ſtehend, ſind ſie den Unbilden der Witterung voll ausgeſetzt und können daher nur aus den unvergänglichſten Stoffen, Stein oder Schmiedeeiſen hergeſtellt werden (Fig. 21). Vgl. a. Kleeblattkreuz, S. 507.

Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture, Paris, Bd. 4, S. 417 ff., Artikel Croix. — [2] Raquenet, A., Matériaux et documents d'architecture et de sculpture, Paris. — [3] Meyer, F. S., Handb. d. Ornamentik, Leipzig 1886. — [4] Small, J., Scottish market cross, Stirling 1900. — [5] Stockbauer, Kunſtgeſchichte des Kreuzes, 1870. *Weinbrenner.*

Kreuzband, ſ. Bänder, Bd. 1, S. 453.

Kreuzbeergrün, -lack, ſ. Lackfarben.

Kreuzblech, ſtärkſte Sorte Weißblech.

Kreuzblume, ein Blätterknauf, welcher den oberſten Abſchluß der gotiſchen Türme, Giebel und Fialen und meiſt in reicher Durchbrechung und wirkungsvoller Ausladung die Bekrönung genannter Bauteile bildet. Nebenſtehende Figur ſtellt eine Kreuzblume von St. Urbain zu Troyes dar. *Weinbrenner.*

Kreuzbodenbeutel, eine Gattung in den Kaufläden zum Transport mehlartiger oder klein dimenſionierter Produkte verwendeter Papierſäcke, deren Boden nicht in eine Kante ausgeht, ſondern als Fläche dadurch gebildet iſt, daß ein kreuzweiſes Uebereinanderkleben zweier gegenüberliegenden Bodenecken zur Ausführung kommt, wie dies die nebenſtehende Figur zeigt. Maſchinen, welche pro Tag durchſchnittlich 40000 Beutel herſtellen, fertigt die Maſchinenfabrik von Fiſcher & Krecke, Bielefeld, auf deren Preisliſte wir verweiſen. *Kraft.*

Kreuzdach entſteht bei Durchdringung zweier Satteldächer und kommt bei Türmen mit Giebelbildung vor.

Kreuzdorngrün, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 639.

Kreuzer, urſprünglich ein Segelſchiff, welches am Winde leicht wendet und daher beim Kreuzen gute Segeleigenſchaften beſitzt. Im weiteren Sinne ſchnelle, ſeefähige, leichter armierte Kriegsſchiffe für den Späherdienſt der Flotte und für außerheimiſche Stationen. S. Kriegſchiffstypen. *T. Schwarz.*

Kreuzeryacht, im Gegenſatz zur Rennyacht Sportſegelfahrzeuge von guter Seefähigkeit und bequemen Unterkunftsräumen für den Eigner und die Beſatzung. Die Kreuzeryachten müſſen nach den Beſtimmungen der Schiffsklaſſifikationsgeſellſchaften erbaut werden. *T. Schwarz.*

Kreuzgang, bedeckte Halle, meiſt mit Kreuzgewölben verſehen, im Viereck einen Hof, Garten oder Begräbnisplatz einſchließend; vgl. Kloſter.

Kreuzgeflecht, ſ. Kreuzſchlag.

Kreuzgelenk, ſ. Gelenk, cardaniſches.

Kreuzgurtung, ſ. Kreuzzange.

Kreuzhacke, ſ. v. w. Kreuzpickel (ſ. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kreuzhammer, f. Hammer und Schmieden.

Kreuzknoten, die vorübergehende und lösliche Verbindung der Tampen zweier Tauenden.

Kreuzköpfe bilden das Gelenk zwiſchen Kolben- und Pleuelſtange und werden durch eine Geradführung geleitet.

Fig. 1 zeigt die Einformung eines kaſtenförmigen Kreuzkopfes mit feſten Gleitbacken, wie er ſich, in Stahlguß ausgeführt, beſonders für Lokomotiven eignet [3]; an den eben gehobelten [5] oder gefräſten Sohlflächen werden mit überſtehenden Naſen und verſenkten Schrauben befeſtigte Metallplatten angeſetzt, die man beim Nachſchleifen der ſtählernen Führungslineale hinterlegen oder auswechſeln kann. Der kugelförmige Kopf Fig. 2 läßt ſich im Modell und als Gußſtück blank abdrehen, da er im Gegenſatz zu den ähnlichen Köpfen gewöhnlicher Bauart keine überſtehenden Augen oder Zapfen hat [2]; die Schuhe könnten auch mit angedrehten Zapfen in den Kopf eingeſetzt werden. Die in Fig. 3 axial gedrehten Anſatzflächen der Schuhe ſichern die zentrale Lage der Kolbenſtange in der Rundführung Der Kreuzkopf Fig. 4 läßt ſich an den langen Zapfen mit Nachſtellung der Schuhe durch Querkeil oder Schrauben ausbilden. Der Kopf Fig. 5 für ſtehende Maſchinen iſt zur Erſparung an Gewicht und Bauhöhe mit der Stange aus einem Stück geſchmiedet; die Schrauben aus zähem Eiſen [6] ſind an der Fuge eingepaßt, im übrigen auf Kernſtärke abgedreht und werden halb bis drei Viertel ſo ſtark wie die Kolbenſtange, wobei die Zugſpannung 500 kg/qcm beträgt und bei beſonders leichtem Bau bis auf 750 ſteigt (vgl. [7]).

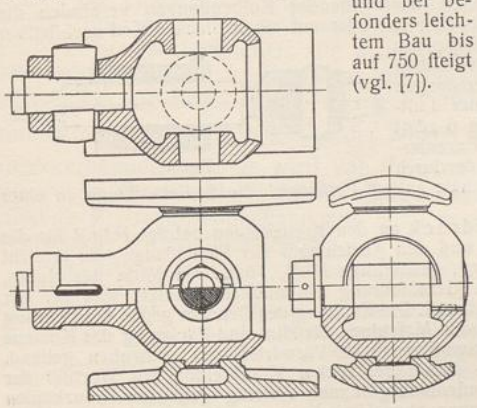


Fig. 2.

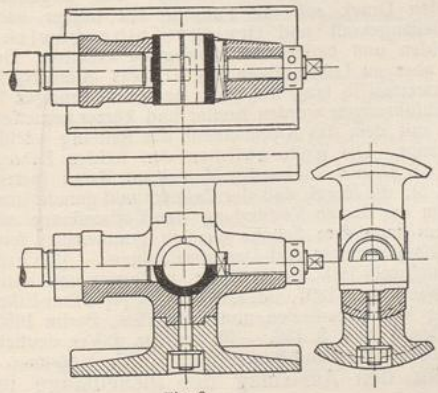


Fig. 3.

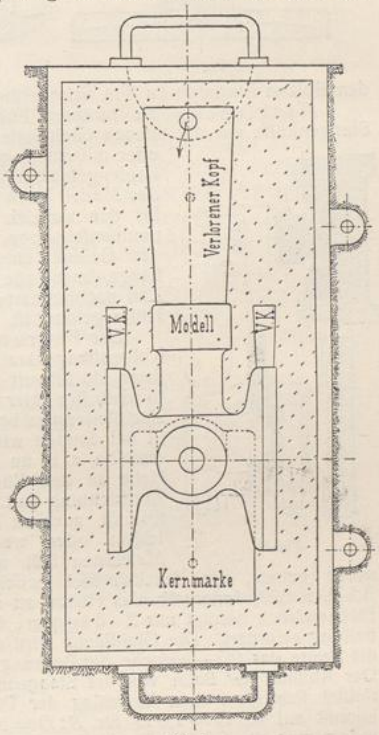


Fig. 1.

Die Gleitſchuhe in verſchiedenen Formen (Fig. 1—4) beſtehen aus Gußeiſen; ſolche aus Stahlguß oder Flußeiſen werden mit Rot- oder Weißguß armiert (Fig. 5). Für Maſchinen mit Rundführung ſind die Schuhe am Kreuzkopf abzudrehen, wobei ſie durch ſeitliche Spanneiſen gegenſeitig und am Kopf feſtgehalten werden; die Stellſchrauben an den Zapfen (Fig. 4) genügen wohl für das Schlichten, nachdem die Flächen auf der Rundhobelmaſchine vorgeſchruppt worden ſind. Beim Ausdrehen der Löcher für den Bolzen und die Kolbenſtange und Plandrehen der Außenflächen ſtützt der Kopf mit einer Gleitſchuhfläche an einer Platte feſtgeſpannt, die ſich an dem vorſpringenden Schenkel eines an der Planſcheibe angeſchraubten Winkels um je 90° verſtellen läßt [4]. Unter Schrägſtellung des Supportoberteils wird die Kegelform der Löcher durchgeführt. Das Loch für die Kolbenſtange geht nach vorn durch, manchmal auf geringere Weite (30 mm) abgeſetzt, ſo daß man die Stange austreiben kann.

Die Kolbenſtange wird in der Regel nach Fig. 2 durch Keile (ſ. d., Fig. 2 und 3) befeſtigt, aber auch nach Fig. 4 mit Sicherung durch eine Schraube, in ſchmiedeeiſernen Köpfen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

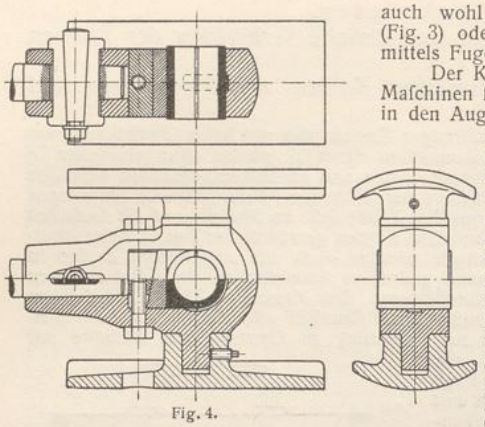


Fig. 4.

auch wohl mit Gewinde, gesichert durch Gegenmutter (Fig. 3) oder durch Anklemmung der aufgefägten Hülse mittels Fugenschrauben.

Der Kreuzkopfbolzen (s. d.) sitzt bei kleineren Maschinen fest im Kopf (Fig. 1—2); bei großen Maschinen in den Augen der als Gabel (s. d.) ausgebildeten Pleuelstange und schwingt in den geschlossenen Lagern Fig. 3—4 oder dem offenen Lager Fig. 5 zwischen nachstellbaren Rotgußschalen. Querverschiebungen verhindert das letztere durch äußere Bunde, die beiden vorigen durch einen mittleren Bund an der halbrunden Schale, der in eine etwas tiefer ausgedrehte Nut eingreift [2]. Das Lager Fig. 4 ist so entworfen, daß man es aus- und einbauen kann, ohne den Bolzen herauszunehmen; andernfalls dürfte man die verstellbare Schale nach vorn legen (s. Bd. 2, S. 605). Bei der Keilneigung 1 : 4 berechnet man die Keilschraube für ein Viertel der Stangenkraft. Die Schmierung erfolgt von mitgehenden Oelgefäßen oder Tropfenfängern aus durch den Bolzen hindurch zu den Schmiernuten der Lagerschalen.

Tragschuhe an hinteren Führungen durchgehender Kolbenstangen verbinden die Stangenhülse mit der ebenen Gleitplatte entweder fest oder mit einem flachen Keil nachstellbar oder mit einem querliegenden Zapfengelenk. Mitunter enthält das Modell noch Bolzenaugen für den Antrieb einer Luftpumpenschwinge. Fig. 6 zeigt das Gelenk einer Exzenterstange, deren Ende auf der durch Keil nachstellbaren Schale anliegt, während die Schieberstange in einer Hülse geführt ist.

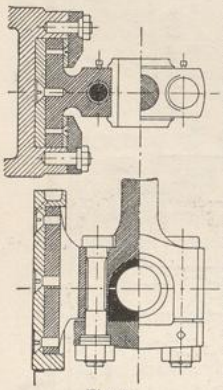


Fig. 5.

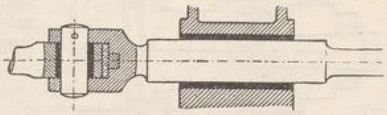


Fig. 6.

Der Führungsdruck an den Kreuzköpfen beträgt $P \operatorname{tg} \beta$ für die Kolbenstangenkraft P und den Ausschlag β der Pleuelstange; sie erreicht ihren Höchstwert $P \cdot r/l$, gewöhnlich $P \cdot 1/5$, nahe der Mitte des Hubes, so daß sich hier die Geradführung am meisten abnutzt, was bei der Nachstellung zu beachten ist. Die Richtung des Druckes gegen die Führung ist bei doppelt wirkenden Maschinen für Hin- und Rückgang des Kolbens dieselbe, z. B. an Lokomotiven beim Vorwärtsfahren nach oben gehend. Nahe an den Enden findet bei starker Kompression ein Wechsel der Kraftrichtung statt. Jedenfalls gibt man einseitig geführten Kreuzköpfen (Fig. 5), auch an Pumpen ohne Umkehrung der Kurbel, seitliche Deckleisten oder wenigstens Schwalbenschwanzführung. Bei liegenden Maschinen läßt man den Druck auf die Führung fast immer nach unten gehen, um Druckwechsel zwischen Gestängekraft und Gewicht (Kolbengewicht, Bd. 2, S. 592) innerhalb des Hubes zu vermeiden und bessere Schmierung zu erhalten. Der Flächendruck beträgt nur 2—3 kg/qcm, steigt aber an Lokomotiven auf 10, was öftere Nachstellung erfordert. Die Gleitfläche wird etwa zweimal so lang wie breit; in Rundführungen ist die Breite das 0,5—0,6fache der Bohrung. Flachführungen werden breiter und kürzer bemessen. Der Abstand der Bahn von der Stangenmitte, mit dem das Kippmoment der Reibung wächst, richtet sich nach dem Ausschlag der Pleuelstange. Die Weite zwischen den beiden Bahnen kommt auf $0{,}8\,D \sim 1{,}0\,D$ für $S : D = 2$ bis $0{,}6\,D$ für $S : D = 1$. Man kann daran sparen, indem man die Schuhe weiter zurücksetzt (Fig. 5); die Regel, daß der Gelenkpunkt gerade über der Mitte der Gleitfläche liegen soll, gilt wegen der starren Verbindung der Kolbenstange mit dem Kreuzkopf nicht; jedoch müssen besonders angesetzte Schuhe an sich symmetrisch sein.

Literatur: [1] Die Lehrbücher über Maschinenelemente und Dampfmaschinen. — [2] Graßmann, Scholls Führer des Maschinisten, Braunschweig 1907. — [3] Blum, v. Borries und Barkhausen, Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden 1897, Bd. 1, S. 229. — [4] Usher-Elfes, Moderne Arbeitsmethoden, Berlin 1896, S. 129; Volk, Herstellen und Entwerfen, Berlin 1905, S. 32 und 52. — [5] Specht, Maffenfabrikation, Berlin 1893, S. 186. — [6] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 428. — [7] Bauer, Schiffsmaschinen, München und Berlin 1902, S. 173. *Lindner.*

Kreuzkopfbolzen, Stahlzapfen für den Ausschlag der Pleuelstange im Kreuzkopf oder innerhalb des Kolbens bei vorn offenen Zylindern.

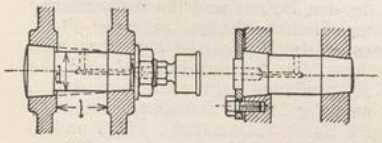


Fig. 1. Fig. 2.

Man berechnet die Bolzenstärke d cm für die Stangenkraft P kg auf höchstens 80 kg/qcm Flächendruck mit dem Längenverhältnis $l : d = 1{,}5 : 1$, also aus $1{,}5 \cdot d^2 \cdot 80 = P$. Die innerhalb der Kolben von einfach wirkenden Wärmekraftmaschinen sitzenden Bolzen hat man schwächer zu belasten, um Warmlaufen zu verhüten; sie werden öfter hohl gemacht, die der Kreuzköpfe selten. Die kegeligen Enden erhalten je 0,5 d als Länge für Kreuzköpfe von

Schmiedeeisen und Stahl, bis 0,9 *d* für gußeiserne Augen. Die Biegungsspannung berechnet man hierauf aus der Differenz der Momente jeder Bolzenhälfte mit 500 kg/qcm als zulässigem Maß (s. Gabelzapfen, Bd. 4, S. 233). Beide Kegelenden liegen bei mäßiger Bolzenlänge in einer geometrisch gemeinsamen Kegelfläche mit der Seitenneigung 1 : 20 gegen die Achse, wodurch das Ab- und Ausdrehen erleichtert wird; bei größerer Länge letzt man den zylindrischen Mittelteil nur so viel gegen den größeren Kegel ab, als das Auslaufen des Stahles am Kegel erfordert. Zum Festhalten des stramm eingepaßten Bolzens genügt meist eine Stirnschraube von 0,6 *d* Stärke am dünnen Ende (Fig. 1) oder eine Deckplatte mit mehreren Kopfschrauben am dickeren Ende (Fig. 2). In der Gabel (s. d. Fig. 2) wendet man beiderseitige Befestigung oder zylindrische Einpassung mit Streifkeilen (s. Keile, Fig. 4) an, um jede Verspannung der beiden Augen zu vermeiden. Nur bei großen Maschinen lohnt sich die Befestigung der Bolzenmitte im Kreuzkopf mit je einem Lager an jedem Gabelende der Pleuelstange. Zur Schmierung dienen am Bolzen eingeschraubte Oelgefäße oder Auffangtrichter für tropfendes Oel bei stehenden Maschinen oder Fangschalen am oberen Gleitschuh bei liegenden Führungen. *Lindner.*

Kreuzkurbelgetriebe, s. Kreuzkurbelmechanismus.

Kreuzkurbelmechanismus besteht (Fig. 1 und 2) aus vier Gliedern *a*, *b*, *c*, *d*, von denen die Glieder *a*, *c* mit dem Gliede *b* in Φ, F durch Drehpaarungen (s. d.) und mit dem Gliede *d* durch Richtpaarungen (s. d.) verbunden sind [1]. Die Glieder *a*, *c* gleiten in Fig. 1 und 2 als Schieber oder Schlitten in den Schlitzen i_φ, i_f des Kreuzgliedes *d*. In andrer Anordnung können die Glieder *a*, *c* auch als Hülsen auf gekreuzten Stangen des Gliedes *d* gleiten; oder es ist in Fig. 3 und 4 das Kreuzglied *d* anstatt des einen Schlitzes mit einer Stange λ versehen, die sich in einer Hülse *H* des Gliedes *a* verschiebt. Der Kreuzkurbelmechanismus wird ein schräger oder ein rechtwinkliger genannt, je nachdem die Schlitze, wie in Fig. 1, nicht rechtwinklig oder in Fig. 2 rechtwinklig aufeinander stehen, also der Winkel $i \lessgtr 90^0$ oder $i = 90^0$ ist; der schräge Kreuzkurbelmechanismus wird von Reuleaux [2] schiefwinklige Kreuzschleifenkette, von Grashof [3] schiefwinklige Kreuzschieberkette genannt; der rechtwinklige Kreuzkurbelmechanismus auch bezw. rechtwinklige Kreuzschleifenkette, rechtwinklige Kreuzschieberkette.

Aus dem Kreuzkurbelmechanismus gehen drei Getriebe hervor. 1. Das Kreuzkurbelgetriebe entsteht, wenn eines der Glieder *a*, *c*, z. B. das Glied *a*, als fest betrachtet wird. Die Kurbel *b* dreht sich dann um die feste Achse Φ, der Punkt *F* beschreibt den Kreis φ und das Kreuzglied *d* gleitet hin und her schwingend Fig. 1 und 2 über das feste Glied *a*. Bei der Anordnung in Fig. 3 und 4 gleitet die Stange λ des Kreuzgliedes *d* hin und her gehend in der Hülse *H* des festen Gliedes *a*. Je nachdem die Schlitze nicht senkrecht oder senkrecht aufeinander stehen, ist das Kreuzkurbelgetriebe ein schräges oder ein rechtwinkliges und letzteres wird auch kurz Kreuzschleife genannt. Die entsprechenden Benennungen von Reuleaux sind rotierende Scharkreuzkurbel oder oszillierende Scharkreuzschleife, rotierende Kreuzschleifenkurbel oder oszillierende Kreuzschleife; diejenigen von Grashof sind bezw schiefwinklige oder rechtwinklige Kreuzschieberkurbel. 2. Das Kreuzschleifengetriebe entsteht, wenn das Glied *b* fest ist, und es heißt in Fig. 1 und 3 ein schräges, in Fig. 2 und 4 ein rechtwinkliges. Die Schlitze oder Schleifen des Gliedes *d* gleiten dann in Fig. 1 und 2 über die Schieber *a* und *c*, die sich bezw. um die festen Achsen Φ, *F* drehen. Die entsprechenden Bezeichnungen von Reuleaux sind rotierende Scharkreuzschleife

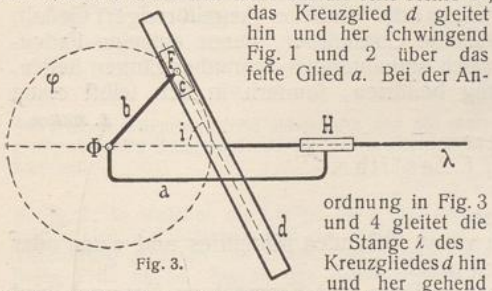


Fig. 3.

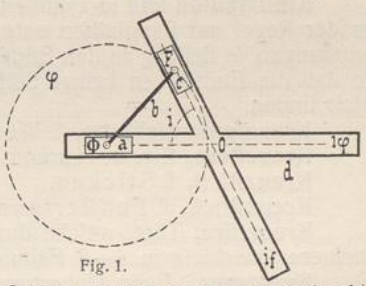


Fig. 1.

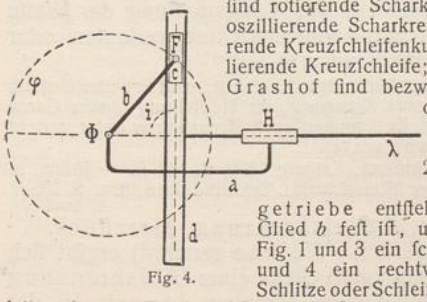


Fig. 4.

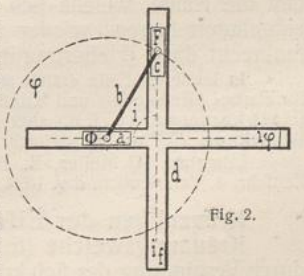


Fig. 2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und rotierende Kreuzſchleife. 3. Das Kreuzſchiebergetriebe entſteht, wenn das Kreuzglied *d* feſt iſt, und es heißt in Fig. 1 und 3 ein ſchräges, in Fig. 2 und 4 ein rechtwinkliges. Die Schieber *a*, *b* gleiten dann in den feſten Schlitzen und die Punkte Φ, *F* bewegen ſich bezw. auf den Geraden i_φ, i_f. Die entſprechenden Benennungen von Reuleaux ſind oszillierende Scharkreuzkurbel und oszillierende Kreuzkurbel.

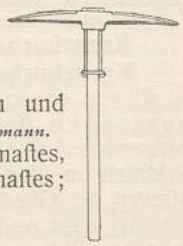
Literatur: [1] Burmeſter, Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 330. — [2] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875, S. 324. — [3] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Hamburg und Leipzig 1883, Bd. 2, S. 142. *Burmeſter.*

Kreuzmaß, ſ. Meßwerkzeuge.

Kreuzmaſt, der hinterſte Maſt eines Vollſchiffes, ſei es ein Dreimaſter, Viermaſter oder Fünfmaſter, d. h. alſo ein vollgetakelter Maſt.

Kreuzmeißel, ſ. Stemm- und Stechzeug.

Kreuzpflaſter, ſ. Straßenbau.



Kreuzpickel (Schrotpickel) iſt die Verdoppelung der Einſpitze (ſ. d.) zu einem der Zweiſpitze (ſ. d.) ähnlichen Gerät (ſ. die Figur). Er dient zur Löſung feſter Bodenarten und Felſen; ſ. a. Bodenarten. *L. v. Willmann.*

Kreuzraa, -ſtag, -marsſtenge, die Großraa des Kreuzmaſtes, das Großſtag des Kreuzmaſtes und die Marsſtenge des Kreuzmaſtes; ſ. Takelage.

Kreuzruten, ſ. Weberei.

Kreuzſcheibe, ſ. Winkelinſtrumente.

Kreuzſchiebergetriebe, ſ. Kreuzkurbelmechanimus.

Kreuzſchlag (Kreuzgeflecht), 1. Bezeichnung für eine Art von Handhämmern, ſ. Hammer, Bd. 4, S. 765. 2. Flechtart für Drahtſeile, die aus einzelnen Litzen zuſammengeflochten werden. Sind die Drähte in der Litze nach dem Prinzip des Rechtsgewindes geflochten, ſo werden beim Kreuzſchlag die Litzen nach links zum Seil zuſammengeflochten. Sind die Litzen ebenfalls nach rechts zum Seil zuſammengeflochten, ſo bezeichnet man dieſe Flechtart als Albertſchlag. Vgl. Hrabák, J., Die Drahtſeile, Berlin 1902. *A. Widmaier.*

Kreuzſchleifengetriebe, ſ. Kreuzkurbelmechanismus.

Kreuzſchwelle (Bundſchwelle), Schwelle einer Fachwand.

Kreuzſpulen ſind in zylinderförmiger oder koniſcher (kegelförmiger) Geſtalt, in der Regel auf Papphülſen aufgewickelte Garnkörper, deren einzelne Fadenwindungen in ſteilen, an den Enden raſch umkehrenden Schraubengängen liegen, ſo daß die Endflächen keiner Stützung bedürfen, ſondern in ſich ſelbſt einen Halt finden. *E. Müller.*

Kreuzſpulmaſchinen, ſ. Weberei.

Kreuzſtein, ſ. v. w. Harmotom, ſ. Zeolithe.

Kreuzſtich, ſ. Sticken.

Kreuzſtock, ſ. Fenſterrahmen.

Kreuztüre, Türe, welche durch einen ſtehenden Mittelfries und einen oder mehrere Querfrieſe in 4—8 Füllungen geteilt iſt.

Kreuzung. Beim Uebertragen der Wolle von Krempel zu Krempel wird in der Streichgarnſpinnerei (ſ. d.) das Erzeugnis der erſten Krempel (in Pelz- [oder Vlies-] oder Bandform) der nächſten Krempel entweder ſo vorgelegt, daß die Haare, welche ſich nahezu gleichlaufend zur Längsrichtung der Watte eingelagert haben, wieder in der Längsrichtung der Maſchine verlaufen oder ſenkrecht dazu (Uebertragung ohne und mit Kreuzung [1]).

In letzterem Falle erzielt man rauheres Garn, aber innige Miſchung; man arbeitet deshalb für Farbe- (Melangen-) und Kunſtwollmiſchungen mit Kreuzung, für Herſtellung glatter Garne (Halbkammgarne, ſ. d.) aber ohne Kreuzung. Es kommen auch Kreuzungen unter andern Winkeln als 90° vor, ſo vielfach unter 45° (Legapparate).

Literatur: [1] Müller, E., Handbuch der Spinnerei, Leipzig 1892, S. 360 ff. — Rohn, in Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 250; Leipziger Monatſchrift f. Textilinduſtrie 1894, S. 100 ff. *E. Müller.*

Kreuzungen der Eiſenbahngleiſe, ſ. Gleiskreuzung, Herzſtück.

Kreuzungsweiche (früher meiſt Engliſche Weiche genannt) ergibt ſich durch Verbindung der ſich kreuzenden (geradlinigen) Gleiſe einer Gleiskreuzung (ſ. d.) mit Weichen (ſ. d.) und gebogenen Schienenſträngen innerhalb der Kreuzung. Die Verbindung kann auf einer oder beiden Seiten geſchehen; im

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erſten Fall erhält man eine einfache oder einſeitige Kreuzungsweiche (Fig. 2), im zweiten Fall eine doppelte oder zweiſeitige (Fig. 1).

Bedingung für die Ausführbarkeit der Kreuzungsweiche iſt eine gewiſſe Kleinheit des Kreuzungswinkels α (ſ. die ſtark verzerrte Fig. 2), damit die Länge zwiſchen den beiden Herzſtücken (ſ. d.) der Kreuzung ausreicht, um den Winkel mit einem Bogen mit zuläſſigem Krümmungshalbmeſſer überwinden zu können und noch Platz (W) für das Auffchlagen der Weichenzungen (ſ. Weichen) zwiſchen den zuſammenlaufenden Leitkanten der Kreuzungsſchienen übrig zu behalten. Bei der Vollſpur von 1,435 m darf der Halbmeſſer (r) auf Hauptbahnen (vgl. Eiſenbahn) in Hauptgleiſen nicht unter 180 m herab- und demnach die Tangente des Kreuzungswinkels nicht über $1 : 8^1/_4$ hinausgehen; an den Nebengleiſen und bei Nebenbahnen ſind Halbmeſſer von 150 m, bei letzteren ſogar noch ſolche von 100 m zuläſſig. Die erforderlichen Zungenvorrichtungen (ſ. Weichen) werden, um die Zahl der Einzelformen nicht unnötig zu vermehren,

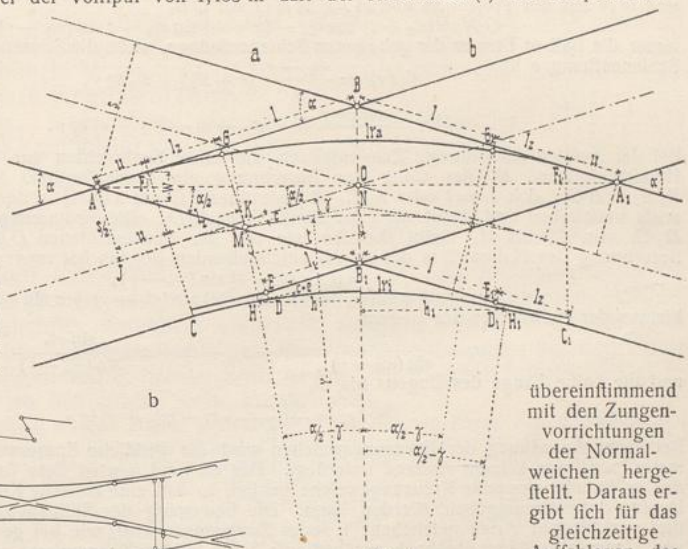


Fig. 2.

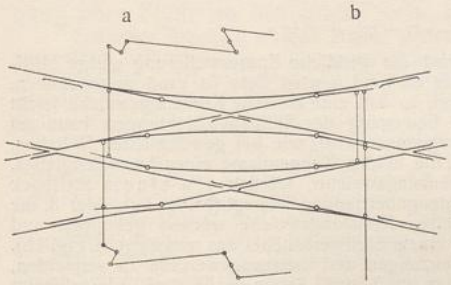


Fig. 1.

übereinſtimmend mit den Zungenvorrichtungen der Normalweichen hergeſtellt. Daraus ergibt ſich für das gleichzeitige Auffchlagen der beiden Zungenſpitzen bei zweiſeitigen Kreuzungsweichen mit Rückſicht auf die Materialſtärke der Zungenſpitzen und ihre Verbindung mit der Lenkſtange ein praktiſch feſtzuſtellender kleinſter Abſtand W der Schienenleitkanten an der Zungenſpitze von ca. 400 mm (Preußiſche Staatsbahn 440 mm, Württembergiſche Staatsbahn nur 367 mm) und hieraus weiter die erforderliche kleinſte Entfernung der Zungenſpitzen von der mathematiſchen Herzſtückſpitze in Richtung der Kreuzungsſchienen:

$$u \geq \frac{W}{2 \cdot \sin \alpha/2} \qquad 1.$$

(ſ. Fig. 2, in welcher die Linien die Leitkanten der Schienen bezeichnen). Zwiſchen den beiden Herzſtückſpitzen A und A_1 müſſen außer den Längen u die Zungen ſowie der die Verbindung zwiſchen den Zungen herſtellende, mit zuläſſigem Halbmeſſer gebogene Schienenſtrang Platz haben. Da zu den Kreuzungsweichen Zungenvorrichtungen der Normalweichen verwendet werden, ſo ſind gegeben außer der Spurweite s und dem Kreuzungswinkel α die Projektion l_z der Zunge auf die Backenſchiene, der Abſtand c der Zunge an der Wurzel und der Winkel γ, mit welchem die Tangente daſelbſt gegen die Backenſchienen geneigt iſt. Die Anordnung der Zungenvorrichtungen kann nun auf zwei verſchiedene Arten geſchehen: 1. die Spitzen der zuſammengehörigen Zungen liegen auf einer Senkrechten zur Gleisachſe (ſ. Fig. 2a); 2. dieſe Spitzen liegen auf einer Senkrechten zur Verbindungslinie der Herzſtückſpitzen (ſ. Fig. 2b). Bei der erſten Anordnung wird die Unterſtützung der gegenüberliegenden Zungen ungleich, weil die Schwellen ſenkrecht zur Verbindungslinie der Herzſtückſpitzen gelegt werden müſſen. An der Spitze ſteht die eine Zunge erheblich über den Gleitſtuhl vor, und an der Zungenwurzel iſt eine beſonders breite Schwelle (40 cm) erforderlich. Bei der zweiten Anordnung werden die beiden Zungen in gleicher Weiſe unterſtützt, und an der Zungenwurzel genügen die bei den normalen Weichen verwendeten Schwellen; ſie eignet ſich deshalb beſonders für eiſerne Querſchwellen. Zur Berechnung des Krümmungshalbmeſſers r der Achſe des Ausweichgleiſes projizieren wir $AJKMNO$ auf AO und erhalten die Gleichung (ſ. Fig. 2a)

$$\frac{s}{2 \cdot \sin \alpha/2} = \frac{s}{2} \sin \alpha/2 + (u + l_z) \cos \alpha/2 + c \sin \alpha/2 + t \cdot (\cos \alpha/2 - \gamma). \qquad 2.$$

ferner iſt

$$t = r \operatorname{tg} (\alpha/2 - \gamma), \qquad 3.$$

fomit

$$r = \frac{\dfrac{s}{2 \cdot \sin \alpha/2} - (s/2 + c) \sin \alpha/2 - (u + l_z) \cos \alpha/2}{\sin (\alpha/2 - \gamma)}. \qquad 4.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der Halbmeſſer r wird ſich als eine ungerade Länge ergeben; man rundet ihn nun nach unten ab, berechnet t aus Gleichung 3. und dann u aus Gleichung 2., welches als Minimalmaß angenommen wurde und nun etwas größer wird. Weiter erhalten wir, da

$$AB = \frac{s}{\sin\alpha} \qquad 5.$$

iſt;

$$GB = l = \frac{s}{\sin\alpha} - (u + l_z) \qquad 6.$$

$$EB_1 = l_1 = l - s\,\mathrm{tg}\,\alpha/_2 \qquad 7.$$

und ON aus der Projektion von $AJKMNO$ auf OB_1

$$ON = (s/_2 + c)\cos\alpha/_2 - (u + l_z)\sin\alpha/_2 - t\sin(\alpha/_2 - \gamma), \qquad 8.$$

ferner die halben Längen der gebogenen Schienenſtränge, wenn die Spurerweiterung am inneren Schienenſtrang e iſt

$$1/_2\, l\, r_a = \frac{\alpha/_2 - \gamma}{\varrho}(r + s/_2) + s/_2\,\mathrm{tg}\,\gamma, \qquad 9.$$

$$1/_2\, l\, r_i = \frac{\alpha/_2 - \gamma}{\varrho}(r - s/_2 - e) - (s/_2 + e)\,\mathrm{tg}\,\gamma. \qquad 10.$$

Bei der zweiten Anordnung, Zungenſpitzen auf einer Senkrechten zur Verbindungslinie der Herzſtückſpitzen, iſt der Gang der Berechnung ein etwas andrer. Hier iſt (ſ. Fig. 2b) $B_1E_1 = BG_1$, d. h. $l_1 = l$ oder E_1C_1 iſt gegenüber EC um $s\,\mathrm{tg}\,\alpha/_2$ in der Richtung der Gleisachſe verſchoben und damit auch der Punkt D nach D_1. Die Krümmung der Backenſchienen D_1C_1 von C_1 bis H_1 bleibt dieſelbe wie die der Backenſchienen DC von C bis H. Zur Berechnung des Halbmeſſers des an H_1 anſchließenden Bogens hat man:

$$h = (r - s/_2 - e)\sin(\alpha/_2 - \gamma), \qquad 11.$$

$$h_1 = h + s\sin\alpha/_2 = (r - s/_2 - e)\sin(\alpha/_2 - \gamma) + s\sin\alpha/_2, \qquad 12.$$

hieraus der Halbmeſſer des Bogens

$$r_i = \frac{h_1}{\sin(\alpha/_2 - \gamma)} = (r - s/_2 - e) + s\cdot\frac{\sin\alpha/_2}{\sin(\alpha/_2 - \gamma)} \qquad 13.$$

und die halbe Länge des Bogens bis D_1

$$1/_2\, l\, r_i = \frac{\alpha/_2 - \gamma}{\varrho}\cdot r_i - (s/_2 + e)\,\mathrm{tg}\,\gamma.$$

Bei dieſer Anordnung der Kreuzungsweichen wird die wirkliche Spurerweiterung einige Millimeter $> e$, was keinem Anſtand unterliegt. Der Abſtand u wird ſtets ſo groß angenommen, daß er für eine doppelte Kreuzungsweiche genügt, ſo daß eine einfache Kreuzungsweiche leicht in eine doppelte umgebaut werden kann. Die Bewegung der Zungenvorrichtungen kann auf drei verſchiedene Arten geſchehen: 1. Jedes Zungenpaar wird, wie bei gewöhnlichen Weichen, von einem beſonderen Stellbock aus bedient; 2. die beiden Zungenpaare eines Ausweichgleiſes, alſo die beiden Zungenpaare der einfachen Kreuzungsweiche, werden von einem Stellbock aus mittels Winkelhebel- und Stangen- oder Drahtzugübertragung bewegt (ſ. Fig. 1a), oder 3. die zwei Zungenpaare auf jeder Seite einer doppelten Kreuzungsweiche werden gekuppelt und durch eine Zugſtange von einem Stellbock oder einem Stellwerkshebel aus umgelegt (ſ. Fig. 1b). — Kleinere Winkel als $\mathrm{tg}\,\alpha = 1:10$ ſind für Kreuzungen und Kreuzungsweichen zu vermeiden, weil ſonſt die führungsloſe Stelle am Kreuzſtück zu groß wird. Schon der Winkel 1 : 10 erſcheint reichlich klein; es wird daher neuerdings vielfach der Winkel $\mathrm{tg}\,\alpha = 1:9$ vorgezogen und derſelbe dann auch den anſchließenden Weichen in Weichenſtraßen gegeben, um Gegenkrümmungen zwiſchen den Weichen und Kreuzungen zu vermeiden. Bei den Preußiſchen Staatsbahnen ſind Kreuzungsweichen mit den Neigungswinkeln 1 : 10 und 1 : 9, bei den Württembergiſchen nur ſolche von 1 : 9 und 1 : $8\,1/_4$ gebräuchlich. In den „Techniſchen Vereinbarungen“ des Vereins deutſcher Eiſenbahnverwaltungen vom 1. Januar 1897 (§ 41) wird für Haupt- und Nebenbahnen der Winkel 1 : 9 empfohlen; desgl. für Rangierweichen und überall da, wo die ſchärfere Krümmung weniger nachteilig iſt, auch 1 : 8. Für Lokalbahnen ſind in den „Grundzügen für den Bau und die Betriebseinrichtung der Lokaleiſenbahnen“ vom 1. Januar 1897 (§ 24 und 33) ſchärfere Krümmungen geſtattet (ſ. Krümmungsverhältniſſe).

Literatur: S. unter Weichen. *Kübler.*

Kreuzverband zeigt wie der Blockverband (ſ. d.) einen regelmäßigen Wechſel von Läufer- und Binderſchichten (ſ. d.), deren Stoßfugen (ſ. d.) um $1/_4$ Stein gegeneinander abſtehen; nur ſind hier die Läuferreihen abwechſelnd um $1/_2$ Stein gegeneinander verſchoben (Fig. 1). Dadurch wird das durch Schraffur hervorgehobene Muſter der vereinzelten Kreuze, ferner die gleichmäßige Abtreppung und die tiefer als beim Blockverband eingreifende Verzahnung erreicht.

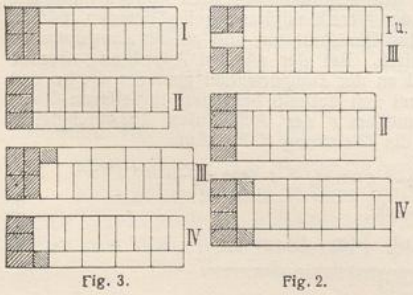


Fig. 3.

Fig. 2.

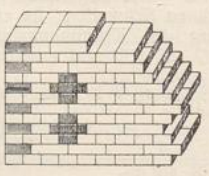
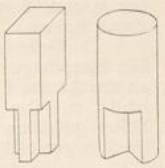


Fig. 1.

Bei Mauern, deren Dicke einer geraden Anzahl von Steinbreiten entſpricht, genügen drei Schichten, um obige Bedingungen zu erfüllen, da Schicht I (gleich Schicht III) mit den Schichten II und IV

abwechfelt, wobei fich Schicht IV von Schicht II in Fig. 1 nur durch den eingefchalteten Binder, in Fig. 2 durch die eingefchalteten halben Steine unterfcheidet Bei Mauerftärken von ungerader Steinbreitenanzahl dagegen müffen vier Schichten angelegt werden (Fig. 3), da in Schicht III und IV je $^1/_2$ Stein einzufchalten ift. Der Endverband wird in derfelben Weife wie beim Blockverband am beften durch Dreiquartiere (f. d.) erzielt (Fig. 1—3). Die je drei Schichten betreffende Verzahnung (Fig 1) bewirkt beim Kreuzverband eine größere Widerftandsfähigkeit der Mauern in lotrechter Richtung als beim Blockverband

Literatur f. unter Backfteinverband. *L. v. Willmann.*



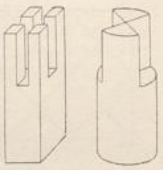


Fig 1

Fig. 2.

Kreuzzange, fchräg, bezw. diagonal liegende, mit einer andern fich kreuzende Zange bei Turm- und Vierungsdachftühlen. Die hierdurch gebildete Verbindung heißt Zangenkreuz, eine Reihe folcher Kreuze Kreuzgurtung.

Kreuzzapfen, Holzverband zur Verlängerung vertikaler Hölzer. Fig. 1 (für Kanthölzer) und Fig. 2 (für Rundhölzer) zeigen die Formen diefer Holzverbindung.

Kribben, f. v. w. Buhnen (f. d.).

Kriegsbetrieb der Eifenbahnen, f. Militärbeförderung auf Eifenbahnen.

Kriegsbrücken haben militärifchen Zwecken bei der Landesverteidigung oder im Kriege zu dienen und müffen in erfter Linie die Bedingung erfüllen, daß fie mit möglichfter Rafchheit aufgeftellt und auch wieder abgebrochen werden können. Sie bezwecken entweder die Wiederherftellung oder den Erfatz teilweife oder völlig zerftörter ftabiler Brücken oder follen einen fofortigen Uebergang über Flüffe an beftimmter Stelle ermöglichen.

Derartige Brücken wurden früher ausfchließlich aus Holz in Form von einfachen und verftärkten Balkenbrücken, Sprengwerks- und Fachwerksbrücken errichtet [8] Muftergültige Beifpiele diefer Art enthielten die Feldbahnanlagen im deutfch-franzöfifchen Kriege [1]. Je nachdem die Brückendecke durch Böcke oder durch Pontons unterftützt wird, unterfcheidet man Bockbrücken und Pontonbrücken Der Brückenüberbau muß aus einzelnen, nicht zu fchweren Teilen beftehen, welche fich auf Wagen verladen und transportieren laffen. Eine Brückenequipage enthält das Material zu einer Brücke von 50—60 m Länge, die zu deffen Fortfchaffung nötigen Wagen, die Werkzeuge zur Aufftellung und Zufammenfetzung und einen entfprechenden Vorrat von Erfatzftücken.

In neuerer Zeit find verfchiedene Syfteme von zerlegbaren eifernen Brücken ausgebildet worden, welche im modernen Kriegsbrückenbau an Stelle der Holzkonftruktionen zu treten beftimmt find. Sie beftehen fämtlich aus leicht zu verbindenden Einzelgebilden, deren Verfchiedenheit für jedes Syftem möglichft eingefchränkt ift.

Das Syftem Eiffel [2], welches zuerft aufgeftellt wurde (1879), hat als Hauptelement der fachwerkartigen Träger das gleichfchenklige Dreieck (*a*, *b*, *c*, *d*, Fig. 1), deffen Stäbe fämtlich aus einfachen Winkeleifen, die an Knotenbleche genietet find, gebildet werden. Diefe Dreieckselemente werden mit der Spitze nach unten (oder nach oben), fich zur Hälfte übergreifend, aneinander gereiht und durch die geraden Gurtftabglieder *e f* zu einem Träger verbunden. Die Verbindung erfolgt mittels Bolzen. Ein folches Dreieckselement für eine eingleifige Eifenbahnbrücke von 20 m mit 2 m hohen Trägern wiegt 265 kg, das fchwerfte Stück find aber die Querträger (404 kg), die als Blechträger, für leichte Brücken als Walzträger, ausgeführt find.

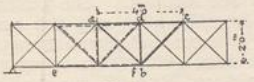


Fig. 1.

Fig. 2.

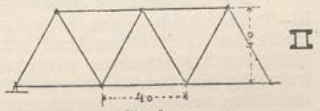


Fig. 3.

Bei dem Syftem Cottrau [3] erfcheinen rechteckige Elemente angewendet (Fig 2). Die Rechteckfeiten meffen 1,250 m und 1,875 m, und ein Element für leichte Brücken wiegt bloß 97 kg. Diefe Elemente werden, paarweife aufeinander gelegt, durch horizontale Gurtungsbleche verbunden. Je nachdem die Rechtecke der Breite oder Höhe nach angeordnet werden, kann man verfchieden hohe Träger und verfchieden großes Widerftandsmoment erzielen.

Das Syftem des franzöfifchen Oberften Marcille [4] befteht in der Zufammenfügung einer Brücke aus kurzen Blechbrückenabfchnitten. Es find hiernach für diefe Brückenelemente vier Typen gewählt: für Spannweiten bis zu 10 m werden 0,6 m hohe Träger, bis zu 20 m werden 1,2 m hohe Träger, bis 30 m werden 1,5 m hohe Träger und darüber 2,2 m hohe Träger angewendet. Die Teilftücke haben für die kleineren Brücken 1,25 m, 2,5 m und 5 m Länge, für die großen Brücken 7,5 m und 10 m Länge. Diefe Blechbrückenabfchnitte follen fertig zufammengefetzt auf den Feldbahngleifen mittels eigens konftruierter Wagen transportiert werden.

Die Syfteme Brochocki [5], Seyrig [6], Henry [7] und Fives-Lille löfen die Träger in lauter ftabförmige Glieder auf, wodurch allerdings das Gewicht der einzelnen Stücke vermindert und deren Transport erleichtert, die Zahl der verfchiedenartigen Elemente aber fehr vergrößert wird. Brochocki wendet das Ausfachungsfyftem des gleichfchenkligen Dreiecks

ohne Vertikalſtänder an, mit kaſtenförmigem Querſchnitt ſämtlicher Stäbe (Fig. 3). Seyrig konſtruiert ſeine Träger nach Fig. 4, und ſind die Gurtſtäbe aus Walzträgern, die Gitterſtäbe aus je zwei Winkeleiſen gebildet. Die Verbindung der Stäbe erfolgt bei allen dieſen Syſtemen durch Bolzen.

In Oeſterreich ſtehen zerlegbare Gitterbrücken nach Syſtem Kohn in Anwendung (Fig. 5). Die Hauptträger ſind Gitterträger mit gekreuzten Diagonalen und mit ſchwachen Vertikalſtäben, an welche die Querträger angeſchloſſen werden. Die Höhe und Maſchenweite der Träger beträgt 3 m. Die Hauptelemente, aus welchen ſich die Träger zuſammenſetzen, ſind die auf die Spitze geſtellten Vierecke *a a b b*. Dieſelben ſind aus Winkeleiſen unter Vermittlung von Eckblechen genietet und iſt oben mit unten, rechts mit links verwechſelbar. An den Zuſammenſtoßpunkten *b* zweier Elemente werden die Diagonalwinkel mittels Winkellaſchen und Verſchraubung gekuppelt. Die Endelemente *c c b* ſind dreieckig mit kräftiger ausgebildeten Vertikalſtäben. Die 6 m

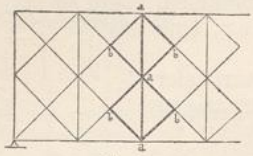


Fig. 5.

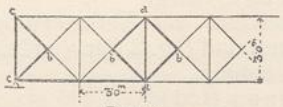


Fig. 5a.

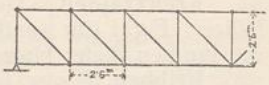


Fig. 4.

bezw. 3 m langen Gurtſtäbe ſind im Ober- und Untergurt vollkommen gleichartig und beſtehen aus je zwei [-Eiſen mit verſetzten, durch Laſchen gedeckten Stößen. Mit dieſen Trägerelementen laſſen ſich Träger mit 3 m, 6 m und 9 m Höhe zuſammenſetzen (Fig. 5); bei doppelwandiger Anordnung ſind damit Spannweiten bis 50 m erreichbar.

Die Aufſtellung dieſer zerlegbaren Brücken kann entweder auf Gerüſten erfolgen oder aber die Brücke wird auf einem der Ufer montiert und mit Hilfe eines an dem vorderen Brückenende anzubringenden Lancierſchnabels auf Wagen oder Rollen in ihre definitive Lage eingeſchoben.

Literatur: [1] Deutſche Bauztg. 1871, S. 233; 1872, S. 61, 73, 104, 120, 174; Zeitſchr. d. Bayr. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1872; Mitteil. d. Art.- u. Genieweſens 1880, S. 54, u. 1883, S. 9; 1884, 1. Heft; 1894, S. 365. — [2] Wochenſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1887, S. 201; 1890, S. 78; Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 470; Organ f. d. Fortſchr. d. Eiſenbahnw. 1891, S. 78 u. 126. — [3] Wochenſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1887, S. 204; Zeitſchr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. Hannover 1888, S. 279. — [4] Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 278. — [5] Engineering 1889, S. 323; Wochenſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 79. — [6] Wochenſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 38. — [7] Ebend., S. 166. — [8] Müller, Lad., Die europäiſchen Kriegsbrückenſyſteme, Wien 1874.

Melan.

Kriegshäfen, diejenigen Seehäfen (ſ. d.), welche ganz ausſchließlich zum Bau, zur Reparatur und zur Ausrüſtung von Kriegsſchiffen mit Ausrüſtungsbaſſins verſehen und gegen feindliche Angriffe militäriſch ſichergeſtellt ſind. Dieſelben beſitzen neben den nötigen Werften namentlich große Werkſtätten und Vorratsdocks.

Zſchokke.

Kriegsſchiffstypen. Die Gliederung der Kriegsſchiffe in eine begrenzte Zahl von Typen iſt zurzeit bei allen Kriegsmarinen durchgeführt, und dieſelben beſtehen aus Linienſchiffen, großen Kreuzern, kleinen Kreuzern, Torpedofahrzeugen und Kanonenbooten. Ueber die hiſtoriſche Entwicklung der Kriegsſchiffstypen auf den heutigen Stand verweiſen wir auf die Literatur dieſes Artikels.

Die **Linienſchiffe** bilden den Kern der Schlachtflotte und ihre Hauptkampfkraft, von ihnen iſt die Entſcheidung der Seeſchlacht und damit die Vormacht zur See abhängig. Die Linienſchiffe ſind dementſprechend mit den ſtärkſten und wirkſamſten Angriffswaffen und den ausgiebigſten Schutzwehren ausgeſtattet. Das Beſtreben, ſchon bei größeren Schußentfernungen frühzeitig eine Feuerüberlegenheit zu erzielen, hat in allen Marinen dazu geführt, die ſchweren Geſchütze, teilweiſe unter Einſchränkung der Mittelartillerie, zu vermehren. So weiſt das neueſte engliſche Linienſchiff „Dreadnought“ von 18300 t Deplacement 10 ſchwere 30,5-cm-L/45-Geſchütze und 18 leichte 7,6 cm-Schnellfeuerkanonen auf, während die neueſten amerikaniſchen Linienſchiffe „Michigan“ und „South Carolina“ von 16500 t Deplacement 8 ſchwere 30,5-cm-Geſchütze und 22 leichte 7,6-cm-Schnellfeuerkanonen führen. Die Franzoſen halten bei ihren neueſten Linienſchiffen der Danton-Klaſſe von 18000 t Deplacement noch an einer Teilung der ſchweren Geſchütze feſt und beſtücken dieſe Schiffe mit 4 ſchweren 30,5-cm-Geſchützen und 12 24-cm-Geſchützen ſowie 16 leichten 7,5-cm-Schnellfeuerkanonen. Die Japaner haben die ſchwere und leichte Artillerie der „Dreadnought“ angenommen, belaſſen jedoch eine Mittelartillerie von 15-cm-Schnellfeuerkanonen und ſteigern dementſprechend das Deplacement auf 21000 t. Bei allen Marinen tritt dabei das Beſtreben auf, die ſchweren Geſchütze in Doppeltürmen derart aufzuſtellen, daß ein ausgiebiges Breitſeitfeuer ermöglicht wird, und zugleich die Zielfläche durch Vermeidung größerer Aufbauten zu verringern. Die weitere Forderung, dem Schiff und ſeinen Kampfmitteln auf 3500 m Schußentfernung einen derartigen Schutz zu gewähren, daß es für längere Zeit dem feindlichen Feuer ſtandhalten und ſein eignes Feuer aufrechterhalten kann, bedingt eine Panzerung von ausreichender Stärke und Ausdehnung, und zwar nicht allein innerhalb und oberhalb der Waſſerlinie gegen feindliche Geſchoſſe, ſondern auch unter Waſſer zur Abwehr der feindlichen Torpedos. Daneben tritt der Wert einer über-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

legenen Geschwindigkeit der Linienschiffe wieder in den Vordergrund. Die Verstärkung der Schiffsarmierung (s. Geschützarmierung) und des Panzers (s. Schiffspanzer) sowie die Steigerung der Geschwindigkeit und damit der Maschinenkraft zieht jedoch unweigerlich eine Vergrößerung des Deplacements nach sich, da alle diese Kampfmittel vom Schiff sicher getragen werden müssen. Als Typ eines modernen Linienschiffes gilt daher ein Panzerschiff von 18000–21000 t Deplacement mit 8—12 schweren Geschützen, einer mäßigen Mittelartillerie und zahlreichen Schnellfeuerkanonen von 7,5—12 cm Kaliber, mit ausgiebiger Seitenpanzerung, Schutz gegen Torpedos und Minen und einer Geschwindigkeit von 19—21 Knoten.

Neben den Linienschiffen sind für den Aufklärungsdienst und den Handelsschutz als besondere Kriegsschiffstypen die **Kreuzer** ausgebildet worden. Auch bei diesem Schiffstyp, bei dem in erster Linie eine große Geschwindigkeit und ein großer Aktionsradius angestrebt wird, ist eine stete Steigerung der Kampfkraft und damit alsbald eine Differenzierung ihrer Gefechtsstärken eingetreten. Man gliedert sie allgemein in große Kreuzer, auch Panzerkreuzer genannt wegen eines seitlichen Panzerschutzes nach Art der Linienschiffe, und kleine Kreuzer mit leichtem Panzerdeckschutz für die vitalen Teile. Während die Armierung der großen Kreuzer ständig gesteigert wird und sich wegen der Möglichkeit einer Verwendbarkeit in der Tagesschlacht in ihrer Stärke derjenigen der Linienschiffe nähert, hat man sich bei den kleinen Kreuzern mit einer leichten Armierung begnügt. Dagegen hat man sowohl bei den großen Kreuzern als auch bei den kleinen Kreuzern an einem hohen Geschwindigkeitsüberschuß gegenüber den Linienschiffen festgehalten, dessen strategischer und taktischer Wert ein außerordentlich hoher ist. Die Geschwindigkeit der in Dienst befindlichen großen Kreuzer von 23 Knoten wird daher unter Verwendung von Dampfturbinen bei den Neubauten auf 25 Knoten bei einem Deplacement bis 19000 t gesteigert werden, eine Geschwindigkeit, die bereits von einzelnen kleinen Kreuzern erreicht worden ist. Das Deplacement der letzteren hält sich durchweg noch unterhalb 4000 t. Ob die von einzelnen Stellen angeregte Verschmelzung der Linienschiffe und großen Kreuzer zu einem Einheitskampfschiff erfolgreich durchgeführt werden kann, muß die Zukunft lehren.

Die **Kanonenboote** kommen für die Seeschlacht nicht in Betracht, sie finden nur als Stationsschiffe in außerheimischen Gewässern Verwendung.

Die **Torpedofahrzeuge,** die sich aus den Dampfbeibooten entwickelt haben, dienen zum Torpedoangriff auf Schlachtschiffe. Sie erreichen Geschwindigkeiten von 28—36 Knoten und besitzen neben einigen leichten Geschützen als Hauptwaffe 2—3 Torpedorohre zum Lancieren von Fischtorpedos. Trotzdem das Deplacement mit Zunahme der Geschwindigkeit von 80 t auf vereinzelt 1000 t gesteigert wurde, mußte bei den Torpedobooten auf jeglichen Panzerschutz verzichtet werden, so daß sie von den stärkeren Kalibern der leichten Artillerie bereits kampfunfähig gemacht werden können. Ihr einziger Schutz besteht in einer überlegenen Geschwindigkeit und der geringen Sichtbarkeit.

Neben den Torpedobooten sind neuerdings namentlich für die Küstenverteidigung Unterseeboote (s. d.) in allen Marinen eingeführt, die als Kampfkraft nur ein Torpedorohr zum Lancieren von Fischtorpedos führen und deren Schutz in der Möglichkeit des Unterwasserfahrens liegt.

Literatur: [1] v. Kronenfels, J. F., Das schwimmende Flottenmaterial der Seemächte, Wien 1881. — [2] Dislère, P., Die Kreuzerschiffe und der Kaperkrieg, Pola 1876. — [3] Derf., Die Panzerschiffe der neuesten Zeit, Pola 1877. — [4] Neudeck, Die heutigen Kriegsmarinen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896/97. — [5] Chasseloup-Laubat, Les marines de guerre modernes, Paris 1903. — [6] Brassey, The Naval Annual, Portsmouth 1900/07. — [7] Marine-Almanach, Pola 1890/1907. — [8] Weyer, Taschenbuch der Kriegsflotten 1900/06. — [9] Fred, T. Jane, All the World's Fighting Ships, London 1900/06. — [10] Nauticus, Jahrbuch für Deutschlands Seeinteressen, Berlin 1902/07.

T. Schwarz.

Kriegstelegraph ermöglicht den telegraphischen Nachrichtendienst zwischen den obersten Kommandobehörden und den Befehlshabern größerer, selbst in Bewegung befindlicher Truppenkörper. Er findet ferner im Aufklärungsdienste der Kavallerie und im Vorpostendienste Verwendung.

Für die Kriegstelegraphie werden allgemein Morsefarbschreiber und Klopferapparate benutzt, deren Konstruktion im wesentlichen mit derjenigen der Apparate des Friedensdienstes übereinstimmt. Da Telegraphierfehler im Kriege die verhängnisvollsten Wirkungen haben können, so ist man in den meisten Armeen von der bisherigen ausgedehnten Verwendung von Klopferapparaten wieder zurückgekommen. Man macht vielmehr jetzt häufig von einer Kombination des Fernsprechers mit dem Klopfer und zwar namentlich in den Fällen Gebrauch, wo bei Isolationsfehlern die vorhandenen Batterien nicht mehr ausreichen, die Morseschreiber der Empfangsstation zu betätigen. Diese Kombination wird Summer, Vibrierapparat, Fernsprecher mit Summeranruf, je nach dem Hauptzwecke auch Patrouillenapparat und Kavallerietelegraph genannt. Die Einrichtung ist so getroffen, daß derartige Apparatsysteme einerseits als gewöhnliche Fernsprecher benutzt werden können und anderseits zur Aufnahme von Morsezeichen dienen, die durch das schnelle Vibrieren des aus einem schwachen Eisenbleche bestehenden Klopferankers im Fernhörer als summende Geräusche wiedergegeben werden. Von den gewöhnlichen Fernsprechsystemen selbst wird im Feldkriege weniger Gebrauch gemacht; dicht am Feinde eignet sich der Fernsprecher kaum zur Befehlserteilung. Für den Festungs-, Etappen- und Lagerdienst ist dagegen der Fernsprecher ein unschätzbares Verkehrsmittel; die hier zur Verwendung kommenden Formen entsprechen den für den gewöhnlichen Verkehr bestimmten.

Als ausgezeichnetes Mittel für den Nachrichtendienst im Kriege ist neuerdings die Funkentelegraphie hinzugetreten. Sie hat zuerst im russisch-japanischen Kriege nennenswerte praktische

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Erfolge zu verzeichnen gehabt; im Transvaalkriege hatte ſie noch verfagt. Die leiſtungsfähigſten Kriegsfunkentelegraphen ſind gegenwärtig die des Telefunkenſyſtems. Sie haben bei der Niederwerfung der Aufſtände in Deutſch-Südweſtafrika ihre Feuerprobe beſtanden und dort dadurch hervorragende Dienſte geleiſtet, daß ſie einen Nachrichtenverkehr auf 200 km und darüber vermittelt haben. Zu den Kriegstelegraphen im weiteren Sinne kann man auch die Einrichtungen zählen, die einen Nachrichtenverkehr auf optiſchem Wege ermöglichen. Es ſind dies die Flaggenſignaleinrichtungen und die Heliographen; erſtere ſind nur für den Nahverkehr beſtimmt, letztere haben eine Reichweite von 70 km bei Verwendung von Sonnenlicht und bei Verwendung von Signallampen eine Reichweite von 60 km in der Nacht und von 30 km bei Tage. Als künſtliche Lichtquelle für die Heliographen dient gegenwärtig allgemein eine Stichflamme aus Acetylen und Sauerſtoff, mit der Plättchen aus Thorium in Weißglut verſetzt werden. Es gibt dies ein Licht von 500 Normalkerzen, das durch ein ſtarkes Linſenſyſtem auf 80 000 Normalkerzen geſteigert wird. Die Heliographen benutzen das Morſezeichenalphabet; ein kurzer mit darauffolgendem langen Lichtblitz bedeutet z. B. den Buchſtaben a. In Deutſch-Südweſtafrika haben die Heliographen ebenfalls gute Dienſte geleiſtet.

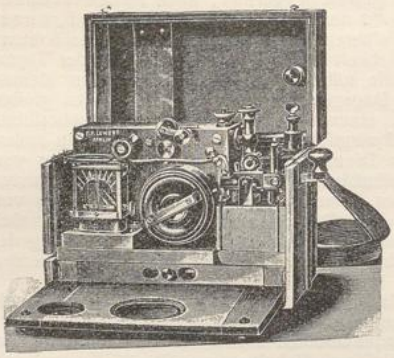


Fig. 2. Kleiner Feldtelegraphenapparat.

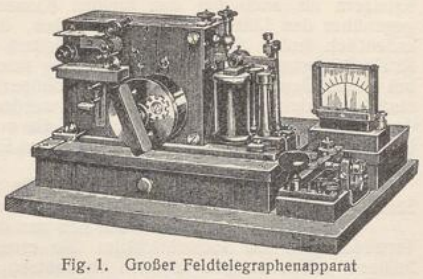


Fig. 1. Großer Feldtelegraphenapparat

Die für die elektriſchen Kriegstelegraphen mit Ausnahme der Funkentelegraphen erforderlichen Verbindungsleitungen werden jetzt allgemein aus ſogenanntem Feldkabel hergeſtellt. Ein ſolches Feldkabel beſteht aus einigen untereinander verfeilten Stahldrahtadern, in die zur Erzielung beſſerer Leitfähigkeit einige Kupferadern eingefügt ſind. Die ſo gebildete Litze iſt von einer kräftigen Iſolationshülle umgeben, die auch beim wiederholten Auf- und Abwickeln des Kabels nicht brüchig werden darf. Das Feldkabel wird auf tragbaren Haſpeln mitgeführt und entweder auf dem Erdboden oder über Buſchwerk ausgelegt und an Bäumen mittels Haken aufgehängt. Von der bisher üblichen Herſtellung von Luftleitungen für Kriegstelegraphen unter Verwendung von Eiſenlitzen- oder Bronzedraht, der an leichten, mit Hartgummiiſolatoren ausgerüſteten Holzſtangen befeſtigt wird, kommt man immer mehr ab. Als Stromquelle für den Betrieb der Kriegstelegraphenleitungen werden allgemein Trockenelemente des Leclanché-Typs benutzt.

Die Leitungen und ſonſtigen Einrichtungen für die Feſtungstelegraphen werden ſchon zu Friedenszeiten nach den bei der Staatstelegraphie üblichen Grundſätzen, und zwar durchweg mit unterirdiſchen Kabeln hergeſtellt.

Für den telegraphiſchen Nachrichtendienſt der Kriegsmarine findet neben den Flaggenſignaleinrichtungen jetzt die Funkentelegraphie ausgedehnteſte Anwendung.

I. **Morſetelegraphen für Kriegszwecke.** 1. Der große Feldtelegraphenapparat (Fig. 1) iſt für den ſtationären Dienſt beſtimmt. Die vier Hauptteile des Apparatſyſtems — Farbſchreiber, Galvanoſkop, Taſte und Umſchalter (letzterer in der Figur nicht ſichtbar) — ſind, um es bei einem Wechſel des Truppenſtandortes ſchnell aufſtellen zu können, auf einem gemeinſamen Grundbrett angeordnet. Der Schreibapparat entſpricht im weſentlichen dem deutſchen Normalfarbſchreiber (vgl. Telegraphie) und kann wie dieſer am Schreibhebel auf Arbeits- und Ruheſtrom eingeſtellt werden. Der Wechſel des Stromlaufs von Arbeits- auf Ruheſtrom wird durch zwei kleine Schienen bewirkt, die ſich hinter der Ruheſchiene der Taſte befinden und durch Stöpſelung mit der Ruheſchiene verbunden werden können. Für den Transport wird das Syſtem in einem tragbaren Verſchlußkaſten untergebracht, in dem ſich unterhalb des oberen Bodens zwei Schubkaſten und unterhalb des Apparatgrundbrettes ein Doppelfach zur Aufnahme der Zubehörſtücke und Werkzeuge befindet. 2. Der kleine Feldtelegraphenapparat (Fig. 2). Er iſt, entſprechend ſeinem Zweck als Apparat für die in der Nähe des Feindes operierenden Truppen, in ſeinen drei Hauptteilen — Farbſchreiber, Galvanoſkop und Taſte — kleiner und leichter gebaut als der große Feldtelegraphenapparat. Der Schreibhebel kann ebenfalls auf Arbeits- und Ruheſtrom eingeſtellt werden. Die Taſte beſteht aus zwei Teilen, ihr vorderer Teil mit Knopf kann in die Höhe geklappt werden und befindet ſich dann beim Transport innerhalb des an einem Lederriemen tragbaren Kaſtens. Zwei an der linken Seite des Kaſtens heraustretende Stifte mit Knopf dienen dazu, das Laufwerk in Gang zu ſetzen bezw. die Nadel des Galvanoſkops für den Transport feſtzuſtellen. Der Vorteil dieſes Apparates beſteht außer in ſeiner Handlichkeit darin, daß mit ihm jederzeit ſofort telegraphiert werden kann, ohne daß der Transportkaſten geöffnet zu werden braucht, da alle in Betracht kommenden Apparatteile, wie Taſte, Handgriff der Triebfeder, Hemmvorrichtung und Leitungsklemmen, von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

außen bequem zugänglich sind. Auch ist das Galvanoskop bei geschlossenem Transportkasten von außen sichtbar. Störend wirkt, daß die Farbe für die Zeichenschrift auf die mit Filz bedeckte Farberolle mittels eines Pinsels aufgetragen wird und daß dies sehr oft geschehen muß.

II. **Patrouillenapparat und sonstige Fernsprechsysteme mit Summeranruf.** Das Anrufsignal wird gewöhnlich dadurch gegeben, daß das Telephon der Empfangsstation durch einen in der rufenden Station eingeschalteten Summer zum lauten Tönen gebracht wird. Da das Telephon auf sehr schwache Ströme anspricht, so spielt der Leitungswiderstand für die Uebertragung der Anrufsignale eine wesentlich geringere Rolle als bei Verwendung von gewöhnlichen Fernsprechstationen mit Induktor oder Batterieanruf. Mittels des Summers kann neben der telephonischen Verständigung eine

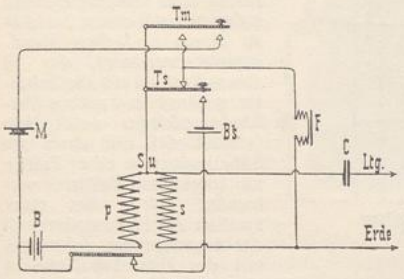


Fig. 4.

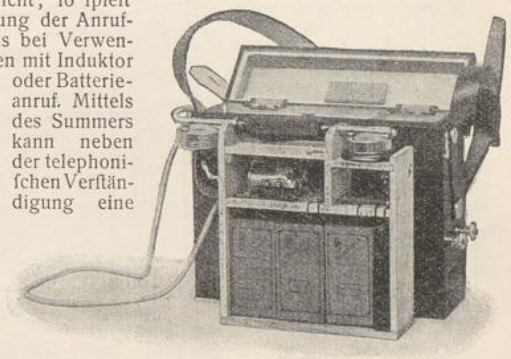


Fig. 3.

Uebermittlung der Nachrichten durch Morsezeichen erzielt werden. Da die hohe Periodenzahl die Einschaltung von Kondensatoren in die Zuleitungen gestattet, so kann man solche zur Verriegelung der Apparate für fremde Gleichströme benutzen. Es wird dadurch möglich, die Summerstationen an bestehende Telegraphenleitungen anzuschließen, ohne deren Betrieb zu beeinflussen und ohne daß die Stationen der betreffenden Leitung von der Anschaltung etwas merken Die Anschaltung an bestehende Telegraphenleitungen ist bei der Dichte des Leitungsnetzes der Friedenstelegraphie im Kriege zumeist der einfachste Weg zur Verbindung zweier Feldstationen.

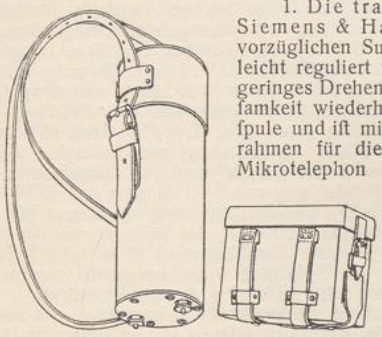


Fig. 5.

1. Die tragbare Fernsprechstation mit Summeranruf von Siemens & Halske (Fig 3 und 4). Sie zeichnet sich durch einen vorzüglichen Summer aus, der mittels einer schrägen Einstellschraube leicht reguliert werden kann. Beim Versagen des Summers wird durch geringes Drehen dieser Stellschraube nach links oder rechts seine Wirksamkeit wiederhergestellt. Der Summer dient zugleich als Induktionsspule und ist mit einem Kondensator *C* von 2 Mikrofarad in dem Einsatzrahmen für die Elemente eingebaut. Mit dem Einsatzrahmen ist ein Mikrotelephon durch eine vieradrige Schnur verbunden; es enthält außer einem Telephon *F* und einen Mikrophon *M* mit auswechselbarer Sprechkapsel eine Taste *Tm* zum Einschalten der Mikrophonbatterie *B*. Einsatzrahmen und das auf ihm ruhende Mikrotelephon sind in einem schwarzlackierten Holzkasten untergebracht. Zum Auswechseln verbrauchter Elemente nimmt man den ganzen Einsatzrahmen aus dem Holzkasten heraus, wodurch sämtliche Teile des Apparatsystems zugänglich werden. Telephon *F* und Sekundärspule *s* des Summers *Su* (Fig. 4) sind parallel geschaltet. Beim Anruf und beim Telegraphieren mit Morsezeichen bleibt die Mikrophontaste *Tm* in Ruhestellung; durch das Niederdrücken der Anruf- oder Summertaste *Ts* wird das Telephon *F* der rufenden Station ausgeschaltet und die Summerbatterie *Bs* mit der Mikrophonbatterie *B* zusammengeschaltet, so daß die ganze Energie des Summers im Telephon der gerufenen Station zur Geltung kommt, wodurch eine sehr kräftige Lautwirkung erzielt wird. Das Gewicht des ganzen Apparatsystems beträgt je nach der Ausführung 4,5—5,4 kg.

2. Der Feldfernsprecher der Telephonapparatfabrik von E. Zwietusch & Cie. in Charlottenburg (Fig. 5). Das besonders für die Aufklärungszwecke der Kavallerie bestimmte Apparatsystem besteht aus zwei Teilen. Ein leichter Aluminiumkasten enthält die zum Sprechen und für den Summeranruf erforderlichen Elemente; er ist mit einer Anschlußklinke für den Batterieknöpfel und mit einer Lederumhüllung versehen, die einer Infanteriepatronentasche gleicht und wie eine solche am Säbelkoppel getragen wird. Ein zweites röhrenförmiges, durch Einlage von Stahldrahtringen verstärktes und um die Schulter zu hängendes Lederfutteral enthält ein Mikrotelephon und den Batterieanschlußknöpfel nebst Verbindungsschnur, ferner in einem besonderen mit Filz abgedeckten Fach am Boden des Futterals den Summer nebst den erforderlichen Anschlußklemmen. Ein Nachregulieren des Summers ist nur selten nötig; es kann dann das Bodenfach nach Lösung einiger von außen zugänglicher Schrauben leicht herausgenommen werden. Der Summer ist ein sogenannter Kurzschluß- oder Differentialsummer, der auch bei wechselnder Batteriespannung gewöhnlich keiner Nachregulierung bedarf, da auf den Anker des Selbstunterbrechers zwei entgegengesetzte elektromagnetische Kräfte wirken, deren Verhältnis

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zueinander dauernd konstant und unabhängig von der Stärke der Batterie ist. Die Batterie besteht aus zwei lagerfesten Trockenelementen, die durch Filzumkleidung gegen Frost geschützt sind. Die Elemente werden erst bei Ingebrauchnahme durch Eingießen von Wasser in Wirksamkeit gesetzt. Das Wasser bildet mit dem Elektrolyt alsbald eine gallertartige Masse; ein Auslaufen ist ausgeschlossen. Das Apparatsystem wiegt zusammen etwa 5,5 kg.

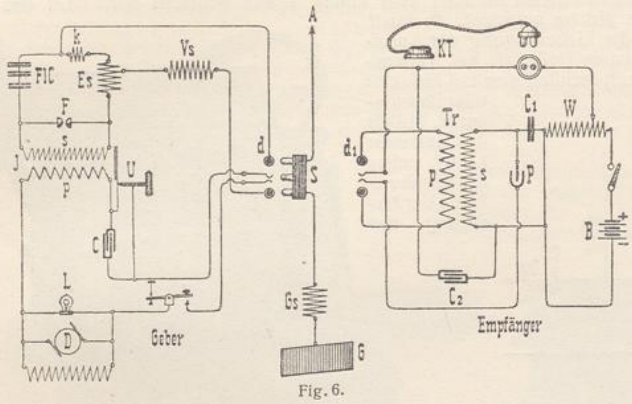


Fig. 6.

3. Der Patrouillenapparat von Mix & Genest in Berlin. Auch bei diesem Apparat sind Mikrophon und Telephon mit Sprechtaste und Anruf- oder Telegraphiertaste zusammen mit einem Summer zu einem einfachen Handapparat vereinigt, der in einem Futteral um die Schulter gehängt und mittels Verbindungsschnur nebst Anschlußstöpsel mit einer am Säbelkoppel in einer Tasche zu tragenden Batterie verbunden wird. Bei einer zweiten Ausführungsform ist der Handapparat zusammen mit der Betriebsbatterie in eine feste Ledertasche eingebaut. Die Betriebssicherheit des Summers beruht ebenfalls darauf, daß sein Anker als Selbstunterbrecher in zwei elektromagnetischen Feldern schwingt, deren Differenzverhältnis auch bei wechselnden äußeren Betriebsverhältnissen konstant bleibt.

III. **Funkentelegraphen für Kriegszwecke.** 1. Tragbare Stationen nach dem System Telefunken. Sie dienen für die militärische Nachrichtenübermittlung auf kleinere Entfernungen und in solchem Gelände, wo Fahrzeuge den Bewegungen der Truppe nicht mehr folgen können Ihr Anwendungsgebiet ist hauptsächlich der Aufklärungsdienst der Kavallerie und der Vorpostendienst der Infanterie. Das Luftleitergebilde einer solchen tragbaren Station besteht aus einem rund 15 m hohen, aus 8 Teilen zu 1,85 m Länge zusammengesetzten Magnaliummast und einem von ihm getragenen Schirmnetz aus 6 Bronzelitzendrähten von 25 m Länge Senkrecht unter den Luftdrähten sind in 1 m Entfernung vom Boden 6 Gegengewichtsdrähte zu je 40 m Länge ausgespannt, die sich in einem am Mast befestigten und von diesem isolierten Ringe konzentrisch vereinigen. Der Mast selbst ist vom Boden isoliert und bildet die Zuleitung zum Luftnetz. Als Kraftquelle dient eine kleine Gleichstromnebenschlußdynamomaschine von einer Nutzleistung von 1—2 Ampère und 45 Volt bei 1300 Touren. Die Dynamomaschine wird von einem fahrradähnlichen Tretgestell aus betrieben, das bequem von einem Mann bedient werden kann. Das Tretgestell ist in zehn Teile zerlegbar und kann in 5 Minuten zusammengesetzt werden. Das Schaltungsschéma wird durch Fig. 6 veranschaulicht.

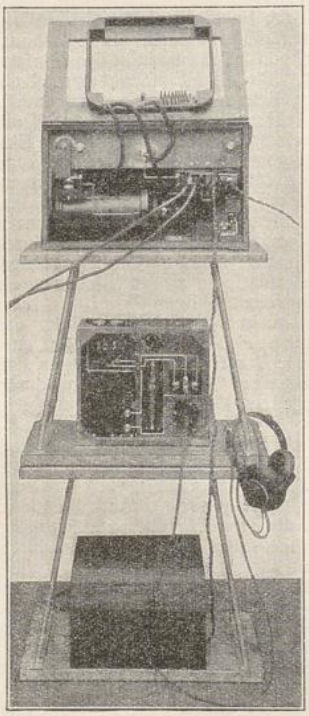


Fig. 7.

Geber. Sämtliche Apparate des Gebers sind, wie aus dem oberen Teile der Fig. 7 zu ersehen ist, in einem Holzkasten vereinigt, der durch Metallecken verstärkt und zum Transport und Gebrauch in einen Ledertornister mit seitlichem Regenschutzdach untergebracht ist. Es sind folgende Stromkreise vorhanden:

a) Der primäre Stromkreis des Funkeninduktors. Er besteht aus der Nebenschlußdynamomaschine *D* mit parallelgeschalteter Sicherheitslampe *L* von 110 Volt, einer Taste *T* der primären Spule *p* des Funkeninduktors *I*, dem Hammerunterbrecher *U* und einem parallel zur Unterbrechungsstelle des Hammers geschalteten Kondensator *C*.

b) Der geschlossene Schwingungskreis für die Erzeugung der elektromagnetischen Wellen: Er setzt sich zusammen aus der Funkenstrecke *F*, der Leidenerflaschenbatterie *FIC*, der Erregerselbstinduktion *Es* und der Korrektionsspule *k*.

c) Der offene Schwingungskreis für die Ausstrahlung der elektromagnetischen Wellen in den Luftraum: Er wird gebildet durch das Luftnetz *A*, die Verlängerungsspule *Vs*, das Gegengewichtsnetz *G* und die Gegengewichtsspule *Gs*. Die Anschaltung des Luftleiters an den Geber erfolgt mittels dreiteiligen Stöpsels *S* in einer Anschlußdose *d*. Bei Abschaltung von Luftdraht und Gegengewicht tritt sofort eine Unterbrechung des Primärstromes ein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es wird nur mit einer Wellenlänge von 364 m und mit einer unveränderlichen Koppelung von 8 % gearbeitet.

Empfänger. Sämtliche Apparate des Empfängers sind ebenfalls in einem Holzgestell vereinigt, wie der untere Teil der Fig. 7 zeigt. Das Holzgestell ist in einem zweiten Ledertornister untergebracht. Die Stromkreise des Empfangssystems sind:

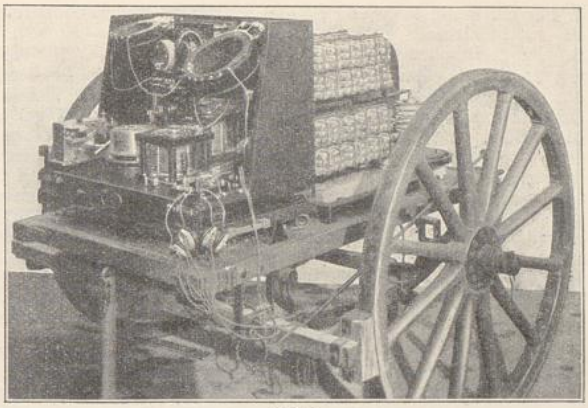


Fig. 8.

a) Der offene Schwingungskreis für die Auffaugung der elektromagnetischen Wellen aus dem Luftraum: Er besteht aus dem auch für den Sender benutzten Luftleiter *A* mit dem Gegengewichtsnetz *G* und der Gegengewichtsspule *Gs* sowie der primären Spule *p* des Empfangstransformators *Tr*, die mittels Anschlußdose d_1 und dreiteiligen Stöpsels *S* eingeschaltet wird.

b) Der Hochfrequenzschwingungskreis des Wellenanzeigers. Als Wellenanzeiger kommt ein elektrolytischer Detektor *P* und zwar ein Schlömilchscher Wellenanzeiger (s. Telegraphie ohne Draht) zur Verwendung. Er ist mit der sekundären Spule *s* des Empfangstransformators *Tr* und einem veränderlichen Kondensator C_1 zu einem geschlossenen Schwingungskreis zusammengeschaltet. Ein konstanter Kondensator C_2 ist dem Wellenanzeiger parallel geschaltet.

c) Der Lokalstromkreis für den Hörempfänger. Er setzt sich aus einem Kopftelephon *KT*, das mittels zweiteiligen Stöpsels eingeschaltet wird, einem Schiebewiderstand *W* und einer Batterie *B* zusammen. Das Gewicht der gesamten Station beläuft sich auf etwa 200 kg.

Die Reichweite beträgt 30—50 km. Zum Transport der Stationen auf dem Marsche dient, wenn eine Verwendung derselben nicht beabsichtigt ist, ein zweiräderiger Transportkarren, der Platz für zwei tragbare Stationen und eine Betriebsreserve bietet. Das Gewicht des beladenen Karrens beträgt 800—850 kg. Auf dem Karren erfolgt die Beförderung der beiden Stationen bis zu der Stelle, wo die Kommandobehörde Aufstellung nimmt, die mit dem zu detachierenden Truppenteil funkentelegraphische Verbindung halten will. Hier wird die erste Station aufgebaut, während die zweite Station mit den Truppen vorgeht. Kommt sie bei Kavallerie zur Verwendung, so wird sie auf vier Tragtieren mit Packsätteln verladen; bei der Infanterie sind zur Weiterbeförderung der Station acht Mann erforderlich. Der Aufbau einer Station erfolgt in 20 Minuten; zur Bedienung sind drei Mann erforderlich: ein Mann für das Telegraphieren und zwei Mann, davon einer als Ablösung, für die Bedienung des Tretgestells.

2. Fahrbare Funkentelegraphenstation System „Telefunken". Jede Station besteht aus zwei vierrädrigen Protzfahrzeugen, jedes Protzfahrzeug aus zwei zweirädrigen Karren. Die einzelnen Karren haben nachstehende Bezeichnungen und werden als Protzfahrzeuge wie folgt zusammengestellt:

Karren 1 = Gerätekarren (vorn) } Wagen I.
Karren 2 = Apparatekarren (hinten) }
Karren 3 = Maskarren (vorn) } Wagen II.
Karren 4 = Motorkarren (hinten) }

Die Protzfahrzeuge werden mit je vier Pferden bespannt; jedes Fahrzeug bietet Platz für vier Bedienungsleute und wiegt etwa 1400 kg. Die einzelnen Karren können zweispännig mit Deichsel oder einspännig mit Scherbaum gefahren werden.

Gerätekarren. Er enthält sämtliche Referveapparate für Geber und Empfänger, Vorratsbenzin, militärische Ausrüstungsgegenstände und außen acht Rohrteile für den Mast.

Motorkarren. Er enthält einen Benzinmotor von 4 PS. mit Magnetzündung, einen Benzinbehälter von 30 l Inhalt, einen mit dem Benzinmotor direkt gekuppelten Wechselstromgenerator von 0,75 Kilowatt Nutzleistung bei 110 Volt Spannung sowie eine Gleichstromerregerdynamo von 4 Ampère und 18 Volt. Für die Kühlung des Motors ist ein Bienenkorbkühler mit Wasserbehälter von 20 l Inhalt vorgesehen. Außen auf dem Wagenverdeck befinden sich eine Aufrichtvorrichtung für den Mast und 72 qm Kupfergaze als Gegengewicht bei Verwendung eines Drachenluftleiters, ferner zwei Kabeltrommeln für Drachenkabel.

Apparatekarren (Fig. 8). Er enthält im vorderen Teil die Geberapparate, im hinteren Teil die Empfängerapparate. Außen sind angebracht: ein Drachenfutteral mit sechs Drachen und zwei Kabeltrommeln für Drachenkabel.

Maskarren. Er enthält sämtliche Teile des Mastes, Luft- und Gegengewichtsnetzes nebst Reserveteilen; ferner außen acht Rohrteile für den Mast. Bei Verwendung des Mastes zur Hochführung der Luftleitung wird mit zwei Wellen von 550 oder 850 m, bei Verwendung der Drachenluftleitung mit nur einer Welle von 850 m Länge gearbeitet. Die Schaltungsanordnung entspricht im wesentlichen der Schaltung für die tragbaren Stationen. Als Wellenanzeiger kommt für das Arbeiten mit dem Morseapparat der Feilspänefritter, für die Aufnahme der Zeichen mittels des Telephons die Schlömilch-Zelle in Anwendung. Die Reichweiten sind:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. Für die große Maſtwelle (850 m) = 100 km mittels Morſeſchreibers, 150 km mittels Hörers.
2. „ „ kleine „ (550 m) = 60 „ „ „ „ 90 „ „ „
3. „ „ Drachenwelle (850 m) = 150 „ „ „ „ 225 „ „ „

Bei Verwendung der Maſtwellen ſind Störungen fremder Sender ſchon bei 5 % Wellenunterſchied ausgeſchaltet, bei der Drachenwelle erſt bei etwa 50 %. Dafür iſt aber die Reichweite der Drachenwelle wegen der Höhe des Luftdrahtes (250 m Länge) etwa halbmal größer als die der Maſtwellen. Das Luftleitergebilde beſteht aus einem Netz von 12 Bronzelitzendrähten von je 40 m Länge, das Gegengewichtsnetz aus 12 gleichen Drähten von je 60 m Länge. Zur Aufhängung des Luftnetzes dient ein Magnaliummaſt von rund 30 m Länge aus 16 Teilen von 1,85 m Länge, die durch Meſſingmuffen miteinander verbunden werden. Mittels der am Motorkarren angebrachten Aufrichtvorrichtung kann der Maſt nebſt Luftleiter innerhalb 30 Minuten aufgerichtet werden. Die Drachenausrüſtung jeder Station beſteht aus zwei ungefirniſten Eddydrachen für ſchwachen Wind, einem gefirniſten Eddydrachen für Regen, zwei einfachen Kaſtendrachen für mittleren Wind und einem verſtärkten Kaſtendrachen für Sturm. Die am Motor- und Apparatekarren befindlichen vier Kabeltrommeln enthalten je 250 m Drachen- oder Ballonkabel. Bei Verwendung der Drachenluftleitung iſt die Station in 10 Minuten betriebsfertig. *O. Jentſch.*

Kriegstransportwagen, ſ. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 347, und Militärbeförderung auf Eiſenbahnen.

Krimpen (Krumpen, Krümpfen), diejenige Eigenſchaft der naſſen, namentlich der aus Wolle hergeſtellten Gewebe, zufolge welcher dieſelben beim Trocknen „eingehen“, d. h. in ihrer Ausdehnung nach allen Richtungen abnehmen (ſ. Tuchfabrikation). *Kraft.*

Krimpkraft (Krump-, Krümp-, Krümm-, Krumpfkraft) nennt man (nicht ganz richtig) die Eigenſchaft der Gewebe, beim Trocknen „einzugehen“, zu ſchrumpfen. Dieſe Eigenſchaft wäre am beſten mit „Krumpfähigkeit“ zu bezeichnen (ſ. Tuchfabrikation). *Kraft.*

Krippen, ſ. Pferde-, Rindvieh-, Schweine-, Schafſtälle.

Kriſpeln bezweckt bei manchen Lederſorten, z. B. bei Vacheleder, das Auswaſchen der beim Gerbeprozeß aufgenommenen Säure und andrer Subſtanzen, bei manchen dagegen, z. B. bei Oberleder, ein Erweichen und Geſchmeidigmachen. Das Kriſpeln wird mit dem Kriſpelholz ausgeführt, einem Werkzeug von der Geſtalt eines Tiſchlerhobels, deſſen untere Fläche gewölbt und mit Holz- oder Zinkzähnen beſetzt iſt. In neuerer Zeit wird das Kriſpeln auch mit beſonderen, für dieſen Zweck konſtruierten Kriſpelmaſchinen vorgenommen. Vgl. Leder. *Päßler.*

Kriſtall, ein chemiſch und phyſikaliſch einheitlicher Körper von geſetzmäßiger äußerer geometriſcher Form und geſetzmäßigem inneren Aufbau.

Die Natur eines Kriſtalles wird, im Gegenſatz zum amorphen oder geſtaltloſen Körper, im weſentlichen durch die dem feſten Körper eigentümliche Anordnung ſeiner kleinſten Teilchen bedingt. Die Kriſtallform ſelbſt iſt nur der äußere Ausdruck dieſer inneren geſetzmäßigen Anordnung der kleinſten Teilchen. Sie kann bei einem kriſtalliſierten Körper fehlen, ohne daß er dadurch ſeine Kriſtallnatur verliert.

Das phyſikaliſche Geſamtverhalten ändert ſich im Kriſtall mit der Richtung, z. B. Wärmeleitung, Wellenbewegung, Lichtbrechung, Elaſtizität, Kohärenz u. ſ. w.; im amorphen Körper, z. B. im Glas, ſind dieſe Erſcheinungen nach allen Richtungen gleich. — Gerät eine feſte einheitliche Subſtanz durch irgend eine chemiſche Veränderung oder Umwandlung in die Hohlform eines früheren Kriſtalles, ſo entſteht ein Afterkriſtall oder eine Pſeudomorphoſe.

Ein allſeitig ausgebildeter Kriſtall wird von meiſt ebenen Flächen begrenzt, die paarweiſe vorhanden ſind. Jede Fläche bildet mit der Nachbarfläche einen beſtimmten, nur dieſer kriſtalliſierten Subſtanz zukommenden Winkel. Die Größe des Winkels zweier Kriſtallflächen bildet in vielen Fällen ein Erkennungszeichen für die Subſtanz und ſogar für ihre chemiſche Beſchaffenheit.

Die äußere Kriſtallform und damit auch die ihr entſprechende innere Anordnung der kleinſten Teilchen wird im weſentlichen gegliedert nach der Lage der Flächen im Raum. Hierfür ſind die Zahl und Lage derjenigen Ebenen im Kriſtall maßgebend, nach denen dieſer ſymmetriſch aufgebaut iſt. Die Schnittlinien der Symmetrieebenen bezeichnen alsdann die Achſen eines Kriſtalles, und die einzelnen Kriſtallflächen erhalten einen gewiſſen mathematiſchen Ausdruck (Flächenausdruck, Symbol) ihrer Lage zu dieſen Achſen in der Größe der Abſchnitte (Parameter), welche die Flächen bei ihrer Verlängerung bis zum Schnittpunkt mit den Achſen ergeben.

Nicht alle Kriſtalle beſitzen die Flächen, die nach ihrer Symmetrie vorhanden ſein müßten, ſind alſo nicht holoedriſch oder vollflächig; ein geringerer Teil von Kriſtallen zeigt eine gewiſſe unſymmetriſche, aber immerhin regelmäßige Ausbildung, indem an ihm Flächen, wohl desſelben Syſtems, nicht aber derſelben Formengruppe erſcheinen. Solche Kriſtalle nennt man halbflächig oder hemiedriſch; ſo z. B. bildet das Tetraeder die hemiedriſche Form des Oktaeders.

Auf Grund der Symmetrieverhältniſſe können 6 Kriſtallſyſteme unterſchieden werden, die insgeſamt 32 Kriſtallklaſſen zulaſſen, wenn die hemiedriſchen, tetartoedriſchen u. ſ. w. Formen berückſichtigt werden. Es ſind:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

I. Reguläres, teſſerales Syſtem mit drei aufeinander ſenkrecht ſtehenden, gleichlangen Achſen. Grundform: Oktaeder mit neun Symmetrieebenen. Mit einer vollflächigen, drei hemiedriſchen und einer tetartoedriſchen Klaſſe.

II. Hexagonales Syſtem mit einer Hauptachſe und drei gleichlangen, in einer ſenkrecht zur Hauptachſe liegenden Ebene angeordneten, unter 60° ſich ſchneidenden Nebenachſen. Grundform: ſechsſeitige Doppelpyramide, mit ſieben Symmetrieebenen; mit einer vollflächigen, fünf hemiedriſchen, fünf tetartoedriſchen und einer ogdoedriſchen Klaſſe.

III. Quadratiſches Syſtem mit drei aufeinander ſenkrecht ſtehenden Achſen, von denen zwei gleichlang ſind. Grundform: gleichkantige, vierſeitige Doppelpyramide, mit fünf Symmetrieebenen, mit vier hemiedriſchen und zwei tetartoedriſchen Klaſſen.

IV. Rhombiſches Syſtem mit drei aufeinander ſenkrecht ſtehenden, ungleichlangen Achſen. Grundform: ungleichkantige, vierſeitige Doppelpyramide, mit drei Symmetrieebenen, zwei hemiedriſchen Klaſſen.

V. Monoklines Syſtem mit drei ungleichen Achſen, von denen zwei aufeinander ſenkrecht ſtehen. Grundform: vierſeitige, ungleichkantige Doppelpyramide und ſchiefe Baſis, mit einer Symmetrieebene; zwei hemiedriſche Klaſſen.

VI. Triklines Syſtem mit drei ungleichen unter ſpitzem Winkel zueinander geneigten Achſen. Grundform: ungleichkantige vierſeitige Doppelpyramide mit nicht in einer Ebene liegenden Mittel- oder Baſiskanten, ohne Symmetrieebene; eine hemiedriſche Klaſſe.

Zu den äußeren Unregelmäßigkeiten der Kriſtalle gehören die ſogenannten parallelen Verwachſungen, ferner die Zwillingsbildungen (Verwachſung parallel beſtimmter geſetzmäßiger Flächen), weiter Aufwachſungen fremder Kriſtalle, Aetzfiguren (der äußeren Kriſtallform entſprechende hohle Anätzungen) u. ſ. w.

Von beſonderer Bedeutung erſcheint die Tatſache, daß die phyſikaliſchen Erſcheinungen der Kriſtalle, alſo alle optiſchen, elaſtiſchen, mechaniſchen, elektriſchen u. ſ. w. Vorgänge bei den nichtregulären Kriſtallen in den verſchiedenen Richtungen des Kriſtalles geſetzmäßig wechſeln und daß dieſe Geſetzmäßigkeit mit den kriſtallographiſchen Formen in vielen Beziehungen in Einklang gebracht werden kann. Die Aenderungen in den Achſen-, Winkel- und Flächenverhältniſſen der äußeren Form mit den Aenderungen in der chemiſchen Formel müſſen ebenfalls betont werden. Sie dienen bereits in der ſynthetiſchen Chemie zum Erkennen der chemiſchen Verbindungen. Von dieſer Tatſache aus wird die Kriſtallographie in der Molekularphyſik in Zukunft noch eine große Wichtigkeit erlangen.

Literatur: Liebiſch, Geometriſche Kriſtallographie, Leipzig 1881; Goldſchmidt, Index der Kriſtallformen des Mineralreiches, 3 Bde., 1886—91; Liebiſch, Grundriß der phyſikal. Kriſtallographie, Leipzig 1895; Groth, Phyſikaliſche Kriſtallographie, 3. Aufl., Leipzig 1895; Linck, Grundriß der Kriſtallographie, 1896; Bruhns, Elemente der Kriſtallographie, Wien 1902. *Leppla.*

Kriſtalle, flüſſige (kriſtalliniſche Flüſſigkeiten, aniſotrope Flüſſigkeiten), ein bei einer Anzahl von Stoffen auftretender merkwürdiger Aggregatzuſtand, der teils die Eigenſchaften des kriſtalliniſchen, teils die des flüſſigen beſitzt.

Die erſte Erſcheinung dieſer Art beobachtete Reinitzer im Jahre 1888 am Choleſterylbenzoat; er fand, daß dieſer in dünnen Blättchen kriſtalliſierende Stoff bei 145,5° zu einer trüben Schmelze ſchmilzt, die ſich erſt bei 178,5° klärt. Die trübe Schmelze iſt doppeltbrechend, ſie hellt das Geſichtsfeld zwiſchen gekreuzten Nikols auf, beim Klarwerden bei 178,5° wird die Flüſſigkeit iſotrop. Beim Abkühlen wiederholen ſich die Erſcheinungen in umgekehrter Reihenfolge. Dieſe dann vor allem von Lehmann und ſpäter von R. Schenck eingehend ſtudierten Eigenſchaften zeigten ſich bald bei einer größeren Reihe andrer Stoffe. Außer vielen Säureeſtern des Choleſterins ſtellen ſchöne Beiſpiele die para-Derivate des Aniſols und Phenetols, außer den Azoxyverbindungen die Azine des p-Oxäthylbenzaldehydes und des p-Methoxybenzaldehydes, des Aniſaldehydes und die p-Methoxyzimtſäure. Die trüben aniſotropen Schmelzflüſſe dieſer Subſtanzen werden beſonders von Lehmann als Aggregate fließender oder flüſſiger Kriſtalle gedeutet, alſo als eine Menge ſich eng aneinander ſchmiegender, ſehr weicher Kriſtalle. Quincke dagegen glaubt, daß die Erſcheinungen zu erklären ſeien durch eine Flüſſigkeitsſchicht, die, von der umgebenden Flüſſigkeit verſchieden und mit dieſer nicht miſchbar, als flüſſige Haut die feſten Kriſtalle umhüllte; Tammann hat die Hypotheſe aufgeſtellt, daß es ſich hier um eine Emulſion einer flüſſigen Phaſe in einer andern handle, die bei weiterer Temperaturſteigerung, analog wie eine Emulſion von Phenol in Waſſer, bei einer beſtimmten Temperatur klar wird; hiernach wäre die Aufhellung des Geſichtsfeldes zwiſchen gekreuzten Nikols durch Depolariſierung des polariſierten Lichtes infolge von Brechung und Reflexion an den Tröpfchen zu erklären. Dieſe letzteren beiden Anſichten haben jedoch wenig Wahrſcheinlichkeit für ſich, da eine große Zahl eingehender Unterſuchungen entſchieden dafür ſpricht, daß die trübe Schmelze nur eine Phaſe bildet, nämlich: die Erſcheinung wird um ſo deutlicher, je reiner die Subſtanzen ſind, der Temperaturkoeffizient der molekularen Oberflächenenergie hat denſelben Wert wie der reiner, normaler Flüſſigkeiten; gegen die Anweſenheit feſter Kriſtällchen in der trüben Schmelze ſprechen Meſſungen der Dielektrizitätskonſtante, gegen die Emulſionshypotheſe erfolgloſe Zentrifugierverſuche ſowie das Mißlingen der Klärung durch elektriſche Kataphoreſe, ferner die ſprungweiſe Aenderung der Zähigkeit und der Dichte beim Klärungspunkt (die Zähigkeit der trüben Schmelze iſt bei manchen Subſtanzen größer, bei andern kleiner als die der klaren Flüſſigkeit). Ferner ſtimmt die kalorimetriſch beſtimmte Umwandlungswärme beim Klärungspunkt überein mit der aus der molekularen Depreſſionskonſtante ſowie der nach der Thomſon-Clauſiusſchen Gleichung aus der Abhängigkeit der Umwandlungstemperatur vom Drucke berechneten. Verſchiedene „flüſſige Kriſtalle“ vermögen miteinander iſomorphe Miſchungen zu bilden. Nicht ganz ſo eindeutig ſind die intereſſanten, von Lehmann unter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſuchten optiſchen Eigenſchaften der trüben Kriſtallſchmelzen. Es iſt hier das Verhalten der ſogenannten „fließenden“ Kriſtalle, d. h. der zähflüſſigen, welche noch Kriſtallformen, wenn auch durch die Oberflächenſpannung abgerundete, erkennen laſſen, von dem der „flüſſigen“ mit ſehr geringer Zähigkeit zu unterſcheiden, wenn auch zwiſchen beiden Arten kontinuierliche Uebergänge vorhanden ſind. Für jene iſt der p-Azoxybenzoeſäureäthyleſter das beſte Beiſpiel; er zeigt lange, dünne, nadelförmige, an den Ecken und Kanten durch die Oberflächenſpannung abgerundete Kriſtalle, welche einheitliche Auslöſchung beſitzen und im polariſierten Lichte Dichroismus zeigen. Bei Berührung fließen ſolche Kriſtalle zu größeren zuſammen. Die weniger zähen Kriſtalle machen mehr den Eindruck von Sphärokriſtallen und zeigen zwiſchen gekreuzten Nikols ſchwarze Kreuze. Von den eigentlich „flüſſigen“ Kriſtallen ſind einzelne „Kriſtalltropfen“ völlig klar, im Gegenſatz zu größeren aus ihnen zuſammengeſetzten Aggregaten; ſie haben eine beſtimmte innere Struktur. Ihr optiſches Verhalten iſt von der Richtung der Symmetrieachſe dieſer Struktur abhängig. Liegt ſie parallel zur Beobachtungsrichtung, ſo beobachtet man folgende Erſcheinungen: Im polariſierten Licht ſind die Tropfen dichroitiſch, zwiſchen gekreuzten Nikols ſieht man bei ſehr dünnen Präparaten ſchwarze Kreuze, bei dicken infolge der Drehung der Polariſationsebene im flüſſigen Kriſtall farbige Kreuze. Liegt die Strukturſymmetrieachſe ſenkrecht zur Beobachtungsrichtung, ſo werden die Tropfen zwiſchen gekreuzten Nikols abwechſelnd hell und dunkel. Im Magnetfelde erfahren die flüſſigen Kriſtalle des p-Azoxyphenetols Richtkräfte. Die Anſichten über all dieſe Erſcheinungen ſind noch keineswegs völlig geklärt, doch ſcheint das eine immerhin jetzt ſicher zu ſein, daß es ſich bei dieſen aniſotropen Flüſſigkeiten um eine homogene Phaſe, nicht um Suspenſionen oder Gemiſche handelt.

Literatur: Schenck, R., Kriſtalliniſche Flüſſigkeiten und flüſſige Kriſtalle, Leipzig 1905; Lehmann, O., Flüſſige Kriſtalle, Leipzig 1904. *F. Krüger.*

Kriſtallgummi, ſ. Dextrinfabrikation.

Kriſtallin wird bei Geſteinen und Mineralen eine Häufung (Aggregat) von Kriſtallen genannt, die meiſt keine äußere Kriſtallform beſitzen, im Innern aber deſſen geſetzmäßigen Aufbau zeigen.

Die meiſten Eruptivgeſteine, auch die aus Löſung entſtandenen Geſteine Kalkſtein, Gips, Steinſalz u. ſ. w. ſind kriſtallin. Iſt die Häufung von grobem Korn, ſo wird das kriſtalline Mineral auch derb genannt. *Leppla.*

Kriſtalline, ſ. Celluloidlacke.

Kriſtallifation, das Entſtehen regelmäßiger, Körpern von beſtimmter chemiſcher Zuſammenſetzung weſentlich zukommender, ebenflächig begrenzter Formen. Kriſtallbildung erfolgt beim Uebergang feſter Körper aus dem beweglichen in den ſtarren Zuſtand, und zwar beim Abkühlen von Dämpfen (Sublimation), beim Erſtarren von Schmelzflüſſen oder aus Löſungen durch Verdampfung des Löſungsmittels, Temperaturerniedrigung, Veränderung des Löſungsmittels, Aenderung der chemiſchen Zuſammenſetzung oder der phyſikaliſchen Eigenſchaften des gelöſten Körpers.

Die Kriſtalle ſind endlich begrenzte Aggregate von gleichartigen Molekeln, die regelmäßige, in gleicher Weiſe unendlich wiederholbare Lagen gegeneinander einnehmen. Alle Kriſtalle laſſen in ihrer Maſſe Minima und Maxima der Kohärenz erkennen, die in der Eigenſchaft einer mehr oder weniger deutlich hervortretenden ebenflächigen Spaltbarkeit nach geometriſch beſtimmbaren Richtungen zum Ausdruck gelangen. Vollkommen ausgebildete Kriſtalle entſtehen nur dann, wenn ſie ſich frei entwickeln können; natürliche Kriſtalle haben deshalb ſelten die ideale geometriſche Regelmäßigkeit. Bei der künſtlichen Kriſtallifation iſt es dagegen leichter, auf eine beſtimmte Ausbildung der Kriſtalle hinzuwirken. So ſcheidet ſich z. B. der Schwefel beim Abkühlen ſeiner Dämpfe in kleinkriſtalliniſcher Form, dagegen beim langſamen Verdunſten ſeiner Löſung in Schwefelkohlenſtoff in einzelnen, wohlausgebildeten Kriſtallen ab. Die Kriſtallifation aus Löſungen wird durch Bewegen der Löſung, durch Einſaat eines ſchon vorhandenen Kriſtalls oder Kriſtallfragmentes (Impfen), durch Anbringen von Anſatzpunkten u. ſ. w. beſchleunigt, durch Bewahrung der Löſung vor Erſchütterung und durch Einhaltung einer niedrigen Temperatur verlangſamt. Je ſchneller aber die Kriſtallifation vor ſich geht, um ſo zahlreicher und um ſo weniger vollkommen ausgebildet ſind die anſchließenden Kriſtalle, da ſie ſich gegenſeitig in ihrer Ausbildung ſtören. Dagegen pflegen große Kriſtallindividuen häufig Mutterlauge einzuſchließen. Eine große Anzahl von Subſtanzen nimmt bei der Kriſtallifation aus Löſungen von dem Löſungsmittel auf, und dieſes iſt weſentlich für das Beſtehen der betreffenden Subſtanz in Kriſtallform: Kriſtallwaſſer, -alkohol, -benzol u. ſ. w. Eine andre Erſcheinung der Kriſtallifation iſt die der Ueberſättigung, die darin beſteht, daß man in völliger Ruhe befindliche Löſungen weit unter den Punkt, bei dem unter gewöhnlichen Umſtänden die Kriſtallifation beginnt, unter den Kriſtallifationspunkt abkühlen kann, ohne daß ſich Kriſtalle abſcheiden. Der Ueberſättigung analog iſt die Ueberſchmelzung, die ſich darin äußert, daß ſich bei völliger Ruhe geſchmolzene Subſtanzen, wie z. B. Schwefel, unter ihren Erſtarrungspunkt ohne Kriſtallabſcheidung abkühlen laſſen. Dieſe tritt aber bei der geringſten Erſchütterung der Löſung oder der Schmelze ſofort und unter Entwicklung von Wärme ein. Schließlich bleibt noch die Eigentümlichkeit mancher Stoffe, wie z. B. der arſenigen Säure, zu erwähnen übrig, im Momente der Ausſcheidung eines Kriſtalls aus dem Löſungsmittel im Dunkeln mit einem blitzartigen Funken aufzuleuchten. — Im chemiſchen Großbetrieb arbeitet man je nach dem Zweck auf die eine oder die andre Art der Kriſtallifation hin. Kochſalz und Kriſtallzucker z. B. läßt man unter Umrühren aus der wäſſerigen Löſung kriſtalliſieren, um eine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

möglichſt feinkörnige Abſcheidung zu erzielen. Kandiszucker, Blutlaugenſalz, Alaun züchtet man in großen, wohlausgebildeten Kriſtallen, indem man Fäden oder Stäbe in die Löſung hängt (ſ. Kandiszucker). Glasflüſſe und geſchmolzene Metalle dagegen werden möglichſt langſam abgekühlt, um eine Kriſtalliſation und die dadurch bedingte Sprödigkeit der erſtarrten Maſſe nach Möglichkeit zu vermeiden. Ueber flüſſige Kriſtalle vgl. S. 709 und Lehmann, Bericht der Geſellſchaft deutſcher Naturforſcher 1906. *(Kerp) Bujard.*

Kriſtalliſationsgeſchwindigkeit, die Geſchwindigkeit, mit der ein Kriſtall wächſt.

Aus der Tatſache, daß der Flächenreichtum der Kriſtalle von der Schnelligkeit der Kriſtallbildung abhängt, folgt, daß die verſchiedenen Flächen nicht alle gleich ſchnell wachſen. Dieſe verſchiedenen einzelnen Geſchwindigkeiten ſind bisher noch nicht gemeſſen, dagegen liegen eingehende Unterſuchungen vor über die ſogenannte „lineare Kriſtalliſationsgeſchwindigkeit", d. h. die Geſchwindigkeit, mit der die Kriſtallbildung in einer z. B. in einer Glasröhre befindlichen Flüſſigkeit fortſchreitet; hier wird alſo die größte der obengenannten verſchiedenen Geſchwindigkeiten gemeſſen. Nach den erſten Verſuchen von D. Gernez und B. Moore hat beſonders Tammann eingehende Studien hierüber angeſtellt. Hiernach ſteigt die lineare Kriſtalliſationsgeſchwindigkeit mit wachſender Unterkühlung zunächſt an, erreicht ein Maximum, bleibt innerhalb eines größeren oder kleineren Intervalles konſtant und ſinkt bei ſehr ſtarker Unterkühlung wieder. Sinkt ſie bis praktiſch zu Null herab, ſo wird die Flüſſigkeit glaſig. Prinzipiell könnte man hiernach jede Subſtanz im glaſig-amorphen Zuſtande erhalten, wenn man nur ſchnell und tief genug abkühlte; praktiſch hat das jedoch ſeine Grenzen, doch konnte Tammann von 153 unterſuchten, ſehr verſchiedenartigen Stoffen 59, alſo 38%, in den glaſigen Zuſtand verſetzen. Die maximale Kriſtalliſationsgeſchwindigkeit iſt für verſchiedene Stoffe ſehr verſchieden, ſie beträgt z. B. für Phosphor 60 000, für Azobenzol 600, Benzophenon 55, Salol 3 mm pro Minute. Die merkwürdige Abhängigkeit der Geſchwindigkeit von der Temperatur iſt nach Tammann folgendermaßen zu erklären. An der Grenze von Kriſtall und Flüſſigkeit herrſcht die Temperatur des Gefrierpunkts, die dieſer Temperatur entſprechende Geſchwindigkeit iſt die maximale, die daher innerhalb weiterer Grenzen von der Unterkühlung unabhängig iſt. Die Abnahme der Geſchwindigkeit bei ſehr ſchwacher Unterkühlung ſoll daher rühren, daß die Geſchwindigkeit einmal durch die bei ſchwacher Unterkühlung ſich bemerkbar machenden Verunreinigungen verkleinert wird, anderſeits daher, daß die Anzahl der Kriſtallkeime noch ſehr klein iſt. Der Abfall der Geſchwindigkeit bei ſehr ſtarker Unterkühlung wird dagegen dadurch herbeigeführt, daß hier die Schmelzwärme nicht ausreicht, um die Grenzfläche auf die Gefriertemperatur zu bringen. Die Kriſtalliſationsgeſchwindigkeit erſcheint alſo durch die erwähnten Umſtände geſtört und von äußeren Umſtänden abhängig; die wahre, hiervon befreite Geſchwindigkeit würde ebenſo, wie alle andern Umwandlungsgeſchwindigkeiten, etwa in der Form einer Exponentialfunktion mit ſinkender Temperatur abnehmen. Kleine Verunreinigungen beeinfluſſen die Geſchwindigkeit ſehr ſtark. Da die Kriſtalliſation der umgekehrte Vorgang wie die Auflöſung iſt, ſo wird auch hier wie dort die Diffuſion eine maßgebende Rolle ſpielen.

Literatur: Tammann, G., Kriſtalliſieren und Schmelzen. Leipzig 1903. *F. Krüger.*

Kriſtalliſationspapier, ein in der Buntpapierfabrikation erzeugtes Papier, deſſen Oberfläche mit einer Flüſſigkeit überzogen wird, welche beim Erkalten Kriſtalliſationserſcheinungen zeigt (ſ. Buntpapierfabrikation und Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 403). *Kraft.*

Kriſtallographie, die Beſchreibung der Kriſtalle (ſ. d.).

Kriſtalloide (Kriſtalloidſubſtanzen), alle kriſtalliſationsfähigen Körper (die große Mehrzahl der Stoffe), im Gegenſatz zu den Kolloiden. Ueber ihre Unterſchiede und Beziehungen ſ. Kolloide. *Abegg.*

Kriſtallwaſſer. Das Waſſer (übrigens auch andre Löſungsmittel, wie Alkohol, Benzol) beſitzt die Fähigkeit, mit vielen aus ſeinen Löſungen kriſtalliſierenden Stoffen, hauptſächlich Salzen, in einfachen, ganzzahligen, molekularen Verhältniſſen ſich in Geſtalt einer feſten Verbindung abzuſcheiden.

Das Zahlenverhältnis der Salz- und Waſſermolekeln iſt ſehr mannigfaltig, ſogar häufig (zugleich mit der Kriſtallform) bei ein und demſelben Salz wechſelnd, wie folgende Beiſpiele zeigen (die Bezeichnung des Kriſtallwaſſers in Formeln geſchieht häufig als „aq" $= H_2O$): Dextroſe $C_6H_{12}O_6 + 1\,aq$; Lithiumchlorid $LiCl + 2\,aq$; gelbes Blutlaugenſalz $K_4FeCy_6 + 3\,aq$; Eiſenſulfat $FeSO_4 + 4\,aq$; dto. $FeSO_4 + 5\,aq$; Kupfervitriol $CuSO_4 + 5\,aq$; Chlorcalcium $CaCl_2 + 6\,aq$; Eiſenvitriol $FeSO_4 + 7\,aq$; Glauberſalz $Na_2SO_4 + 10\,aq$; Ferrinitrat $Fe(NO_3)_3 + 9\,aq$; Alaun $KAl(SO_4)_2 + 12\,aq$; Bleiferricyanid $Pb_3Fe_2Cy_{12} + 16\,aq$; Aluminiumſulfat $Al_2(SO_4)_3 + 18\,aq$; Kadmiumſulfat $3\,CdSO_4 + 8\,aq$. *Abegg.*

Kriterien, Kennzeichen, an welchen man indirekt eine Tatſache erkennt, die direkt nicht ſo leicht feſtzuſtellen wäre. Solche Kennzeichen ſind z. B. die Konvergenzkriterien (ſ. Reihen). *Wölffing.*

Kritiſche Daten, Kritiſcher Druck, Kritiſcher Zuſtand, Kritiſches Volumen, ſ. Kritiſche Temperatur.

Kritiſche Temperatur. Cagniard de la Tour [1], Drion, Andrews u. a. beobachteten, daß bei genügender Erwärmung einer Flüſſigkeit eine Temperatur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erreicht werde, für welche die vorher ſichtbar geweſene ſcharfe Grenze zwiſchen Flüſſigkeit und Dampf verſchwand und der ganze Raum von einer homogenen Maſſe erfüllt ſchien. Man ſchloß hieraus, daß oberhalb jener ſogenannten kritiſchen Temperatur der Körper nicht mehr als Flüſſigkeit beſtehen könne, wie ſehr auch der Druck erhöht werden möge, oder daß doch der Unterſchied zwiſchen dem flüſſigen und dem gasförmigen Zuſtand oberhalb der kritiſchen Temperatur hinfällig ſei.

Wird anfänglich überhitzter Dampf (ſ. Dampf und Dampf, überhitzter) bei irgend einer konſtanten Temperatur t komprimiert, ſo geht er unter gewöhnlichen Verhältniſſen zuerſt in den geſättigten Zuſtand und dann nach und nach in Flüſſigkeit über. Die Druckkurve $p = f(v)$ (ſ. Aeußere Arbeit) würde hierbei nacheinander das Geſetz der iſothermiſchen Zuſtandsänderung überhitzten Dampfes, naſſen Dampfes und reiner Flüſſigkeit befolgen. In Fig. 1 möge dieſelbe durch die fettere Linie angedeutet ſein, während G die Grenzkurve des reinen Dampfes und F die Zuſtandskurve der reinen Flüſſigkeit für den Siedepunkt bezeichnen (vgl. Dampf), ſo daß den auf einer Horizontalen p liegenden Punkten von F und G die ſpezifiſchen Volumen σ, s der reinen Flüſſigkeit im Siedepunkt $t = f(p)$ und des reinen geſättigten Dampfes von der gleichen Temperatur entſprechen. Der hier angenommene Verlauf der Iſothermen wurde durch Verſuche von Andrews [3] mit Kohlenſäure von $t = 13{,}1°$ und $21{,}5°$ ſo weit beſtätigt (Fig. 2) als bei der nicht vollkommenen Reinheit der Kohlenſäure zu erwarten war. Dagegen zeigte ſich, daß von einer gewiſſen Temperatur an nichts mehr von dem horizontalen Kurvenſtück übrigblieb und auch keine Verflüſſigung zu bemerken war. Dieſe Temperatur wäre alſo die kritiſche Temperatur t_c geweſen; für die Kohlenſäure betrug ſie etwa $t_c = 31{,}1°$. Druck und Volumen für den Berührungspunkt der Iſotherme t_c mit der Grenzkurve FG (Fig. 1) werden kritiſcher Druck p_c und kritiſches Volumen v_c genannt, wonach p_c den höchſtmöglichen Druck geſättigten Dampfes im gewöhnlichen Sinne bedeutet, da oberhalb FG keine Verflüſſigung mehr eintreten ſoll. Der Zuſtand p_c, v_c, t_c wird häufig als kritiſcher Zuſtand bezeichnet. In der Tabelle S. 713 ſind die durch Verſuche ermittelten t_c, p_c für eine Anzahl Körper angeführt; weitere Reſultate ſ. [15] und [23], S. 860; betreffend Gemiſche vgl. [23], S. 850.

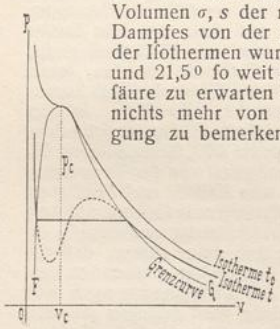


Fig. 1.

Die kritiſchen Werte (kritiſchen Daten) t_c, v_c, p_c laſſen ſich auch berechnen. Die allgemeinen Beziehungen zwiſchen p, v, t (Zuſtandsgleichungen), welche van der Waals, Clauſius, Sarrau u. a. mit beſonderer Rückſicht auf das Verhalten der Kohlenſäure aufgeſtellt haben (ſ. Bd. 4, S. 277) gelten ſowohl für reinen Dampf als für reine Flüſſigkeit, ſie ſetzen nur die Homogenität der ganzen Maſſe voraus. Dieſe iſt nun zwiſchen F und G nicht vorhanden, da wir hier ein Gemiſch von Flüſſigkeit und Dampf haben. Verzeichnen wir gleichwohl die Iſotherme t entſprechend jenen Gleichungen auch durch dieſes Gebiet, ſo ergibt ſich ein Verlauf ähnlich dem in Fig. 1 punktiert angedeuteten. Derſelbe würde alſo für den Fall gelten, daß der Dampf ohne Verletzung der Homogenität oder, wie man ſich ausdrückt, auf kontinuierliche Weiſe in Flüſſigkeit übergeführt werden könnte. Die wirkliche Iſotherme wird von der hypothetiſchen dreimal geſchnitten, entſprechend den drei Wurzeln v, welche jene Gleichungen dritten Grades für ein beſtimmtes p beſitzen (Fig. 1). Die hypothetiſche Iſotherme zeigt ein Minimum, einen Wendepunkt und ein Maximum. Jene drei Wurzeln wie dieſe drei Punkte nähern ſich mit wachſender Temperatur immer mehr und fallen beim Verſchwinden des horizontalen Stücks der wirklichen Iſotherme, d. h. für den kritiſchen Zuſtand p_c, v_c, t_c zuſammen. Oberhalb der kritiſchen Temperatur ſind alle drei Wurzeln v der erwähnten Zuſtandsgleichungen imaginär.

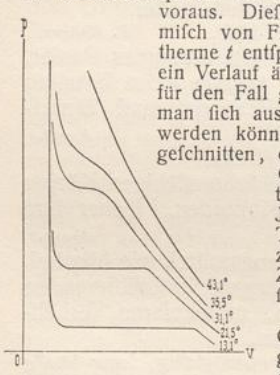


Fig. 2.

Nach dem Geſagten beſitzen wir zwei Mittel, die kritiſchen Größen p_c, v_c, t_c zu berechnen, indem wir neben der Zuſtandsgleichung entweder die zwei Gleichungen verwenden können, welche durch Gleichſetzen der drei Wurzeln der Zuſtandsgleichung entſtehen, oder aber die zwei Gleichungen, welche die auf die Zuſtandsgleichung angewendeten Bedingungen $\frac{dp}{dv} = 0$ und $\frac{d^2p}{dv^2} = 0$ ergeben. Den erſten Weg hat zuerſt van der Waals eingeſchlagen ([5], S. 92), der zweite wurde zuerſt von Sarrau gewählt [8], S. 944. Mit den Bd. 4, S. 277, erwähnten Bezeichnungen erhält man nach der Zuſtandsgleichung von van der Waals:

$$v_c = 3b, \qquad p_c = \frac{B}{27b^2}, \qquad T_c = \frac{8B}{27Rb}, \tag{1.}$$

nach der erſten Zuſtandsgleichung von Clauſius:

$$v_c = 3b + 2c, \qquad p_c = \frac{RT_c}{8(b+c)}, \qquad T_c = \frac{8K}{27R(b+c)}, \tag{2.}$$

nach der Zuſtandsgleichung von Sarrau:

$$v_c = 3b + 2c, \qquad p_c = \frac{RT_c}{8(b+c)}, \qquad T_c\varepsilon^{\frac{T_c}{\varepsilon}} = \frac{8K}{27R(b+c)}. \tag{3.}$$

Dieſe Gleichungen ergeben bei geeigneter Wahl der Konſtanten genügende Uebereinſtimmung mit Verſuchsreſultaten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kritiſche Temperaturen und Drücke.

Stoff		t_c in Grad C.	p_c in Atmoſphären zu 760 mm	Beobachter
Aceton	C_3H_6O	232,8	52,2	Sajontſchewski
"	"	237,5	60	"
Acetylen	C_2H_2	37,05	68	Ansdell
"	"	35,25	61	Kuenen
Aethan	C_2H_6	35	45,2	Dewar
"	"	34	50,2	Olszewski
Aether	$C_4H_{10}O$	197	35,77	Batelli
"	"	194,4	35,61	Ramſay und Young
Aethylen	C_2H_4	10,1	51	Dewar
"	"	10	51,7	Olszewski
Alkohol	C_2H_6O	241,4	63,61	Batelli
"	"	234,6	65	Hannay und Hogarth
"	"	243,6	62,76	Ramſay und Young
"	"	234,3	62,1	Sajontſchewski
Ammoniak	NH_3	130	115	Dewar
"	"	131	113	Vincent und Chappuis
Atmoſphäriſche Luft	—	— 140,7	35,9	Amagat berechnet*)
" "	—	— 140	39	Olszewski
" "	—	— 141	39,6	Wroblewski
Benzol	C_6H_6	291,5	60,5	Ramſay
"	"	280,6	49,5	Sajontſchewski
"	"	288,5	47,9	Young
Brom	Br_2	302,2	—	Nadejdine
Chlor	Cl_2	141	83,9	Dewar
"	"	146	93,5	Knietſch
Chlorkohlenſtoff	CCl_4	282,51	57,57	Hannay
"	"	277,9	58,1	Hannay und Hogarth
Chloroform	$CHCl_3$	260	54,9	Sajontſchewski
Chlorwaſſerſtoff	HCl	52,3	86	Dewar
"	"	52	83	Leduc und Sacerdote
Cyan	C_2N_2	124	61,7	Dewar
Eſſigſäure	$C_2H_4O_2$	321,5	—	Pawlewski
"	"	321,65	57,1	Young
Grubengas (Methan)	CH_4	— 81,8	54,9	Olszewski
" "	"	— 82	55	Wroblewski
Kohlenoxyd	CO	— 139,5	35,5	Olszewski
"	"	— 141,1	35,9	Wroblewski
Kohlenſäure	CO_2	31,35	72,9	Amagat
"	"	31,1	73	Andrews
"	"	31,92	77	"
Propan	C_3Hg	102	48	Hainlen
"	"	102	59	L. Meyer
Queckſilber	Hg	> 1000	—	Traube und Teichner
Sauerſtoff	O_2	— 118,8	50,8	Olszewski
"	"	— 118	50	Wroblewski
Schwefelkohlenſtoff	CS_2	275	77,8	Cagniard de la Tour
"	"	277,68	78,14	Hannay
Schwefelwaſſerſtoff	H_2S	100,2	92	Dewar
"	"	100	88,7	Olszewski
Schweflige Säure	SO_2	155,4	78,9	Sajontſchewski
Selenwaſſerſtoff	H_2Se	138	91	Olszewski
Stickoxyd	NO	— 93,5	71,2	"
Stickoxydul	N_2O	35,4	75	Dewar
"	"	36,4	73,07	Janſen
Stickſtoff	N_2	— 146	35	Olszewski
"	"	— 146	33	Wroblewski
Unterſalpeterſäure	N_2O_4	171,2	—	Nadejdine
Waſſer	H_2O	364,3	194,61	Batelli
"	"	365	200,5	Cailletet u. Collardeau
"	"	358,1	—	Nadejdine
"	"	370	195,5	Strauß berechnet**)
"	"	374	—	Traube und Teichner
Waſſerſtoff	H_2	— 242	—	Dewar
"	"	— 234,5	20	Olszewski
Zinntetrachlorid	$SnCl_4$	318,7	39,58	Young

*) Verfahren f. Compt. rend. 1896, CXXIII, S. 83.
**) Verfahren f. Beiblatt zu Wiedemanns Annalen 1883, S. 676.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Um die Verdampfung einer Flüſſigkeit bei einem beſtimmten Drucke p zu bewirken, muß, abgeſehen von der Ueberwindung des äußeren Drucks, eine gewiſſe Wärmemenge, die innere Verdampfungswärme ϱ, aufgewendet werden (ſ. Dampf, geſättigter, Verdampfungswärme), welche zur Ueberwindung innerer Widerſtände dienen ſoll. Da jedoch bei Ueberſchreiten der kritiſchen Temperatur die Verdampfung ohne äußere Arbeit (bei konſtantem Volumen) von ſelbſt vor ſich geht, ſo ſchloß zuerſt Mendelejeff [2], daß

$$\text{für } t = t_c \qquad \varrho = Au\left(T\frac{dp}{dt} - p\right) = 0 \qquad 4.$$

($u = s - \sigma$, vgl. Clapeyronſche Gleichung). Aus dem gleichen Grunde wurde t_c mitunter nach Mendelejeff die abſolute Siedetemperatur genannt (vgl. Dampf). Läßt ſich nun beiſpielsweiſe ausdrücken $\varrho = \alpha - \beta t$ mit von t unabhängigen α, β, ſo folgt $t_c = \alpha : \beta$. Die von Zeuner auf Grund Regnaultſcher Verſuchsreſultate aufgeſtellten Gleichungen jener Form (ſ. Verdampfungswärme) liefern zwar von den beobachteten t_c ſtark abweichende Werte, allein die Verſuche blieben weit unter der kritiſchen Temperatur und Avenarius konnte die Konſtanten α, β, entſprechend den Ergebniſſen Regnaults, auch ſo wählen, daß genügende Uebereinſtimmung der beobachteten und aus $t_c = \alpha : \beta$ berechneten t_c entſtand [4]. Mathias erhielt bei Verſuchen mit Kohlenſäure bis nahe der kritiſchen Temperatur (bis 30,82°) Werte von ϱ, welche für t_c auf $\varrho = 0$ ſchließen ließen [10].

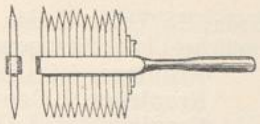
Ramſay [6], Jamin [7] und Lippmann [11] definierten die kritiſche Temperatur lediglich als diejenige Temperatur, bei welcher die Flüſſigkeit und ihr geſättigter Dampf gleiche Dichten, d. h. auch gleiche ſpezifiſche Volumen σ, s erlangen, wonach wegen $u = s - \sigma = 0$ Bedingung 4. und die Schlüſſe auf Grund von Fig. 1 beſtehen bleiben. Andre von den vorgetragenen abweichenden Anſichten über die kritiſche Temperatur haben vorläufig wenig Anklang gefunden, wozu erheblich beitrug, daß die Beobachtungsreſultate durch die obenerwähnten Zuſtandsgleichungen eine gewiſſe Beſtätigung erhielten. Ramſay hat ſeine Einwände ſpäter zurückgezogen. Immerhin ſind bezüglich des Weſens der kritiſchen Temperatur noch keineswegs alle Zweifel gehoben. Vgl. z. B. [20], [23], S. 837.

Nach dem dargelegten Begriffe der kritiſchen Temperatur beſteht eine Kontinuität des gasförmigen und flüſſigen Zuſtandes derart, daß man einen Körper aus dem einen in den andern überführen kann, ohne jemals die Homogenität der ganzen Maſſe aufzugeben, ohne jemals ein Gemiſch von Dampf und Flüſſigkeit verſchiedener Dichten zu erhalten. Man muß nur den richtigen Weg einſchlagen. Bleiben wir immer unter der kritiſchen Temperatur, ſo läßt ſich die Flüſſigkeit nur ſo in die Gasform überführen, daß wir zeitweiſe ein nicht homogenes Gemenge von Dampf und Flüſſigkeit vor uns haben (zwiſchen F und G in Fig. 1). Bringen wir jedoch die Flüſſigkeit zunächſt ohne Verdampfung, z. B. in einem vollſtändig ausgefüllten Raume, über die kritiſche Temperatur, ſo kann ſie auch in jeden andern Zuſtand reinen Dampfes übergeführt werden (außerhalb FG in Fig. 1), ohne daß von Anfang an jemals die Homogenität verletzt würde. Es hat deshalb ſchon Andrews den flüſſigen und gasförmigen Zuſtand als weit auseinander gelegene Fälle ein und derſelben Aggregatform angeſehen [3], eine Auffaſſung, welche beſonders durch van der Waals weiter verfolgt worden iſt [5].

Literatur: [1] Cagniard de la Tour, Exposé de quelques résultats obtenus par l'action combinée de la chaleur et de la compression sur certains liquides, Annales de chimie et de physique 1822, XXI, S. 127, 178; 1823, XXII, S. 410. — [2] Mendelejeff, Ueber die Ausdehnung der Flüſſigkeiten beim Erwärmen über ihren Siedepunkt, Annalen der Chemie und Pharmacie 1861, CXIX, S. 11 (vgl. Poggendorffs Ann. 1870, CXLI, S. 618). — [3] Andrews, On the continuity of the gaseous and liquid states of matter, Philosophical Transactions 1869, II, S. 575 (Poggendorffs Ann. 1871, Ergänzungsband V, S. 64). — [4] Avenarius, Ueber die innere latente Wärme, Poggendorffs Ann. 1874, CLI, S. 303. — [5] Van der Waals, Die Kontinuität des gasförmigen und flüſſigen Zuſtandes, deutſch von Roth, Leipzig 1881, S. 168. — [6] Ramſay, On the critical point of the liquefiable gases, Philosophical Magazine 1883, XVI, S. 118 (vgl. bezüglich der Einwände gegen Andrews Auffaſſung 1894, XXXVII, S. 215). — [7] Jamin, Sur le point critique des gaz liquéfiables, Comptes rendus 1883, XCVI, S. 1448 (ſ. a. 1883, XCVII, S. 10). — [8] Sarrau, Sur la compressibilité des fluides, Comptes rendus 1885, CI, S. 941, 994. — [9] Wroblewski, Wiener Berichte 1885, XCI, S. 696; 1885, XCII, S. 641; 1888, XCVII, S. 1359. — [10] Mathias, Sur la chaleur de vaporisation de l'acide carbonique au voisinage du point critique, Comptes rendus 1889, CIX, S. 470. — [11] Lippmann, Cours de thermodynamique, Paris 1889, S. 177. — [12] Cailletet et Collardeau, Recherches sur la tension de la vapeur saturée jusqu'au point critique, Journal de physique 1891, X, S. 333 (Waſſer). — [13] Gouy, Effets de la pesanteur sur les fluides au point critique, Comptes rendus 1892, CXV, S. 720. — [14] Galitzine, Ueber den Zuſtand der Materie in der Nähe des kritiſchen Punktes, Wiedemanns Annalen 1893, L, S. 521. — [15] Landolt und Börnſtein, Phyſikaliſch-chemiſche Tabellen, Berlin 1894, S. 84. — [16] Olszewski, On the liquefaction of gases, Philosophical Magazine 1895, XXXIX, S. 188 (Tabelle S. 210, Aufſätze von Olszewski, S. 211). — [17] Derſ., Beſtimmung der kritiſchen und der Siedetemperatur des Waſſerſtoffs, Wiedemanns Annalen 1895, LVI, S. 133. — [18] Dieterici, Ueber den kritiſchen Zuſtand, Wiedemanns Annalen 1899, LXIX, S. 685. — [19] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, II, Leipzig 1901, S. 187, 193. — [20] Traube, Theorie der kritiſchen Erſcheinungen und der Verdampfung, Annalen der Phyſik 1902, VIII, S. 267. — [21] Schäfer, Die kritiſchen Daten und ihre Bedeutung für die Kondenſation der Gaſe, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1902. — [22] Mathias, Le point critique des corps purs, Paris 1904. — [23] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, III, Wärme, Leipzig 1906, S. 830. — [24] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, II, Stuttgart 1907, S. 77. *Weyrauch.*

Kröneleifen (Gradiereifen) beſteht aus einem mit Schlitz verſehenen eiſernen Stiel, in dem 13—15 gutverſtählte Spitzeiſen von etwa 23 cm Länge

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



durch einen Keil befeſtigt werden (ſ. die Figur). Es dient zum Nacharbeiten der mit dem Spitzeiſen (ſ. Boſſiereiſen) oder mit der Zweiſpitze (ſ. d.) bearbeiteten Stirnfläche eines Quaders, indem mit ihm in etwas ſchräger Lage, aber mit ſämtlichen unteren Spitzen gleichzeitig auf den Stein geſchlagen wird, wodurch die gröberen Unebenheiten abgearbeitet werden und man eine feingepickte Oberfläche (gekrönelte Fläche) erhält; vgl. a. Werkſteinbearbeitung. *L. v. Willmann.*

Kröneln, die Bearbeitung der Oberfläche eines Quaderſteins mit dem Kröneleiſen (ſ. d. und Werkſteinbearbeitung). *L. v. Willmann.*

Krönelſchlag, ſ. Gradierſchlag.

Kröpfen, ſ. Gekröpft.

Kröseeiſen, ſ. Bodenkämmchen, Bd. 2, S. 107, Böttcherei, Bd. 2, S. 139, Faßfabrikation, Bd. 3, S. 651.

Krösemaſchine, ſ. Faßfabrikation, Bd. 3, S. 651.

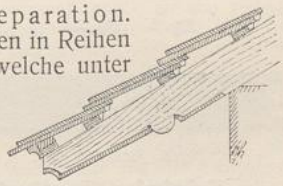
Kroki, ein mit einfachen Meßinſtrumenten nach einfachen Verfahren in beſchränkter Zeit hergeſtelltes, kartographiſches Geländebild. Es bildet eine Zwiſchenſtufe zwiſchen der nach Augenmaß gezeichneten Skizze und der auf exakter Meſſung beruhenden topographiſchen oder geometriſchen Karte (ſ. d.). Näheres darüber in [1]—[4].

Literatur: Von der großen Anzahl der den Gegenſtand behandelnden Schriften mögen erwähnt werden: [1] Kahle, Die Aufzeichnung des Geländes beim Krokieren für geographiſche und techniſche Zwecke, Berlin 1896. — [2] Kutzen, Anleitung zur Anfertigung von Krokis, Skizzen und Erkundungsberichten, Berlin 1892. — [3] Leitfaden für den Unterricht in der Feldkunde (Terrainlehre, Planzeichnen, Aufnehmen) auf den Kgl. Kriegsſchulen, auf Veranlaſſung der Generalinſpektion des Militärerziehungs- und Bildungsweſens bearbeitet, 11. Aufl., Berlin 1902. — [4] Zaffauk, Edler v. Orion, Gemeinfaßliche Anleitung zum Krokieren des Terrains mit und ohne Inſtrumente, 3. Aufl., Wien 1888. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Krokoit, ſ. v. w. Rotbleierz (ſ. d.).

Krokydolith, ſ. Hornblende.

Kroms pneumatiſche Setzmaſchine, ſ. Windſeparation.



Krondach oder Ritterdach wird mit Dachplatten in Reihen ſo eingedeckt, daß jede Latte zwei Ziegelreihen trägt, welche unter ſich im Verbande liegen. Vorzug gegen Doppeldach beſteht in der leichteren Ausbeſſerung. Lattweite $= {}^2/_3$ Ziegellänge. Ueberdeckung auf 10—12 cm vierfach, ſonſt doppelt. Dachneigung 1 : 3 bis 5. Sparrenweite 0,9—1,0 m. Lattweite 25 cm; 1 qm erfordert 55 Ziegel. Gewicht 130 kg. Bei den dem Wetterſchlag ausgeſetzten Dächern werden die einzelnen Scharen an ihren Kopfſeiten durch einen Querſchlag von dünnflüſſigem Mörtel, oft auch die Stoßfugen durch Mörtel gedichtet (ſ. die Figur).

Krone bildet die Einheit der Währung:

In Oeſterreich-Ungarn. Nach dem Geſetz vom 2. Auguſt 1892 werden aus 1 kg Feingold 3280 Kronen geprägt. In Oeſterreich 1 Krone = 100 Heller, in Ungarn = 100 Filler = 0,85061 ℳ.

In den drei ſkandinaviſchen Reichen ſeit 4. Juni 1873 (in Norwegen ſeit 17. April 1875). Aus 1 kg Feingold werden 2480 Kronen geprägt. 1 Krone = 100 Oere = 1,125 ℳ.

Einheit der Goldmünzen in Deutſchland. Nach dem Geſetz vom 4. Dezember 1871 iſt 1 Krone = 10 ℳ. Aus 1 kg Feingold werden 2790 ℳ geprägt. Das 20-Mark-Stück wird als Doppelkrone bezeichnet.

In Portugal: 1 Krone = 10 Milreis oder 10000 Reis = 45,357 ℳ; Feingewicht 16,257 g.

Als engliſche Silbermünze: 1 Krone = 5 Schilling = 5,1075 ℳ. *Plato.*

Kronenbohrer, ſ. Fräſer, Steinbearbeitungsmaſchinen, Tiefbohren.

Kronenbreite bezeichnet die Breite der oberen, ebenen Dammfläche. Von der Benutzungsart des Dammes abhängig, richtet ſie ſich bei Straßendämmen nach der Breite der Straßen, bei Eiſenbahndämmen nach der Spurweite und der Anzahl der Gleiſe, bei Deichen nach ihrer Höhe und Bauart; ſ. Straßenbreiten, Eiſenbahnen und Deich. *L. v. Willmann.*

Kronenventil, ſ. Doppelſitzventile.

Kronglas (Crownglas), bleifreies Glas, erzeugt durch Zuſammenſchmelzen unter öfterem Umrühren von 120 Teilen Sand, 35 Teilen Pottaſche, 20 Teilen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Soda, 15 Teilen Kreide und 1 Teil arſenige Säure. Es dient zur Herſtellung optiſcher Linſen für ſogenannte achromatiſche Syſteme. Brechungskoeffizient 1,533.

Kronlage, ſ. Packwerk.

Kronleder, ſ. Crownleder.

Kronleuchter, ſ. Gaslampen.

Kronrad, ein Zahnrad, deſſen Zähne weder nach außen noch nach innen, ſondern ſeitwärts am Kranze ſtehen. *Lindner.*

Kronraddrehſtift, ſ. Drehſtuhl.

Kronradſtielkloben, ſ. Feilkloben.

Kronſchwelle, ſ. Pfeiler, hölzerne, und Holm.

Kropfeiſen (Steinklaue), ſ. Greifzeuge und Klaue.

Kropfkante, Grat eines gekröpften Geſimſes.

Kropflade, -ſtoßlade, ſ. Gehrungsſtoßlade, Bd. 4, S. 348.

Kropfrad, ſ. Waſſermotoren.

Kropfſtein (gekröpfter Wölbſtein, Hakenſtein), ein keilförmiger Bogen- oder Wölbſtein, deſſen Fugenflächen durch eine Abkröpfung in gerader oder gebogener Form gebrochen ſind. Dieſe Geſtaltung der Fugen findet beſonders bei den ſcheitrechten Bogen in Quaderkonſtruktion (Fig. 1—3) ihre Anwendung zu dem Zwecke, bei weiten Bogen ein Abgleiten und Senken der Wölbſteine zu verhindern und zugleich auch die zu ſpitzen Winkel und Kanten zu vermeiden und durch rechte Winkel zu erſetzen. Solche Kröpfungen kommen in romaniſcher Zeit, vornehmlich aber an arabiſchen, mauriſchen ſowie den mit letzteren verwandten ſpaniſch-gotiſchen Bauten vor (Fig. 4). *Weinbrenner.*

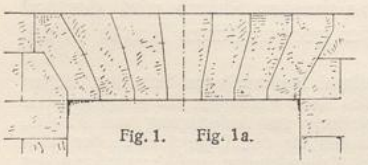


Fig. 1. Fig. 1a.

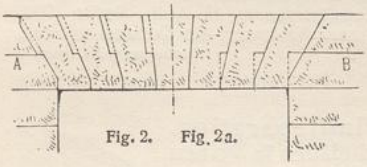


Fig. 2. Fig. 2a.

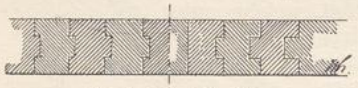
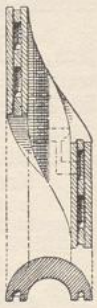


Fig. 3. Grundriß *AB*.

Fig. 4. Mauriſcher Bogen.



Krückel, ſ. Tiefbohren.

Krückenſpritze, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 771.

Krümelzucker, ſ. Stärkezuckerfabrikation.

Krümmling (Kröpfling), kurzes, gekrümmtes Wangenſtück, welches an Stelle eines Geländerpfoſtens einer Holztreppe die Verbindung zweier verſchieden gerichteten Läufe bildet. Derſelbe heißt halber Krümmling, wenn ſich die Wangen unter 90° treffen, ganzer Krümmling bei Wendung um 180°. Die Verbindung an den Stößen geſchieht durch Verzapfung, innerhalb welcher gegen Senkung eine Sicherung durch geißfußartige Einſchnitte ſtattfindet (ſ. die Figur). *Weinbrenner.*

Krümmung, die Abweichung einer Kurve von der Geraden bezw. einer Fläche von der Ebene.

A. Krümmung der ebenen Kurven. Abſolute Krümmung σ eines Bogens von der Länge s iſt der Winkel ſeiner Tangenten in den Endpunkten; $\frac{\sigma}{s}$ heißt mittlere Krümmung. Wird der Bogen unendlich klein, ſo heißt der Grenzwert, gegen den die mittlere Krümmung konvergiert, Krümmung (Krümmungsmaß); derſelbe iſt $\frac{ds}{d\sigma}$, wo ds das Bogendifferential, $d\sigma$ der Kontingenzwinkel, d. h. der Winkel zweier aufeinander folgenden Tangenten.

Iſt $y = f(x)$ die Kurvengleichung, ſo iſt die Krümmung $\frac{y''}{(1+y'^2)^{\frac{3}{2}}}$. Der reziproke Wert der Krümmung $\frac{(1+y'^2)^{\frac{3}{2}}}{y''}$ heißt Krümmungsradius; er iſt der Radius des Krümmungskreiſes, der die Kurve in (x, y) oskuliert. Sein Mittelpunkt, das Krümmungszentrum, liegt auf

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Normale im Punkt $\left(x-\frac{(1+y'^2)y'}{y''}, y+\frac{1+y'^2}{y''}\right)$. Der Ort der Krümmungszentra ist die Evolute. Krümmungsradius der in Polarkoordinaten gegebenen Kurve $r=f(\varphi)$ ist $R=\frac{(r^2+r'^2)^{\frac{3}{2}}}{r^2+2r'^2-rr''}$, wo $r'=\frac{dr}{d\varphi}$; $r''=\frac{dr^2}{d\varphi^2}$.

B. **Krümmung der Raumkurven.** Raumkurve, gegeben durch die Gleichungen $x=\varphi(t)$, $y=\psi(t)$, $z=\chi(t)$. Absolute Krümmung ist das Verhältnis des Kontingenzwinkels zum Bogendifferential. Der Radius der absoluten Krümmung ist

$$r=\frac{ds}{\sqrt{\left(d\frac{dx}{ds}\right)^2+\left(d\frac{dy}{ds}\right)^2+\left(d\frac{dz}{ds}\right)^2}}.$$

Derselbe ist Radius des Krümmungskreises, welcher die Raumkurve oskuliert und dessen Zentrum in der Hauptnormale liegt. Die Normale der Schmiegungsebene im Krümmungszentrum heißt Krümmungsachse; sie ist die Schnittlinie zweier aufeinander folgenden Normalebenen. Die Krümmungsachsen erzeugen die abwickelbare Polarfläche. Der Winkel zweier konsekutiven Schmiegungsebenen heißt Torsionswinkel $d\tau$. Das Verhältnis $\frac{1}{\varrho}=\frac{d\tau}{ds}$ heißt Torsion (zweite Krümmung oder Windung); der Torsionsradius ist $\varrho=\frac{X^2+Y^2+Z^2}{M}$, wo X, Y, Z die Determinanten der Matrix $\begin{Vmatrix} dx & dy & dz \\ d^2x & d^2y & d^2z \end{Vmatrix}$ und $M=X\,d^3x+Y\,d^3y+Z\,d^3z$. Aus der absoluten Krümmung und der Torsion ergibt sich die ganze Krümmung $\frac{1}{R}$ mittels des Satzes von Lancret: $\frac{1}{R^2}=\frac{1}{r^2}+\frac{1}{\varrho^2}$. Der Schmiegungskegel wird durch drei aufeinander folgende Schmiegungsebenen bestimmt; er hat die rektifizierende Gerade zur Achse. Die Kugel durch vier aufeinander folgende Punkte heißt Schmiegungskugel (Krümmungskugel); ihr Radius ist

$$R^*=\sqrt{r^2+\varrho^2\left(\frac{dr}{ds}\right)^2}.$$

Die Zentra der Schmiegungskugeln bilden die Rückkehrkante der abwickelbaren Polarfläche. Krümmungsebene heißt eine Ebene durch einen Raumkurvenpunkt, welche mit drei konsekutiven Schmiegungsebenen denselben Winkel einschließt (Krümmungswinkel).

C. **Krümmung der Flächen.** Geht durch eine Flächentangente ein ebener Normalschnitt (Schnitt durch die Flächennormale) und ein schiefer Schnitt, so ist der Krümmungshalbmesser des letzteren gleich der Projektion des Krümmungsradius des Normalschnitts auf die Ebene des schiefen Schnitts (Satz von Meunier). Eine parallel zur Tangentialebene unendlich benachbarte Ebene schneidet die Fläche in einem unendlich kleinen Kegelschnitt, der sogenannten Indicatrix. Nach dem Eulerschen Satz sind die Krümmungsradien der Normalschnitte den Quadraten der Durchmesser der Indicatrix proportional, die sie enthalten. Die Indicatrix ist entweder eine Ellipse (Kreis) oder ein Parallelenpaar oder eine Hyperbel; demnach heißt die Fläche elliptisch, parabolisch, hyperbolisch gekrümmt. Im letzteren Fall existieren, parallel den Asymptoten der Indicatrix, zwei Normalschnitte mit unendlich großen Krümmungsradien. Ist die Indicatrix ein Kreis, so heißt der Punkt ein Nabelpunkt. Andernfalls hat die Indicatrix zwei Hauptachsen; ihnen entsprechen die zwei aufeinander senkrechten Hauptschnitte. Diese besitzen die beiden Hauptkrümmungsradien, und deren reziproke Werte sind die Hauptkrümmungen $\frac{1}{\varrho_1}$ und $\frac{1}{\varrho_2}$. Die letzteren ergeben sich aus der Gleichung:

$$\frac{(p^2+q^2+1)^2}{\varrho^2}-\frac{\sqrt{p^2+q^2+1}}{\varrho}\left\{(p^2+1)\,t+(q^2+1)\,r-2\,p\,q\,s\right\}+(r\,t-s^2)=0.$$

Hieraus folgt $\frac{1}{\varrho_1\,\varrho_2}=\frac{r\,t-s^2}{(p^2+q^2+1)^2}$ das Krümmungsmaß;

$$\frac{1}{\varrho_1}+\frac{1}{\varrho_2}=\frac{(p^2+1)\,t+(q^2+1)\,r-2\,p\,q\,s}{\sqrt{(p^2+q^2+1)^3}}$$

ist die mittlere Krümmung. Durch jeden Kurvenpunkt gehen in der Richtung der Hauptschnitte zwei Krümmungslinien, d. h. Flächenkurven, deren benachbarte Normale sich treffen. Die Krümmungsmittelpunkte der Hauptschnitte liegen auf einer zweimanteligen Fläche, der Krümmungszentrafläche. Konstantes positives Krümmungsmaß besitzt die Kugel, konstantes negatives die Pseudosphäre (Kugel von imaginärem Radius) und die Umdrehungsfläche der Tractrix. Flächen, deren mittlere Krümmung Null ist, heißen Minimalflächen. Radius der geodätischen Krümmung r in einem Punkt einer Flächenkurve ist der Krümmungsradius der Kurve, in welche die Flächenkurve bei Abwicklung der der Fläche längs der Kurve umbeschriebenen Abwickelbaren in eine Ebene übergeht. Ist ϱ der Krümmungshalbmesser der Flächenkurve, ϑ die Neigung ihrer Schmiegungsebene gegen die Flächennormale, so ist $r=\frac{\varrho}{\sin\vartheta}$.

Literatur: [1] Salmon, G., Analytische Geometrie des Raumes, deutsch von Fiedler, 3. Aufl., Leipzig 1880, 2. Teil, Kap. 1 und 2. — [2] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, 2. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1897. — [3] Stahl, H., und Kommerell, V., Die Grundformeln der allgemeinen Flächentheorie, Leipzig 1893. — [4] Joachimsthal, Anwendungen der Differential- und Integralrechnung auf die allgemeine Theorie der Flächen und der Linien doppelter Krümmung, 3. Aufl., bearb. von Natani, Leipzig 1890. — [5] Knoblauch, J., Einleitung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in die allgemeine Theorie der krummen Flächen, Leipzig 1888. — [6] Hoppe, Prinzipien der Flächentheorie, 2. Aufl., Leipzig 1890. — [7] Darboux, Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal, Bd. 1—4, Paris 1887—96. — [8] Cranz, Synthetiſch-geometriſche Theorie der Krümmung von Kurven und Flächen zweiter Ordnung, Stuttgart 1886. — [9] Bianchi, L., Vorleſungen über Differentialgeometrie, deutſch von M. Lukat, I—III, Leipzig 1896—99. — [10] Lilienthal, v., Grundlagen einer Krümmungslehre der Kurvenſcharen, Leipzig 1897. — [11] Cesàro, E., Vorleſungen über natürliche Geometrie, deutſch von Kowalewski, Leipzig 1901. — [12] Klein, F., Anwendung der Differential- und Integralrechnung auf Geometrie, eine Reviſion der Prinzipien, Leipzig 1902. — [13] Scheffers, G., Anwendungen der Differential- und Integralrechnung auf Geometrie. I—II, Leipzig 1901—1902. — [14] Schell, W., Allgemeine Theorie der Kurven doppelter Krümmung in rein geometriſcher Darſtellung, 2. Aufl., Leipzig 1898.

Wölffing.

Krümmungsebene, -kreis, -kugel, ſ. Krümmung.

Krümmungshalbmeſſer hängen bei Straßen von den Abmeſſungen der größten verkehrenden Fuhrwerke ab, und es kann der kleinſte erforderliche Halbmeſſer durch Aufzeichnen der aufeinander folgenden Stellungen des betreffenden Fuhrwerks unter Berückſichtigung des möglichen Drehwinkels des vorderen bezw. hinteren Wagengeſtells auf zeichneriſchem Wege oder durch Ableitung entſprechender Formeln gefunden werden.

Laißle ([1], S. 68) leitet auf dieſe Weiſe folgende Sätze ab: 1. Der kleinſte Halbmeſſer einer Straße hängt ab von dem Radſtande der Fuhrwerke und dem Drehwinkel α des Vordergeſtells. Für ſtädtiſche Fuhrwerke, bei denen α bis 90° wachſen kann, iſt der Halbmeſſer am kleinſten. Die Länge des Geſpanns l hat auf die Größe des kleinſten Halbmeſſers keinen Einfluß. 2. Die Breite einer Straße, deren innerer Halbmeſſer R gegeben iſt (wobei R größer als der kleinſte Halbmeſſer), muß um ſo größer ſein, je kleiner R, je größer der Radſtand und die Länge des Geſpanns iſt. Der größte Drehwinkel des Vordergeſtelles kommt hierbei nicht in Betracht. 3. Schließt eine gekrümmte Straßenſtrecke ſich an eine gerade an, iſt alſo keine Gegenkurve vorhanden, ſo ſollte, ſtreng genommen, die Straße an der Einmündung in den Bogen eine größere Breite erhalten als in der Kurve ſelbſt, was jedoch nur bei ſehr kleinem inneren Halbmeſſer und geringer Straßenbreite nötig wird. 4. Für unſer gewöhnliches Landfuhrwerk ($l = 3$ m, $\alpha_{max} = 30°$) ſind Krümmungen des inneren Straßenrandes unter 5 m Breite nicht zuläſſig. Bei Straßen unter 4 m Breite haben in Krümmungen Erbreiterungen der Straße einzutreten, wenn der innere Halbmeſſer des Weges weniger als 10 m beträgt. In den verſchiedenen Ländern werden meiſt in den Inſtruktionen die Krümmungshalbmeſſer oder wenigſtens die kleinſten Krümmungshalbmeſſer feſtgeſetzt. So beſtimmt die hannoveriſche techniſche Anweiſung, daß der Krümmungshalbmeſſer nach der Formel $R = \frac{l^2}{2b}$ berechnet werden ſoll, wobei l die Länge des Geſpanns, b die Breite der Straßenfahrbahn bedeutet. Als kleinſter Halbmeſſer gilt $R = 9{,}4$ m [2] und [3]. In den preußiſchen Beſtimmungen iſt kein kleinſtes Maß angegeben; doch ſoll bei $R < 7{,}5$ m die Steinbahn entſprechend verbreitert werden [2] und [3]. In Sachſen [4] gelten als kleinſte Halbmeſſer: für Kommunikationswege $R = 25$ m, für Feldwege mit Langholzbeförderung $R = 30$ m, für gewöhnliche Feldwege $R = 12$ m. In Frankreich werden nach der Inſtruktion für die Orleansbahn [4] feſtgeſetzt: für routes impériales et départementales $R = 30$—50 m, für chemins de grande communication $R = 15$ m, für gewöhnliche Vizinalwege $R = 10$ m, für Wege zu landwirtſchaftlichen Zwecken $R = 6$ m.

Literatur: [1] Handb. der Ingenieurwiſſenſch., Bd. 1, 4. Abt., 3. Aufl., Leipzig 1903, S. 64. — [2] Handb. der Baukunde, 3. Abt., 4. Heft, Berlin 1892, S. 154. — [3] Oſthoff, G., Der Straßen- und Wegebau, Leipzig 1882, S. 32. — [4] Handb. für ſpezielle Eiſenbahntechnik, Bd. 1, 4. Aufl., 9. Kap., Leipzig, S. 527.

L. v. Willmann.

Krümmungslinie, ſ. Flächentheorie, Bd. 4, S. 73.

Krümmungsmaß, ſ. Krümmung und Flächentheorie, Bd. 4, S. 73.

Krümmungsmoment, ſ. Biegung, Bd. 1, S. 799.

Krümmungsradius, ſ. Krümmung, Krümmungshalbmeſſer.

Krümmungsverhältniſſe der Eiſenbahnen. Die Krümmungen der Eiſenbahnlinien ſind ſtets Kreisbögen oder aus ſolchen zuſammengeſetzte Bögen, „Korbbögen“, weil andernfalls die Erhaltung der Gleislage genau in Richtung und Höhe ſehr erſchwert wäre. An den Anfängen der Bögen werden zur ſanften Ueberleitung der Fahrzeuge aus der Geraden in den Bogen und in die Ueberhöhung des äußeren Schienenſtrangs Uebergangsbögen eingelegt. Durch Einlegung eines Uebergangsbogens muß der Kreisbogen etwas ſeitlich verſchoben werden. Bei Feſtſtellung der Achſe der Eiſenbahn kann dieſe Verſchiebung noch unberückſichtigt bleiben, dagegen iſt ſie beim Abſtecken größerer Erdarbeiten und beſonders beim Abſtecken der Bauwerke zu beachten. Bei Korbbögen wird der Uebergang am Wechſel der Krümmungshalbmeſſer nur bei erheblichem Unterſchied derſelben durch Uebergangsbögen vermittelt (ſ. unten). Die Schärfe der Krümmung oder Richtungsänderung wird gemeſſen durch den Halbmeſſer r und iſt gleich dem reziproken Werte $(1 : r)$ desſelben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In Deutſchland und in den meiſten andern europäiſchen Ländern iſt es üblich, die Bögen ſtets durch die Größe des Halbmeſſers zu kennzeichnen und dazu noch die Bogenlänge L bezw. den damit überwundenen Abweichungs- oder Zentriwinkel α (in Gradmaß) anzugeben. Zwei dieſer Größen bedingen die dritte ($L = r \cdot \alpha : \varrho$, wobei ϱ die Kreiskonſtante). In England und Nordamerika iſt es üblich, die Schärfe der Krümmung durch den auf eine beſtimmte Bogenlänge (1 chain = 20,116 m oder 100′ = 30,48 m) erreichten Winkel auszudrücken, alſo durch eine Zahl, welche (entgegen der vorigen Art) mit zunehmender Krümmung wächſt. Die amerikaniſche Bezeichnungsweiſe ergibt für einen Bogen vom Zentriwinkel α den Halbmeſſer $r = 30{,}48 \cdot \varrho : \alpha$; iſt α in Graden ausgedrückt, ſo hat man

$$r = \frac{30{,}48 \cdot 57{,}29578}{\alpha^0} = \frac{1746{,}375}{\alpha^0}.$$

Der Einfluß der Krümmung äußert ſich beim Verlegen der Gleiſe zunächſt darin, daß die Schienen zu biegen ſind und daß im inneren Schienenſtrang kürzere, ſogenannte Ausgleichſchienen oder Kurvenſchienen, entſprechend dem Längenunterſchied zwiſchen dem äußeren und inneren Schienenſtrang, einzulegen ſind, während in den äußeren Strang durchaus Schienen normaler Länge zu liegen kommen.

Die Biegung der Schienen kann zwar in Bögen mit größerem Halbmeſſer durch die Verſpannung, die die Schwellen im Bettungsmaterial erhalten, erzwungen werden, doch iſt dies bei Halbmeſſern unter 1000 m nicht ratſam, weil dann erfahrungsmäßig die Gleislage ſchwer flüchtig zu erhalten iſt, da die Schienen namentlich an den Stößen unter der Einwirkung der Zugsbewegung überhaupt das Beſtreben haben, ſich nach außen zurückzubiegen. Man ſollte deshalb die Schienen auch für Bögen mit größeren Halbmeſſern biegen. Sehr ſtark gekrümmte Schienen werden am beſten im Walzwerk gebogen, in der Regel geſchieht aber das Biegen auf Lagerplätzen vor dem Transport der Schienen auf die freie Strecke oder erſt auf der Strecke durch (feſte oder bewegliche) Schienenbiegemaſchinen (ſ. d.).

Die Verkürzung Δ des inneren Schienenſtrangs beträgt, wenn der Halbmeſſer r, die Entfernung der Schienen von Mitte zu Mitte gemeſſen s und die Schienenlänge l iſt, $\Delta = s \cdot l : r$, da $l : r$ der Winkel iſt, welcher auf die Bogenlänge l überwunden werden muß. Dieſe Verkürzung beträgt beiſpielsweiſe bei Vollſpur, alſo $s = 1{,}500$ m:

Halbmeſſer r . . . . =			150	180	200	300	500	1000	m
Schienenlänge l . . =	9 m;	Δ =	90	75	67,5	45	27	13,5	mm
„ l . . =	12 „	Δ =	120	100	90	60	36	18	„
„ l . . =	15 „	Δ =	150	125	112,5	75	45	22,5	„

Demgemäß ſind für die verſchiedenen Bögen mindeſtens zwei bis drei Sorten von Ausgleichſchienen erforderlich. In den ſchärfſten Bögen entſpricht jeder Schienenlänge eine Ausgleichſchiene mit ſtärkſter Verkürzung; bei weniger ſcharfen Bögen werden im Innenſtrange abwechſelnd eine gewöhnliche und eine Ausgleichſchiene oder, je nach Bedarf, eine Ausgleichſchiene mit mehreren gewöhnlichen Schienen wechſelnd verlegt. Kleine Unterſchiede können in den Stoßlücken ausgeglichen werden, jedoch nur geringe, weil ſonſt die Querſchwellen — zumal eiſerne — zu ſchräg gegen die Schienen zu liegen kommen. Beiſpielsweiſe ſind bei der preußiſchen Staatsbahn für die Schienenlänge von 12 m auf Hauptbahnen drei Ausgleichſorten mit ein-, zwei- und dreimal 40 mm Verkürzung vorgeſchrieben, und auf Nebenbahnen mit Halbmeſſern unter 150 m außerdem ſolche mit 160 und 200 mm Verkürzung. Die Ausgleichſchienen werden in zweifelloſer Weiſe kenntlich gemacht, z. B. durch ein, zwei oder drei kleine Löcher im Steg, etwa 150 cm vom Schienenende entfernt.

Die Krümmung iſt von Einfluß auf die Bewegung der Fahrzeuge und dadurch mittelbar wieder auf das Legen der Gleiſe, indem in dieſen die Spurweite zu vergrößern und der äußere Schienenſtrang höher als der innere zu legen, d. h. zu überhöhen iſt.

Die Spurerweiterung. Die Fahrzeuge haben — wenigſtens auf den meiſten europäiſchen Bahnen — in überwiegender Zahl „feſte Radſtände", d. h. die beiden äußerſten Achſen ſind in den Rahmen des Wagens ſo gelagert, daß ſie ihre parallele Richtung gegeneinander nicht ändern können, vielmehr ein feſtes Viereck bilden. Die Spurkränze der an dieſem feſten Viereck befeſtigten Räder müſſen ſich in Bögen mit den dadurch bedingten Sehnenlängen zwiſchen die Leitkanten der beiden Schienenſtränge einpaſſen. Dazu iſt ein gewiſſer Spielraum zwiſchen der Spurweite und den Anlaufſtellen der Räder nötig. Der in der Geraden vorhandene Spielraum (in Deutſchland 10 mm, höchſtens 25 mm bei 1,435 Spurweite) (ſ. B.-O. § 31 [8]), in England mehr) genügt nicht. Derſelbe geſtattet zwar das Fahren von Wagen mit gewiſſen Radſtänden durch flache Bögen, der Widerſtand iſt aber ſehr groß und in ſchärferen Bogen könnten nur ganz kurze Radſtände zugelaſſen werden. Es iſt deshalb nötig, in den Krümmungen die Spurweite zu vergrößern, ſobald der Halbmeſſer unter eine gewiſſe Grenze ſinkt, B.-O. § 9 [8]: In Krümmungen unter 500 m iſt die Spurweite zu vergrößern. Die Größe der Spurerweiterung iſt ſo zu bemeſſen, daß der in der Geraden vorhandene Spielraum auch in der Krümmung noch übrigbleibt, d. h. dieſer kann überhaupt außer Betracht bleiben. Iſt nun l der größte für eine Kurve zu beachtende Radſtand, R ihr Halbmeſſer, r der Radhalbmeſſer, t die Spurkranzhöhe und denkt man ſich zunächſt den Schienenkopf und den anliegenden Spurkranz beide rechteckig begrenzt, ſo ergibt ſich die in den äußeren Schienenſtrang einzupaſſende Sehnenlänge nach Fig. 1 und 2 (annähernd) zu $l_1 = l + 2a$ und ebenſo für den inneren Schienenſtrang zu $l_2 = l - 2a$, wobei das Maß a aus der Gleichung $a^2 = (2r - t)\,t$ zu ermitteln fein würde, jedoch genau genug mit $a = \sqrt{2rt}$ bemeſſen werden kann. Die erforderliche Spurerweiterung e findet ſich demnach, ſofern nur zweiachſige Wagen in Betracht kommen, nach Fig. 2:

$$e = \delta_1 - \delta_2 = \sim \frac{l_1^2 - l_2^2}{8R} = \frac{al}{R} = \frac{l}{R}\sqrt{2rt}, \qquad 1.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

indem die Bogenhöhen δ genau genug durch $l_1^2 : 8R$ und $l_2^2 : 8R$ erſetzt werden können, und der Unterſchied der Halbmeſſer der inneren und äußeren Schiene, d. h. die Spurweite s, gegen R vernachläſſigt werden kann. Sind jedoch dreiachſige Wagen mit feſtem Radſtand zuläſſig, ſo muß die Spurerweiterung die volle Größe der äußeren Bogenhöhe δ_1 erhalten, ſofern nicht an den Mittelrädern die Spurkränze unter Erbreiterung der Radreifen weggelaſſen ſind (Nord-

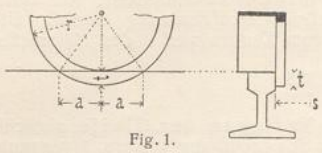


Fig. 1.

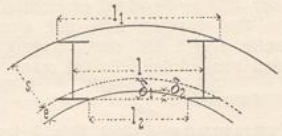


Fig. 2.

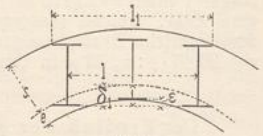


Fig. 3.

amerika) oder die Mittelachſe um ein gewiſſes Maß ε verſchiebbar iſt, wie dies in Deutſchland für Radſtände über 4 m vorgeſchrieben (B.-O. § 30) [8]: Die Mittelachſen müſſen derart verſchiebbar ſein, daß Krümmungen von 180 m Halbmeſſer anſtandslos durchfahren werden können. In dieſem Falle iſt die Bogenhöhe δ_1, um das Maß dieſer Verſchiebbarkeit zu vermindern (ſ. Fig. 3) und beträgt die Spurerweiterung

$$e = \delta_1 - \varepsilon = \frac{l_1^2}{8R} - \varepsilon. \qquad 2.$$

In Wirklichkeit geſtaltet ſich die Sachlage dadurch günſtiger, daß Schiene und Spurkranz nicht rechteckig, ſondern gerundet ſind, und daß auch in der Geraden Spielraum, wie geſagt, vorhanden iſt. In der Praxis werden teils Formeln wie Gleichung 1. und 2. mit Einſetzung beſtimmter Werte von l und ε benutzt (z. B. bei der preußiſchen Staatsbahn bis 1895 $e_{mm} = 7000 : R_m - 12$), teils auch rein empiriſch gebildete Formeln, wie z. B.

$$e = (1000 - R)^2 : 30\,000, \qquad 3.$$

die in Preußen 1895 eingeführt und deshalb vorgezogen wird, weil ſie auch für die bei vollſpurigen Nebenbahnen zuläſſigen ſehr kleinen Halbmeſſer noch gut brauchbare Werte ergibt. (In Württemberg wird die Spurerweiterung bei normalſpurigen Bahnen in Bögen mit $r \geqq 250$ m zu $e_{mm} = 20 - \frac{2\,r_m}{100}$ und bei $r < 250$, zu $e_{mm} = 30 - \frac{6\,r_m}{100}$ angenommen.) Unter Bekämpfung

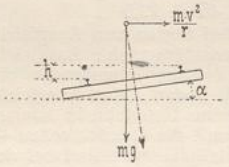


Fig. 4.

ſolcher Willkür ermittelt Kreuter [1] andre Formeln für die Spurerweiterung. Es iſt jedoch zu beachten, daß auf jeder Bahn Fahrzeuge von ſehr verſchiedenen Konſtruktionen und Radſtänden verkehren und daher mathematiſch genau abgewogene Spurerweiterungen doch immer nur für einzelne derſelben wirklich paſſen können. Bei Schmalſpurbahnen kann man auf Grund der obigen Formeln je nach den in Ausſicht genommenen Betriebsmitteln die nötige Spurerweiterung beſtimmen. (Württemberg bei $s = 75$ cm, $e_{mm} = \frac{3500}{r_m} - 7$.)

Als äußerſte Grenzen der Spurerweiterung ſind in der Eiſenbahnbau- und -betriebsordnung (B.-O.) § 9 [8] in Deutſchland vorgeſchrieben für Hauptbahnen 30 mm, für Nebenbahnen 35 mm. In dem Verein deutſcher Eiſenbahnverwaltungen ſind die folgenden Werte zugelaſſen: für Vollſpur 30 mm (üblich 24 mm als Höchſtwert); für Spur von 1 m 25 mm, von 75 cm 20 mm, von 60 cm 18 mm (ſ. Techniſche Vereinbarungen und Grundzüge für Lokalbahnen vom 1 Januar 1897).

Ueberhöhung des äußeren Schienenſtranges. Theoretiſch ergibt die Forderung, daß die Mittelkraft aus Flieh- und Schwerkraft rechtwinklig zur Gleisebene ſtehen ſoll, für die Neigung dieſer die Beſtimmung (ſ. Fig. 4): $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\text{Fliehkraft}}{\text{Schwerkraft}} = \frac{m\,v^2 : r}{m\,g} = \frac{v^2}{g\,r}$, wenn v die Geſchwindigkeit in Sekundenmetern, r den Krümmungshalbmeſſer, g die Erdbeſchleunigung $= 9{,}81$ bezeichnet. Daraus ergibt ſich, unter V die Geſchwindigkeit in Stundenkilometern und s die Spurweite zwiſchen den Schienenmitten verſtanden, die Ueberhöhung

$$h = s \operatorname{tg}\alpha = \frac{s\,v^2}{g\,r} = \frac{s\,v^2}{9{,}81 \cdot r} = \frac{s\,V^2}{127 \cdot r} = \frac{c\,V^2}{r} = \frac{k}{r}, \qquad 4.$$

ſofern die Geſchwindigkeit für den betreffenden Bogen feſtſteht. Früher hielt man es aus Sicherheitsgründen für nötig, als Geſchwindigkeit die größten auf der betreffenden Strecke zuläſſigen Werte einzuſetzen (ſ. B.-O. § 66, [8]), und nahm den Wert k unabhängig vom Halbmeſſer als Feſtwert an. Man machte dabei die Erfahrung, daß die Ueberhöhungen praktiſch zu groß ausfielen, zumal in ſcharfen Krümmungen, denn die ſchwereren und an Zahl überwiegenden langſameren Züge griffen die innere Schiene zu ſehr an. Es ergab ſich daher als notwendig, den theoretiſchen Formeln gewiſſe nicht zu überſchreitende Grenzwerte (z. B. 150 mm) beizufügen oder — richtiger — für jede einzelne Krümmung eine einzuſetzende Größe der Geſchwindigkeit feſtzuſetzen, wofür verſchiedene Formeln empiriſcher Art aufgeſtellt ſind, z. B. die von Rüppell:

$$V = 4\sqrt{r - 50} \text{ oder allgemeiner } \alpha\sqrt{r - \beta}. \qquad 5.$$

In neuerer Zeit hat man mehr und mehr durch Verſuche auch erkannt, daß die Sicherheit der Fahrt durchaus nicht ſo großer Ueberhöhungen bedarf, wie ſie früher üblich waren, und daß es richtiger iſt, bei ihrer Bemeſſung mehr Rückſicht auf die weit überwiegende Zahl der langſameren Züge zu nehmen. Man begnügt ſich daher mit geringeren Ueberhöhungsmaßen und ſucht ſie ſo zu regeln, daß die Abnutzung beider Schienen möglichſt gleich, alſo zuſammen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

am kleinſten ausfällt. In der Praxis hat man vielfach rein empiriſche Formeln zur Anwendung gebracht, ſo unter anderm auch ſeit 1895 (auf Rüppells Vorſchlag) bei der preußiſchen Staatsbahn:

$$h = \frac{k V}{r} = 0{,}5 \frac{V}{r} = \frac{V}{2r}, \qquad 6.$$

welche Formel für alle bei Vollſpurbahnen (auch Nebenbahnen) vorkommenden Halbmeſſer anwendbar ſein ſoll, ſobald für V die in der betreffenden Kurve zuläſſigen Größtgeſchwindigkeiten eingeſetzt werden. Näheres betreffs der Ueberhöhungsregeln in verſchiedenen Ländern in [3] u. [4].

Um bei geringer oder ganz fehlender Ueberhöhung die Entgleiſung durch Fliehkraft ſicher zu verhüten, werden in ſcharfen Kurven in England (auch in Deutſchland unter anderm auf der Berliner Stadtbahn) vielfach Schutzſchienen (Streichſchienen, Zwangſchienen) neben der inneren Schiene angebracht.

Die Ueberhöhung wird in der Regel nur durch Hebung des äußeren Schienenſtranges bewirkt, obwohl es richtiger wäre, ſie auf beide Schienenſtränge zu verteilen, alſo die Hälfte durch Senkung der inneren Schiene herbeizuführen. Dies iſt jedoch für das Legen und Unterhalten der Gleiſe umſtändlich. Bei ſchmalem Bahnkörper (Nebenbahnen) iſt indeſſen die Senkung des inneren Strangs oft unerläßlich, weil andernfalls an der Außenſeite der Bettungskörper ſo verſtärkt werden muß, daß ſeine Böſchung auf dem Erdkörper nicht mehr Platz findet. In ſchärferen Bögen iſt es daher am richtigſten, das Planum der Bahn, d. h. die Oberfläche des Erdkörpers unter der Bettung, der Ueberhöhung entſprechend zu erbreitern und ihm ein einſeitiges Quergefälle zu geben, ſo daß die Bettung durchweg gleichſtark oder nahezu gleichſtark wird. In Weichenbögen wird die Ueberhöhung meiſt fortgelaſſen. Zwiſchen Gegenkrümmungen der Weichengleiſe genügen 6 m Gerade.

In geraden Gleiſen ſind die Schienenoberkanten winkelrecht gegenüberliegender Punkte gleichhoch zu legen, während in gekrümmten Gleiſen der äußere Schienenſtrang zu überhöhen iſt. Am Anfang und Ende jeder Krümmung muß daher zur Einleitung der Ueberhöhung die Außenſchiene gegen die Innenſchiene anſteigen. Dies hat ganz ſanft zu geſchehen, damit das vordere Außenrad beim Einfahren nicht zu ſehr belaſtet und beim Ausfahren entlaſtet wird. Das erſtere könnte Achs-, Feder- oder Schienenbrüche, das letztere Entgleiſungen zur Folge haben. Die Länge der Anſteigung, d. h. die Ueberhöhungsrampe muß in Deutſchland nach § 10 der B.O. mindeſtens das 300fache der Ueberhöhung h ſein. In den für den Bereich des Vereins deutſcher (und öſterreichiſcher) Eiſenbahnverwaltungen gültigen [7] Techniſchen Vereinbarungen (1897, § 7) iſt nur das 200fache als Mindeſtmaß gefordert. Das kann aber bei längeren Achsſtänden ſchon bedenkliche Entlaſtungen des Vorderrades herbeiführen, und die Erfahrung lehrt, daß ſo ſteile Ueberhöhungsrampen ſehr unerwünſcht ſind, namentlich bei großen Geſchwindigkeiten. In Oeſterreich gilt das relative Neigungsverhältnis von 1 : 300, in Frankreich 1 : 500 als das ſteilſte.

Meiſtens wird verlangt, daß die Ueberhöhung am Anfangspunkte des Kreisbogens voll vorhanden iſt. Die Ueberhöhungsrampe müßte ſomit in der ganzen Länge in der Geraden vorhergehen und die Fahrzeuge erhielten eine Schiefſtellung bereits da, wo noch keine Fliehkraft auftritt. Erfahrungsgemäß treten beim Einfahren aus Geraden in Kreisbögen durch die plötzliche Richtungsänderung, die das vordere Außenrad erhält, ſeitliche Stöße ein. Um dieſe zu vermeiden, führt man die Gerade durch einen Bogen, deſſen Krümmungshalbmeſſer von ∞ allmählich in r übergeht, ſtetig in den Kreisbogen über. Dieſem Uebergangsbogen gibt man nun die Länge der Ueberhöhungsrampe und beſtimmt ſeine Form aus der Bedingung, daß an jedem Punkt des Bogens der Krümmungshalbmeſſer ϱ der Ueberhöhung entſprechen ſoll, die nach derſelben Formel wie die Ueberhöhung h des Kreisbogens mit dem Halbmeſſer r berechnet wird. Die Länge der Ueberhöhungsrampe iſt das $n$fache der Ueberhöhung, alſo $l = n \cdot h$, die Ueberhöhung iſt $h = \frac{k}{r}$, ſomit $k = \frac{l \cdot r}{n}$ und für einen Punkt, deſſen Koordinaten in bezug auf den Anfang der Ueberhöhungsrampe $x\,y$ ſind, hat man die Ueberhöhung $z = \frac{x}{n}$. Dieſe muß aber auch gleich $\frac{k}{\varrho}$ ſein, alſo: $z = \frac{x}{n} = \frac{k}{\varrho} = \frac{l\,r}{n \cdot \varrho}$, hieraus erhält man als Bedingung des Uebergangsbogens $\frac{1}{\varrho} = \frac{x}{r \cdot l}$. Die Gleichung des Uebergangsbogens erhält man, da

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{1}{\varrho} = \frac{x}{r\,l} \qquad 7.$$

aus der zweimaligen Integration dieſes Ausdrucks (da für $x = 0$, $\frac{d\,y}{d\,x} = 0$ und $y = 0$ iſt) zu $y = \frac{x^3}{6\,l\,r}$ oder, da $r = k \cdot n : l$, iſt der Nenner $6\,l\,r = 6 \cdot n \cdot k = 6\,c$ und man hat

$$y = \frac{x^3}{6\,l\,r} = \frac{x^3}{6\,n\,k} = \frac{x^3}{6\,c}, \qquad 8.$$

d. h. der Uebergangsbogen iſt unabhängig vom Halbmeſſer des Kreisbogens, und wenn n und k gegeben ſind, wird c eine konſtante Zahl. Der Uebergangsbogen iſt dann für alle Kreisbögen derſelbe; je nachdem der Halbmeſſer r kleiner oder größer iſt, iſt ein mehr oder weniger langes Stück desſelben Uebergangsbogens erforderlich, um den Uebergang von der Geraden in den Kreisbogen herzuſtellen. (In Württemberg nimmt man $k = 45$ und $n = 333\frac{1}{3}$, woraus ſich $c = 15000$ ergibt). Für den Endpunkt des Uebergangsbogens, d. h. das Ende der Ueberhöhungsrampe, zugleich Uebergang in den Kreisbogen, hat man

$$x = l \text{ und } y = \frac{l^3}{6\,l\,r} = \frac{l^2}{6\,r} = d, \qquad 9.$$

für ſeine Mitte iſt

$$x = l/_2 \text{ und } y_2 = \frac{l^2}{48\,r} = {}^1/_8\, d. \qquad 10.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Durch die Einlegung der Uebergangskurve muß der Kreisbogen gegen die Gerade verſchoben werden. Zur Feſtlegung des Kreiſes gegen die Gerade ſind die Maße A und m zu beſtimmen. Die Tangente am Uebergangspunkt des Uebergangsbogens in den Kreisbogen iſt gemeinſchaftlich. Aus der kubiſchen Parabel ergibt ſich ihr Neigungswinkel; da $x = l$ iſt,

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{l^2}{2lr} = \frac{l}{2r}.$$

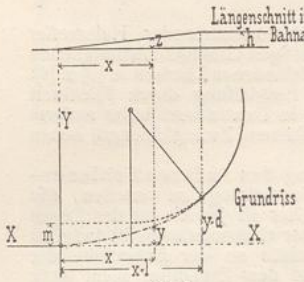


Fig. 5.

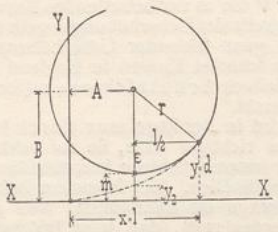


Fig. 6.

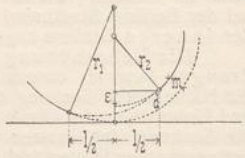


Fig. 7.

Im Kreisbogen iſt $\operatorname{tg}\alpha = \frac{l-A}{r-\varepsilon}$ (Fig. 6); da ε gegenüber r ſehr klein iſt, kann es vernachläſſigt werden und man erhält

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{l}{2r} = \frac{l-A}{r} \quad \text{oder} \quad A = \frac{1}{2}l, \tag{11.}$$

d. h. der Mittelpunkt des Kreisbogens liegt in Beziehung auf die Gerade ſenkrecht über der Mitte des Uebergangsbogens und der Ueberhöhungsrampe. Die ſeitliche Verſchiebung des Kreiſes gegen die Gerade m ergibt ſich, da mit hinreichender Genauigkeit $\varepsilon = (l/2)^2 : 2r$ geſetzt werden kann,

$$m = d - \varepsilon = \frac{l^2}{6r} - \frac{l^2}{8r} = \frac{l^2}{24r} = {}^1/_4\, d = 2y_2, \tag{12.}$$

d. h. die ſeitliche Verſchiebung m des Kreiſes iſt das Doppelte der Ordinate der Mitte und ein Viertel der Ordinate des Endpunkts des Uebergangsbogens. Dieſe iſt daher ſehr leicht abzuſtecken. Iſt n und h feſtgeſetzt, ſo ergeben ſich aus der Beſtimmung von l und d ſofort die Koordinaten des Anfangs- und Endpunkts ſowie der Mitte des Uebergangsbogens. Die Ordinaten weiterer Punkte ſind unter Annahme der Abſziſſen ſehr leicht zu berechnen.

Sind zwei Kreisbögen gleichen Sinnes aber mit verſchiedenen Halbmeſſern r_1 und r_2 ineinander überzuleiten (Korbbogen), ſo hat man denjenigen Teil der kubiſchen Parabel zu benutzen, der von $\varrho = r_1$ zu $\varrho = r_2$ (alſo auch von der Ueberhöhung h_1 zu h_2) überleitet. Dabei wird der Kreisbogen mit kleinerem Halbmeſſer r_2 um ein kleines Maß m gegen den größeren eingerückt (oder r_2 um m verkleinert oder r_1 um m vergrößert), der Uebergangsbogen auch hier durch die Mitte dieſer Verſchiebung gelegt und zu gleichen Hälften in beide Kreisbögen verteilt. Es ergeben ſich dann (wie leicht nachweisbar) annäherungsweiſe, jedoch für die Ausführung genau genug, die Werte von l und m gleich den Unterſchieden der für die einzelnen Halbmeſſer berechneten Werte; man hat alſo (Fig. 7):

$$\left.\begin{aligned} h = h_2 - h_1 &= k\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right); \qquad l = l_2 - l_1 = n\,h; \\ m = m_2 - m_1 &= {}^1/_{24}\left(\frac{l_2^2}{r_2} - \frac{l_1^2}{r_1}\right). \end{aligned}\right\} \tag{13.}$$

Legt man im urſprünglichen Berührungspunkt der beiden Kreisbögen die Tangente an und benutzt dieſe als Abſziſſenachſe, ſo findet ſich die Ordinate des Uebergangspunkts

$$d = m + \varepsilon = m + \frac{l^2}{8r_2}. \tag{14.}$$

Damit iſt auch in dieſem Falle der Uebergangsbogen leicht feſtzulegen. In Korbbögen legt man Uebergangsbögen an den Bogenwechſeln nur dann ein, wenn die Halbmeſſer der aneinander ſtoßenden Bögen ſehr verſchieden ſind.

Iſt eine Verſchiebung des ganzen Kreisbogens um das Maß m nicht tunlich und eine Verrückung oder Drehung der Geraden ebenfalls ausgeſchloſſen, wie das namentlich bei der nachträglichen Einlegung von Uebergangsbögen in beſtehende Gleiſe vorkommt, ſo hilft man ſich durch den ſogenannten inneren Anſchluß, d. h. man erſetzt den Kreisbogen durch einen Korbbogen, indem man am vorderen Teil des Kreisbogens einen ſolchen mit um 10—50 m verkleinertem Halbmeſſer ſo einlegt, daß man die erforderliche Verſchiebung m am Tangentenpunkte des neuen Kreisbogens gewinnt. Zwiſchen dieſem und der Geraden kann man alsdann den Uebergangsbogen herſtellen. Die Vorſchriften der öſterreichiſchen Südbahn von 1893 enthalten hierüber die Regel, daß die Verkleinerung Δ des Halbmeſſers zu nehmen iſt: $\Delta = 10$ m bei $r = 150$—300 m, $\Delta = 25$ m bei $r = 300$—600 m, $\Delta = 50$ m bei $r = 600$—1000 m. Näheres hierüber wie über die Abſteckung der Uebergangsbögen in [3] und [4].

Aus der Lage und Länge der Uebergangsbögen und der Ueberhöhungsrampe ergibt ſich, daß beim Traſſieren die Gerade zwiſchen den Anfangspunkten von entgegengeſetzten Kreisbögen mindeſtens um die Hälfte der Länge der beiden Uebergangsbögen größer als die vorgeſchriebene Länge der Zwiſchengeraden anzunehmen iſt. Nach der B.O. [8] § 7 ſoll die Zwiſchengerade zwiſchen den Endpunkten der Ueberhöhungsrampe bei Hauptbahnen 30 m, bei Nebenbahnen 10 m betragen. Sind r_1 und r_2 die Halbmeſſer der beiden entgegengeſetzt gerichteten Bögen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

h_1 und h_2 die Ueberhöhungen des äußeren Strangs und $1 : n$ die Steigung der Ueberhöhungsrampe, ſo ſind die Längen der Uebergangsbögen $l_1 = n \cdot h_1$ und $l_2 = n \cdot h_2$. Die Länge zwiſchen den Anfangspunkten der Kreisbögen wird ſomit $Lm = n \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} + \begin{matrix} 30\text{ m (bei Hauptbahnen),} \\ 10\text{ m (bei Nebenbahnen).} \end{matrix}$ Die Ueberleitung aus dem einen in den andern Bogen würde auch hier am ſanfteſten, nämlich ohne Hebung und Senkung des Schwerpunktes geſchehen, wenn die Ueberhöhung durch Hebung der äußeren und Senkung der inneren Schiene hergeſtellt würde (Fig. 8–10)

Fig. 8. Mit Zwiſchengerade.

Fig. 9. Ueberhöhung allein durch Hebung der äußeren Schiene.

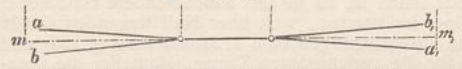


Fig. 10. Ueberhöhung durch Hebung der äußeren und Senkung der inneren Schiene.

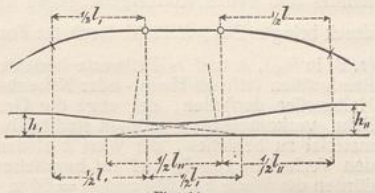


Fig. 11.

Zwiſchen gleichgerichteten Bögen ſoll nach den Techniſchen Vereinbarungen (§ 7) die Ueberhöhung durchgeführt werden, ſofern die Gerade unter 40 m lang iſt. Beſſer iſt es jedoch, ſo kurze Zwiſchengeraden ganz zu vermeiden, indem man ſie durch einen beide Bögen berührenden flachen Kreisbogen erſetzt. Iſt das nicht tunlich, ſo empfiehlt es ſich, die beiden ſich ſchneidenden Ueberhöhungsrampen in der ſenkrechten Ebene durch einen flachen Bogen zu verbinden, wie dies unter andern bei der Schmalſpurbahn Landquart—Davos Vorſchrift iſt (Fig. 11). Kann zwiſchen Gegenkrümmungen eine Zwiſchengerade von der vorſchriftsmäßigen Länge bei normaler Annahme der Uebergangsbögen nicht erreicht werden, ſo empfiehlt es ſich, die Uebergangsbögen beiderſeits zu kürzen (Verkleinern der Nenner in der Gleichung 8.), die Steigung der Ueberhöhungsrampe aber und damit auch ihre Länge zu belaſſen. Die Rampe beginnt dann am Anfang des Uebergangsbogens und reicht noch in den Kreisbogen hinein. In dieſem iſt dann die Ueberhöhung anfangs etwas zu gering, das iſt aber unbedingt beſſer, als die Ueberhöhungsrampe ſteiler zu machen und ſo durch die ſtärkere Windſchiefſtellung der Fahrzeuge die Sicherheit zu gefährden. Ueberhaupt iſt in erſter Linie ſtets die reichliche Länge der Ueberhöhungsrampe maßgebend, nicht die des Uebergangsbogens.

Aus der mit $n = 200$ zu kurz ſich ergebenden Länge der Rampe erklärt ſich der weitverbreitete Irrtum, daß es ſich empfehle, nach Feſtſtellung des Uebergangsbogens die Ueberhöhungsrampe in ihrer Länge zu verdoppeln und ſchon um die Länge l vor dem Anfang des Uebergangsbogens beginnen zu laſſen: ein Verfahren, das die ſachgemäße Beſtimmung des Ueberganges völlig umwirft. Nicht die Rampe allein, ſondern die Rampe und der (wenn irgend möglich ſtets gleichlang wie dieſe zu nehmende) Uebergangsbogen ſollten doppelt (oder doch anderthalbmal) ſo groß genommen werden, alſo auch n. Der Umſtand, daß bei einem plötzlich aufhörenden Kreisbogen die noch in ihm befindlichen Wagen durch die Kupplungen noch auf die erſten ſchon in der Geraden befindlichen einen ſeitlichen Zug ausüben, kann bei dem allmählich zu $\varrho = \infty$ auslaufenden Uebergangsbogen nicht mehr ins Gewicht fallen und jedenfalls keine Veranlaſſung geben, noch in der Geraden eine Ueberhöhung herzuſtellen, wo ſie widerſinnig iſt. Das bezeichnete Verfahren bedeutet in Wirklichkeit nicht eine Verlängerung der Rampe, ſondern eine Verkürzung des Uebergangsbogens gegen ihre natürliche Länge und iſt deshalb nicht zu rechtfertigen.

Der Krümmungswiderſtand, d. h. der durch die Krümmung hervorgerufene Zuwachs des Bewegungswiderſtandes ſetzt ſich aus manchen Anteilen zuſammen. Hierher gehört die Reibung der Radreifen auf der Oberfläche des Schienenkopfes und die der Spurkränze an der Seite desſelben. Die erſtgenannte Reibung tritt nach zwei Richtungen auf: quer zum Gleiſe infolge der feſten Radſtände, weil die dadurch gebannten Achſen ſich nicht radial frei einſtellen können; ſodann in der Richtung der Schienen, weil die beiden Räder auf der Achſe ſtarr befeſtigt ſind, das äußere Rad aber einen längeren Weg zu machen hat als das innere, dieſer Längenunterſchied alſo durch teilweiſes Gleiten des einen oder des andern Rades (oder beider) überwunden werden muß, ſoweit es nicht durch das Gegenmittel, nämlich die Kegelgeſtalt der Radreifen, ausgeglichen wird. Letztere geſtattet ein Aufſteigen des äußeren und Abſteigen des inneren Rades, ſo daß der Laufhalbmeſſer beider Räder verſchieden und hierdurch ein Teil jenes Unterſchiedes aufgehoben wird. Das wird jedoch wieder durch den feſten Radſtand beſchränkt. Die Reibung der Spurkränze an der Außenſchiene wird durch die Fliehkraft (ebenſo wie in gerader Strecke durch Seitenwind) veranlaßt; außerdem aber tritt auch dieſelbe Reibung an der inneren Schiene ein, weil die Wagen mit feſtem Radſtande ſich zwiſchen die Schienen einſtellen müſſen (ſ. oben). Als Gegenmittel zur Minderung dieſes letzten Uebelſtandes dient die Spurerweiterung, als ſolches gegen die Wirkung der Fliehkraft die Ueberhöhung der äußeren Schiene. Alle dieſe Wirkungen ſind nur unter ganz beſtimmten Annahmen — für den Radſtand, die Abmeſſungen und Geſtalt der Räder und Spurkränze, für den Geſamtſpielraum der Räder zwiſchen den Schienen u. ſ. w. — der Rechnung zu unterwerfen, wie dies u. a. von Bödecker [5] geſchehen iſt. Da nun aber alle dieſe Maße in Wirklichkeit bei den verſchiedenen Fahrzeugen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und bei dem fehr verfchiedenen Zuftande der Abnutzung von Rad und Schiene außerordentlich vielgeftaltig find, fo können die Formeln für den Krümmungswiderftand ganzer Züge immer nur Mittelwerte bieten, von denen die wirkliche Größe im Einzelfalle je nach der Zufammenfetzung des Zuges, nach Spurerweiterung, Ueberhöhung und Abnutzung erheblich abweichen kann. Solche Mittelwerte und darauf begründete Formeln werden auf empirifchem Wege durch Verfuche gefunden. Der Bau einer folchen Formel muß aber derart fein, daß er die mit Abnahme der Halbmeffer (namentlich unter 300 m bei Vollfpur) rafch wachfende Zunahme des Widerftandes und deffen Konvergenz gegen unendlich (bei gewiffen Grenzwerten, f. oben) zum Ausdruck bringt. Das gefchieht durch die Formel $w_r = \frac{k}{r - r_0}$, worin w_r den Krümmungswiderftand (z. B. in $^0/_{00}$), k und r_0 Feftwerte bedeuten, die jedoch nach Spurweite und vorwiegenden Radftandgrößen (alfo ob Haupt- oder Nebenbahn) wechfeln werden. Die Größe r_0 würde denjenigen Halbmeffer darftellen, der etwa die Grenze der Möglichkeit des Durchfahrens für die auf der Bahn vorkommenden größten Radftände bildet. Diefer Wert würde alfo nach dem Betriebsmaterial zu bemeffen, der Wert k alsdann durch Verfuche zu ermitteln fein, wie dies u. a. in den Verfuchen von Röckl auf bayrifchen Bahnen gefchehen ift. Für vollfpurige Hauptbahnen dürften die Werte $k = 650$ und $r_0 = 60$ m ziemlich zutreffende Mittelwerte ergeben [4]. Unrichtig ift dagegen die früher viel benutzte Form $k : r$, weil fie zur Folge hat, daß die Widerftandsarbeit, das ift $w_r \cdot l_r$ oder $w_r \cdot r\varphi = k\varphi$ (wenn l_r die Kurvenlänge und φ deren Winkel bedeutet) unabhängig vom Halbmeffer wäre, was offenbar falfch ift, da fie mit abnehmendem Halbmeffer gewaltig wächft und fchließlich fchon bei einer beftimmten, weit über Null liegenden Größe desfelben unendlich wird. In den Technifchen Vereinbarungen vom 1. Januar 1897 (§ 123) und den Grundzügen für Lokalbahnen (§ 84) find für die verfchiedenen Kurvenhalbmeffer die innezuhaltenden Grenzwerte der feften Radftände (Entfernung der äußerften Achfen) angegeben. Danach foll z. B. auf Haupt- und Nebenbahnen in Kurven von 180 m Halbmeffer der feite Radftand nicht über 4,5 m, womöglich aber nicht über 3,9 m betragen. Wagen mit größerem feften Radftand follen demnach auf folche Bahnen nicht übergehen. Es ift daher beim Entwurf einer Bahn ftets zu beachten, daß kleine Halbmeffer gewiffe Wagen von der Bahn ausfchließen. Diefelben Beftimmungen geftatten für Haupt- und Nebenbahnen als äußerfte Grenze den Halbmeffer von 180 m, verlangen jedoch als Regel den Grenzwert von 300 m für Hauptbahnen. Die B.O. [8] fchreibt für Hauptbahnen vor in § 7: Krümmungen von weniger als 180 m Halbmeffer find bei Hauptbahnen und bei Nebenbahnen, wenn Fahrzeuge der Hauptbahnen übergehen follen, in durchgehenden Hauptgleifen unzuläffig. Die Anwendung eines Halbmeffers unter 300 m bedarf bei Hauptbahnen der Genehmigung der Landesaufficht sbehörde und der Zuftimmung des Reichseifenbahnamts; und in § 30: Der feite Radftand muß, abgefehen von Drehgeftellen, mindeftens 2,50 m betragen und darf bei neuen Fahrzeugen 4,50 m nicht überfteigen.

Für Lokalbahnen geben die Grundzüge [7] in § 24 folgende untere Grenzwerte für Krümmungshalbmeffer: bei Vollfpurbahnen 150 m, fofern Wagen von Hauptbahnen übergehen, bei vollfpurigen Anfchlußgleifen find dagegen noch 60 m Halbmeffer geftattet; ferner: bei 1 m Spur mindeftens 50 m, bei 75 cm Spur mindeftens 40 m, bei 60 cm Spur mindeftens 25 m, auch kleinere Halbmeffer, wenn die Betriebsmittel befonders darauf eingerichtet find. Auch hier werden paraboliche Uebergangsbögen fowie gerade Stücke zwifchen Gegenkrümmungen empfohlen. Für die Ueberhöhung und deren Auslauf (Ueberhöhungsrampe) gelten die gleichen Vorfchriften wie bei Hauptbahnen. Das Auflaufen der Spurkränze auf den Außenfchienen ift bei gleichzeitiger Anwendung von Zwangfchienen (neben der Innenfchiene) zuläffig und wird bei Halbmeffern von 50 m und darunter empfohlen (§ 2, 7, 24, 33).

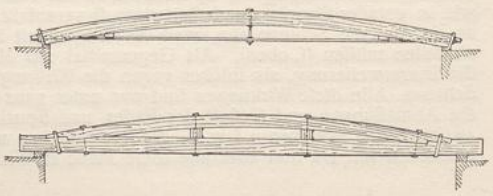
Literatur: [1] Kreuter, Spurerweiterung, Organ für die Fortfchritte des Eifenbahnwefens 1896, S. 95. — [2] Derf., Ueberhöhung, ebend. S. 73. — [3] Sarrazin und Oberbeck, Abftecken von Kreisbögen, 17. Aufl., Berlin 1907. — [4] v. Leber, Uebergangskurven u. f. w. in „Bulletin du Congrès international des chemins de fer“ 1892, S. 265 ff.; Derf. im Verordnungsblatt für Eifenb. und Schiffahrt, Wien 1890. — [5] Bödecker, Wirkungen zwifchen Schiene und Rad, Hannover 1887. — [6] Goering, Eifenbahnbau in der „Hütte“, 19. Aufl., Berlin 1905. — [7] Vorfchriften des Vereins deutfcher Eifenbahnverwaltungen: Technifche Vereinbarungen für Haupt- und Nebenbahnen vom 1. Januar 1897; Grundzüge für Lokalbahnen, desgl.; beide Wiesbaden 1897. — [8] Vorfchriften des Deutfchen Reichs: Eifenbahnbau- und Betriebsordnung (B.O.) vom 4. November 1904, gültig vom 1. Mai 1905 ab (Reichsgefetzblatt 1904, S. 387). *Kübler.*

Krümmungszentrafläche, f. Flächentheorie, Bd. 4, S. 73.

Krüppelwalm, f. Dach, Bd. 2, S. 489.

Krummachfen, zwifchen den Lagerftellen gekröpfte Kurbelwellen (f. d.).

Krummbalken, 1. Krümmer, krummgewachfener Stamm, der, mit der Krümmung nach oben gelegt, eine größere Tragfähigkeit befitzt als ein gerader Stamm von gleicher Stärke und fo für eine größere als gewöhnliche Spannweite dienen kann; 2. gekrümmter Balken, durch Anwendung einer Zugftange, welcher die beiden Enden zufammenfpannt (f. die Figur).



Weinbrenner.

Krummeifen, -haue, -fchneidemeffer, f. Böttcherei, Bd. 2, S. 138 und S. 139.

Krummhobel, ſ. Faßfabrikation, Bd. 3, S. 648.

Krummholz, krumm gewachſenes Eichenholz, welches im Holzſchiffbau (ſ. Schiffbau) für Spanten und Steven Verwendung findet. *T. Schwarz.*

Krummholz, ſ. Nutzhölzer.

Krummholzöl, ſ. Terpentinöl.

Krummlaufen, ſich werfen, krummziehen, kommt bei allen natürlichen Hölzern vor, dadurch, daß ſich der Splint und die äußeren Teile des Stammes beim Austrocknen mehr zuſammenziehen als der Kern. Bei Brettern hat dies die Wirkung, daß ſie auf der Splintſeite ſich zuſammen, an der Kernſeite ſich auswärts ziehen. Deshalb ſollen Balken, welche Laſten zu tragen haben, mit der Kernſeite nach oben gelegt werden. *Weinbrenner.*

Krummlinige Bewegung eines Punktes iſt jede, deren Geſchwindigkeit v ihre Richtung fortwährend ändert.

Die Aenderung der Geſchwindigkeit wird durch die Beſchleunigung φ ausgedrückt. Die Richtung der Geſchwindigkeit v und jene der Beſchleunigung φ beſtimmen zuſammen die Schmiegungsebene der Bahnkurve. Zerlegt man die Beſchleunigung in eine Tangentialkomponente $\varphi_t = \frac{dv}{dt}$ in Richtung der Geſchwindigkeit und in eine Normalkomponente $\varphi_n = v^2 : \varrho$ (ϱ = Krümmungsradius) ſenkrecht zur Geſchwindigkeit in der Schmiegungsebene gelegen, ſo drückt erſtere (φ_t) die Veränderung der Größe der Geſchwindigkeit, letztere (φ_n) die der Richtung derſelben aus.

Eine wichtige Aufgabe der Mechanik betrifft die Aufſuchung der Bewegung eines Punktes, wenn das Geſetz der Beſchleunigung bekannt iſt. Analytiſch formuliert wird ſie in den drei Differentialgleichungen zweiter Ordnung: $\frac{d x^2}{dt^2} = \varphi_x$, $\frac{d y^2}{d t^2} = \varphi_y$, $\frac{d z^2}{d t^2} = \varphi_z$, deren Integration drei endliche Gleichungen zwiſchen x, y, z und der Zeit t, die ſechs Konſtanten enthalten, liefert. Die ſechs Konſtanten laſſen ſich aus Anfangslage und Anfangsgeſchwindigkeit des bewegten Punktes zur Zeit t_0 beſtimmen. Zur Integration der Differentialgleichungen dienen die „Prinzipe" der Flächen und der lebendigen Kraft. Vgl. Differentialgleichungen der Bewegung und Prinzip.

Als Beiſpiele für die krummlinige Bewegung eines Punktes führen wir an: die paraboliſche Bewegung (ſ. d. Art. hierüber), die Zentralbewegung (ſ. d.) und insbeſondere die Zentralbewegung, welcher das Newtonſche Geſetz zugrunde liegt.

Iſt die Bewegung des Punktes nicht frei, ſondern derſelbe genötigt, auf einer vorgeſchriebenen Bahn oder vorgeſchriebenen Fläche zu bleiben, ſo treten zu den drei Bewegungsgleichungen noch die Gleichungen der Bahn oder der Fläche hinzu, auf welcher der Punkt zu bleiben genötigt iſt, ſowie die Bedingung, welche ausdrückt, daß der Widerſtand der Bahn oder Fläche normal iſt. Beiſpiele für die gezwungene Bewegung ſind: die Bewegung eines ſchweren Punktes auf einem vertikalen Kreiſe oder auf einer Kugelfläche oder die Pendelbewegung mit ihren verſchiedenen Abänderungen (ſ. Pendel). *(Schell) Finſterwalder.*

Krummofen, ſ. Oefen, metallurgiſche.

Krummzapfen, die Kröpfung an Kurbelwellen (ſ. d.).

Krummziegel (Kremp- oder Fittigziegel, auch kleine Dachpfannen), ein ∽förmig gekrümmter Dachziegel. Die Eindeckung geſchieht mit Naſen auf Dachlatten. Lattweite 28—32 cm; auf 1 qm kommen 20 Ziegel. Die konvexe Seite des einen Ziegels überdeckt die konkave des andern; der klaffende Zwiſchenraum wird durch Mörtel ausgefüllt. *Weinbrenner.*

Krumpen, ſ. v. w. Krimpen (ſ. d.).

Krumpfmaß, am Oberharz derjenige erfahrungsmäßige Betrag, um den ſich beim Zerſchlagen großer Erzſtücke das urſprüngliche kubiſche Maß vermindert.

Krums, ſ. Kraftübertragung im Bergbau.

Kruppin, von der Firma Krupp in Eſſen eingeführtes Widerſtandsmaterial (Eiſen-Nickellegierung), das ſich wegen ſeines ſehr hohen Widerſtandskoeffizienten (c = 0,85 bei 20° C.) und ſeiner Unveränderlichkeit bei dauernder Beanſpruchung bis zu Temperaturen von 600° C. ausgezeichnet zur Herſtellung von Anlaß-, Regulier- und Vorſchaltwiderſtänden, elektriſchen Heizapparaten u. dergl. eignet. Sein Temperaturkoeffizient iſt α = 0,0007007.

Literatur: Elektrotechniſche Zeitſchrift, Berlin 1894. *Holzt.*

Kruſchka (Krushka), ruſſiſches Flüſſigkeitsmaß = $^1/_{10}$ Wredo = 10 Tſcharkas = 1,23 l.

Kryohydrate. Kühlt man eine geſättigte wäſſerige Löſung eines Salzes ab, ſo erreicht man ihren Gefrierpunkt, in welchem ſich bei weiterer Wärmeentziehung Eis und Salz gleichzeitig abſcheiden, ſo daß die Löſung gewiſſermaßen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

als Ganzes gefriert. Das Mengenverhältnis von ausfrierendem Eis und Salz ist konstant, weil wegen der Sättigung der Lösung sich mit jedem Teilchen als Eis ausfrierenden Wassers die auf dieses Teilchen entfallende, vorher darin gelöst gewesene Menge Salz abscheiden muß [2].

Da das Verhältnis von Eis und Salz häufig sich ganzzahligen molekularen Mengen nähert, so herrschte früher die irrtümliche Ansicht, es handle sich um wirkliche Hydrate wie die kristallwasserhaltigen Salze (s. Kristallwasser), daher der Name. Solche Kryohydrate entstehen stets, wenn man aus einer Lösung beliebiger Konzentration durch Ausfrieren von Eis (und dadurch bewirktes Anwachsen der Salzkonzentration in der Lösung) so viel Lösungsmittel entzieht, bis der flüssige Rest an Salz gesättigt ist, in welchem Moment die Salzausscheidung beginnt. Es ist ersichtlich, daß entsprechend der Konzentrationszunahme der Flüssigkeit der Gefrierpunkt (s. d.) immer tiefer geht, um bei Erreichung des „kryohydratischen Punktes" seine tiefste Lage zu erreichen, auf der auch das ganze System bis zum Festwerden der letzten Flüssigkeit bleiben muß, da deren Konzentration (als gesättigt) sich nicht mehr ändern kann. Dieser kryohydratische Punkt ist also auch die tiefste mit einem Gemisch von Salz und Eis erreichbare Temperatur, worin gleichzeitig die Theorie der Kältemischungen (s. d.) enthalten ist: bei der Berührung von festem Salz und schmelzendem Eis (von 0°) bildet ersteres zunächst eine gesättigte Lösung mit dem Schmelzwasser; durch fortgesetztes Schmelzen des Eises wird dieser gesättigten Lösung (die durch weiteres Sichlösen von Salz stets gesättigt bleibt) immer mehr Wärme entzogen, wodurch offenbar die Temperatur schließlich auf den Gefrierpunkt der gesättigten Salzlösung, also die kryohydratische Temperatur sinken muß. Zur Erreichung dieser tiefsten Temperatur ist es wichtig, das Salz in feinpulveriger Form anzuwenden, damit es schnell in Lösung geht, während durch das Schmelzwasser des Eises die Lösung verdünnt wird. Auch durch ständiges Rühren ist dafür zu sorgen, daß das Salz verteilt wird und alle Teile der Lösung gesättigt erhält. Die folgende Tabelle enthält einige der von dem empirischen Entdecker der Kryohydrate, Guthrie, bestimmte bezw. von dem theoretischen Entdecker Guldberg berechnete Zahlen [3]:

	Salz auf 100 g Wasser	Kryohydratische Temperatur		Salz auf 100 g Wasser	Kryohydratische Temperatur
Kalk	0,14 g	— 0°15	Natriumnitrat . .	54,3 g	—17°5
Kaliumbichromat .	4,3 „	— 0°8	Natriumacetat . .	23,3 „	—18°
Kaliumsulfat . . .	8,5 „	— 1°2	Kochsalz . . .	26,6 „	—23°
Salpeter	11,2 „	— 2°7	Jodkalium . . .	110 „	—23°
Rohrzucker . . .	51,4 „	— 8°5	Kaliumacetat . .	— „	ca. —25°
Chlorkalium . . .	24,6 „	—11°4	Jodnatrium . . .	92 „	—30°
Bromkalium . . .	45,6 „	—13°	Chlorcalcium . .	— „	ca. —40°
Salmiak	19,6 „	—15°			

Die kryohydratische Temperatur und die Zusammensetzung des Kryohydrates ist bei sehr großen Druckänderungen etwas veränderlich, was auch gegen ihre Auffassung als Verbindung spricht [1].

Literatur: [1] Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., Leipzig 1891, Bd. 1, S. 777. — [2] Nernst, Theoretische Chemie, Stuttgart 1893. — [3] Winkelmann, Handbuch der Physik, Breslau 1896, Bd. 2, 2, S. 628. *Abegg.*

Kryolith (Grönlandspat), Mineral, Fluor-Natrium-Aluminium, Na_3AlF_6 (32,79% *Na*, 12,8% *Al*, 54,36 *F*).

Kristallisiert monoklin, meist derb, in großen Individuen, in körnigen oder schaligen Aggregaten von graulichweißer oder rötlicher Farbe; durchscheinend, mit Glasglanz, spröd, Härte 2,5—3, spez. Gew. 2,95—2,97. Es schmilzt vor dem Lötrohr leicht zu weißem Email, färbt die Flamme rötlichgelb, wird durch Schwefelsäure gelöst und namentlich durch Kalk und Kalksalze leicht zersetzt, worauf hauptsächlich seine vielseitige technische Verwendung beruht. Kryolith findet sich mit Eisenspat, Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz bei Evigtok oder Ivigtut am Arksutfjord in Grönland, mit Chiolith bei Minsk am Ural und ist ein wichtiger Rohstoff für die chemische Industrie zur Darstellung von Aluminium, Natronlauge für die Seifensiederei, kohlensaurem Natron, Aetznatron, schwefelsaurer Tonerde. Ferner dient das Mineral zur Darstellung von Kryolithglas oder sogenanntem Heißgußporzellan. *Leppla.*

Kryolithsodaprozeß, s. Soda.

Kryophor, zwei durch ein Rohr verbundene Glaskugeln, luftleer, die eine Wasser enthaltend, das bei der Abkühlung der andern Kugel mittels Eintauchens in eine Kältemischung gefriert infolge des Wärmeverlustes durch Dampfbildung. Ueber verschiedene Formen des Versuchs vgl. [1].

Literatur: [1] Lehmann, F., Physik. Technik, 7. Aufl., Braunschweig 1905, I, S. 1184 ff. *Aug. Schmidt.*

Krypta (Gruft, Kruft), unterirdische Grabkirche, ursprünglich in den Katakomben (s. d.) später unter den hochgelegenen Choren der romanischen Dome angelegt, in welchen die Beisetzung von Märtyrern oder auch von Stiftern der Kirchen, von Herrschern oder Bischöfen erfolgte.

Kryptol, s. Carborundum, Koch- und Heizapparate, elektrische.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Krypton *Kr*, Atomgew. 81,2, Mol.-Gew. 81.2, der Gruppe der Edelgafe angehörend und von Ramfay und Travers in der Luft neben Argon, Helium, Neon und Xenon (f. d.) gefunden.

Während Helium und Neon im flüchtigften Teil der Luft gefunden werden, erhält man Krypton und Xenon aus den Rückftänden, die man durch Verdampfen einer großen Menge flüffiger Luft erhält. Ihre Trennung wurde dadurch möglich, daß Krypton bei der Temperatur der flüffigen Luft noch eine ziemlich große Dampffpannung befitzt, während Xenon dabei nicht merklich verdampft. Die Gafe werden durch ihre charakteriftifchen Spektrallinien im Pflückerfchen Rohr identifiziert und auf ihre Reinheit geprüft. Näheres in [1]. Sie in chemifche Verbindungen überzuführen, ift bis jetzt nicht gelungen.

Literatur: [1] Hollemann, Lehrbuch der anorganifchen Chemie, 2. Aufl., Leipzig 1903. — [2] Erdmann, Lehrbuch der anorganifchen Chemie, Braunfchweig 1906. *Bujard.*

Kryptoporticus, ein von Wänden eingefchloffener, überwölbter, von außen nicht fichtbarer Porticus (Vorhalle).

Kubatur, die Berechnung des Rauminhalts der Körper.

A. **Kubatur in Parallelkoordinaten.** Gefucht Volumen V des Körpers, der begrenzt ift durch die Fläche $z=f(x,y)$, die Ebenen $x=x_0$; $x=x_1$ und die Zylinderflächen $y=\varphi(x)$ und $y=\psi(x)$. Es ift $V=\int_{x_0}^{x_1} dx \int_{\varphi(x)}^{\psi(x)} z\, dy$.

Beifpiel: Kugelgewölbe, Körper begrenzt durch Kugel $x^2+y^2+z^2=c^2$; Ebenen $x=0$; $x=a$; $y=0$; $y=b$. Mit $\sin\alpha=\frac{b}{\sqrt{c^2-a^2}}$; $\sin\beta=\frac{a}{\sqrt{c^2-b^2}}$; $\sin\gamma=\sin\alpha\sin\beta$ wird $V=\frac{1}{3}ab\sqrt{c^2-a^2-b^2}+\frac{1}{3}a(3c^2-a^2)\alpha+\frac{1}{3}b(3c^2-b^2)\beta-\frac{1}{3}c^3\gamma$.

a) Bei der Drehungsfläche, die durch Drehung der Kurve $y=f(x)$ um die x-Achfe entfteht, hat der von zwei Parallelkreisebenen $x=x_0$ und $x=x_1$ begrenzte Körper den Inhalt $V=\pi\int_{x_0}^{x_1} y^2\, dx$. Beifpiel: Drehungsellipfoid $\frac{x_2}{a^2}+\frac{y^2+z^2}{b^2}=1: V=\pi a b^2$.

b) Körper fei begrenzt durch die zwei Zylinderflächen $y=f(x)$ und $z=\varphi(x)$ und durch die Ebenen $x=x_0$; $x=x_1$, fo ift $V=\int_{x_0}^{x_1} y\, z\, dx$. Beifpiel: $y=\sqrt{a^2-x^2}$; $z=\sqrt{a^2-x^2}$; $x=0$; $x=a$ gibt: $V=\frac{2}{3}a^3$.

B. **Kubatur im gemifchten Polarfyftem.** Körper begrenzt durch Fläche $z=f(r,\varphi)$, Zylinderfläche $r=f_1(\varphi)$ und Ebenen $\varphi=\varphi_0$ und $\varphi=\varphi_1$ hat den Inhalt $V=\int_{\varphi_0}^{\varphi_1} d\varphi \int_0^{f_1(\varphi)} z\, d r$.

C. **Kubatur in reinem Polarfyftem.** Körper begrenzt durch die Fläche $r=f(\varphi,\vartheta)$ die Kegelfläche $\varphi=f_1(\vartheta)$ und die Ebenen $\vartheta=\vartheta_0$ und $\vartheta=\vartheta_1$ hat den Inhalt

$$V=\frac{1}{3}\int_{\vartheta_0}^{\vartheta_1} d\vartheta \int_0^{f_1(\vartheta)} r^3\cos\vartheta\, d\varphi.$$

Literatur: [1] Serret, Lehrbuch der Differential- u. Integralrechnung, deutfch von Harnack, Leipzig 1885, Bd. 2, 2. Hälfte, Kap. 5. — [2] Schlömilch, Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyfis, Leipzig 1874, 2. Teil, 2. Aufl., § 16, 25, 26. *Wölffing.*

Kubikmaße, f. Körpermaße.

Kubifche Kegelfchnitte, f. Raumkurven.

Kuchenlack, f. Gummilack.

Kudlicz-Feuerung, f. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 10.

Kübel, kleineres Gefäß von elliptifchem Querfchnitt für die Schachtförderung, f. d.); dann auch älteres Maß für geförderte Mineralien, in Freiberg z. B. etwa gleich 0,034 cbm. *Treptow.*

Kübel (Förderkübel, Fördergefäße, mechanifche Schaufeln [f. a. Kratzer], Schalen, Mulden), dienen wie Greifer (f. d.) zum Löfchen (f. d.) und Laden (f. d.) von Maffengütern, wie Getreide, Kohlen, Koks, Erzen, Mörtel, Müll u. dergl.; f. a. Elevator (Fig. 1), Hängebahnen, Krane für Maffentransport (Dreh- und Hochbahnkrane), Konveyor (Becher), Schrägaufzüge, Seilbahnen, Maffentransport und [1].

Während das Entleeren der Kübel meift felbfttätig gefchieht, und zwar durch Kippen (Fig. 1—5) [2] oder Oeffnen des Bodens (Fig. 6 und 7) [3], bezw. der Schalenhälften (Fig. 8—11) [4], erfolgt die Füllung entweder A. von Hand (Fig. 1—4 und 6), durch Gurtförderer (Lefebänder), Greifer, Bagger, aus Hochbehältern (f. d.) u. dergl. (Fig. 5 und 8—11), oder B. felbfttätig durch fchräges Aufziehen mit Hilfe von Schaufelkübeln mit Zinken (Fig. 12—14) [5].

A. Die zum bequemen Verfchieben auf den Lagern oder in den Schiffen mit 3 oder 4 Gußftahlrädern verfehenen Kübel (Fig. 1—4) find gefüllt vorn fchwerer als hinten, leer umgekehrt, daher nach dem Ausfchütten Zurückfchwingen in die aufrechte Lage. Die Form der Kübelmulde bietet noch den wefentlichen Vorteil, daß die einzelnen Stücke des Gutes beim Entleeren fich untereinander nur wenig verfchieben und daher vor Befchädigung bewahrt find. Sicherung gegen willkürliches Drehen bezw. Entladen z. B. durch einen am Tragbügel drehbaren und durch einen Anfchlag am Füllrumpf auszulöfenden Stützhebel (Fig. 1 und 2) [6];

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

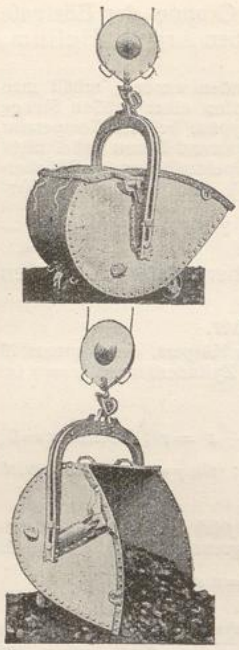


Fig. 3 und 4. Bleichertſche ſelbſtentleerende Förderkübel.

vgl. a. [7]. — Beim Entladen von Schiffen wendet man im allgemeinen drei Kübel an, die nacheinander vom Kran oder Elevator (ſ. d.) gehoben und entleert werden. Beim Entladen von Eiſenbahnwagen ſtürzt man, wenn die Anlage von Kippern (ſ. d.) ſich nicht lohnt, zweckmäßig das Gut aus den geöffneten Seitentüren der Wagen in einen Erdfüllrumpf (ſ. Tiefbehälter) [8], zieht es aus dieſem durch eine Ladeſchurre (ſ. Rutſche) mit Schieberverſchluß in den Kübel ab, d. h verwendet an jedem Kran bezw. Rumpfe nur je einen Kübel Vgl. a. Fig. 9 und 10 und Selbſtentlader. — Pohlig ſtellt dieſe Kübel (Fig. 1 und 2) in folgenden Größen her:

Kübelinhalt in hl	5	7	9	12	15	20
Gewicht für Erz in kg	340	390	430	550	630	700;

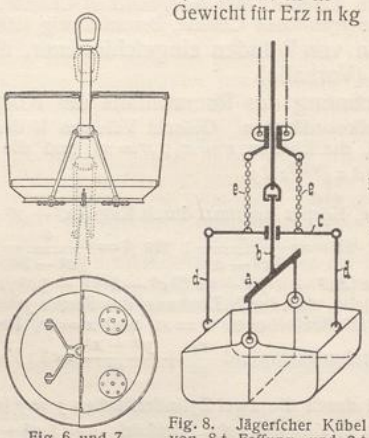


Fig. 8. Jägerſcher Kübel von 8 t Faſſung und 2 t Eigengewicht (Uerdingen).

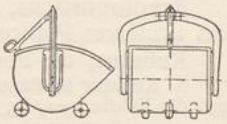


Fig. 1 und 2. Kübel von Hunt-Pohlig.

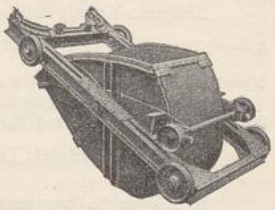


Fig. 5. Kübelkatze (3 cbm Inhalt) für Hochofenbegichtung von A. Bleichert & Co., Leipzig.

Fig. 6 und 7. Engliſcher Kübel.

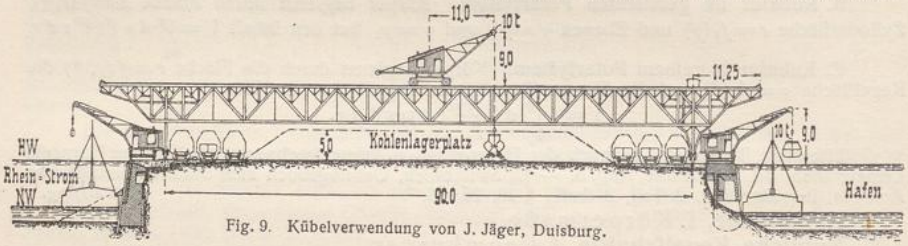


Fig. 9. Kübelverwendung von J. Jäger, Duisburg.

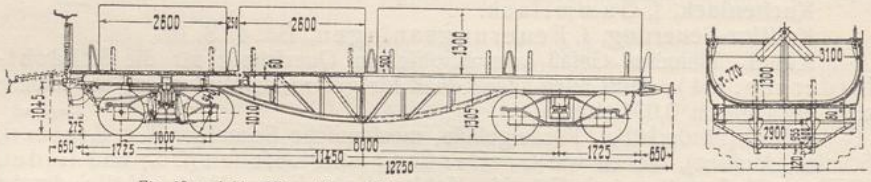


Fig. 10 und 11. Vierachſiger Kübelwagen der Waggonfabrik-A.-G. Uerdingen.

Bleicherts Kübel (Fig. 3 und 4) faſſen $^1/_2$, $^3/_4$, 1, $1^1/_8$, $1^3/_4$, $2^1/_2$ und 3 cbm (Kübelwagen [9] in denſelben Größen).

Kübelkatzen (Fig. 5) [10] finden hauptſächlich Verwendung bei Schrägaufzügen (ſ. d.), Kohlenförderung nach Hochbehältern (ſ. d. und Keffelhaus), Aſchenförderung aus tiefliegenden Gruben u. ſ. w. Sie ſind in einem fahrbaren Rahmen derart aufgehängt, daß ſie ſowohl ſenkrecht wie auch auf ſchräger Laufbahn aufgezogen werden können, wobei der Kübel unabhängig von dem Fahrrahmen mittels beſonderer an ihm befeſtigter Rollen zwangläufig geführt wird. Das Umkippen über der Gicht geſchieht ſelbſttätig

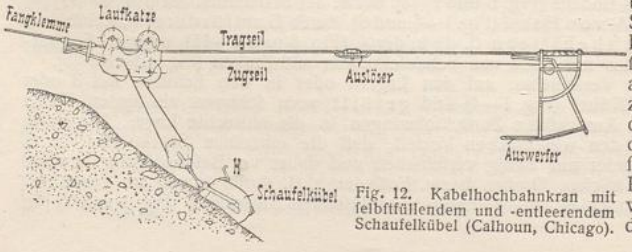


Fig. 12. Kabelhochbahnkran mit ſelbſtfüllendem und -entleerendem Schaufelkübel (Calhoun, Chicago).

durch Führung der Leitrollen in einer entſprechenden Kurve (vgl. Kipper, Fig. 7 und 9). Bei ſtückigen Erzen, die ſich namentlich bei ſtarkem Schneewetter und anhaltendem Regen nur ſchwierig mit Greifern behandeln laſſen, werden z. B. in Walſum a. Rh. vorteilhaft zweiteilige Kübel (vgl. die Hoppeſchen Förderkaſten [11]) von rund 3 t Faſſung, für Kohlen ſolche für 8 t Nutzlaſt (Fig. 8—11) [12] verwendet. Sie werden entweder durch die Uferdrehkrane (Fig. 9) von den Wagen (Fig. 10 und 11) [13] abgenommen und in die Schiffe abgeladen oder durch die Hochbahndrehkrane auf den Lagerplatz entleert. Leiſtung 150 (bis 300) t/Stunden. — Die Kübel werden mittels eines Querſtückes *a* (Fig. 8) an den mittleren Haken gefaßt und hochgehoben; das Querſtück hängt mit der Stange *b* drehbar am Kranſeil, und auf dieſer Stange iſt ein zweites Querſtück *c* fenkrecht verſchiebbar, von deſſen Enden Haken *d* herabhängen, die in die äußeren Haken der Kübel faſſen. Das Querſtück *c* kann durch beſondere Zugketten *e* angehoben werden, worauf ſich der Kübel öffnet; beim Nachlaſſen der Ketten ſchließt er ſich infolge des Eigengewichtes ſeiner Hälften und des Querſtückes *c*.

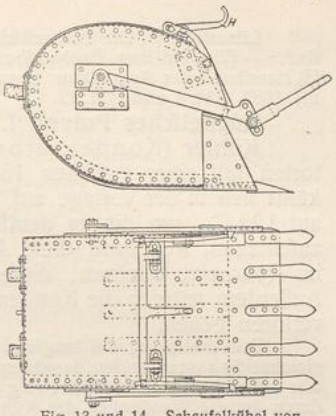


Fig. 13 und 14. Schaufelkübel von Calhoun, Chicago.

B. Den Vorgang des ſelbſttätigen Füllens eines Zinkenſchaufelkübels erläutert die ſchematiſche Fig. 12. Der Kübel (Fig. 13 und 14) wird an der Böſchung eines Haufenlagers mittels des Zugſeiles von einer Windentrommel aufwärts gezogen, dann zu der während dieſes Zeitabſchnittes an der Fangklemme des Tragſeiles gehaltenen Laufkatze gehoben und hier ſelbſttätig befeſtigt. Durch den Kupplungsvorgang löſt ſich der Wagen von der Fangklemme und wird nun von dem Zugſeil zum Auswerfer gezogen, woſelbſt er ausgekippt wird. Durch ein zweites Zugſeil wird die Katze wieder zur Füllſtelle befördert und überſchreitet dabei den nur auf dem Rückwege in Tätigkeit tretenden Auslöſer, welcher die loſe Rolle des Wagens frei gibt, ſo daß der Kübel wieder zum Erdboden gelangen kann. Näheres ſ. [5]; vgl. a. [14].

Literatur: [1] Buhle, Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern) — im folgenden mit T. H. bezeichnet —, 3. Teil, Berlin 1906, S. 320. — [2] Derſ., ebend., S. 142 (Zeitſchr. f. Arch. u. Ingenieurw. 1905, S. 430) und Glafers Annalen 1898, II, S. 66 ff. — [3] Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 235 ff. — [4] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 274 („Stahl und Eiſen" 1906, S. 856 ff.). — [5] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 92 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, S. 1096 ff.). — [6] Derſ., „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, S. 1237. — [7] v. Hanffſtengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 268; 1906, S. 690 ff. — [8] Buhle, Glafers Annalen 1898, II, Tafel IV (Gasanſtalt Zürich). — [9] Derſ., T. H., 3. Teil, S. 142 (ſ. [2]). — [10] Derſ., ebend., S. 251 ff. („Stahl und Eiſen" 1906, S. 652 ff.) und S. 256, Fig. 51. — [11] Derſ., Glafers Annalen 1898, II, S. 71. — [12] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1803 ff. und Berkenkamp, Zeitſchr. f. Bauweſen, Heft 7—9. — [13] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 2124. — [14] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 77, und v. Hanffſtengel, Z. d. V. d. Ing. 1906, S. 1626 ff. *M. Buhle.*

Küche, Raum mit Kocheinrichtung.

In einfachſten Wohnungen bildet dieſelbe den Vorraum zum Wohn- und Schlafzimmer (Arbeiter- und Bauernhäuſer). Die nächſte Stufe iſt die, daß ſie direkt vom Gange aus zugänglich iſt, mit oder ohne Verbindung mit den Wohnräumen. In beſſeren Wohnungen iſt ſie von dem Vorplatze wie den Wohnräumen durch einen geſonderten Gang getrennt, um den Küchengeruch abzuhalten. Zu letzterem Zwecke iſt die Lage der Küche nach Norden die beſte, und die Anordnung im Kellergeſchoſſe ohne geeignete Lüftungsvorrichtungen nicht ratſam; geeigneter iſt die Lage in den oberen Stockwerken (mit Aufzug). In England bildet die Küche mit den zugehörigen Vorrats- und Dienſträumen einen Anbau oder eine beſondere Abteilung des Hauſes. Die Größe der Küche iſt abhängig von der Ausdehnung der Wohnung und der Anzahl der Bewohner, ſie ſollte nicht unter 9,0 qm betragen. Sie ſei hell und gutgelüftet. Die Decke iſt am beſten auf Eiſenträgern gewölbt oder in Gußfüllung. Der Fußboden ſoll undurchläſſig ſein, in Steinplatten, Steinzeugplättchen oder Aſphalt. In einfacheren Fällen ein Holzboden mit Steinbelag um die Feuerung. Die Wände erhalten glatten Wandputz, auf die Höhe von 1,4 m einen waſchbaren Wandbelag aus glaſierten Plättchen oder Oelfarbenanſtrich. Die innere Ausſtattung bilden: 1. ein Kochherd, welcher an drei, mindeſtens an zwei Seiten frei ſtehen ſoll; 2. der Waſſer- oder Spülſtein mit Abfluß zur Entwäſſerung und einem Spülbrett zum Reinigen und Spülen der Geſchirre. Eine Zuleitung von kaltem und warmem Waſſer iſt erwünſcht. Bei größeren Küchen iſt hiefür ein beſonderer Raum, die Spülküche, zu erſtellen. An Nebenräumen ſind ferner nötig: 1. die Speiſekammer (oder Küchengewölbe), welche kühl zu halten iſt. Aus dieſem Grunde iſt darauf zu ſehen, daß das Küchenkamin nicht in der Nähe liegt; daß die Lichtöffnungen keine zu großen ſeien und deren Lage, wenn tunlich, nach Norden gerichtet ſei; auch ſoll der Küchendunſt abgehalten werden, der Zugang alſo nicht von der Küche direkt erfolgen. 2. Geſindezimmer zum Aufenthalt und als Eßzimmer der Dienſtboten.

Bei großen Gebäudeanlagen mit mehreren hundert Bewohnern, wie Kranken- und Irrenhäuſern, Kaſernen und Kadettenhäuſern, Pfründnerhäuſern, Gefängniſſen u. ſ. w. bilden die Küchen mit den zugehörigen Wirtſchaftsräumen ein getrenntes Gebäude in zentraler Lage. Hier kommt mit Vorteil der Dampfbetrieb in Verwendung (ſ. Dampfkochapparate, Koch- und Heizapparate, elektriſche), und in dieſem Falle iſt dem Küchenbau noch ein Keſſelhaus und ein hoher Schornſtein hinzuzufügen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Die Fachzeitfchriften, in welchen die größeren Krankenhäufer befchrieben find. — [2] Deutfches Bauhandbuch, Bd. 2; Baukunde des Architekten II, Berlin 1884. — [3] Handbuch der Architektur, Darmftadt 1890. — [4] Klafen, L., Grundrißvorbilder, Leipzig 1879 bis 1882, Abt. 4 und Abt. 12. *Weinbrenner.*

Küchelfches Pulver, f. Gefchoßtreibmittel, Bd. 4, S. 417.

Kühler (Kondenfator) für Gasfabriken. Das Gas, welches die Retorten mit einer zwifchen 150 und 220° C. fchwankenden Temperatur verläßt, kühlt fich in der Vorlage auf 70—90° C., bedarf aber einer weiteren Abkühlung auf 12° C., um die in demfelben enthaltenen Teer- und Waffердämpfe niederzufchlagen, weil fonft diefe Ausfcheidungen in den folgenden Apparaten und im Rohrnetze erfolgen, diefe verfchmieren und fchließlich verftopfen würden. Außerdem würden die Kondenfationsprodukte für eine nutzbringende Verwertung verloren gehen.

Die Abkühlung foll langfam und ftetig erfolgen, um das im Rohgafe enthaltene Naphthalin gleichzeitig auszufcheiden, damit Naphthalinverftopfungen in den Rohrleitungen vermieden werden. Wir unterfcheiden Luftkühlung und Waffеrkühlung, je nachdem dem Gafe die Wärme durch die die Wandungen des Kühlers umgebende Luft oder durch Berührung mit von Waffer gekühlten Flächen entzogen wird. Die erftere erfordert große Oberflächen, um das Gas auf 12° C. zu kühlen; auch ift das Ziel namentlich in der wärmeren Jahreszeit nicht immer erreichbar; deshalb wendet man bei größeren Anlagen kombinierte Luft- und Waffеrkühlung an, indem man das Gas zuerft durch Luftkühler und dann durch Waffеrkühler leitet.

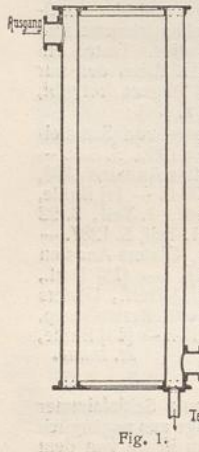


Fig. 1.

Der einfachfte Luftkühler ift der Röhrenkühler, beftehend aus einer Anzahl gußeiferner vertikaler Röhren, die das Gas abwechfelnd auf- und niedergehend durchftrömt, der aber feiner ungenügenden Wirkung wegen nur felten noch angewendet wird. Dagegen findet der ringförmige Luftkühler (Fig. 1) große Verbreitung, der aus zwei konzentrifchen Zylindern aus fchmiedeeifernen Blechen, felten aus Gußeifen befteht. Das Gas bewegt fich durch den ringförmigen Raum zwifchen beiden Zylindern, deffen Querfchnitt fo zu berechnen ift, daß die Durchgangsgefchwindigkeit eine möglichft geringe wird; außerdem foll der Unterfchied beider Zylinderdurchmeffer nicht zu groß fein, damit die kühlende Wirkung der Wandungen fich auch auf die mitten im Gasftrome befindlichen Moleküle erftreckt. Die Kondenfationsprodukte fließen durch ein am Boden des Kühlers angebrachtes, in einem Teertopf endigendes Tauchrohr ab. Bei der Aufftellung ift die Möglichkeit eines beftändigen Luftzuges, der durch Klappen im Dach oder dergl. regulierbar fein muß, durch den inneren Zylinder zu berückfichtigen. Darüber, ob das Gas von unten nach oben oder umgekehrt durch den Kühler zu führen ift, find die Anfichten geteilt; bei der Bewegung von oben nach unten werden leicht die fich ausfcheidenden Teer- und Waffertеilchen durch den Gasftrom mitgeriffen und fcheiden fich erft nach dem Kühler aus, während anderfeits bei diefer Richtung das Gas nach dem Gegenftromprinzip der Luft entgegengeführt wird. Nach den von Grahn im Jahre 1875 aufgeftellten Verfuchen ift die Menge der ausgefchiedenen Kondenfationsprodukte am größten, wenn das Gas von unten nach oben durch den Kühler geht.

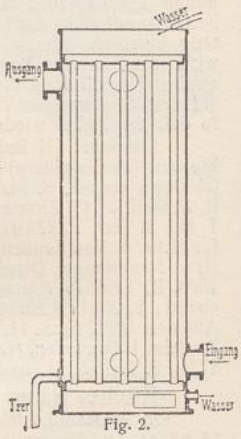


Fig. 2.

Bei der Anwendung von Waffеrkühlern muß man beftändig eine genügende Waffermenge zur Verfügung haben. Der Waffеrkühler Fig. 2 befteht aus einem guß- oder fchmiedeeifernen Zylinder, in dem fich eine Anzahl Röhren befinden und der mit einem verfchloffenen Unterfatz und mit einem offenen Auffatz verfehen ift. In letzteren wird beftändig Waffer eingeführt, das durch die Röhren fließt, fich im Unterfatz anfammelt und von diefem abfließt; der Abfluß muß fo geregelt werden, daß die Röhren beftändig mit Waffer gefüllt find. Das Gas tritt unten ein, bewegt fich aufftеigend zwifchen den Röhren in dem Waffer entgegengefetzter Richtung und verläßt den Kühler oben. Bisweilen findet man auch die umgekehrte Anordnung: Gaseintritt oben, Waffereintritt unten. — Reutters Waffеrkühler befteht aus übereinander aufgebauten Kammern, von denen jede eine Anzahl horizontaler Röhren, durch die das Waffer fließt, enthält; die Verbindung der Kammern miteinander wird durch feitliche Kanäle erreicht. *Schaar.*

Kühler für Maifche, f. Bierbrauerei, Spiritusfabrikation.

Kühlgeläger, f. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 15.

Kühlkrüge, f. v. w. Alcarrazas (f. d.).

Kühlmafchine. An Stelle der unter Kühlzylinder erläuterten Vorrichtung benutzte man auch Kühlfchnecken, lange Transportfchnecken, in denen das Mahlgut einen weiten Weg zurückzulegen hatte, oder den fogenannten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hopperboy. Dieſer beſteht aus einem großen Bottich, an deſſen Rande das warme Mahlgut einläuft. In der Mitte befindet ſich eine ſenkrechte Welle mit einem wagerechten, in ſeiner Höhenlage verſtellbaren, kreiſenden Arm, der mit ſchrägen Schaufeln beſetzt iſt und durch ein Gegengewicht in ſeiner Höhenlage gehalten wird. Das ſich häufende Mahlgut hebt den Arm, und dieſer ſcharrt bei ſeiner Drehung das Mahlgut nach der mittleren Ausfallöffnung des Bottichs hin. Das gleiche Prinzip findet in den heutigen Rateaux Verwendung. *Arndt.*

Kühlſchiff, ſ. Bierbrauerei, Spiritusfabrikation.

Kühlſchifflack, ſ. Brauerlacke.

Kühlteiche, bei der Dampfkondenſation verwendete flache Teiche von großer Flächenausdehnung (ca. 3 qm Kühlfläche pro 1 PS.), in welche die Luftpumpe ausgießt und aus welchen die Kaltwaſſerpumpe wieder anſaugt.

Kühlung geſchloſſener Räume, die als Wohn- und Arbeitsräume dienen. Die durch die Kühlung zu beſeitigende Wärmemenge ergibt ſich aus der Wärmeübertragung der von der heißeren Außenluft beſpülten Wände, Fenſter, Dachflächen durch Strahlung und Leitung auf die Raumluft, ferner aus der Wärmeentwicklung im Raume ſelbſt durch die in ihm befindlichen Perſonen, wärmeabgebenden Maſchinen und Apparate, Beleuchtungsvorrichtungen u. ſ. w., dann aus der Wärmezuführung durch die abſichtlich zugeführte oder durch Undichtheit der Umſchließungswände, Oeffnen der Türen eintretende heißere Außenluft und aus der Wärmemenge, die infolge Verdichtung eines Teils der in der Raumluft und in der zutretenden Außenluft enthaltenen Feuchtigkeit frei wird.

Bei Kühl- und Gefrierräumen iſt auch den in dieſe eingebrachten Gegenſtänden eine gewiſſe Wärmemenge zu entziehen, um ſie auf die gewünſchte Temperatur zu bringen (vgl. Kältemaſchine, S. 272, und [6]—[9]).

Die **Berechnung** der zu beſeitigenden Wärmemenge (Kältebedarf) erfolgt wie die Berechnung des Wärmebedarfs von Heizungsanlagen (ſ. Heizung geſchloſſener Räume) [5]. Durch geeignete Herſtellung der zu kühlenden Räume, insbeſondere durch Schutz gegen die Beſonnung und Verwendung von ſchlechten Wärmeleitern beim Bau der Wände, ferner durch Anwendung elektriſchen Lichts ſtatt der mehr Wärme abgebenden Gasbeleuchtung kann der Kältebedarf vermindert werden; bei Arbeitsräumen ſind gegebenenfalls die etwa ſich entwickelnden heißen Dämpfe oder Gaſe abzuleiten, die Feuerungseinrichtungen möglichſt abzuſperren oder mit wärmedichten Vorrichtungen zu umgeben, die heißen Flächen von Keſſeln, Dampfleitungen u. dergl. mit Iſoliermaterial zu umhüllen. Nähere Angaben über geeignete Herſtellung von Arbeitsräumen ſ. [2]—[4], über den Bau der Häuſer in warmen Ländern [1].

Die **Mittel zur Kühlung** ſind folgende:

1. Einführung friſcher Luft, welche an einer vor der Sonne möglichſt geſchützten Stelle entnommen wird, durch natürliche oder künſtliche Lüftung. Die Wirkung iſt nur gering und daher vielfach nicht ausreichend; ſie kann dadurch erhöht werden, daß die Lüftung hauptſächlich während der Nacht durchgeführt wird.

2. Lüftung mit friſcher Luft, die behufs Abkühlung vorher durch Brunnen, Keller, ausgedehnte im Kellergeſchoß befindliche Kanäle geführt wird. Hierbei wird die Erdtemperatur benutzt; die Wirkung iſt nicht groß und nimmt im Sommer raſch ab, da ſich die Kanalwände allmählich erwärmen. Zur Erzielung der notwendigen großen Kühlflächen werden in die Luftkanäle Mauerkörper mit zahlreichen Durchgängen eingebaut. Es empfiehlt ſich, auch während der Nacht zu lüften.

3. Lüftung durch künſtlich gekühlte Luft. Eine künſtliche Kühlung wird bei den Einrichtungen der Luftbefeuchtung (ſ. Befeuchtung der Luft) erhalten, wenn dieſe mittels kalten Waſſers (Brunnenwaſſer, künſtlich gekühltes Waſſer) erfolgt. Die Kühlung entſteht dabei teils durch die unmittelbare Berührung der Luft mit dem kalten Waſſer, teils durch die bei der Waſſerverdunſtung entſtehende Wärmebindung. Dieſe Kühlungsart läßt ſich mit der unter 2. angegebenen verbinden, wenn die unterirdiſch angelegten Luftkanäle und die etwa in dieſe eingebauten Mauerkörper mit kaltem Waſſer berieſelt werden. Die Kühlung durch Waſſer ergibt einen großen, vielfach unerwünſchten und manchmal auch unzuläſſigen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, ſo daß dieſes Verfahren nur in ſeltenen Fällen, z. B. bei Spinnereien und Webereien, zweckmäßig iſt. — Das Vorbeileiten der zuzuführenden Luft an Eismaſſen geſchieht vielfach für Brauereikeller; näheres enthält [5], [7]—[9]. Durch Schmelzen zu Waſſer von 0° bindet 1 kg Eis 80 W.E.; eine weitere Wärmebindung läßt ſich durch Vorbeiführen der Luft an dem Schmelzwaſſer erzielen. — Statt des Eiſes können Kühlkörper oder -leitungen verwendet werden, durch welche Brunnenwaſſer oder künſtlich gekühltes Waſſer oder eine durch Kältemiſchungen oder eine Kälteerzeugungsmaſchine abgekühlte Flüſſigkeit bezw. der verdampfende Kälteträger dieſer Maſchine (indirekte und direkte Verdampfung, ſ. Kältemaſchine) fließt. Solche künſtlich gekühlte Flüſſigkeiten, gewöhnlich Salzwaſſer (Sole), werden auch in der Weiſe verwendet, daß die Luft in unmittelbare Berührung mit ihnen gebracht wird. Kälteflüſſigkeiten werden dann, wenn es ſich weniger um Erzielung einer geſundheitlich zuträglichen Luftbeſchaffenheit als um Erzeugung ſehr geringer Raumtemperaturen, z. B. in Lager- und Gärkellern bei Brauereien, Kühlanlagen in Schlachthöfen und Markthallen, Kühlhäuſer für Aufbewahrung von Nahrungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mitteln, Früchten, Pflanzen, Hopfen, Tabak, Wein, Fette, Häute, Pelzwaren u. ſ. w., handelt, in der Weiſe angewendet, daß nicht friſche Außenluft zugeführt, ſondern die Raumluft ſelbſt immer wieder gekühlt wird, ſo daß nur ein Umlauf der Luft, entweder unter Benutzung des durch den Temperaturunterſchied der zu den Kühlapparaten ſtrömenden wärmeren und des an dieſer gekühlten Luft entſtehenden natürlichen Auftriebs oder unter Herbeiführung einer künſtlichen Luftbewegung mit Hilfe von Ventilatoren, erreicht wird. Nähere Angaben über dieſe Arten von Luftkühlanlagen ſ. Kältemaſchine, S. 272, und [5], [7]—[9]. In gleicher Weiſe läßt ſich die bei der Ausdehnung verdichteter Luft, wie ſie den Luftmotoren entſtrömt, entſtehende Wärmebindung benutzen.

4. Kühlung durch im Raume ſelbſt angebrachte Kühlapparate, welche Eis oder eine abgekühlte Flüſſigkeit enthalten, oder Kühlleitungen, durch welche eine Kühlflüſſigkeit (Brunnenwaſſer oder gekühlte Sole) fließt. Letzteres findet, wie ſchon erwähnt, vielfach Anwendung bei Kühlanlagen für Brauereien, Schlachthöfe u. ſ. w. (ſ. Kältemaſchine, S. 272). Eine geringe, manchmal aber doch für Arbeitsräume u. dergl. erwünſchte Wirkung wird durch Aufſtellung von Waſſerverdunſtungsapparaten (ſ. Befeuchtung der Luft) erhalten.

5. Berieſelung der Wand- und Dachflächen, unter Umſtänden auch Beſprengen des Fußbodens mit Waſſer; Wirkung gering.

6. Bewegung der Luft durch bewegte fächerartige Flächen. Dieſes in Arbeitsräumen bei vorhandener Transmiſſion oder auch ſonſt beim Antrieb durch Elektromotoren leicht anzuwendende Verfahren ergibt keine Kühlung der Luft; aber es erfolgt eine ſtetige Miſchung der kälteren und wärmeren Luftſchichten, welch letztere bei ruhiger Arbeitstätigkeit ſich an den menſchlichen Körpern bilden und deſſen Wärmeabgabe beſonders hindern. Die bewegte Luft erzeugt eine ſtärkere Verdunſtung des Schweißes und dadurch eine Wärmebindung.

Wenn für Räume, in denen Menſchen ſich aufhalten, eine Kühlung erfolgt, ſo iſt darauf zu achten, daß nicht kalte und dadurch beläſtigende Luftſtrömungen entſtehen. Wird künſtlich gekühlte Luft in den Raum geleitet, ſo darf dieſe nur um einige Grade kälter als die Raumluft ſein und muß möglichſt verteilt und ſo eingeführt werden, daß die kalte Luft zuerſt ſich mit der Raumluft miſcht, ehe ſie die Menſchen trifft (ſ. Lüftung geſchloſſener Räume und [5]). Bei Anwendung von Kühlapparaten im Raum ſelbſt ſind dieſe unter der Decke anzubringen. In vielen Fällen, z. B. für bewohnte oder Arbeitsräume, Aufbewahrungsräume für Nahrungsmittel, iſt z. B. durch Ausſcheidung von Waſſer aus der Luft an ſtarkgekühlten Flächen dafür zu ſorgen, daß der Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft eine gewiſſe Grenze (50—70% relative Feuchtigkeit) nicht überſchreitet. Ferner iſt namentlich in Kühlhäuſern für eine Beſeitigung der ſich aus den aufbewahrten Nahrungsmitteln etwa entwickelnden riechenden Gaſe und der ſich bildenden Sporen durch große Reinlichkeit der Kühlräume, teilweiſe Erneuerung der Kühlhausluft durch Zuführung friſcher Außenluft, Niederſchlagung der Gaſe, Staubteilchen und Sporen mit einem Teil des Waſſergehaltes der Luft am Luftkühler, bei offener Bauart der letzteren auch durch Klärung und Reinigung der Kühlflüſſigkeit zu ſorgen. — Eine eingehende Darlegung der Kühlung geſchloſſener Räume, in denen ſich Menſchen aufhalten, bieten [1], [4] und [5]; die Kühlung der Arbeitsräume behandeln [2] und [3]. Kühlanlagen mit niedrigeren Temperaturen ſ. S. 272 ff.

Literatur: [1] Dessoliers, H., De l'habitation dans les pays chauds, Paris 1883. — [2] Deny, Ed., Etude sur les moyens de combattre l'excès de chaleur dans les ateliers etc., Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse 1885, 1. Heft; auszugsweiſe im Geſundheitsingenieur 1885, S. 507. — [3] Hartmann, K., Kühlung der Arbeitsräume, im Handbuch der praktiſchen Gewerbehygiene, Berlin 1894, S. 385. — [4] Weyl, Th., Handbuch der Hygiene, Bd. 8, Jena 1897. — [5] Rietſchel, H., Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen, 3. Aufl., Berlin 1902. — [6] u. [7] Brückner, E., Eisbehälter, und Spillner, E., Kühlanlagen mit künſtlicher Kälteerzeugung, im Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 6, 3. Aufl., Stuttgart 1904. — [8] Zeitſchr. f. die geſamte Kälteinduſtrie, München und Berlin 1894—1907. — [9] Eis- und Kälteinduſtrie, Berlin 1898—1907; vgl. a. die Literatur S. 277. *K. Hartmann.*

Kühlvorrichtungen, Apparate, welche die Abkühlung von Gaſen, Flüſſigkeiten u. ſ. w. bezwecken.

In der Laboratoriumstechnik dienen hierzu in der Regel weite Glasröhren, durch welche ſich die abzukühlenden Körper bewegen, während kaltes Waſſer die Röhren umſpült; für mediziniſche Zwecke Eisbeutel, Eismatratzen, mit Gefrierſalzen imprägnierte Kühlkompreſſen, biegſame Röhren oder plattenförmige Hohlkörper, durch welche kaltes Waſſer fließt; für häusliche Zwecke außer den in den wärmeren Ländern gebräuchlichen Kühlkrügen (ſ. Alcarrazas) die Eisſchränke, mit Zink oder Glas- bezw. Terrazzoplatten ausgefütterte, doppelwandige Holzkäſten, deren Hohlräume zwiſchen den Wandungen mit ſchlechten Wärmeleitern (Häkſel, Schlackenwolle u. ſ. w.) ausgefüllt ſind. Das Kühlmaterial (Eis) befindet ſich in der Regel in einem beſonderen Behälter aus Zink. Wichtig für geringen Eisverbrauch iſt, daß das Schmelzwaſſer nicht mit dem Eis in Berührung bleibt, ſondern beſtändig abfließen kann; vgl. a. Kühlung geſchloſſener Räume und Kältemaſchine, S. 272 ff., ferner für die verſchiedenen techniſchen Zwecke die betreffenden Einzelartikel (z. B. Bierbrauerei, Spiritusfabrikation, Kühler, Kühlmaſchine, Kühlzylinder, Kondenſator u. ſ. w.). *K. Hartmann.*

Kühlzylinder, bei der Schrotung des Getreides mittels Mahlgängen oder auch mittels Walzenſtühlen bei ſchlechter Aſpiration, erhitzt ſich das Mahlgut derart, daß es die feinen Maſchen der Mehlſichtmaſchinen ſofort zuſetzen würde, wenn nicht für vorherige Abkühlung geſorgt würde. Man führte deshalb häufig, ſtatt beſondere Kühlvorrichtungen anzuwenden, die gröberen Vorſichtzylinder ſo

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lang aus, daß durch den langen Aufenthalt des Mahlgutes in ihnen gleichzeitig eine Kühlung herbeigeführt wurde. Infolge faſt ausſchließlicher Verwendung von Walzenſtühlen und Vervollkommnung der Aſpirationseinrichtungen ſind die Kühlzylinder jetzt faſt ganz außer Gebrauch. — Vgl. Sichterei und Kühlmaſchine. *Arndt.*

Kümmelöl, das ätheriſche Oel aus den Samen von Carum Carvi *L.*

Iſt friſch farblos, ſehr dünnflüſſig, beſitzt Kümmelgeruch und einen brennenden, wärmenden Geſchmack. Es beſteht aus einer ſauerſtoffhaltigen Verbindung Carvol ($C_{10}H_{14}O$), welche der Träger des Kümmelgeruchs iſt, und einem nur ſchwach riechenden Kohlenwaſſerſtoff Carven. Das Kümmelöl findet Verwendung in der Likörfabrikation ſowie in der Parfümerie- und Toilettenſeifenfabrikation und in der Medizin.

Literatur: Gildemeiſter u. Hoffmann, Die ätheriſchen Oele, Berlin 1899. *Deite.*

Kümpeln, Krämpen, Kümpelmaſchinen. Unter Kümpeln, Krämpen, Bördeln, Flanſchieren verſteht man das Umbiegen von Blechrändern, wie es z. B. bei der Herſtellung der Stirnplatten von Dampfkeſſeln, der Feuerbüchſenplatten, der Rohr- und Rauchkammerwände von Lokomotivkeſſeln, der gebördelten Flammrohre, der gepreßten Längs- und Querträger von Straßen- und Eiſenbahnwagen u. dergl. vorkommt.

Das Kümpeln kann entweder von Hand oder maſchinell erfolgen (in der Regel im rotwarmen Zuſtand des zu bördelnden Arbeitsſtücks bezw. Randes). Beim Bördeln von Hand benutzt man eine gußeiſerne Lehrform, an welche die umzubördelnden Ränder mit Holzhämmern angeklopft werden. — Die Maſchinen, welche zum Kümpeln Verwendung finden, wirken in verſchiedenartiger Weiſe.

1. Kümpelpreſſen für (im allgemeinen) ſtückweiſes Bördeln. Fig. 1 ſtellt eine hydrauliſche Univerſal-Flanſch- und Bördelmaſchine (Haniel & Lueg, Düſſeldorf-Grafenberg) dar, die zum Krämpen und Flanſchen von Blechplatten für Keſſel- und Domböden, von Feuertür- und Feuerrohröffnungen in Stirnplatten für Dampfkeſſel, von Feuerrohrſchüſſen, zum Stauchen der Enden von engen Rohre u. ſ. w. beſtimmt iſt. Sie beſitzt zwei von oben nach unten und einen in wagerechter Richtung wirkenden Preßſtempel; bisweilen wird auch in dem Tiſch der Maſchine ein weiterer ſenkrechter Kolben angeordnet. Das zu flanſchende Blech ruht auf einem Gußblock, auf dem es der äußere ſenkrechte Stempel feſthält. Am zweiten ſenkrechten Stempel iſt ein Preßſchuh befeſtigt, der den Blechrand umbiegt, worauf dieſer eventuell noch durch den wagerechten Stempel nachgerichtet wird. Die beiden vertikalen Stempel können durch ein gemeinſames Kopfſtück miteinander gekuppelt werden, um Keſſelböden im ganzen auf einmal zu flanſchen. — Für das Krämpen von Feuerrohrſchüſſen wird nur der vordere ſenkrechte, mit einem entſprechenden Preßſchuh verſehene Stempel benutzt; der Rohrſchuß liegt geneigt in einem Sattel und wird ſo lange gedreht, bis der ganze Umfang des Rohrs geflanſcht iſt. Zum gleichen Zweck dient die Flammrohrſchußbördelmaſchine Fig. 2. Der Rohrſchuß wird in dem Sattel durch einen doppelarmigen Hebel mittels eines am Rücken des Geſtells angeordneten hydrauliſchen Stempels feſtgehalten. Der Preßkolben, der einen entſprechend geformten Schuh trägt, wirkt in ſchräger Richtung. — Eine gleichfalls hierhergehörige Maſchine (Patent Nevole) iſt im Artikel Bördelpreſſe (Bd. 2, S. 134) abgebildet.

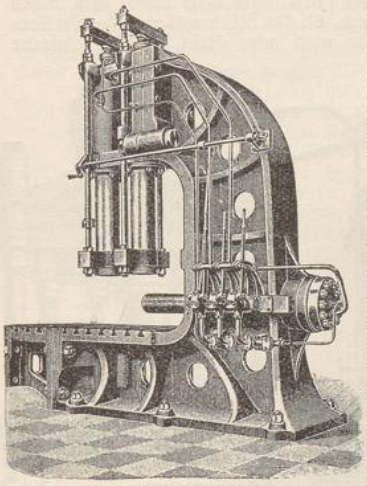


Fig. 1.

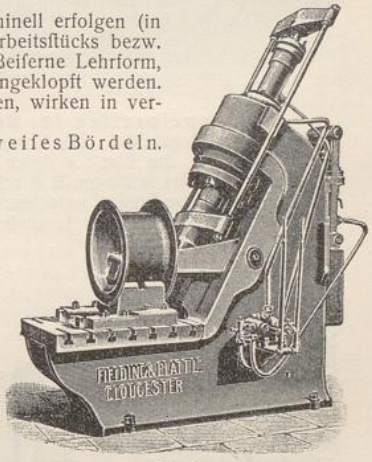


Fig. 2.

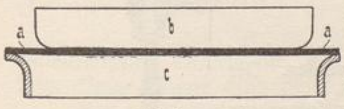


Fig. 3.

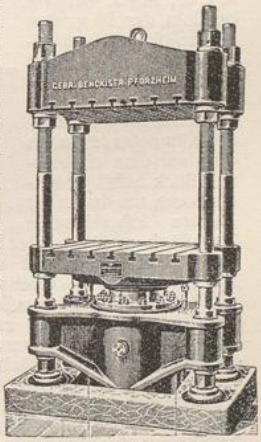


Fig. 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

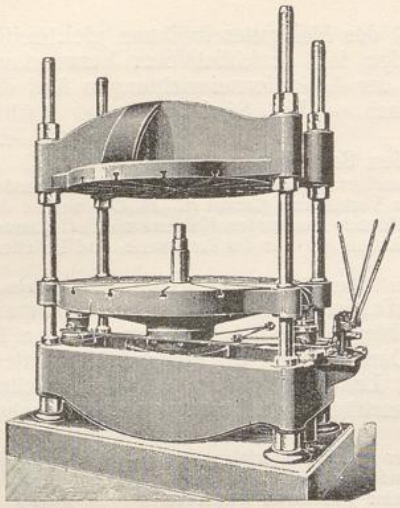


Fig. 5.

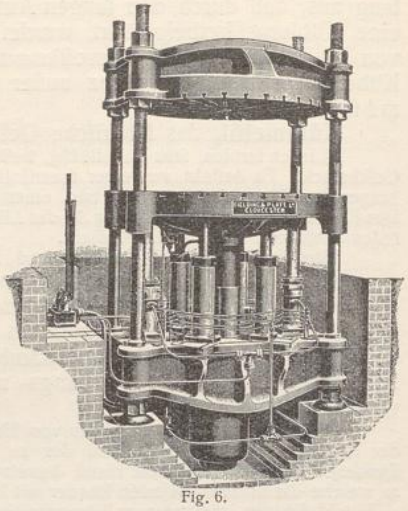


Fig. 6.

2. Kümpelpreſſen für Bördelung im ganzen. Dieſe Maſchinen ſind ſehr verſchiedenartig ausgebildet. Der Vorgang wird durch die Fig. 3 ſchematiſch dargeſtellt. Es kann hiebei entweder das Blech *a* durch den Stempel *b* in die Form (Ring) *c* gepreßt werden oder die Form über das feſtliegende Blech; außerdem kann die Form über oder unter dem Blech ſich befinden. Die Preſſen unterſcheiden ſich ferner dadurch, ob das Blech während des Preſſens durch einen (oder mehrere) beſondere Stempel feſtgehalten wird oder nicht. — Eine einfache Bördelpreſſe iſt in Fig. 4 dargeſtellt, die zur Herſtellung von Keſſel- und Faßböden, Rohrſtutzen und -flanſchen u. ſ. w. beſtimmt iſt. Die Preßflächen ſind zum Aufſpannen der Matrizen mit Nuten verſehen. Das Kopfſtück und der Preßtiſch (durch zwei unterhalb des Tiſches befindliche Schrauben) ſind in der Höhe einſtellbar. — Fig. 5 ſtellt eine hydrauliſche Bördelpreſſe für Keſſelböden u. ſ. w. von Breuer, Schumacher & Co., A.-G. in Kalk bei Cöln, dar. Im großen hydrauliſchen Preßkolben iſt ein kleiner hydrauliſcher Kolben angeordnet, welcher die Werkſtücke während des Kümpelns feſthalten oder auf dem ein Auswurfſtück befeſtigt werden kann, um das in der Matrize feſtgeklemmte Werkſtück zu löſen. Der Preßtiſch kann durch zwei ſeitlich angeordnete kleine Kolben raſch auf die erforderliche Höhe gebracht werden. Der Handſteuerapparat iſt ſeitwärts auf dem Bodenholm befeſtigt.

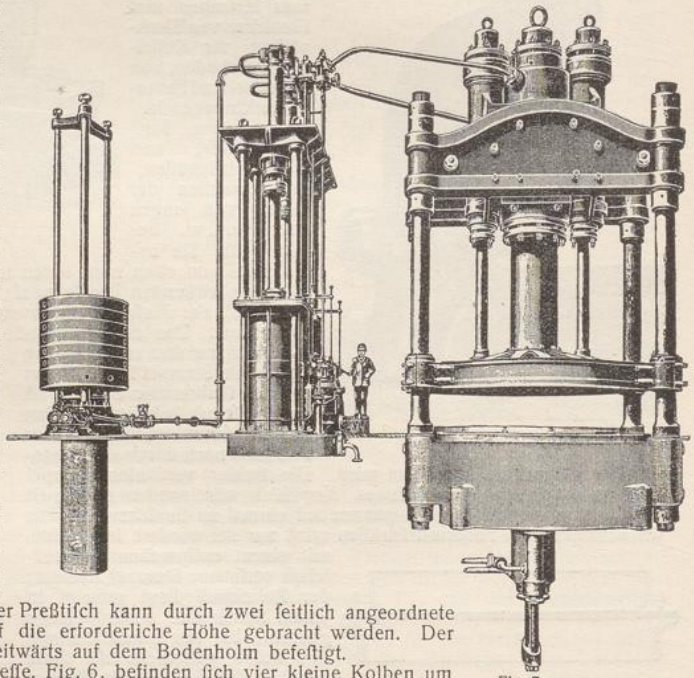


Fig. 7.

Bei der Bördelpreſſe, Fig. 6, befinden ſich vier kleine Kolben um den Preßkolben herum zum Feſthalten des Blechs; der kleine Kolben innerhalb des Preßkolbens, wie bei der Preſſe Fig. 5, wird häufig gleichfalls angeordnet, da die Preſſe dadurch vielſeitiger verwendbar wird.

Fig. 7 ſtellt eine dampf-hydrauliſche Kümpelpreſſe (D.R.P. Nr. 97041) von Breuer, Schumacher & Co., A.-G. in Kalk bei Cöln, dar. Sie wird für Keſſelböden u. ſ. w. bis zu 3600 mm Durchmeſſer und einem Maximaldruck von 750 t ausgeführt. Die geſamte Anlage beſteht aus der eigentlichen Preſſe, dem Doppeldampfdrucküberſetzer und einem Vorfüllgewichts-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

akkumulator. Die Preſſe beſteht aus dem Hohlgußgeſtell und dem mit ihm durch vier Stahlſäulen verbundenen Holm, der aus zwei Querbalken gebildet iſt. Das Hohlgußgeſtell und der Holm enthalten je drei Stahlgußzylinder, die derart dimenſioniert

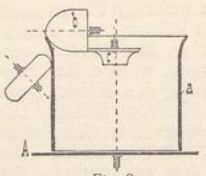


Fig. 9.

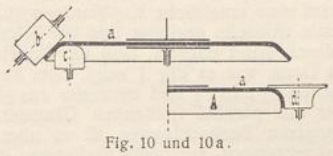


Fig. 10 und 10a.

ſind, daß beſtimmte in entſprechendem Verhältnis zueinander ſtehende Druck- und Zugkräfte zur Verfügung ſtehen. Die Preßplatte wird durch die beiden dünnen als Rückzugskolben ausgebildeten Kolbenſtangen angehoben. Seitwärts der Preſſe ſteht der aus zwei Einzelvorrichtungen beſtehende Dampftreibapparat, deſſen Druckwaſſerzylinder miteinander und mit den hydrauliſchen Druckzylindern der Preſſe derart verbunden ſind, daß ein oder beide Preßzylinder des Dampftreibapparats mit einem oder beiden hydrauliſchen Druckzylindern der Kümpelpreſſe verbunden werden können, wodurch zwei Abſtufungen der verfügbaren Kraft bei je zwei verſchiedenen Hubgrößen erzielt werden. Der im Hohlgußgeſtell befindliche Druckzylinder geſtattet, bei Flanſchierungen mit entgegengeſetzten Kümpelungen von beiden Seiten zu arbeiten, ſowie die in den Matrizen feſtſitzenden gekümpelten Arbeitsſtücke loszudrücken. Der ſeitwärts des Treibapparats ſtehende kleine Gewichtsakkumulator enthält das Vorfüllwaſſer; er iſt mit der Preſſe und dem Treibapparat verbunden und wird durch eine kleine Pumpe gefüllt, die auch die Druckwaſſerverluſte ausgleicht.

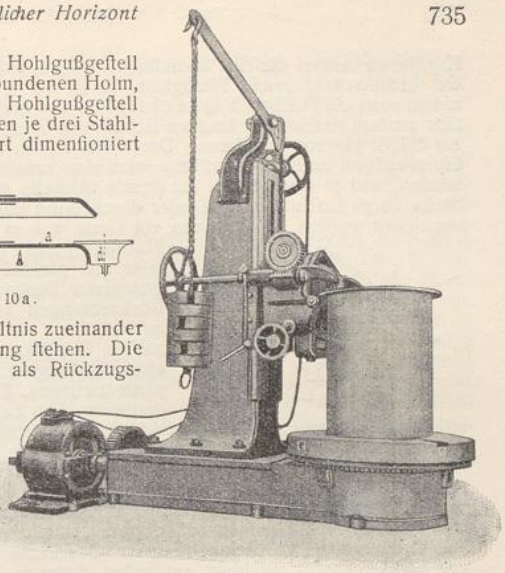


Fig. 8.

3. Kümpelmaſchinen mit allmählicher Erzielung der Bördelung unter Drehung des Werkſtücks. Dieſe Maſchinen ſetzen zylindriſche oder kreisförmige Arbeitsſtücke voraus. Die Fig. 8 und 9 ſtellen eine Flanſchiermaſchine für Flammrohrſchüſſe dar. Der zylindriſche Schuß *a* (Fig. 9) wird auf dem Drehtiſch *A* befeſtigt. In dem an einem ſenkrechten Ständer verſchiebbaren Schlitten ſind fünf Rollen gelagert, von welchen drei zur Stützung des Arbeitsſtückes dienen, während die Bördelung durch allmähliches Verſchieben der halbkugelförmigen Rolle *b* bei fortwährender Drehung des Arbeitsſtückes *a* erfolgt. Die profilierte Rolle *c* dient zum genauen Ausbilden der Krümmung. Die Maſchine dient zum Bördeln von Keſſelſchüſſen bis 1600 mm Durchmeſſer bei 20 mm Blechdicke und ca. 1600 mm Höhe; bei größerer Höhe der Keſſelſchüſſe (bis 3 und 4 m) wird die Maſchine der bequemen Handhabung wegen horizontal ausgeführt, und zwar für Blechdicken bis 40 mm.

Für die Herſtellung gebördelter Böden dient die Kümpelmaſchine nach Skizze 10 und 10a. Die eingeſpannte Platte wird in Umdrehung verſetzt und der Blechrand durch eine in einem Schlitten gelagerte Rolle *b* (Fig 10), deren Achſe verſchiedene Neigung gegeben werden kann, gegen eine Rolle (*c*, Fig. 10) oder gegen eine Form (*A*, Fig. 10a) angedrückt; im letzteren Falle iſt in der Regel eine profilierte, in einem Schlitten gelagerte Rolle (*d*, Fig 10a) zur genauen Ausbildung der Bördelung vorhanden.

Literatur: [1] Fiſcher, Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Specht, K., Die Maſſenfabrikation im Maſchinenbau, Berlin 1893.

A. Widmaier.

Künette, ſ. Gerinne.

Künftlicher Horizont. Mit dieſer Bezeichnung belegt man Einrichtungen welche dazu dienen, an die Stelle des wahren oder ſcheinbaren Horizonts, wie er durch die im Beobachtungspunkt die Erdoberfläche tangierende Ebene oder durch die Kimm (ſ. d.) gebildet wird, eine künſtlich hergeſtellte, der erſteren parallele Ebene zu ſetzen. Dieſe dient dann zur Meſſung der Höhe eines Geſtirnes durch Vergleich desſelben mit ſeinem Spiegelbild im künſtlichen Horizont. Daraus geht hervor, daß der künſtliche Horizont eine das Licht ſehr gut reflektierende Oberfläche, eben die Reflexionsebene, haben muß und daß anderſeits dieſer Ebene eine genau horizontale Lage gegeben werden kann.

Man unterſcheidet im allgemeinen zweierlei Arten ſolcher Horizonte, nämlich ſolche, bei welchen die Reflexionsebene durch eine Flüſſigkeit gebildet wird (Flüſſigkeitshorizonte), und ſolche, bei denen mittels einer Libelle (deren Empfindlichkeit groß genug ſein muß) die ſpiegelnde Fläche einer Glasplatte horizontiert wird. Als Zwiſchenglied hat man auch künſtliche Horizonte hergeſtellt, die durch eine Glasplatte gebildet werden, die aber ihrerſeits auf einer Flüſſigkeit ſchwimmt. — Die erſte Form iſt die bei weitem zuverläſſigſte, da ja jede Flüſſigkeit in einem Gefäß ihre Oberfläche nach hydroſtatiſchem Geſetz ganz von ſelbſt horizontal, d. h. normal zum Lot im Beobachtungspunkt ſtellt, ſoweit nicht an den Rändern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kapillarwirkungen dieſelbe beeinfluſſen. Gießt man alſo in eine wenig tiefe Schale eine ſtark das Licht reflektierende Flüſſigkeit, ſo iſt ein künſtlicher Horizont vorhanden. Gewöhnlich nimmt man als Flüſſigkeit Queckſilber und gießt dieſes in eine nach einer Kugelkalotte von ſehr großem Radius gekrümmten Schale von Stahl oder Kupfer, welche in manchen Fällen noch mit Silber plattiert ſein kann. Durch Anquicken der Schale, d. h durch Bildung von Queckſilberamalgam an ihrer Oberfläche wird eine erhebliche Kapillardepreſſion an den Rändern vermieden, und je weniger tief die Schale iſt, deſto geringer ſind die Störungen, welche die Oberfläche durch Erſchütterungen oder durch Wind erleidet. Soll die Einwirkung des Windes ganz vermieden werden, ſo muß man ein Dach, wie es Fig. 1 zeigt, über den Horizont ſtellen. Die Flächen F_1 und F_2 ſind entweder aus planparallelen Glasplatten oder aus parallel ſpaltenden Glimmerſcheiben gebildet. Bei genaueren Beobachtungen iſt es aber ſtets erforderlich, die Beobachtungen auf beide Stellungen des Daches gleichmäßig zu verteilen. — Dieſe Komplikationen haben dazu geführt, auf die Flüſſigkeitsoberfläche eine überall gleichdicke und auf einer Fläche ganz plan geſchliffene und ſehr gut polierte Glasplatte zu legen. Dieſe wird dann auch eine horizontale Ebene darſtellen. Um zu vermeiden, daß auch die untere Fläche Licht reflektiert, läßt man dieſelbe mattſchleifen und wählt die Platte von dunkelm Glas. Es iſt aber meiſt ſchwer, eine ſolche Platte ganz homogen und genau planparallel herzuſtellen, auch Adhäſionswirkungen zwiſchen Platte und Schalenwand ſind nicht leicht ganz fern zu halten. Als Flüſſigkeit hat man auch wohl häufig Oel mit Ruß vermiſcht, Tinte, Rotwein oder einfach Waſſer verwendet, aber Queckſilber iſt ſtets vorzuziehen, wenn ſolches zu beſchaffen iſt und man ſeine übeln Wirkungen auf Inſtrumententeile vermeiden kann. Eine dringende Notwendigkeit iſt aber dabei die Reinhaltung der Oberfläche von Oxyden, welche ſich leicht bilden, und von Staub. Dieſes geſchieht am beſten dadurch, daß man nach Eingießen des Queckſilbers die Oberfläche mit einem leicht angefeuchteten Papierſtreifen abzieht. Das überlaufende Queckſilber wird dann meiſt in einer die Schale umgebenden Rinne aufgefangen und kann ſpäter wieder mit abgegoſſen werden. Eine ſolche Einrichtung zeigt z. B. die Fig. 2, welche einen Queckſilberhorizont darſtellt, bei welchem ſich das Queckſilber unterhalb der eigentlichen Schale in einem Lederbeutel befindet und durch einen Druck auf denſelben durch die Oeffnung bei s (in der Figur für den Transport durch Bolzen verſchloſſen) in die Schale gepreßt und nach Gebrauch wieder in den Beutel zurückgelaſſen werden kann. Der Druck wird durch Empor-

Fig. 1.

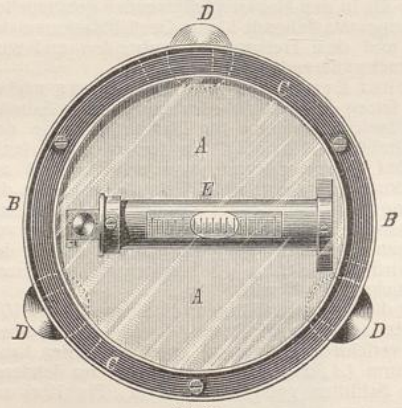


Fig. 3a.

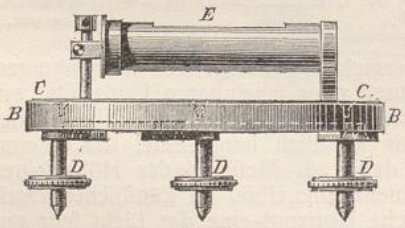


Fig. 3b.

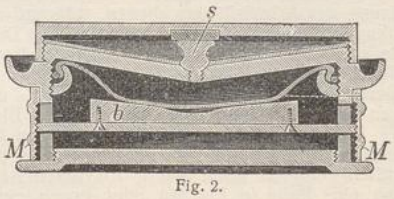


Fig. 2.

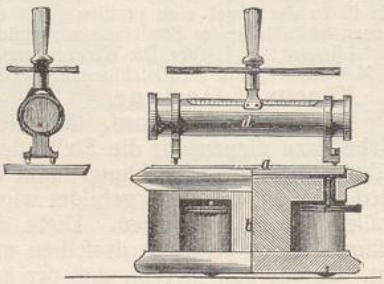


Fig. 4.

ſchrauben der Platte b mittels des Gewinderinges M hervorgebracht. — Man hat eine große Anzahl ähnlicher Konſtruktionen ausgeführt. Viel einfacher iſt die Herſtellung eines künſtlichen Horizonts mittels planer Glasplatte (Unterfläche ebenfalls matt und dunkles Glas), die auf drei Fußſchrauben ruht und durch eine Libelle horizontiert wird. Die Glasplatte iſt dann meiſt zunächſt auf eine Metall- oder Holzplatte gepaßt, ſo daß keine Spannungen entſtehen können, und dieſe Platte iſt erſt ihrerſeits direkt mit drei Stellſchrauben verſehen (Fig. 3) oder ſie ruht auf drei ſolchen (Fig. 4). Namentlich bei Beobachtung der Sonne iſt dann ein Schutz gegen direkte Beſtrahlung der Schrauben zu ſchaffen und die Horizontierung mittels der Libelle häufig zu kontrollieren. Zahllos ſind die Verſuche, für die Meſſung auf Schiffen ebenfalls künſtliche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

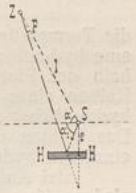
Horizonte herzuſtellen, die in den Fällen anzuwenden ſind, in denen der natürliche Horizont (Kimm, ſ. d.) nicht benutzt werden kann (bei Nacht oder bei Nebel am Horizont). Die oft verſuchte Anwendung der Libelle (Vereinigung der Libellenbeobachtung und der Fernrohrzielung zu gleichzeitiger Beobachtung in der Art der Freihandinſtrumente) zur Höhenwinkelmeſſung (ſ. d.) hat noch nicht völlig befriedigende Reſultate ergeben; z. B. iſt mit dem Libellenquadranten von Butenſchön (Bahrenfeld-Hamburg), über den ſich die Seewarte lobend ausſpricht, nicht wohl eine größere Genauigkeit als $\pm 3'$ zu erlangen. Verbindet man mit der Teilung des Sextanten eine kreisförmig gebogene Röhre, die mit Queckſilber gefüllt iſt, und bringt an geeigneter Stelle darin einen Abſperrhahn an, ſo kann man die Enden der nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren ſich darin einſtellenden Queckſilberſäule nach Schließung des Hahnes für Ableſung an der Teilung benutzen (nach Admiral Fleuriais), aber mehr wie etwa 5′—10′ ſind damit nicht zu verbürgen. — Von Horizonten, die eine Flüſſigkeit mit verwenden, iſt auf dem Schiff wenig zu erwarten, wenn ſich auch die Schwingungen ſtark dämpfen laſſen; vgl. z. B. die Beehlerſchen Patente. Eher iſt noch von den künſtlichen Horizonten, die man als Kreiſelhorizonte bezeichnen kann, größere Genauigkeit der Meſſung zu erwarten (ein raſch rotierender Kreiſel ſtellt ſeine Achſe lotrecht, eine ſenkrecht zur Achſe geſtellte ſpiegelnde Scheibe kann als künſtlicher Horizont benutzt werden). Unter dieſen Inſtrumenten hat in der letzten Zeit am meiſten von ſich reden gemacht der „Horizon gyroscopique“ des franzöſiſchen Admirals Fleuriais, der ſich in ſeiner neuen Form (das Gyroſkop in luftverdünntem Raum, Rotationsdauer dadurch auf mehrere Minuten verlängert, ſo daß mehrere Höhen genommen werden können) ausgezeichnet bewährt haben ſoll und Beobachtungen bis auf 1′, alſo ebenſo gute als über der Kimm, zu machen geſtattet. Deſſen Preis iſt aber ſehr hoch.

Eine größere Anzahl von Konſtruktionen der verſchiedenen Arten künſtlicher Horizonte ſowie die hierhergehörige Literatur und Angaben über manche andre Verwendung künſtlicher Horizonte finden ſich in L. Ambronn, Handbuch der aſtronomiſchen Inſtrumentenkunde, Berlin 1899, Bd. 1, S. 78 ff. *Ambronn.*

Künſtlicher Horizont iſt eine horizontale ebene Fläche zur Erlangung eines Spiegelbildes von einem leuchtenden Punkt.

Man nimmt ein kleines niedriges Gefäß mit Queckſilber oder mit geſchwärztem Oel, durch eine Glimmer- oder planparallele Glasplatte geſchloſſen, oder eine mit einer empfindlichen Libelle und Stellſchraube horizontal ſtellbare, ebengeſchliffene, glänzende ſchwarze Glasplatte. Zielt man das Spiegelbild eines hochgelegenen Punktes an, ſo hat man in Schächten ſtatt der ſchwierigen Viſur nach oben die bequemere nach unten [1], S. 129. Iſt S der Standpunkt (Kippachſe), Z der Zielpunkt in der Entfernung l und H der künſtliche Horizont, der um e unter der Kippachſe liegt, ſo iſt nach der Figur der geſuchte Höhenwinkel α zu berechnen aus dem gemeſſenen Tiefenwinkel α_1 und dem Winkel p bei Z.

$$\alpha = \alpha_1 - p; \text{ wo } p = \frac{2e}{l} \cos \alpha_1 \varrho. \quad (\varrho = \text{Kreiskonſtante}).$$



Der künſtliche Horizont wird auch zur Höhenwinkelmeſſung mit den Sextanten auf dem Lande benutzt.

Literatur: [1] Borchers, Prakt. Markſcheidekunſt, Leipzig 1882. *Haußmann.*

Künſtliche Seide, ſ. Kunſtſeide.

Künſtliches Holz, ſ. Plaſtiſche Maſſen.

Künſtliche Steine, ſ. Kunſtſteine.

Künſtliches Terpentinöl, ſ. Petroleum.

Küpe, ſ. Indigoküpen.

Küſtenartillerie hat die Aufgabe, Reeden und Hafeneinfahrten gegen feindliche Panzerſchiffe zu verteidigen und das Vordringen einer feindlichen Landungsarmee zu verhindern. Sie beſteht daher aus den eigentlichen Küſtengeſchützen, den Seefrontgeſchützen, die auf den Seefronten der Küſtenwerke ſtehen, und den Landfrontgeſchützen auf den Landfronten derſelben.

Die Seefrontgeſchütze beſtehen in der Hauptſache aus Geſchützen ſchwerſten Kalibers von großer Tragweite und großem Durchſchlagsvermögen, um auf weite Entfernungen ein wirkſames Feuer auf die gepanzerten Schiffswände und Geſchützſtände der feindlichen Panzerſchiffe ausüben zu können, ſowie ferner aus Schnelladekanonen kleinen Kalibers von großer Treffſicherheit zur Zerſtörung der leichten Deckaufbauten und Außergefechtſetzung der feindlichen Artillerie ſowie zum Schutze eines Minenfeldes für Hafeneinfahrten. Die Kaliber der Küſtengeſchütze halten ſich zwiſchen den Grenzen von 15—42 cm bei einem entſprechenden Rohrgewicht von $4\frac{1}{2}$—120 t, während für die Schnelladekanonen die Kaliber bis zu 5 cm hinuntergehen. Die Anordnung der inneren und äußeren Rohrkonſtruktion, der Verſchlüſſe u. ſ. w. iſt die gleiche wie für Schiffsgeſchütze (ſ. d.). Abweichend von dieſen allein iſt die Lafettenkonſtruktion, da einerſeits die Aufſtellungsart der Küſtengeſchütze in Türmen oder hinter Erdwällen eine andre iſt, anderſeits das Gewicht von Lafette und Panzergeſchütz für dieſe Zwecke nicht berückſichtigt zu werden braucht. Die Aufſtellung der Küſtengeſchütze erfolgt ohne Stellungswechſel und möglichſt derart, daß ſie dem Geſichtsfeld des Feindes entzogen ſind. Vor allem muß die Bedienungsmannſchaft vor dem Feuer der Schnelladekanonen geſchützt werden, denn es wird immer zunächſt das Beſtreben eines die Hafeneinfahrt erzwingenden Geſchwaders ſein, die Küſtenbatterien oder Forts zum Schweigen zu bringen. Die Aufſtellung der Küſtengeſchütze erfolgt daher entweder in gepanzerten Türmen oder hinter Bruſtwehren bezw. Erdwällen [5].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Panzertürme finden im besonderen an denjenigen Punkten Anwendung (Molenköpfe, Seeforts), die dem Gesichtsfeld des Feindes nicht entzogen werden können, und hier sind die Kuppeltürme von Gruson aus Hartgußpanzerplatten bevorzugt. Die Panzerturmgeschütze sind meist auf Minimalschartenlafetten gelagert. Die äußere Umrißlinie der Kuppel hat im Querschnitt elliptische Form, so daß die feindlichen Geschosse die Panzerfläche nur unter spitzem Winkel treffen können. Die einzelnen Hartgußplatten von beträchtlicher Stärke sind durch Falze, die nach dem Zusammenbauen mit Weißmetall ausgegossen werden, miteinander verbunden, ohne Verwendung von Bolzen und bilden demnach eine kompakte Masse, so daß die lebendige Kraft des auftreffenden Geschosses von der ganzen Masse des Turmes aufgenommen und unwirksam gemacht wird. Da die Platten nach dem Guß an der Oberfläche nicht bearbeitet werden, so bildet die harte Kruste ein vorzügliches Schutzmittel; überdies ist die Herstellung der Hartgußplatten gegenüber gewalzten Panzerplatten verhältnismäßig billiger. Die Panzerplatten von Gruson haben in den Küstenbefestigungen von Spezia, Pola und Cuxhafen Verwendung gefunden. Ihr Gewicht beträgt bis zu 1400 t. Einen Nachteil dieser Panzerkuppeln bildet der Umstand, daß das Geschützrohr zum großen Teil aus der Kuppel herausragt und demnach dem feindlichen Feuer ausgesetzt ist. — Fig. 1 zeigt einen Kuppelturm von Gruson mit zwei 34-cm-Geschützen von 68 t mit hydraulischer Minimalschartenlafette von Armstrong. Die Lafetten sowie die Turmplatten ruhen auf einer Plattform, die auf einem Rollenkranz gelagert ist und durch eine hydraulische Maschine gedreht wird. Jedes Geschütz ruht in einem Schlitten, der unterhalb der Pforte um einen horizontalen Zapfen drehbar ist und am hinteren Ende durch den Kolben eines hydraulischen Zylinders gestützt wird. Für den Munitionstransport dient ein hydraulischer Aufzug, zur Einführung der Munition ins Rohr ein hydraulisch bewegter Setzer. Das Richten der Geschütze geschieht von einer Plattform aus, zu der die Gestänge von den einzelnen hydraulischen Antrieben geführt sind.

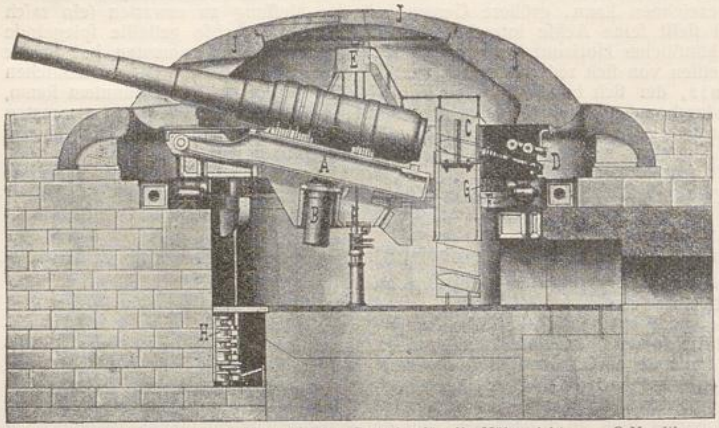


Fig. 1. *A* Lafettenschlitten. *B* Hydraulischer Zylinder für die Höhenrichtung. *C* Munitionsaufzug. *D* Hydraulischer Setzer. *E* Plattform für den Geschützführer. *F* Rollenkranz. *G* Zahnkranz. *H* Turmdrehmaschine. *J* Hartgußplatten.

Bei Aufstellung der Geschütze hinter Brustwehren oder Erdwällen, wobei die Geschütze alsdann über Bank feuern, finden Rahmen- und Verschwindelafetten Verwendung. Die Rahmenlafetten, nach denselben Prinzipien wie die Schiffsrahmenlafetten (s. Lafettierung) konstruiert, bieten die einfachste Handhabe. Das Geschütz ruht auf einer Oberlafette, die mit Bezug auf die Höhenrichtung der Schiffslafette ähnelt. Der Rahmen ist jedoch, um eine größere Feuerhöhe zu erlangen, durch Anordnung großer Laufräder höher gelagert. In der Regel ist der Rahmen in der Mitte pivotiert und das Fundament des Pivots bildet zugleich den Schienenkranz für die Laufräder. Die Seitenrichtung erfolgt durch

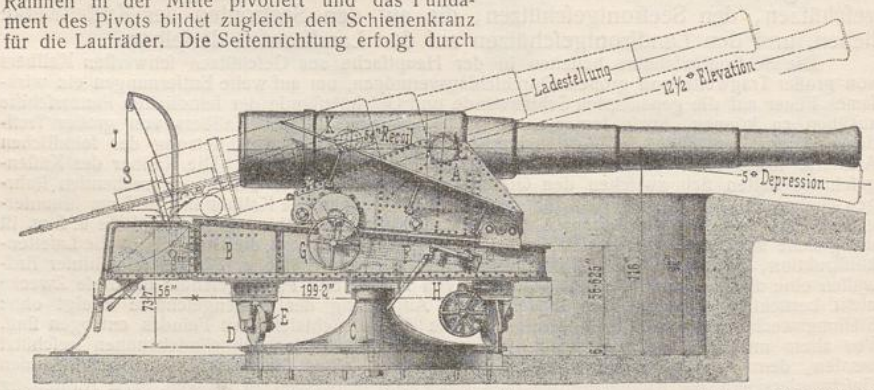


Fig. 2. *A* Oberlafette. *B* Rahmen. *C* Pivot von Stahlguß. *D* Rollenkranz. *E* Laufrollen. *F* Hydraulische Rücklaufbremse. *G* Höhenrichtmaschine. *H* Schwenkwerk (Seitenrichtmaschine). *J* Geschoßdavit. *K* Schutzschild.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

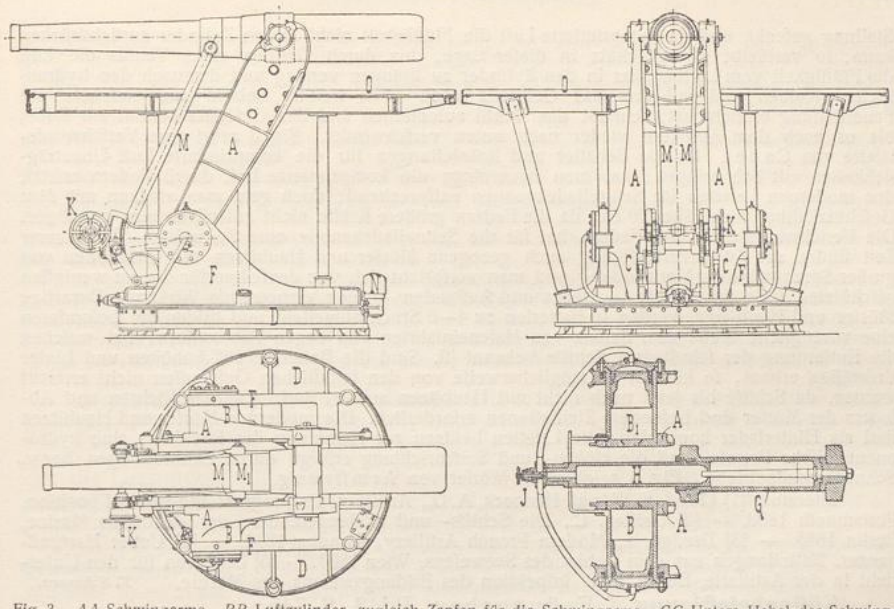


Fig. 3. *AA* Schwingarme. *BB* Luftzylinder, zugleich Zapfen für die Schwingarme. *CC* Untere Hebel der Schwingarme. *D* Grundplatte, auf ſtählernem Kugelkranz gelagert. *F* Lagerſtänder für den Schwingzapfen. *G* Bremszylinder. *H* Bremskolben. *J* Ventil zwiſchen Brems- und Luftzylinder. *K* Höhenrichtmaſchine. MM_1 Richtſtangen. *N* Puffer. *O* Schutzſchild.

ein Kurbelgetriebe mit Zahnkranz, den Geſchoßtransport beſorgt ein am Rahmen gelagerter Drehdavit. Zum Schutze der Bedienungsmannſchaft und des Rohres nebſt Lafette gegen die feindlichen Geſchoſſe der Schnelladegeſchütze iſt ein Schutzſchild ſehr erwünſcht (Fig. 2).

Beſſeren Schutz gegen feindliches Feuer bieten die auf Verſchwindelafetten montierten Küſtengeſchütze. Die Idee der Verſchwindelafette ſtammt aus dem Jahre 1864 von dem ruſſiſchen Oberſt Moncrieff und dieſelbe iſt neuerdings von Armſtrong und Canet weiter ausgebildet worden. Die Wirkungsweiſe dieſer Lafette beſteht darin, daß das Rohr durch die Kraft des Rückſtoßes hinter eine gedeckte Stellung verſchwindet. Die hierbei aufgeſpeicherte Kraft wird benutzt, um das Geſchütz, nachdem dasſelbe in geſchützter Stellung geladen und gerichtet iſt, in die Gefechtsſtellung zurückzubringen. Das Geſchütz iſt dem Feinde nur kurze Zeit ſichtbar und bietet daher keinen Zielpunkt. Nach Schießverſuchen zu Portland 1885 hat ſich die Verſchwindelafette als unverwundbar erwieſen. Da auf dieſe Weiſe der Panzerſchutz entbehrlich wird, ſo bietet die Verſchwindelafette ein verhältnismäßig billiges Verteidigungsmittel, obgleich die Handhabung der Lafette ein geſchultes Perſonal und ſorgfältige Bedienung erfordert. Bei den für Geſchütze bis zu 25 cm Kaliber gebauten Verſchwindelafetten von Armſtrong und Canet wird das Geſchütz durch den Druck eines hydrauliſchen Zylinders in die Feuerſtellung zurückgebracht. Beim Rücklauf wirkt die durch den hydrauliſchen Kolben entweichende Flüſſigkeit auf bereits unter Druck ſtehende Luft und komprimiert dieſelbe noch mehr. Iſt die Kraft des Rücklaufs durch den hydrauliſchen Zylinder aufgenommen, ſo iſt das Geſchütz in die gedeckte

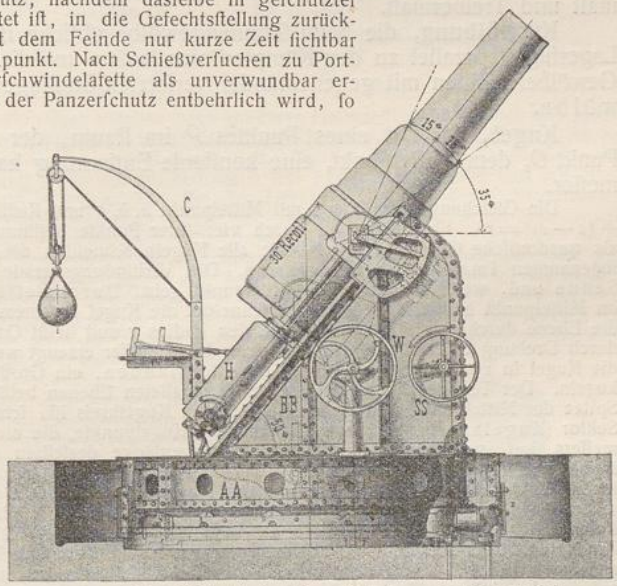


Fig. 4. 28-cm-Hinterladerhaubitze auf hydropneumatiſcher Lafette. *AA* Drehſcheibe. *BB* Lafettenwände. *H* Brems- und Luftzylinder. *SS* Höhenrichtmaſchine. *W* Seitenrichtmaſchine. *C* Geſchoßdavit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stellung geſenkt, und da komprimierte Luft die Flüſſigkeit nicht in den Zylinder zurückdrücken kann, ſo verbleibt das Geſchütz in dieſer Lage, bis durch Oeffnen eines Ventils die Luft die Flüſſigkeit vom Luftbehälter in den Zylinder zu drängen vermag und demnach den hydrauliſchen Kolben und mit ihm das Geſchütz nach oben treibt. Sobald das Geſchütz die Feuerſtellung erreicht hat, ſchließt das Ventil automatiſch und das Geſchütz kommt zur Ruhe, bis es nach dem Abfeuern wieder nach unten verſchwindet. Fig. 3 zeigt eine Verſchwindelafette von Canet. Da die Behälter und Rohrleitungen für die komprimierte Luft Unzuträglichkeiten mit ſich bringen, hat man neuerdings die komprimierte Luft durch Federn erſetzt, den modernen Lafetten für Schnelladekanonen entſprechend; doch geht man alsdann mit dem Geſchützkaliber nicht über 20 cm, da die Federn größere Kräfte nicht aufzuſpeichern vermögen. Die Verſchwindelafette mit Federn hat für die Schnelladekanone eine Zukunft. — In neuerer Zeit finden zur Küſtenverteidigung auch gezogene Mörſer und Haubitzen mit Geſchoſſen von großer Sprengwirkung Verwendung und man verſpricht ſich von denſelben für die am wenigſten geſchützten Teile der Schiffe — Decks und Aufbauten — eine verheerende Wirkung. Derartige Mörſer und Haubitzen werden in Batterien zu 4—5 Stück aufgeſtellt und bilden im beſonderen eine vorzügliche Waffe zum Schutz von Hafeneinfahrten und engen Fahrwaſſern, bei welchen die Entfernung der feindlichen Schiffe bekannt iſt. Sind die Batterien auf Anhöhen und hinter Erdwällen erbaut, ſo können ſie möglicherweiſe von den feindlichen Geſchoſſen nicht erreicht werden, da Schiffe bis jetzt noch nicht mit Haubitzen armiert ſind. Für das Richten und Abfeuern der Mörſer ſind beſondere Zielſtationen erforderlich. Die modernen Mörſer und Haubitzen ſind als Hinterlader konſtruiert; die Lafetten beſitzen zur Hemmung des Rücklaufs eine hydropneumatiſche Bremſe, und die Höhen- und Seitenrichtung erfolgt durch Zahnradbogen bezw. Schneckenradgetriebe. Fig. 4 zeigt einen Mörſer von Armſtrong.

Literatur: [1] Lloyd, E. W. und Hadcock, A. G., Artillery, its progress and present position, Portsmouth 1893. — [2] Galſter, C., Die Schiffs- und Küſtengeſchütze der deutſchen Marine, Berlin 1885. — [3] Dredge, J., Modern French Artillery, London 1892. — [4] Ueber Hartgußpanzer, Mitteilungen aus dem Gebiet des Seeweſens, Wien 1883. — [5] Leitfaden für den Unterricht in der Artillerie, Berlin 1902, Inſpektion des Bildungsweſens der Marine. *T. Schwarz.*

Küſtenbefeſtigung, ſ. Feſtungsbau, Bd. 3, S. 745.

Küſtenbeleuchtung dient zur Kenntlichmachung der Nähe der Küſte zur Nachtzeit, ſ. Leuchtfeuer, Leuchtturm, und insbeſondere die verſchiedenen Feuerarten zum Unterſcheiden der Küſtenſtriche, Blink-, Blitz-, Brücken-, Doppel-, Drehfeuer, Feſtes Feuer, Feuer, Feuer, unterbrochenes, Funkel-, Gruppen-, Hafen-, Leit-, Miſch-, Quermarken-, Richt-, Wechſelfeuer. *von Nieſſen.*

Kuff, völlig gebauter, flachgehender Küſtenſegler mit großem Deckſprung ohne Heck und mit überhängendem Vorſteven. Im Oberſchiff iſt die Bug- und Heckform ſehr völlig und über den Bughölzern ſtark einfallend; es führt Großmaſt und Treibermaſt. *T. Schwarz.*

Kufwölbung, die beim Tonnengewölbe übliche Einwölbung, bei der die Lagerfugen parallel zu den Kämpferlinien laufen und die einzelnen Scharen oder Gewölbeſchichten mit gegeneinander verſetzten Stoßfugen verſehen ſind; ſ. Gewölbe. *L. v. Willmann.*

Kugel, der Ort eines Punktes P im Raum, der von einem gegebenen Punkt O, dem Mittelpunkt, eine konſtante Entfernung hat. $OP = r$ heißt Halbmeſſer.

Die Gleichung einer Kugel mit Mittelpunkt a, b, c und Radius r iſt $(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2=r^2$. Eine Kugel iſt durch vier ihrer Punkte beſtimmt. Die Kugelgleichung hat als quadratiſche Glieder $x^2+y^2+z^2$; alle Kugeln ſchneiden die unendlich ferne Ebene im ſogenannten imaginären Kugelkreis. Die Verbindungsgerade zweier Kugelpunkte heißt Sehne und, wenn ſie durch den Mittelpunkt geht, Durchmeſſer. Jeder Durchmeſſer wird im Mittelpunkt halbiert. Jede Ebene ſchneidet die Kugel in einem Kreis; derſelbe hat, wenn die Ebene durch den Mittelpunkt geht, den Radius r und heißt Großkreis. Die Kugel kann durch Drehung eines Großkreiſes um einen Durchmeſſer erzeugt werden. Jeder Kugelkreis teilt die Kugel in zwei Abſchnitte, Kappen oder Hauben, ein Großkreis teilt ſie in zwei Halbkugeln. Der Teil der Kugel zwiſchen zwei parallelen Ebenen heißt Zone. Ein Kegel, deſſen Spitze der Mittelpunkt und deſſen Leitlinie ein Kugelkreis iſt, ſchneidet aus der Kugel einen Sektor (Kugelausſchnitt) aus. Durch zwei Kugelpunkte, die nicht Endpunkte eines Durchmeſſers ſind, geht nur ein Großkreis; die Bogenlänge desſelben zwiſchen den Punkten heißt ihre ſphäriſche Entfernung. Zu jedem Durchmeſſer gehört ein Großkreis, deſſen Ebene auf jenem ſenkrecht ſteht. Die Endpunkte des Durchmeſſers heißen Pole dieſes Großkreiſes. Zu jedem Kugeldreieck (ſphäriſches Dreieck, Figur von drei Großkreisbögen gebildet) gehört ein Polardreieck, deſſen Ecken die Pole der Seiten des erſteren ſind. Die Tangentialebene in einem Kugelpunkt ſteht ſenkrecht auf dem zugehörigen Halbmeſſer. Die Tangenten von einem Punkt an eine Kugel ſind alle gleich lang. Zwei Kugeln ſchneiden ſich in einem Kreis, deſſen Ebene auf der gemeinſamen Zentrale (Verbindungslinie der Mittelpunkte) ſenkrecht ſteht. Dieſe Ebene heißt Potenzebene und die von ihren Punkten an beide Kugeln gelegten Tangenten ſind gleichlang. Die drei Potenzebenen, die drei Kugeln paarweiſe beſitzen, ſchneiden ſich in einer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Geraden (Potenzlinie), die ſenkrecht zur Ebene der drei Mittelpunkte ſteht. Die vier Potenzlinien, die zu je dreien von vier Kugeln gehören, ſchneiden ſich in einem Punkt, dem Potenzpunkt. Zwei konzentriſche Kugeln berühren ſich im unendlich fernen Kugelkreis. Der Inhalt der Kugel von Radius r iſt $K = {}^4/_3 r^3 \pi$; die Oberfläche $O = 4 r^2 \pi$. Die Kugelhaube von Höhe h und Grundkreisradius ϱ hat den Inhalt $\frac{\pi h^2}{3}(3r - h) = \frac{\pi h}{6}(3\varrho^2 + h^2)$ und die krumme Oberfläche $2 r \pi h = (\varrho^2 + h^2)\pi$. Die Kugelzone von der Höhe h und den Grundkreisradien ϱ und ϱ_1 hat den Inhalt $\frac{\pi h}{6}(3\varrho^2 + 3\varrho_1{}^2 + h^2)$ und die krumme Oberfläche $2 r \pi h$. Der Kugelſektor, deſſen zugehörige Kugelhaube die Höhe h hat, hat den Inhalt ${}^2/_3 r^2 \pi h$. — Kugeldreieck, ſ. Dreiecksberechnung, Bd. 3, S. 99 ff.

Literatur: [1] Reye, Th., Synthetiſche Geometrie der Kugeln und linearen Kugelſyſteme mit einer Einleitung in die analytiſche Geometrie der Kugelſyſteme, Leipzig 1879. — [2] Salmon, G., Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, Bd. 1, Leipzig 1879. — [3] Fiedler, W., Cyklographie, Leipzig 1882. — [4] Briggs, W., und Edmonſon, T. W., The geometrical properties of the sphere, London 1893. Ferner die unter „Geometrie“ [1]—[4] und [6] aufgezählten Werke.

Wölffing.

Kugeldrehen, Kugelherſtellung. Die Herſtellung von Kugeln und kugelförmigen Flächen an Arbeitsſtücken durch Drehen kann dadurch erfolgen, daß entweder das Werkzeug in einem Kreiſe um das Arbeitsſtück herumbewegt wird, der die Drehungskreiſe des Arbeitsſtücks rechtwinklig ſchneidet, oder daß — bei ruhendem Werkzeug — das Arbeitsſtück neben der Drehung um die Hauptachſe noch um eine zu dieſer ſenkrechten Achſe gedreht wird [3].

Zum Abdrehen von Kugeln u. ſ. w. nach kleineren Halbmeſſern dienen die Kugel- und Runddrehapparate, von denen die Fig. 1 und 2 verſchiedene Anordnungen zeigen. Dieſe Apparate können auf dem Support jeder Drehbank benutzt werden; die nach Fig. 1 werden für Kugeldurchmeſſer bis zu etwa 200 mm, die nach Fig. 2 bis zu 800 mm Durchmeſſer hergeſtellt.

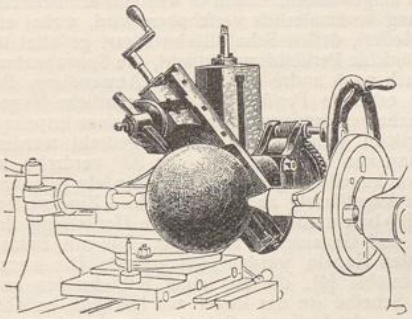


Fig. 1.

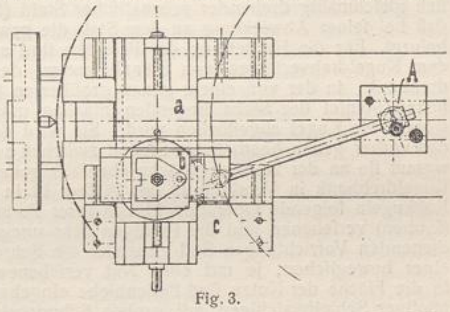


Fig. 3.

Für das Drehen kugelförmiger Flächen nach größeren Halbmeſſern verwendet man Hilfseinrichtungen, wie z. B die in Fig. 3 (H. Heſſenmüller-Ludwigshafen) dargeſtellte, die an jeder gewöhnlichen Drehbank bequem anzubringen ſind. Hierbei iſt durch Herausnahme der Schraubenſpindel die Führung *a* für das Stichelhaus *b* frei beweglich gemacht und mit einer Stange an den feſten Punkt *A* angelenkt. Bei der Längsverſchiebung des Bettſchlittens *c* beſchreibt die Stahlſpitze einen Kreisbogen. Eine ähnliche Einrichtung iſt in [1] beſchrieben. Ueber weitere hierhergehörige Anordnungen ſ. [1], [2], [6].

Die **Fabrikation der Stahlkugeln für Kugellager** iſt eine verſchiedenartige. Sie umfaßt zunächſt die Herſtellung der Rohkugeln aus dem Stahlſtab. Als Material für die Kugeln wird mittelharter bis harter Stahl, neuerdings von einzelnen Fabriken auch Chromſtahl verwendet. Die Benutzung weichen Stahls mit ſpäter nachfolgendem Zementieren der Kugeln hat ſich für die Maſſenfabrikation nicht als vorteilhaft erwieſen. Die Herſtellung der Kugelrohform erfolgt durch Schmieden, Preſſen, Walzen und Drehen Beim Schmieden werden entweder die von der gewalzten Stahlſtange durch Abſcheren gewonnenen Abſchnitte in kugelförmig ausgedrehten Geſenken unter Fallhämmern oder Aufwerfhämmern (ſ. d., Hammer von Bradley) oder neuerdings auch in Preſſen zur Kugelform umgewandelt oder die Kugeln werden an der Stange ſelbſt geſchmiedet, wobei mehrere halbzylindriſch ausgedrehte Rillen hintereinander in den ſchräg verlaufenden Geſenkbahnen angeordnet ſind, ſo daß eine allmähliche Ueberführung des Stabendes in die Kugelform erfolgt. Das Schmieden der Kugeln iſt vorzugsweiſe für größere Kugeln, das Preſſen auch für kleinere Kugeln gebräuchlich. — Zum Walzen der Kugeln finden Walzenpaare Verwendung, die am Umfang mit halbkugelförmigen Vertiefungen verſehen ſind, ſo daß beim Durchgang

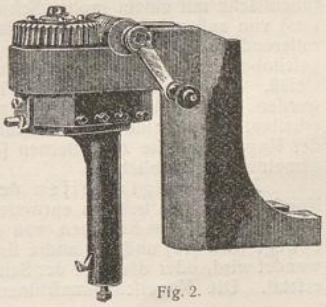


Fig. 2.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

des Walzſtabes dieſer in einen Kugelſtab umgewandelt wird, von dem die einzelnen Kugeln abgeſchnitten werden. Dieſes Verfahren iſt nur für ſehr kleine Kugeln geeignet. (Es iſt auch ein Kugelwalzwerk vorgeſchlagen, das aus drei Walzen beſteht, deren Achſen ein gleichſchenkliges Dreieck bilden und in die je ein ſchraubenförmig verlaufendes Kaliber eingedreht iſt. Der Stab wird in der Richtung der Walzenachſen zwiſchen die Walzen eingeführt [5].) Das Walzen und das Schmieden der Kugeln von der Stange hat den Nachteil, daß eine Veränderung der Struktur infolge der Verdrängung des Materials eintritt, was zur Folge hat, daß die Kugeln im Betrieb ſich ungleichmäßig abnutzen. Ueber ein Verfahren der Herſtellung von Kugeln durch Schmieden mit nachfolgendem Walzen in übereinander und rechtwinklig zueinander liegenden Walzenpaaren mit einer rillenförmigen Ausdrehung vgl. [13]. — Zum Drehen der Kugeln von der Stahlſtange verwendet man automatiſche Drehbänke. Dieſe ſtellen entweder nur einen Kugelſtab (Perlſtab) her, von dem die Kugeln abgeſchnitten werden, wobei aber an jeder Schnittſtelle ein Butzen ſtehen bleibt, oder vollſtändig rundgedrehte Kugeln. Eine der bekannteſten und beſtbewährten automatiſchen Kugeldrehbänke, welche rundgedrehte Kugeln liefert, iſt diejenige von Hoffmann, deren Prinzip aus Fig. 4 hervorgeht [8]. Ein Rundſtab *a* ſteckt in dem Futter *b*, welches am Kopf einer ſich drehenden hohlen Spindel ſitzt. Das Vorſchieben und Zurückweichen des Formſtahls *ccc*, das Oeffnen des Futters und das Verſchieben der Stange geht ſelbſttätig vor ſich. Dem Drehſtahl gegenüber befindet ſich eine Stützrolle *d*. Die Ausbildung der Kugeln erfolgt allmählich. Das rechtſeitige Ende des Werkſtücks wird beim Vorſchieben in das Spannfutter *e* geſchoben, das ſich ebenſo raſch wie die Spindel dreht. Der Drehſtahl wird aus mehreren Teilen (einzelnen Scheibenſtählen) zuſammengeſetzt. — Bei der von A. Hirth-Cannſtatt ausgeführten Kugeldrehbank wird der Stahlſtab zunächſt in einen Perlſtab umgewandelt, indem er während der Drehung um ſeine Achſe gleichzeitig in ſeiner Längsrichtung kontinuierlich verſchoben wird, wobei ein ſich gleichmäßig drehender prismatiſcher Stahl (Meſſer), deſſen Schnittfläche derart geſtaltet iſt, daß bei ſeiner Abwicklung an dem Stab die gewünſchte Perlſtabform entſteht, die Spanabnahme beſorgt. Für die Herſtellung der Perlſtäbe ſind auch noch andre Verfahren in Anwendung. Bei dem Kugeldrehverfahren von Hirth kommt der erzeugte Perlſtab in die eigentliche Kugeldrehbank, in der von einem genau profilierten (ſcheibenförmigen) Stahl die an dem urſprünglichen Mantel des Stabs liegenden Flächen möglichſt genau kugelförmig abgedreht werden, worauf die Kugel abgeſtochen wird. Sie wird dann von einem Greifer, um 90° verdreht, an den vorher genau bearbeiteten Stellen zwiſchen zwei kugelförmig ausgedrehte Spindeln geſpannt, worauf ſie an der Trennungsfläche ebenfalls genau kugelförmig abgedreht wird. — Eine weitere Kugeldrehbank in Vereinigung mit Fräſern iſt in [9] beſchrieben. Die auf die Herſtellung der Rohkugeln folgende Operation iſt von ihrer Form und Genauigkeit abhängig. Die mit Butzen (ſ. oben) verſehenen und die ſonſtigen ſehr unegalen Kugeln werden „geſchrotet". Die hierzu dienenden Vorrichtungen ſind entweder die Schrotmühle [4], die aus einer feſtſtehenden und einer beweglichen, je mit einer Nut verſehenen Scheibe (in der Regel aus Hartguß) beſteht; in die Fläche der Nuten ſind Feilenhiebe eingehauen. An Stelle der Schrotmühlen werden jetzt häufiger Schleifmaſchinen mit groben Schmirgelrädern verwendet. Das Schleifen geſchieht in der Regel trocken.

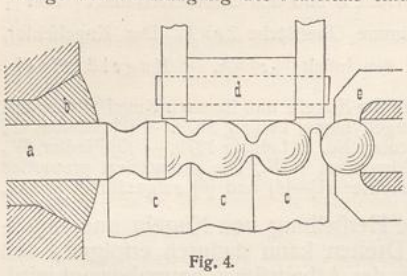


Fig. 4.

Die zum Vorſchleifen dienenden Schleifmaſchinen beſitzen gußeiſerne Scheiben (oder Ringe) mit Rillen, in denen die Kugeln gehalten werden und die ſich langſam drehen, während die raſch rotierende Schmirgelſcheibe, die beim Schleifen mit der Seitenfläche der Scheibe außerachſig zur Rillenſcheibe liegt, die Kugeln bearbeitet. Die Vorſchleifmaſchinen ſind bisweilen aber auch wie die Fertigſchleifmaſchinen beſchaffen (ſ. unten). Das Vorſchleifen wird ſo lange fortgeſetzt, bis die Kugeln nur mehr um einige hundertſtel Millimeter von der gewünſchten Größe abweichen. Bei den mit der Hoffmannſchen und Hirthſchen Kugeldrehbank hergeſtellten Kugeln kann das Vorſchleifen vollſtändig wegfallen, weil dieſe Maſchinen die Rohkugeln mit ſehr großer Genauigkeit liefern.

Die weitere Operation iſt das Härten der Kugeln. Die hierfür notwendige Erhitzung erfolgt am vollkommenſten in einer langſam rotierenden Schamotte-(oder Eiſen-)muffel, deren Innenfläche mit einem groben Schraubengang verſehen iſt und die möglichſt gleichmäßig (durch Gas) von außen beheizt wird. Die Kugeln werden durch ein Schöpfwerk gleichmäßig in die rotierende Muffel am einen Ende eingebracht, durch den Schraubengang langſam vorwärtsgeſchoben und fallen am andern Ende in ein entſprechend tiefes, mit Härteflüſſigkeit angefülltes Gefäß. Beim Ablöſchen größerer Kugeln kann es zur Erzielung genügender Härte notwendig werden, die Härteflüſſigkeit energiſch zu bewegen und auch die Kugeln in Bewegung zu erhalten, um die eine raſche Abkühlung und damit die Härtung vermindernde Dampfſchicht an der Kugeloberfläche zu entfernen [7]. Ein Anlaſſen der Kugeln nach dem Härten iſt im allgemeinen nicht üblich.

Zum Fertigſchleifen der gehärteten Kugeln dienen Schleifmaſchinen verſchiedener Konſtruktion. Sie beſitzen entweder zwei mit Nuten verſehene und die Kugeln zwiſchen ſich faſſende gußeiſerne Scheiben, von denen die eine feſtſteht oder in einem Schlitten hin und her bewegt wird [13] und die andre ſich dreht, wobei als Schleifmaterial Schmirgel und Oel verwendet wird, oder die eine der Scheiben iſt durch eine Schmirgelſcheibe (mit oder ohne Nuten) erſetzt. Die Kugelſchleifmaſchinen unterſcheiden ſich ferner dadurch voneinander, daß ſie

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

entweder nur eine Nute oder mehrere im allgemeinen konzentrifche Nuten aufweifen. Die einnutigen Schleifmafchinen haben den Nachteil, daß ihre Produktion eine geringe ift; bei den mehrnutigen befteht ein Mangel darin, daß die aus den verfchiedenen Nuten ftammenden Kugeln im Durchmeffer verfchieden groß ausfallen, fo daß ein Sortieren der Kugeln notwendig wird. Will man das vermeiden und Kugeln von untereinander gleicher Größe herftellen, fo ift es notwendig, die Kugeln durcheinander zu mifchen, fo daß fie fortwährend ihre Nuten wechfeln [10]. Eine neuere Kugelfchleifmafchine, welche dies in vollkommenem Maße geftattet, ift Albert Hirth in Cannftatt durch das D.R.P. Nr. 174208 gefchützt. Sie befteht aus einer feftftehenden fenkrechten gußeifernen Scheibe mit Ringnuten und einer gleichfalls mit Nuten (von kreisbogenförmigem Querfchnitt) verfehenen Schmirgelfcheibe. Die Ringnuten der feftftehenden Scheibe find an einer Stelle ausgefpart; hinter diefer Ausfparung ift eine Rollebene für die Kugeln vorgefehen, auf welche die Kugeln nach jedem Umgang in einer Rille durch Finger, die in die Nuten eingreifen, gelenkt werden und welche fie nach gründlicher Mifchung wieder zwifchen die Schleiffcheiben führt. Die Anpreffung der Schleiffcheiben gegen die Kugeln erfolgt durch Gewichte oder Federn. Die Hirthfche Mafchine hat ferner den großen Vorteil, daß jederzeit das Meffen der Kugeln ohne Stillfetzen erfolgen kann und daß (gegenüber dem Schleifen mit Schmirgel und Oel) infolge reichlicher Zuführung des Schmiermaterials die Kugeln immer rein find.

Nach dem Fertigfchleifen find die Kugeln von etwa anhaftendem Schmirgel zu reinigen. Dies kann in langfam rotierenden Behältern unter Zugabe von Soda u. f. w. gefchehen, worauf die Kugeln poliert werden. Hierzu werden Trommeln benutzt, in welche die Kugeln unter Zugabe von Poliermitteln (f. d.) und Abfällen von weichem Leder gebracht werden.

Nach dem Polieren müffen die Kugeln (mit Ausnahme der auf der Hirthfchen Schleifmafchine hergeftellten) nach ihrer Größe fortiert werden. Hierzu dienen fchräge Rinnen mit einem fich nach unten erweiternden Spalt, durch den die Kugeln in einen in verfchiedene Abteilungen zerlegten Kaften fallen. Die Rinne wird durch zwei gehärtete Stahlftäbe gebildet, deren Abftand voneinander nach unten hin zunimmt. Man gibt auch den Stäben runden Querfchnitt, damit, wenn eine Laufkante abgenutzt ift, durch Drehen des Stabs eine neue Kante wirkfam wird. Die Kugeln werden durch eine Scheibe zugeführt. Damit fie fich nicht feftklemmen, werden fie durch ein Meffer weitergefchoben, das in der Mitte der Rinne angeordnet ift und durch eine fich drehende Kurventrommel beftändig gehoben und gefenkt wird [11], [12].

Die Prüfung der Kugeln auf Riffe, Roftflecken u. dergl. erfolgt am einfachften hinter einer fchrägftehenden Mattfcheibe, wobei auch die kleinften Fehler entdeckt werden können. Zum Prüfen auf Härte kann die Brinellfche Kugeldruckprobe benutzt werden [3], 1901, S. 73 und 332.

Literatur: [1] Zeitfchr. f. Werkzeugmafchinen u. Werkzeuge 1902, S. 6. — [2] Werner, S. G., Kurvenführungen im Werkzeugmafchinenbau (Doktordiffertation), Berlin 1905. — [3] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1893, S. 562. — [4] Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, 1898, S. 460. — [5] Haedicke, H., Die Verarbeitung des Eifens, Leipzig 1900. — [6] American Machinist, New York 1898, S. 726. — [7] Thallner, O., Werkzeugftahl, 2. Aufl., Freiberg i. S. 1904. — [8] American Machinist, New York 1895, S. 83. — [9] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1893, S. 563. — [10] American Machinist, New York 1903, S. 1037. — [11] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1898, S. 45. — [12] Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, 1898, S. 462. — [13] Zeitfchr. f. Werkzeugmafchinen u. Werkzeuge 1907, S. 365 und 366.

A. Widmaier.

Kugelfallhähne, Hähne oder Ventile, deren felbfttätiger Abfchluß durch ein Gewicht (Kugel) erfolgt, welches am Ende eines an der Ventilfpindel (bei Konushähnen am Konus) befeftigten Hebels angebracht ift.

Diefe einfachen Selbftfchlußhähne finden Anwendung als Zapfhähne und zur Klofettfpülung; fie werden in diefem Falle meiftens mit angegoffenen Lappen vertikal ftehend an der Wand befeftigt und oben mit der Waffer leitung, unten mit dem Klofett verbunden; einen folchen Hahn, wie er bei Braufen zur Anwendung kommt, zeigt Fig. 6, Bd. 2, S. 253. *Blecken.*

Kugelfunktionen heißen die Koeffizienten in der Entwicklung von $\frac{1}{\sqrt{1-2\alpha x+\alpha^2}}$ nach fteigenden Potenzen von α.

Die n-Kugelfunktion ift:

$$P^{(n)}(x)=\frac{1\cdot3\cdot5\ldots2n-1}{1\cdot2\cdot3\ldots n}\left(x^n-\frac{n(n-1)}{2(2n-1)}x^{n-2}+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2\cdot4\cdot(2n-1)(2n-3)}x^{n-4}-+\ldots\right),$$

alfo z. B. $P^{(0)}(x)=1$; $P^{(1)}(x)=x$; $P^{(2)}(x)=3/2\,(x^2-1/3)$ u. f. w. Die Kugelfunktionen können auch durch beftimmte Integrale dargeftellt werden: $P^{(n)}(x)=\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}(x-\sqrt{x^2-1}\cdot\cos\varphi)^n\cdot d\varphi$. Sie genügen der Differentialgleichung: $(1-x^2)\frac{\partial^2P^{(n)}(x)}{\partial x^2}-2x\frac{\partial P^{(n)}(x)}{\partial x}+n(n+1)\,P^{(n)}(x)=0$. Die Kugelfunktionen können wie die goniometrifchen Funktionen zur Entwicklung der Funktionen in Reihen verwendet werden, die den Fourierfchen analog find. Der genannten Differentialgleichung genügen auch die Kugelfunktionen zweiter Art: $Q^{(n)}(x)=\frac{1}{2n+1}\frac{1\cdot2\cdot3\ldots n}{1\cdot3\cdot5\ldots2n-1}$

$$\left(x^{-n-1}+\frac{(n+1)(n+2)}{2(2n+3)}x^{-n-3}+\frac{n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{2\cdot4\cdot(2n+3)(2n+5)}x^{-n-5}+\ldots\right).$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kugelfunktionen von zwei Veränderlichen ϑ und ψ heißen die Koeffizienten der Potenzen von $\frac{r_1}{r}$ in der Entwicklung von $\frac{r_1}{\sqrt{r^2 - 2rr(\cos\vartheta\cos\vartheta_1 + \sin\vartheta\sin\vartheta_1\cos(\psi-\psi_1) + r_1^2}}$, wenn ϑ_1 und ψ_1 konstant sind. Sie genügen der Differentialgleichung:

$$\frac{1}{\sin\vartheta}\frac{\partial\left(\sin\vartheta\frac{\partial P}{\partial\vartheta}\right)}{\partial\vartheta} + \frac{1}{\sin^2\vartheta}\frac{\partial^2 P}{\partial\psi^2} + n(n+1)P = 0.$$

Es ist $\int P^{(m)}(x)\,Q^{(n)}(x)\,dx = 0$; $\int Q^{(m)}(x)\,Q^{(n)}(x)\,dx = 0$; $\int P^{(m)}(x)\,Q^{(n)}(x)\,dx = 0$ für $m = n$; $\int P^{(m)}(x)\,Q^{(m)}(x)\,dx = \frac{2\pi i}{2m+1}$, wo die Integration im komplexen Gebiet auf einem Weg auszuführen ist, der die Punkte ± 1 und ihre Verbindungslinie umschließt.

Die Kugelfunktionen finden eine ausgedehnte Verwendung in der mathematischen Physik, namentlich bei der Wärmebewegung in einer Kugel.

Literatur: [1] Heine, Handbuch der Kugelfunktionen und der verwandten Funktionen, 2. Aufl., Berlin 1878/81. — [2] Meyer, G. F., Vorlesungen über die Theorie der bestimmten Integrale, Leipzig 1871. — [3] Neumann, Fr., Beiträge zur Theorie der Kugelfunktionen, Leipzig 1878. — [4] Neumann, C., Vorlesungen über mathematische Physik, Heft 6, Leipzig 1887. — [5] Frischauf, Vorlesungen über Kreis- und Kugelfunktionenreihen, Leipzig 1897. *Wölffing.*

Kugelgelenk, s. Gelenk, Bd. 4, S. 356.

Kugellack, s. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636.

Kugellicht, s. Gasglühlicht.

Kugelmühle, s. Mühlen, Beton, Bd. 1, S. 731.

Kugelporphyr, s. Quarzporphyr.

Kugelprüfung. Die Prüfung der Gußstahlkugeln für Kugellager erstreckt sich auf die Bestimmung der Fehlerfreiheit der Oberfläche, der Abmessungen und der Festigkeit.

Die Untersuchung der Oberfläche erfolgt am besten mittels binokularen stereoskopischen Mikroskopes. Besonders wenn man die Kugel zuvor etwas anhaucht [1], lassen sich trotz der wirr verlaufenden Schleif- und Polierrisse etwa vorhandene Poren, Härterisse und Vertiefungen leicht erkennen.

Die Bestimmung der Abmessungen ist von besonderer Wichtigkeit, da die Güte der Kugellager wesentlich abhängt sowohl von der Uebereinstimmung der Durchmesser verschiedener Kugeln derselben Sorte als auch von den Unterschieden der Durchmesser derselben Kugel, der Unrundung. Nach Versuchen von Rasch, der die Kugeldurchmesser auf $^1/_{1000}$ mm mit dem Abbeschen Dickenmesser von Zeiß bestimmte [1], ist die Genauigkeit von $^1/_{500}$ mm leicht erreichbar.

Die Ermittlung der Festigkeitseigenschaften erfolgt entsprechend der Beanspruchung der Kugeln im Lager durch Druckversuche. Die einzelnen Kugeln hierbei zwischen gehärteten, ebenen Druckplatten zu belasten, ist unzulässig, da die Kugel sich eindrückt und, wenn sie überhaupt zum Bruch gebracht werden kann, nun ein zu hoher Wert für ihre Festigkeit gefunden wird. Die Druckversuche werden daher wohl allgemein nach dem Verfahren von Hertz [2]—[4] durch Gegeneinanderpressen von Kugeln derselben Sorte gleichen Durchmessers ausgeführt.

Unter der Voraussetzung, daß: 1. die Körper sich nur in kleinen Teilen ihrer Oberfläche berühren; 2. nur Kräfte senkrecht zur Oberfläche zwischen den sich berührenden Teilen wirken; 3. die Materialien der Kugeln Proportionalitätsgrenzen besitzen und diese beim Belasten nicht überschritten werden, und 4. die Kugeln homogen sind, gelten nach Hertz folgende Gleichungen:

$$1.\quad \frac{\delta}{2} = 2\sqrt[3]{\left[\frac{3}{16}P(\vartheta_1+\vartheta_2)\right]^2\frac{\varrho_1+\varrho_2}{\varrho_1\varrho_2}},\qquad 2.\quad r = \sqrt[3]{\frac{3}{16}P(\vartheta_1+\vartheta_2)\frac{\varrho_1\varrho_2}{\varrho_1+\varrho_2}}.$$

In ihnen bedeuten: $\frac{\delta}{2}$ die Annäherung von zwei benachbarten Kugeln von dem Halbmesser ϱ_1 und ϱ_2 oder die gesamte Verdrückung beider Kugeln an ihrer Berührungsstelle unter der Belastung P, r den Halbmesser der Druckfläche, ϑ_1 und ϑ_2 Elastizitätskoeffizienten des Materials der Kugeln. Hierbei besteht zwischen ϑ einerseits und der Dehnungszahl $\alpha = 1/E$ sowie dem Verhältnis μ zwischen Querzusammenziehung und Längsdehnung anderseits die Beziehung: $\vartheta = 4\alpha(1-\mu^2)$. Setzt man $\mu = \frac{3}{10}$ und mit Rücksicht darauf, daß gleiche Kugeln gegeneinander gedrückt werden, $\vartheta_1 = \vartheta_2$, ferner $\varrho_1 = \varrho_2$, so gehen die Gleichungen 1 und 2 über in die Form:

$$1\,a.\quad \frac{\delta}{2} = 1{,}55\sqrt[3]{\frac{P^2\alpha^2}{\varrho}},\qquad 2\,a.\quad r = 0{,}88\sqrt[3]{P\alpha\varrho}.$$

Vielfach werden zwei Kugeln verwendet (Fig. 1), doch ist auch hierbei nicht ausgeschlossen, daß die Bruchfestigkeit noch zu hoch gefunden wird, indem die einseitig in die Druckstempel eingedrückten Kugeln durch das umgebende Material gestützt werden. Am sachgemäßesten ist es daher, die zu prüfende Kugel zwischen zwei andern zu beanspruchen (Fig. 2). Ganz besonders ist beim Versuch zu beachten, daß die Kraftrichtung durch die Mitten der Kugeln gehen muß, um deren Abrollen gegeneinander zu vermeiden. Um dieser Bedingung zu genügen, hat Rudeloff, der zuerst mit drei Kugeln arbeitete, folgende Einrichtungen angegeben, die in der Ausführungsform von Amsler auch Stribeck [5]—[7] und Schwinning [8] zu ihren Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſuchen benutzt haben. In einem kräftigen Bügel (Fig. 2) ſind zwei Druckſtempel konzentriſch zueinander gehalten. Ihre Druckflächen beſitzen Körnerlöcher, in die die beiden äußeren der drei Kugeln ſich einlegen. Dieſe Löcher werden, ſofern die Druckſtempel ſo geführt ſind, daß ſie ſich nicht gegeneinander verdrehen können, am beſten angebracht, indem man eine Kugel von der Größe der zu prüfenden gleichzeitig in beide Druckflächen eindrückt. Zum Ausrichten der dritten mittleren Kugel dient ein winkelförmiges Lineal und ein Gegenſtück mit ebener Fläche; die Länge beider iſt etwas geringer als der dreifache Kugeldurchmeſſer. Handelt es ſich darum, beim Verſuch mehrfach bis auf Null zu entlaſten, ſo umgießt man die in das Winkellineal hineingelegten und von Hand leicht zuſammengedrückten Kugeln vor dem Einbringen zwiſchen die Stempel mit Gips. Die Gefahr, daß die Kugeln beim Entlaſten herausfallen, iſt dann ausgeſchloſſen, ſelbſt wenn der Gips zum Anfetzen von Meßapparaten ſtellenweiſe entfernt wird, ſo daß Teile der Kugeloberflächen frei liegen.

Fig. 1.

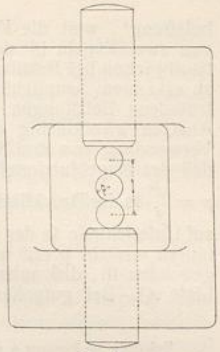


Fig. 2.

Die erſte Veröffentlichung über Unterſuchungen von Stahlkugeln ſtammt von Rafch [1]. Er arbeitete mit je zwei Kugeln und ermittelte die Durchmeſſer der Druckflächen für verſchiedene Belaſtungen mit Hilfe eines Zeißſchen Komparators bis auf etwa 0,001 mm. Aus den Ergebniſſen ſeiner Verſuche mit Kugeln verſchiedenen Durchmeſſers und verſchiedener Härte weiſt er nach, daß die obengenannte Vorausſetzung 2, unter der die Formeln von Hertz Gültigkeit haben, nur für ganz geringe Belaſtungen P zutrifft. Die Größe der Druckfläche nimmt daher in Wirklichkeit mit wachſendem P weſentlich ſchneller zu, als die Rechnung nach der Hertzſchen Formel es ergibt. — An Stelle der letzteren ſtellt Rafch die Formel auf $r = \gamma P^n \sqrt[3]{\frac{\varrho_1 + \varrho_2}{2}}$. In ihr ſind γ und n Materialkonſtanten, zwiſchen denen bei harten Gußſtahlkugeln die Beziehung beſteht: $n = \frac{0{,}06626}{\sqrt{\gamma}}$. Ferner ergab ſich, daß γ vom Kugelhalbmeſſer nahezu unabhängig iſt und daß man bei harten Gußſtahlkugeln für praktiſche Zwecke mit hinreichender Genauigkeit ſetzen kann: $\gamma = 0{,}03122$ und $n = {}^3/_8$. Der Halbmeſſer der Druckfläche ergibt ſich dann zu: $r = 0{,}03122\, P^{\frac{3}{8}} \sqrt[8]{\varrho}$.

Die Zerſtörung der Kugeln, durch Eintreten von Riſſen, fand nahezu bei ein und derſelben Spannung $\left(\sigma_{max} = \frac{P}{r^2 \pi}\right)$ ſtatt, gleichgültig welchen Durchmeſſer die Kugeln hatten. Die geringe Abnahme von σ mit wachſendem ϱ ſchreibt Rafch dem Umſtande zu, daß kleinere Kugeln der ſchnelleren Abkühlung wegen eine gründlichere Härtung erfahren als Kugeln mit größerem Durchmeſſer. Als mittlere Feſtigkeit guter Stahlkugeln fand Rafch: $\sigma_{max} = 815$ kg/qmm. Stribeck maß bei ſeinen Druckverſuchen mit je drei Kugeln von gleichem Durchmeſſer die Längenänderungen auf 4ϱ (Meßlänge l, ſ. Fig. 2, gleich Durchmeſſer der mittleren Kugel je einem Halbmeſſer der beiden Endkugeln) mit Martensſchen Spiegelapparaten. Unter ſtufenweiſer Laſtſteigerung wurde bei jeder Laſtſtufe ſo oft be- und entlaſtet, bis für die Längenänderungen $\left(= 2\frac{\delta}{2}\right)$ gleichbleibende Werte erhalten wurden. Unter der Einführung des Wertes für die Dehnungszahl des Materials $\frac{1}{21200}$ in die Rechnung wurden die Werte für $\frac{\delta}{2}$ nach der obigen Formel von Hertz berechnet und mit den Beobachtungen verglichen. Hierbei ergaben ſich nach Ueberſchreitung der Elaſtizitätsgrenze die geſamten Zuſammendrückungen größer, die elaſtiſchen kleiner als die berechneten. Die Unterſchiede waren aber ſelbſt nach beträchtlicher Ueberſchreitung der Proportionalitätsgrenze nicht groß. Die Belaſtungen bei Eintritt der Elaſtizitätsgrenze waren den Quadraten der Durchmeſſer proportional, die Druckſpannungen für alle Kugeldurchmeſſer alſo gleich groß.

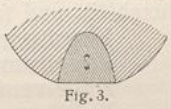


Fig. 3.

Schwinning fordert, daß die vollſtändige Kugelprüfung ſich erſtrecken ſoll auf 1. die Beurteilung des Bruchausſehens, 2. die Beſtimmung der „Sprungbelaſtung“, d. h. der Belaſtung beim Eintritt des erſten Sprunges, 3. der Beſtimmung der Zähigkeit, und 4. auf die Feſtſtellung der mittleren Druckſpannung in der Druckfläche bei verſchiedenen Belaſtungen. Nach dem Bruchausſehen ſoll die Güte und Gleichmäßigkeit der Härtung beurteilt werden. In der Regel brechen die Kugeln genau diametral durch, dabei ſcheren unter den beiden Druckflächen häufig Druckkegel S (ſ. Druckverſuch) aus (Fig. 3). Nach Schwinning entſtehen dieſe Kegel nur dann, wenn die Belaſtung ſtetig, d. h. ohne Unterbrechung durch Entlaſten, bis zum Bruch der Kugel geſteigert wird. Zugleich iſt dann auch die Bruchlaſt größer, als wenn öfteres Entlaſten ſtattfindet. Erklärt wurden dieſe Erſcheinungen damit, daß der diametrale Sprung bei ununterbrochener Laſtſteigerung bereits eintritt, bevor die Höchſtlaſt erreicht iſt, daß aber die Reibung an den Druckflächen das Zerfallen der geſprungenen Kugel hindert, bis bei weiterer Laſtſteigerung die Scherkegel entſtehen und nun ſprengend wirken. Beim Verſuch mit häufigem Entlaſten dagegen krümmen ſich die Druckflächen wieder etwas, ſo daß die ſtarke Reibung aufgehoben wird und der Zerfall nun ungehindert und zwar beim Entlaſten erfolgen kann. Die Bruchlaſt P wird daher bei öfterem Entlaſten um etwa ein Viertel geringer gefunden als bei ununterbrochener Laſtſteigerung. Weit wichtiger als P hält Schwinning die „Sprung-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

belaſtung", weil die Kugeln im Betrieb durch Ausbrechen zerſtört werden. Bei Verwendung von zwei Kugeln iſt der erſte Sprung ſtets ein die Druckfläche umgebender Kreisriß. Er tritt häufig ſchon bei Belaſtungen ein, die gleich einem Zehntel der Bruchlaſt ſind. Um den Riß beſſer zu erkennen, empfiehlt ſich Anätzen mit verdünnter Salzſäure. Dieſelbe Kugel kann für verſchiedene Belaſtungen verwendet werden; die einzelnen Druckſtellen werden dann vor dem Anätzen zweckmäßig durch Lackringe gekennzeichnet. Bei Beſtimmung der Bruchlaſt unter Verwendung von drei Kugeln ergab ſich in Uebereinſtimmug mit der Beobachtung von Rafch [1], daß der Kugeldurchmeſſer, die Krümmung, ohne weſentlichen Einfluß auf die Bruchſpannung $p = \frac{P}{f}$ in der Druckfläche f iſt. Die beobachteten Feſtigkeitsunterſchiede führt auch Schwinning auf Unterſchiede in der Härtung zurück. Bei Kugeln mit dünner harter Oberfläche und weichem Innern erreicht p mit wachſender Belaſtung einen Höchſtwert, ſobald die Druckfläche ſo groß geworden iſt, daß auch der weiche Kern Einfluß gewinnt, dann nimmt p wieder ab (ſ. Fig. 4, Linie *A*). Bei gutgehärteten Kugeln dagegen (Linie *B*, Fig. 4) wird p_{max} erſt annähernd mit dem Bruch erreicht. Daher ſoll p für mehrere Laſtſtufen ermittelt werden, um den Höchſtwert zu finden. Unter Zähigkeit Z verſteht Schwinning die Arbeitsaufnahme, bezogen auf die Volumeneinheit bis zum Eintritt des erſten Sprunges in der mittleren der drei Kugeln, wobei für Z die Gleichung gilt:

$$Z = \frac{1}{\frac{\pi}{6} D^3} \int_0^{\delta sp} P \, d \frac{\delta}{2}.$$

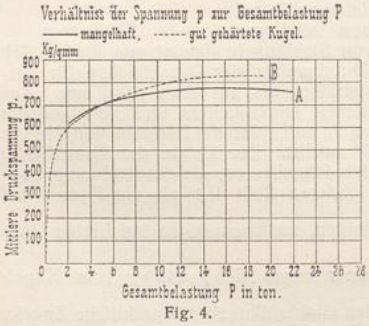


Fig. 4.

Die Größe der zuläſſigen Belaſtung P der Kugeln im Lager iſt nur durch Verſuche mit Lager zu ermitteln. Sie ergab ſich zu $P = k D^2$, alſo proportional dem Quadrat des Kugeldurchmeſſers. Hierbei hängt der Koeffizient k von der Form der Laufrinne ab. Betrug deren Krümmungshalbmeſſer $^2/_3 D$, ſo ergab ſich $k = 100$, alſo $P = 100 D^2$; für ebene, kegelförmige oder zylinderförmige Laufringe war dagegen $k = 30-50$.

Literatur: [1] Rafch, Prüfung von Gußſtahlkugeln, Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1899, Heft 19 u. 20. — [2] Hertz, Ueber die Berührung feſter elaſtiſcher Körper, Journal für die reine und angewandte Mathematik 1881, Bd. 92, S. 156—171. — [3] Derſ., Ueber die Berührung feſter elaſtiſcher Körper und über die Härte, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, 1882, S. 449. — [4] Derſ., Geſammelte Werke, Bd. 1, S. 155. — [5] Stribeck, Kugellager für beliebige Belaſtungen, Mitteil. a. d. Zentralſtelle für wiſſenſchaftlich-techniſche Unterſuchungen 1900, Heft 1. — [6] Derſ., Kugellager für beliebige Belaſtungen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 73. — [7] Derſ., Ann. für Gewerbe und Bauweſen 1901, Bd. 49, S. 2. — [8] Schwinning, Verſuche über die zuläſſige Belaſtung von Kugeln und Kugellagern, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 332. *Rudeloff.*

Kugelpunkte, ſ. Trägheitsmoment.

Kugelſenker, Senkeiſen (ſ. Fräſer) mit kugelförmigem Ende.

Kugelſtoffmühle, eine in der Papierfabrikation (ſ. d.) zum letzten Zerfaſern des Zeugs verwendete Maſchine, aus einem gedrückt kugelförmigen Gehäuſe beſtehend, in welchem das zwiſchen zwei Platten zerfaſerte Material infolge der Zentrifugalkraft an den Innenwänden in die Höhe ſteigt, in der Mitte herabfällt und ſo zur Zirkulation gezwungen wird. *Kraft.*

Kugeltonne, ſ. Bojen.

Kugeltransformator (Igeltransformator), ſ. Umformer.

Kugelventile, ſ. Pumpenventile.

Kuhfänger, ſ. Bahnräumer.

Kuhkoten, in der Färberei, beſonders Türkiſchrotfärberei, die Verwendung von Kuhkot zu Bädern.

Die Stücke werden zu dieſem Zweck zunächſt durch die Paſſagekufe gezogen, welche auf ca. 5000 l Waſſer 350 kg Kuhmiſt, 17 l Waſſerglas und 50 kg Kreide enthält. Man ſetzt die Stücke der Einwirkung dieſes auf 80° C. gebrachten Bades ca. 1 Minute aus. Das Nachbeſſern erfolgt mit 5 l eines Bades aus 100 l Waſſer, 60 kg Kuhkot, 25 kg Kreide und 10 l Waſſerglas für je ein Stück. Nach dieſer Operation kommt die Ware auf die ſogenannte Rundkufe, in welcher ſie einem Bade von ca. 700 l Waſſer, 70 kg Kuhmiſt für je 10 Stück bei einer Temperatur von 80° C. $^1/_2$ Stunde umläuft, um hierauf auf dem Clapot (ſ. Tuchfabrikation) gewaſchen zu werden. Sodann bringt man die Waren nochmals auf die mit 35 kg Kuhmiſt nachgebeſſerte Rundkufe, läßt wiederum $^1/_2$ Stunde umlaufen und wäſcht endlich auf dem Clapot $^1/_2$ Stunde. — An Stelle der angegebenen Miſchungen werden auch andre benutzt. Die Wirkung des Kuhmiſtes beruht auf ſeinem Gehalt an Phosphaten, welche auf Tonerde und Eiſen einen fällenden Einfluß ausüben. Man kann ihn deshalb durch arſenſaures Natron erſetzen. *R. Möhlau.*

Kuhle, ſ. Kaule.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kuhlmannpapier, ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 404.

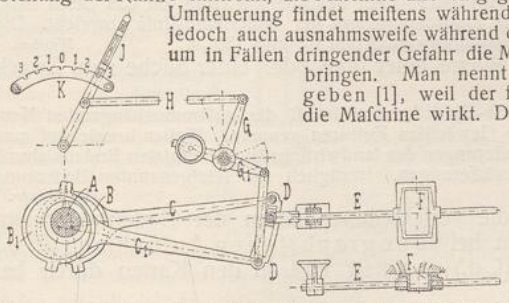
Kuhlmanns Grün (giftfreies Grün), grüne Körperfarbe, ähnlich in der Nuance dem Schweinfurtergrün, aber haltbarer und billiger als dieſes, iſt ein baſiſches Chlorid des Kupfers, das man durch Erhitzen von zwei Aequivalenten Kalk mit einer Löſung von drei Aequivalenten Kupferchlorid herſtellt, wobei die Anweſenheit eines Ueberſchuſſes an letzterem von Wichtigkeit iſt. *Andés.*

Kulieren, die von dem franzöſiſchen Worte „cueillir" abgeleitete Bezeichnung der Schleifenbildung in der Wirkerei. — Kulierſtuhl, ſ. Wirkerei.

Kuliſſenrad, ſ. Waſſermotoren.

Kuliſſenſteuerungen, eine beſondere Klaſſe von Steuerungen (ſ. d.) an Dampfmaſchinen, welche es ermöglichen, den Gang der Maſchine beim Stillſtand oder auch während des Betriebes aus Vorwärtsgang in Rückwärtsgang und umgekehrt umzuſteuern. Sie finden Anwendung bei allen Lokomotiven, Schiffsmaſchinen, bei Fördermaſchinen, Aufzügen, Dampfkranen (ſ. Krane), ferner bei manchen andern Arbeitsmaſchinen, welche eine Bewegungsumkehr erfordern, ſo bei Reverſierwalzenzugmaſchinen, Baggermaſchinen, Exkavatoren u. ſ. w. Die wichtigſten und verbreitetſten Kuliſſenſteuerungen ſind die folgenden:

Stephenſonſche Kuliſſenſteuerung. Auf der dem Dampfzylinder am nächſten liegenden, in der Figur im Querſchnitt dargeſtellten und mit *A* bezeichneten Lokomotivachſe ſind zwei gleichgroße Exzenter *B* und B_1 (ſ. Bd. 3, S. 524) unter einem beſtimmten Winkel gegeneinander und gegen die Maſchinenkurbel aufgekeilt. Mittels zweier Exzenterſtangen *C* und C_1 ſind dieſelben mit dem oberen bezw. unteren Ende der bogenförmig gekrümmten Kuliſſe *DD* verbunden, welche am unteren Ende mittels zweier Hängeſtangen an dem dreiarmigen Umſteuerhebel *G* G_1 aufgehangen iſt. Im Innern der Kuliſſe iſt ein bogenförmiger Schlitz, in welchem ſich ein kleiner Stahlklotz, der Kuliſſenſtein, verſchiebt und an dem die zur Bewegung des Muſchelſchiebers *F* (ſ. Steuerungen) dienende Schieberſchubſtange *E* angreift. Durch den Handhebel oder Steuerhebel *J*, welcher an dem mit Verzahnung verſehenen Gradbogen *K* ſich hin und her bewegt, kann die Kuliſſe gehoben und geſenkt werden. In der geſenkten Stellung (vgl. die Figur) wirkt das ſogenannte Vorwärtsexzenter auf die Kuliſſe und den Schieber und bewirkt die richtige Dampfverteilung, wie wenn überhaupt nur ein einziges Exzenter vorhanden wäre. Soll nun der Drehſinn der Maſchine umgekehrt werden, ſo wird die Kuliſſe in die höchſte Stellung gehoben, wodurch eine Verſchiebung des Muſchelſchiebers derart herbeigeführt wird, daß der Dampf auf der entgegengeſetzten Seite des Dampfzylinders wie bei der vorigen Stellung der Kuliſſe einſtrömt, die Maſchine alſo entgegengeſetzte Drehrichtung bekommt. Dieſe Umſteuerung findet meiſtens während des Stillſtandes der Maſchine ſtatt, kann jedoch auch ausnahmsweiſe während des Ganges erfolgen, ſo bei Lokomotiven, um in Fällen dringender Gefahr die Maſchine möglichſt raſch zum Stillſtand zu bringen. Man nennt das Umſteuern dann Gegendampf geben [1], weil der friſch einſtrömende Dampf bremſend auf die Maſchine wirkt. Die am Gradbogen des Steuerhebels vorhandenen Verzahnungen 0, 1, 2, 3 geſtatten, die Kuliſſe in verſchiedenen Zwiſchenlagen zwiſchen der höchſten und tiefſten Stellung feſtzuhalten, zu welchem Zwecke man eine am Steuerhebel befindliche verſchiebbare Klinke in die gewünſchte Zahnlücke einſpringen läßt. Bei der Mittelſtellung der Kuliſſe ſteht die Maſchine überhaupt ſtill, weil ſodann auf keiner der beiden Zylinderſeiten infolge der Ueberdeckungen des Schiebers Dampfeinſtrömung ſtattfindet. Je weiter nun die Kuliſſe aus der Mittellage gehoben oder geſenkt wird, deſto größer iſt die Füllung der Maſchine oder umgekehrt deſto geringer die Expanſion (ſ. d. unter Dampfmaſchinen, Bd. 2, S. 598 ff.). Beim Anfahren eines Eiſenbahnzuges, wo die meiſte Arbeit zu leiſten iſt, oder bei Steigungen wird daher die Kuliſſe am weiteſten ausgelegt, während ſonſt mit geringerer Füllung, alſo auch geringerem Dampfverbrauch, weil erhöhter Expanſion, gefahren werden kann. Zu den Kuliſſenſteuerungen, welche ebenfalls mit zwei Exzentern arbeiten, gehören diejenigen von Gooch, Allan-Trick u. a. [2], während die Steuerungen von Pius Fink [3], Heuſinger v. Waldegg [2], Joy [4], Klug [5], Belpaire und Walchaërt nur ein Exzenter beſitzen. Bei der Goochſchen Kuliſſe, welche feſt aufgehangen und nach entgegengeſetzter Richtung wie die Stephenſonſche Kuliſſe gekrümmt iſt, wird die Schieberſchubſtange gehoben und geſenkt. Bei der Allan-Trickſchen Steuerung iſt ein doppelarmiger Hebel vorhanden, an deſſen kürzerem Arm die (gerade) Kuliſſe, am längeren Arm die Schieberſchubſtange aufgehangen iſt, ſo daß bei einer Verſtellung des Hebels gleichzeitig die Kuliſſe geſenkt und die Schieberſchubſtange gehoben wird und umgekehrt, beide ſich alſo gegeneinander bewegen, mithin für gleiche Relativbewegung beider gegeneinander ein geringerer Winkelausſchlag erforderlich iſt. Ueber die Theorie findet ſich Ausführliches in [1] und [2].



Literatur: [1] „Ueber die Gegendampfwirkung bei Maſchinen mit Umſteuerung" in Zeuner, Schieberſteuerungen, 4. Aufl., Leipzig 1874, Anhang, S. 163. — [2] Leiſt, Die Steuerungen der

Dampfmaſchinen, 4. Aufl., Berlin 1900. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 769. — [4] Ebend. 1886, S. 1052; 1887, S. 254, 588; 1888, S. 989. — [5] Ebend. 1885, S. 949. — Ferner: Anchincloß-Müller, Die praktiſche Anwendung der Schieb- und Kuliſſenſteuerungen, Berlin 1886. — Inhalt der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1883—1903, Art. Steuerungen. *v. Ihering.*

Kultivator, Sammelbegriff für mehrſcharige Bodenbearbeitungsgeräte, mit denen der Boden auf geringere oder größere Tiefe durchwühlt und gelockert wird.

Die Kultivatoren werden auch mit Grubber bezeichnet, wenn ſie vorwiegend für tiefere Arbeit Verwendung finden, als Exſtirpatoren, wenn ſie vorwiegend zum Vertilgen von Unkräutern bei ſeichtem Gang dienen, und als Skarifikatoren, wenn ſie den Boden nur in ſenkrechter Richtung glatt durchſchneiden. Fig. 1 zeigt einen Grubber von Rud. Sack, Leipzig-Plagwitz, deſſen Schare an einem Pfluggeſtell (ſ. Pflug) befeſtigt ſind. Die Grubberfüße können leicht gegen andre Arbeitskörper ausgewechſelt werden. Eine beſondere Art der

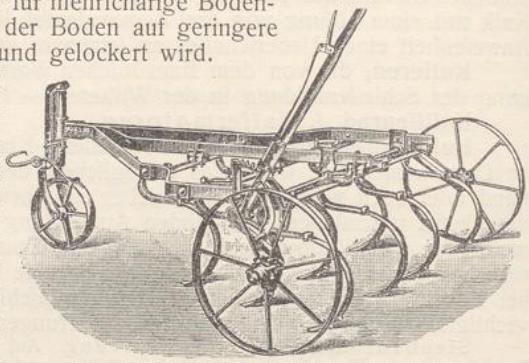


Fig. 2. Federzahnkultivator von A. Ventzki, Graudenz.

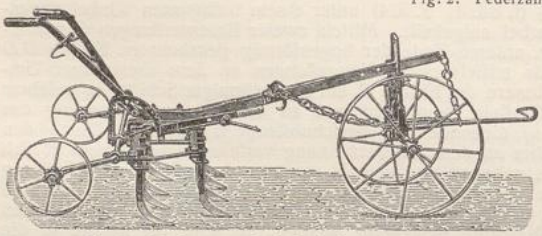


Fig. 1. Grubber von Rud. Sack, Leipzig-Plagwitz.

Kultivatoren ſind die in neuerer Zeit ſehr in Aufnahme gekommenen ſogenannten Federzahnkultivatoren, deren gute Wirkung darauf beruht, daß die federnden Schare beim Durchſchneiden des Bodens eine vibrierende Bewegung ausführen und dadurch eine weitgehende Lockerung des Bodens hervorrufen, die auf die Erſchließung der Nährſtoffe des Ackers (ſ. Bodenchemie) günſtig einwirkt. Fig. 2 zeigt einen Federzahnkultivator von A. Ventzki, Graudenz, mit Aushebevorrichtung und verſtellbarem Zughaken. Die richtige Einſtellung des letzteren iſt für eine gute Arbeit beſonders wichtig, da das Gerät deſto ruhiger und leichter geht, je weniger die Zugrichtung von der Widerſtandslinie abweicht. Die Preiſe ſchwanken je nach Größe und Ausführung zwiſchen 32 und 150 ℳ. *Wrobel.*

Kultur, im allgemeinen die Pflege einer Idee oder einer Sache zum Zweck der Vervollkommnung derſelben.

Im einzelnen werden in der Forſt- und Landwirtſchaft die zuſammenhängenden Neuanpflanzungen von Bäumen und andern Gewächſen Kulturen genannt. Weiter bezeichnet man mit dem Worte Kulturanlagen die Verbeſſerungen des landwirtſchaftlich benutzten Bodens durch Rodungen, Planierungen, Ent- und Bewäſſerungen. Bezüglich der letztgenannten Bedeutung des Wortes ſ. Landeskultur. *Lubberger.*

Kulturarten des Bodens, die verſchiedenen Arten der Bodenbedeckung und Bodenbenutzung. Sie werden bei topographiſchen Aufnahmen (ſ. d.) und Kataſtervermeſſungen (ſ. d.) ermittelt und in den Karten durch beſondere Zeichen dargeſtellt.

Die hauptſächlich in Betracht kommenden Kulturarten ſind: Ackerland, Haus-, Feld-, Weingärten, Rebland, Park, Wieſen, Viehweiden, Hutung, Nadel-, Laub-, Schälwald, Gebüſch, Geſtrüpp, Heide, Bruch, Sumpf, Moor, Teich, See, Meer, Fluß, Bach, Felſen, Sand, Düne, Lehm-, Mergel-, Kies-, Sandgruben, Steinbrüche u. ſ. w. Bei den Kataſtervermeſſungen werden innerhalb der ſteuerpflichtigen Grundſtücke unterſchieden: Ackerland, Gärten, Wieſen, Weiden, Holzungen, Waſſerſtücke, Oedland und daneben noch als keinen ſelbſtändigen Reinertrag aus der Bodenbenutzung bietend: Urland, ertragloſe öffentliche Anlagen, Wege, Eiſenbahnen, Kanäle, Bäche ſowie die zu den Gebäuden gehörigen Flächen, welche als Hofräume bezeichnet werden.

Kulturtechnik, ſ. Landeskultur. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Kumarin, eine durch ihren Wohlgeruch ausgezeichnete organiſche Subſtanz, die als inneres Anhydrid der *o*-Oxyzimtſäure aufzufaſſen iſt und die Konſtitution $C_6H_4<\begin{matrix}CH=CH\\ |\\ O-CO\end{matrix}$ beſitzt.

Es findet ſich in vielen Pflanzen, vornehmlich im Waldmeiſter, in den Tonkabohnen und im Steinklee. Künſtlich entſteht es nach verſchiedenen Methoden, ſo namentlich durch Erhitzen von Salizylaldehyd mit Natriumacetat und Eſſigſäureanhydrid. Es kriſtalliſiert in farbloſen, kleinen Prismen, welche bei 67° ſchmelzen. Ueber ſeine chemiſchen Beziehungen vgl. [1]. Das Kumarin iſt das aromatiſche Prinzip des Maitranks und wird ferner in der Parfümerie zur

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Darſtellung von Waldmeiſtereſſenz verwertet. Das aus den Tonkabohnen gewonnene Kumarin wird bei der Fabrikation der Kunſtbutter zuweilen benutzt, um dieſer das Aroma der Naturbutter zu geben. Die zerkleinerten Tonkabohnen werden mit ſtarkem Alkohol ausgezogen, wobei das Kumarin, aber auch Fett und eine geringe Menge Farbſtoff in Löſung gehen. Von dieſer Löſung wird der Alkohol abdeſtilliert und der Rückſtand mit Waſſer gekocht und filtriert, wobei nur die Löſung des reinen Kumarins durch den Filter geht. Aus dieſer Löſung ſcheidet ſich beim Abkühlen das Kumarin in weißen Kriſtallnadeln, welche in heißem Waſſer leicht, in kaltem ſehr ſchwer löslich ſind, aus. Dieſe Kriſtallnadeln werden, um der Kunſtbutter jenes Aroma zu geben, in Alkohol unter vorſichtigem Zuſatz von Waſſer gelöſt und der Butter hinzugeſetzt. Zu demſelben Zweck wird aber auch ein bloßer Alkohol unter Auszug der Tonkabohnen direkt verwendet.

Literatur: [1] Beilſtein, Handbuch der organiſchen Chemie, 2. Aufl., Hamburg und Leipzig 1888, Bd. 2, S. 1054. *Weitz.*

Kummerſche Fläche, ſ. Flächentheorie, Bd. 4, S. 73.

Kummerſcher Verſchluß, ſ. Stauanlagen.

Kump, in der Tuchfabrikation (ſ. d.) die Höhlung des Walktroges einer ſogenannten Hammerwalke, in welcher Höhlung ſich das zu walkende Stück Tuch befindet. *Kraft.*

Kumpf, ſ. Beſtandſtürzen.

Kundenmühle (Lohnmühle) kauft kein Getreide auf eigne Rechnung und vertreibt kein Mehl als Handelsware, ſondern beſchränkt ſich darauf, das ihr zugefahrene Getreide gegen eine entſprechende Vergütung in Geld oder Getreide zu vermahlen. *Arndt.*

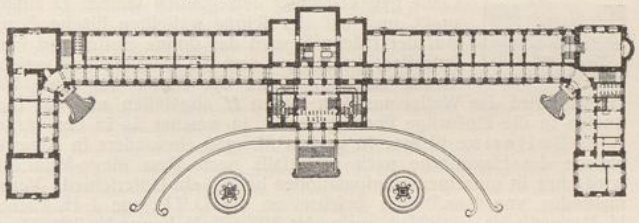
Kunſt, ſ. Kraftübertragung im Bergbau.

Kunſtakademie, auch Kunſtſchule, ſtaatliche Anſtalt, in welcher die angehenden Künſtler in den Fächern ihres Berufes unterrichtet werden. Die gewöhnliche Einteilung beſteht in 1. Elementarklaſſen für freies Handzeichnen; 2. Vorbereitungsklaſſen für Zeichnen nach der Antike, nach Akt, nach Gewandungen, für Lehre der Perſpektive, der Anatomie u. ſ. w.; 3. Fachklaſſen für Maler, Bildhauer, Architekten, Kupferſtecher u. ſ. w.

Das Gebäude für eine ſolche Anſtalt umfaſſe etwa

A. Im Erdgeſchoſſe: Neben dem Haupteingange Ausſtellungsräume, Wohnung des Dieners, Packräume und die Werkſtätten für Bildhauer.

B. In den Obergeſchoſſen: Räume für den Zeichenunterricht und Ateliers für die Maler, Kupferſtecher u. ſ. w. Für die Beleuchtung iſt unbedingt Nordlicht als das gleichmäßigſte und ruhigſte zu beſchaffen; auch iſt Sorge zu tragen, alles grelle Reflexlicht von Gebäuden Plätzen u. ſ. w. fern zu halten.



Erſtes Obergeſchoß der Akademie der bildenden Künſte zu München.

Eine gleichmäßige Beleuchtung von oben verlangt der Aktſaal; hohes Seitenlicht: die Arbeitsräume der Maler und Bildhauer; niederes Seitenlicht: die Zeichenſäle für Unterricht, für Architekten und Kupferſtecher, ſ. Aktſaal, Atelier, Modellierſaal, Zeichenſaal. Als Beiſpiel ſei hier der Grundriß des 1. Obergeſchoſſes des Königl. Kunſtakademiegebäudes zu München von Neureuther gegeben (ſ. die Figur).

Die Höhe der Atelierräume ſei bedeutend, die Außenarchitektur edel und von leichten Verhältniſſen, und für Ausſchmückung durch Statuen, Reliefs und Malerei ſei geeigneter Raum vorhanden. *Weinbrenner.*

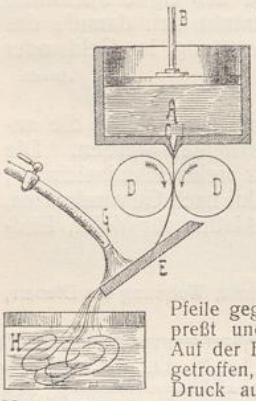
Kunſtblumen, aus biegſamen Rohſtoffen, meiſt aus Papier, Gewebe, Leder hergeſtellte, Blumen und Gewächſe imitierende Produkte, die gewerbsmäßig und in Hausinduſtrien in großen Mengen erzeugt werden (ſ. Papierblumen). *Kraft.*

Kunſtbutter oder Margarine, wie die geſetzlich vorgeſchriebene Bezeichnung für dieſelbe lautet, auch Oleo-Margarine und Sparbutter genannt, gehört zu den wichtigſten der für die Ernährung beſtimmten Fette. Sie verdankt ihre Entſtehung dem Mißverhältnis zwiſchen Produktion und Konſumtion der natürlichen Butter.

Im Jahre 1869 gelang es dem franzöſiſchen Chemiker Mège-Mouriès, ein Butterſurrogat zu finden; ſeine Methode verbreitete ſich ſehr ſchnell über andre Länder, und auch heute noch arbeitet man, abgeſehen von einigen Verbeſſerungen, im weſentlichen nach derſelben. Das Nierenfett des Rindes liefert das Rohmaterial zur Kunſtbutter, iſt aber nur in ganz friſchem Zuſtande, alſo gleich nach dem Schlachten des Rindes, zu verwenden. Dieſes Fett wird durch ſehr intenſives Waſchen von Schleimteilen, Blut u. dergl. gereinigt, mittels Maſchinen in kleine

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stücke zerſchnitten und die Gewebteile derſelben vollſtändig zerriſſen, ſo daß der Talg nicht mehr von dieſen geſchützt, ſondern für die ſpäteren Prozeſſe vollkommen freigelegt iſt. Der ſo zerriſſene Talg ſtellt eine vollkommen breiige Maſſe dar, von welcher, auf 45° C. erwärmt, nur das Fett ſchmilzt, ſo daß die auf dem Fett ſchwimmenden Gewebeteile leicht abgeſchöpft werden können. Das von den Gewebeteilen befreite Fett beſteht aus verſchiedenen Fettarten, von denen Stearin, Palmitin, Olein und Margarin zu nennen ſind und von welchen ſich nur die beiden letzten Fettarten zur Verarbeitung auf Kunſtbutter eignen, während die beiden erſteren zur Kerzenfabrikation verwendet und daher von Olein und Margarin getrennt werden. Die Trennung dieſer Fettarten wird durch ihre verſchiedenen Schmelzpunkte ſehr leicht ermöglicht, da, auf +25° C. abgekühlt, das Palmitin und das Stearin bereits erſtarren, während Olein und Margarin bei dieſer Temperatur noch flüſſig ſind und von den erſtarrten Fettarten abgegoſſen werden können. Die in letztere noch eingeſchloſſenen flüſſigen Mengen von Olein und Margarin werden durch Auspreſſen gewonnen. Das auf dieſe Weiſe rein dargeſtellte Gemenge von Olein und Margarin wird durch gegenſtrömendes Waſſer gut ausgewaſchen und mit einem Zuſatz bis zu 50% Milch durch Kneten weiter zu Butter verarbeitet, welche dann geſalzen wird. Bei der Herſtellung der ſogenannten Marinebutter iſt das Verfahren inſofern ein andres, als dieſer vor dem Verbuttern kein Zuſatz von Milch gegeben wird. Da nun die ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen der Milch in erſter Linie die Haltbarkeit der Butter beeinträchtigen, ſo iſt die Marinebutter weit haltbarer als die natürliche und die mit Milch verbutterten Kunſtbutterarten und hierdurch beſonders für den Konſum auf Seereiſen geeignet. Das Buttern geſchieht in großen Tonnen, welche durch Maſchinenkraft um eine ihrer Achſen geſchleudert werden, wie ſolche auch bei der Herſtellung der natürlichen Butter im Gebrauch ſind. Nach dem Verbuttern wird die halbweiche Maſſe in kaltes Waſſer von 8–10° C. gegoſſen, wo ſie erſtarrt und nun die Konſiſtenz der Butter des Handels hat. Die unter Milchzuſatz hergeſtellte Kunſtbutter ſchließt aber noch manchmal recht beträchtliche Mengen von Buttermilch ein, welche ihre Haltbarkeit in hohem Maße beeinträchtigt und daher entfernt werden muß. Es iſt der Gehalt der Buttermilch an Milchſäure, Milchzucker und Kaſein, welcher das ſogenannte Ranzigwerden der Butter in die Wege leitet. Das Auswaſchen der Buttermilch geſchieht mittels eines Waſchapparates, wie ihn nebenſtehende Figur zeigt. Die Butter wird in den unten mit einem Schlitz *C* verſehenen Kaſten *A* gebracht und mittels eines genau in den Kaſten paſſenden Deckels durch einen Druck auf den Stempel *B* in Geſtalt eines breiten, dünnen Bandes aus dem Schlitz *C* herausgepreßt. Dieſes Band wird von den beiden ſich in der Richtung der Pfeile gegeneinander bewegenden Walzen *D* aufgenommen, noch dünner gepreßt und auf der ſchräg geſtellten Fläche *E* nach dem Kaſten *H* geleitet. Auf der Fläche *E* wird das dünne Butterband von zahlreichen Waſſerſtrahlen getroffen, welche aus dem mit Siebverſchluß verſehenen Rohre *G* unter ſtarkem Druck ausſtrömen und die Butter auf dieſe Weiſe gründlich auswaſchen. Hierauf wird das Waſſer aus dem Kaſten *H* abgelaſſen und die Butter nach tüchtigem Durchkneten in die kloßartige Form gebracht, in welcher ſie in den Handel kommt [1].



Butterine iſt eine in großen Mengen, beſonders in Amerika, dargeſtellte Kunſtbutter, welche der Hauptſache nach gleichfalls nach dem Mège-Mouriès'ſchen Verfahren dargeſtellt wird; nur in einzelnen Manipulationen beſteht ein Unterſchied. Verbeſſerungen der Herſtellungsmethoden von Kunſtbutter beſchreiben die D.R.P. von J. H. Theberath Nr. 83553 und 83820, H. Michaelis Nr. 100922, J. Spring Nr. 127376, M. Foppe Nr. 128729 und J. Neudörfer Nr. 135081. Eine Verbeſſerung des Kühlverfahrens findet ſich im D.R.P. Nr. 101207 von L. B. Doukers und der Knetmaſchine in Nr. 128646 von A. Keibel.

Eine wie vorſtehend beſchrieben dargeſtellte Kunſtbutter iſt ein durchaus empfehlenswertes Nahrungsmittel unter der ſelbſtverſtändlichen Vorausſetzung, daß es als Kunſtbutter und nicht etwa als Naturbutter zu dem höheren Preiſe der letzteren verkauft wird. Bei der Strenge des ſogenannten Margarinebuttergeſetzes mag das wohl recht ſelten der Fall ſein; leider aber wurde früher die Kunſtbutter in außerordentlich zahlreichen Fällen der Naturbutter — manchmal in recht hohem Prozentſatz — hinzugeſetzt und letztere dann als reine Naturbutter verkauft. Dieſe Fälſchungen haben aufgehört, als es Brullé, dem Direktor des „Inſtitut agronomique" in Paris gelang, eine Methode aufzuſtellen, nach welcher jeder Zuſatz fremder Fette zur Naturbutter ſofort und ſicher erkannt werden kann. Das Brullé'ſche Verfahren beſteht, je nachdem es ſich um Prüfung auf Samenöle oder tieriſche Fette handelt, in folgendem: Bei der Prüfung auf Samenöle erhitzt man 12 ccm Butterfett in einem Reagenzglaſe mit 5 ccm 2,5prozentiger Silbernitratlöſung, wodurch alle Samenöle, mit Ausnahme des Olivenöls, eine charakteriſtiſche Farbenänderung geben. Das Olivenöl erkennt man mit Hilfe des Mikroſkops an den nach dem Erkalten erhaltenen Kriſtallen. Bei der Prüfung auf tieriſche Fette erhitzt man 5 ccm des geſchmolzenen und filtrierten Butterfettes in einer flachen Schale von 7 cm Durchmeſſer im Oelbade auf 148° C. und gibt, wenn die Temperatur 130° C. erreicht hat, eine Fingerſpitze gepulverten Bimsſteins, ferner acht Tropfen rauchender Salpeterſäure hinzu und erhitzt nach dem Miſchen noch etwa 12 Minuten, worauf man das Gemiſch auf 21° C. erkalten läßt. Nachdem das ſo behandelte Gemiſch etwa eine Stunde geſtanden hat, wird es mittels Oleogrammeters geprüft. Der Oleogrammeter beſteht aus einer vertikalen Stange, welche in einem an einem Stativ befeſtigten Ringe gleitet und am oberen Ende einen großen Teller trägt, auf welchen Gewichte geſetzt werden können. Zur Prüfung wird das untere Ende der Stange auf die erkaltete Fettmaſſe geſetzt, auf welcher es unbelaſtet, ohne einzuſinken, ſtehen wird. Nun werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo lange Gewichte auf den Teller gelegt, bis die Stange ſchnell in das Fett einſinkt, und die Höhe der Belaſtung, die hierzu notwendig iſt, zeigt nicht nur eine etwaige Verfälſchung der Naturbutter mit Margarine, ſondern auch den Grad der Verfälſchung ziemlich genau an. Es bedarf einer Belaſtung von 250 g, damit die Stange in reine Butter eindringt, und von 5000 g, daß das bei unvermiſchter Kunſtbutter geſchieht. Die zwiſchen 250 und 5000 liegenden Zahlen laſſen auf das Mengenverhältnis der Vermiſchung ſchließen; ſo bezeichnen z. B. 900—1000 g eine Vermiſchung der Naturbutter mit 10% Margarine.

Dieſe Angaben werden unſicher, wenn die Margarine mit Samenölen vermiſcht iſt; durch Anwendung von Silbernitrat aber wird dieſe Schwierigkeit beſeitigt [2]. Ein andres Verfahren, Kunſtbutter von Naturbutter zu unterſcheiden, das ſich bereits bewährt hat, veröffentlichte C. Biſchoff, Berlin. Dieſes Verfahren hat den Vorteil, daß es weder erheblichen Zeitaufwand noch beſondere Vorkenntniſſe erfordert. Beim Schmelzen von reiner Naturbutter ſondern ſich das in jeder Butter enthaltene Waſſer und auch der Käſeſtoff, welcher bei dem ſcharfen Schlagen des Butterfettes gewiſſermaßen koaguliert wurde, ſchnell als Bodenſatz ab. Ueber dieſem Bodenſatz von Waſſer und Käſeſtoff erſcheint ſchon beim Beginn des Schmelzens, ſpäteſtens aber wenn der Schmelzprozeß einer kleinen Menge (20—25 g) vollendet iſt, das reine Butterfett klar und durchſichtig, welches bei normaler Wärme ungefähr die Durchſichtigkeit des Olivenöls beſitzt. Die Margarine hingegen ſchmilzt bei dieſem Verſuch vollkommen trübe und das Fett über dem Bodenſatz von Waſſer und Käſeſtoff liegt unterhalb einer trüben und undurchſichtigen Fettſchicht, welche das Ausſehen von bei niedriger Temperatur erſtarrtem Olivenöl hat. Die Miſchbutter endlich, d. h. Naturbutter, welcher Margarine hinzugeſetzt iſt, zeigt ein Verhalten, welches nicht weſentlich von demjenigen der Margarine ſelbſt verſchieden iſt. — Der Zuſatz von Erdnußöl zu Butter kann leicht bei Behandlung mit Schwefelſäure dadurch erkannt werden, daß reine Butter nur ſtrohgelb, mit Erdnußöl verſetzte tiefbraun wird. Ein weiteres Verfahren zur Unterſuchung von Kunſtbutter beſchreibt A. Spiecker im D.R.P. Nr. 105391.

Literatur: [1] Weitz, Ernährung im „Buch der Erfindung“, 1893. — [2] Fühlings Landwirtſchaftliche Zeitung, Heft 21, Leipzig 1893. *Weitz.*

Kunſtdruckpapier, zu den Kreidepapierſorten zählendes, namentlich für den Illuſtrationsdruck verwendetes, mit entſprechend zuſammengeſetztem Anſtrich verſehenes Papier (ſ. Papierſorten). *Kraft.*

Kunſtfeuerwerkerei, ſ. Feuerwerkerei.

Kunſtflug, nach Lilienthal, willkürliches Fliegen eines Menſchen mittels eines an ſeinem Körper befeſtigten Flugapparates [1].

Nach den bisherigen Erfahrungen in der Flugtechnik hat der Kunſtflug früher zu praktiſchen Ergebniſſen geführt als der Bau von Flugmaſchinen. Lilienthal iſt es mit ſeinem Flugapparat (Preis 500 ℳ) gelungen, von ſeinem künſtlichen Berge in Groß-Lichterfelde und von den Rhinower Bergen herab Strecken bis zu 400 m zu durchfliegen, und er hoffte, durch Flügelſchläge mittels eines mitgenommenen Kohlenſäuremotors jene Flugſtrecke bedeutend zu verlängern [2], [3]; er verunglückte indes am 9. Auguſt 1896. Von ſeinen Schülern wollen beſonders die Gebrüder Wright in Dayton, Ohio, große Erfolge durch Rundflüge erreicht haben, indem ſie einen Doppeldeckerflugapparat mit einem ſtarken leichten Motor verbanden. Eine Beſtätigung ihrer Ergebniſſe hat indes noch nicht ſtattgefunden [3].

Literatur: [1] Moedebeck, Taſchenbuch für Flugtechniker und Luftſchiffer, Kap. 11, Berlin 1904. — [2] Lilienthal, Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunſt, Berlin 1889. — [3] Illuſtrierte Aeronautiſche Mitteilungen, Deutſche Zeitſchr. f. Luftſchiffahrt, Straßburg i. E. *Moedebeck.*

Kunſtgeſtänge, die in Schächten hängenden, auf und ab bewegten Geſtänge (ſ. Kraftübertragung im Bergbau) für Waſſerhaltung oder Fahrkünſte.

Kunſtgewerbe. Im allgemeinen gehört zum Kunſtgewerbe alles, bei deſſen Herſtellung eine gewiſſe künſtleriſche Tätigkeit ſich entfaltet; wie weit dieſe Tätigkeit gehen muß, läßt ſich nicht beſtimmen und es bleibt der perſönlichen Auffaſſung ein weiter Spielraum. Es verhält ſich ähnlich wie mit den Begriffen Handwerk und Fabrik, die ohne große Willkürlichkeit nicht in feſte Rahmen gefaßt werden können. Die erſte Eigenſchaft, die jeder kunſtgewerbliche Gegenſtand haben muß, iſt die, daß er techniſch vollkommen ſei; erſt auf der techniſchen Solidität baut ſich die künſtleriſche Ausgeſtaltung auf. Ein Widerſpruch in dieſen beiden Eigenſchaften wirkt abſtoßend und macht den Gegenſtand wertlos. Auch die übrigen Forderungen, welche die praktiſche Aeſthetik an gewerbliche Produkte ſtellt, müſſen gerade bei kunſtgewerblichen beſonders hoch geſtellt werden: es muß die äußere Form dem Material, der Technik und dem Gebrauchszweck vollſtändig entſprechen. Das Holz kann nicht wie Metall, Glas und Ton können nicht wie Bronze und Eiſen ausgebildet werden; die Ornamente müſſen Sinn und Verſtändnis haben und namentlich dazu dienen, Konſtruktion und Zweck künſtleriſch auszuſprechen, zu kahle Flächen zu beleben oder wichtige ſtatiſche Punkte hervorzuheben. Eine Einteilung der kunſtgewerblichen Objekte kann von verſchiedenen Geſichtspunkten aus erfolgen. Man kann von einem Kunſtgewerbe des Orients und des Abendlandes reden,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von einem Kunſtgewerbe der verſchiedenen Jahrhunderte, der verſchiedenen Kulturvölker, von einem Kunſtgewerbe nach den zu bearbeitenden Stoffen. Wir wollen nur letztere Einteilung wählen und die einzelnen kunſtgewerblichen Produkte nach dem Material ordnen.

Die **Textilarbeiten** teilen ſich nach der Art ihrer Herſtellung in Flechtarbeiten, Gewebe, Stickereien, Spitzen und Näharbeiten; nach der Art des dabei verwendeten Materials in Seiden-, Baumwollen-, Wolle-, Juteſtoffe u. ſ. w.; nach der Art ihrer Verwendung in Teppiche, Ausſtattungs- und Bekleidungsſtoffe. Unter den Flechtarbeiten nehmen die Poſamente den erſten Platz ein. Wir haben hier nur jene Poſamente im Auge, die als Abſchluß von Dekorations- oder Bekleidungsſtoffen dienen und in Quaſten, Franſen, Gitterungen und Knüpfungen beſtehen, und laſſen die mehr gewebten Litzen und Bänder für Livreezwecke weg. Der Name Poſamente iſt von passamano abgeleitet, das eine Art Treppengeländer bezeichnet. Die Franzoſen machten daraus passementerie, die Deutſchen Poſamenterie. Die Poſamenterie hat ſich erſt in den letzten Jahrzehnten wieder zu einem kunſtgewerblichen Zweige ausgebildet, nachdem die früheren ſchönen, längſt vergeſſenen Arbeiten in den Muſeen und Sammlungen die Aufmerkſamkeit der Fachleute wachriefen und eine etwas feinere Wohnungsausſtattung das Bedürfnis erregte. Wichtiger als die Poſamente ſind die Produkte der Weberei und der damit verwandten Techniken.

In erſter Linie müſſen wir die Teppiche [1]–[3] erwähnen, die aber bezüglich ihrer Herſtellung in vier ganz verſchiedene Kategorien fallen: in geknüpfte, gewirkte, gewebte und gefilzte Arbeiten. Der Knüpfteppich iſt wohl der urſprünglichſte von allen. Die Herſtellung erfolgt zumeiſt von Frauen und Kindern. Wir treffen den Knüpfteppich im ganzen Bereiche des Islam und als geſuchten Importartikel im ganzen Abendland. Bei der Fertigung des Knüpfteppichs wird in primitivſter Weiſe eine Kette an zwei Balken vertikal befeſtigt und je nach Wahl und Muſter werden an dieſe Kettenfäden einzelne kurze Wollfäden angeknüpft und darüber zur Verbindung des Ganzen kräftige Schußfäden angezogen und angeſchlagen. Der Knüpfteppich beſteht aus Wolle, und man hat es in der Hand, durch nochmaliges Ueberſcheren die geknüpften Wollfäden kürzer oder länger, alſo den Teppich dünner oder dicker zu geſtalten. Ueber die Geſchichte der Knüpfteppiche haben vor allem die bahnbrechenden Arbeiten Riegls und das Prachtwerk über orientaliſche Teppiche, welches das k. k. öſterreichiſche Handelsmuseum Wien 1895 herausgab, ganz neues Licht verbreitet. Beſondere Arten dieſer Teppiche, die auch im Abendlande (Maffersdorf in Böhmen, Schmiedeberg in Schleſien u. ſ. w.) hergeſtellt werden, haben eigne Namen: ſo z. B. die Gebetsteppiche, die Kameltaſchen, in denen der Reiſende ſeinen nötigen Proviant mitnimmt. Ferner die Smyrna-, Mekka- und andre Teppiche, benannt nach den Häfen, von denen aus ſie ins Abendland exportiert werden. Die zweite Klaſſe der Teppiche bilden die gewirkten Teppiche: in die vertikal geſpannte Kette wird mit einer langen Nadel ein Muſter mit Schußfäden eingewirkt und nur durch einige Fäden bleiben dieſe gemuſterten Teile mit dem Grund verbunden. Ein ſolcher gewirkter Teppich zeigt die einzelnen Ornamente, Farben und Abteilungen wie mit kleinen Löchern konturiert und erlaubt ſelbſtverſtändlich eine viel feinere und freiere Ausführung als der geknüpfte. Im Orient ſcheint ſeine Aufnahme in uralter Zeit durch die gewirkten Kleiderſtoffe bedingt geweſen zu ſein. Der orientaliſche Wirkteppich iſt geſchichtlich und techniſch der Vorläufer unſrer ſogenannten Gobelinteppiche (arazzi u. ſ. w.). Seiner ganzen Bedeutung nach iſt er darauf angewieſen, als Wandverkleidung zu dienen, und nur die gewöhnlicheren Arten dienen als Diwandecken u. dergl., ſogenannte Kelims. Der gewebte Teppich iſt ein abendländiſches Produkt. Ob derſelbe plüſch- und ſamtartig oder glatt gewoben wird, immer erſcheint er als der eigentliche Bodenteppich für unſre Verhältniſſe. Im vorigen Jahrhundert hat ſich auch der Jacquardwebſtuhl der gemuſterten Weberteppiche angenommen und auf dieſe Weiſe ſie ſehr verbilligt, ohne daß ihre Güte eine Einbuße erlitten hätte. Der Filzteppich, wie er namentlich in Oſtaſien ſehr verbreitet iſt, iſt der orientaliſche Gebrauchs- und Fußteppich. Die Gewebe werden auf dem Webſtuhl hergeſtellt; die darauf gefertigten Stoffe in Leinwand, Wolle, Baumwolle, Seide, Jute und andern neueren Materialien unterſcheidet man nach der Art, wie die Schußfäden zu den Kettenfäden ſich zeigen, und man ſpricht von einer Leinwand-, Köper- und Atlasbindung, die ſich natürlich wieder in Varianten teilen.

Fig. 1. Antike Koſtümfigur, zuſammengeſtellt aus den altägyptiſchen Stoffunden im Beſitze von Brik.

Von den Wollgeweben haben wir die älteſten Reſte. Man fand in Aegypten einen Kirchhof mit alten Gewandreſten (Fig. 1), die etwa bis ins 6. Jahrhundert n. Chr. reichen, in den herrlichen Purpurfarben der Alten, Rot, Violett, Braun, Gelb, Schwarz, Grün u. ſ. w.; die ſämtlichen Stoffe ſind jedoch nicht gewebt, die Verzierungen ſind nicht geſtickt, ſondern mit der Nadel eingewirkt. Auf dieſe Weiſe erklären ſich die Ausdrücke alter Schriftſteller acu pictus als Werknadelarbeit, und da die kunſtvolle Wirkerei, wie ſie uns hier entgegentritt, auf eine mehrhundertjährige Tradition ſich gründen muß, ſo iſt es auch wahrſcheinlich, daß die Bilder auf den Kleidern, gegen welche die alten Kirchenväter eifern, eingewirkt waren, daß die Gewandſäume, die wir auf den Kleidern der Griechinnen auf Vaſenbildern ſahen, eingewirkte Verzierungen ſind, daß endlich die Frauen des heroiſchen Altertums, Penelope, Helena u. ſ. w., ihre

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gewänder mit kunſtvollem Schmucke zu durchwirken verſtanden. Ja, ein ſogar ganz moderner Zug begegnet uns in dieſen alten Stoffen: wir ſehen aus ihnen deutlich, daß einzelne Teile für ſich gewirkt und auf den gewebten Grund aufgenäht wurden. Im Mittelalter kam die Wirkerei vom Orient ins Abendland durch Vermittlung der Moslemin; wenigſtens begegnen wir im frühen Mittelalter in Frankreich einer beſonders unter dem Namen Tapissiers saracinois auffallenden Handwerksgenoſſenſchaft, in der wir die hiſtoriſchen Vorläufer der Gobelinkünſtler ſehen.

Die Gewebe aus Flachs und Hanf zeichnen ſich durch ihre Feſtigkeit und Reinheit aus und ſind deshalb für Leib- und Tafelwäſche bevorzugt. In der Regel ſind die früheren derartigen Gewebe ohne jede Muſterung; wenn eine ſolche notwendig ſchien, wurde ſie mittels Stickerei in waſchecht gefärbtem Garn — rot, blau, braun — angebracht. Für Vorhänge, Bettgardinen u. ſ. w. diente vielfach ein blau und weiß gemuſtertes Gewebe, das mitunter volle Städteanſichten, Figuren u. a. brachte. Der Haupterzeugungsort dieſer Art Stoffe ſcheint am Rhein, in der Nähe von Cöln, geweſen zu ſein. Mit der Einführung des Jacquardwebſtuhls in die Textilinduſtrie wird auch die Bildweberei in die Leinenfabrikation eingeführt.

Fig. 2. Zeichnung nach der Pflanze Fuchſia für gedruckten Cretonne.

Die Baumwollinduſtrie kommt nur inſofern in Betracht, als ſie das Material für den Kattundruck liefert. Beiläufig ſei bemerkt, daß, wie die Baumwolle, ſelbſt ein orientaliſches Produkt, zunächſt aus Indien kam, auch der Zeugdruck im Orient auf ein viel höheres Alter als bei uns ſich zurückführen läßt. Gegenwärtig ſteht der Zeugdruck in hoher Blüte, und es haben in den zwei letzten Jahrzehnten die Engländer in bedruckten Baumwollgeweben Hervorragendes geleiſtet. Farbig bedruckte Cretonne- und Velvetſtoffe (Fig. 2 und 3) haben ſich, dank den Bemühungen erſter Künſtler, wie Crane, Wilſon Voyſey, Anning Bell, Arthur Silver u. ſ. w., den Weltmarkt erobert und lange Jahre alles übrige verdrängt, namentlich für Wandbeſpannungen. Die intereſſanteſte unter allen Textilinduſtrien iſt unſtreitig die der Seide; die Chineſen waren hierin die erſten. Von China kam die Seide nach Japan,

Fig. 4. Sarazeniſcher broſchierter Seidenſtoff.

Fig. 3. Zeichnung für gedruckten Baumwollſtoff.

Perſien, Indien, dann durch die Araber nach Aegypten, Nordafrika und Spanien. Durch König Rogers Kriegszug nach Griechenland und durch die Eroberung des nach der Fülle der Maulbeerbäume in Morea umgenannten Peloponneses kam die Seideninduſtrie nach Sizilien, von da nach Italien, Frankreich, Deutſchland u. ſ. w. Die älteſten Seidengewebe zeigen alle, wie heute noch die oſtaſiatiſchen, eine Muſterung mit Tier- und Pflanzenfiguren. In den Inventarien alter Kirchenſchätze werden dieſe Muſterungen ausführlich geſchildert; eine Hauptquelle ſind die diesbezüglichen Aufzeichnungen des Bibliothekars Anaſtaſius in Rom [3]. Bei den Arabern hatte ſich die Tierſymbolik beſonders reich ausgebildet, und eine Menge uns unverſtändlicher Zuſammenſtellungen, denen man ſpäter chriſtlich ſymboliſchen Sinn und Bedeutung unterſchob, werden erſt aus der orientaliſchen Bilderſprache klar [4], [5]. Die Muſterung vollzog ſich ebenſowohl auf geköperten wie auf glatten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und ſamtenen Geweben. Die Samtgewebe haben ein mehr oder weniger hohes Vlies, durch Aufſchneiden der Schoßnippen entſtanden, können dann ſtellenweiſe niedriger geſchoren oder mit einem eingepreßten Muſter verſehen werden (ziſelierter Samt) oder werden mit Gold- oder Silberfäden durchwirkt (brokatierte Gewebe, Fig. 4). Dieſe Gold- oder Silberfäden werden heutzutage in Oſtaſien durch Goldpapierfäden und wurden früher durch cypriſches Gold — vergoldete und zu Fäden geſchnittene Tiermembrane — erſetzt. Ein Verſuch, dieſe cypriſchen Goldfäden wieder einzuführen, iſt leider geſcheitert. Die geköperten, mit Gold und Silber durchwirkten Gewebe heißen Brokatgewebe. Eigentümlich iſt ihnen, wie den Samtgeweben, das große Muſter und namentlich das ſogenannte Granatapfelmuſter in allen Formen und Variationen (Fig. 6). Das ſteife Verhalten dieſer Stoffe und der daraus gefertigten Gewänder bedingte einen knitterigen, eckigen Faltenwurf, wie er uns in den Figuren und Bildern der Künſtler des Mittelalters faſt ausnahmslos begegnet. Erſt in der Renaiſſance, als die Tracht kleidſamer, mehr dem Körper angemeſſen erſchien, wandte man ſich von den großen Muſtern ab und bevorzugte kleine Streublumen, die namentlich an Samtgeweben ſehr vorteilhaft wirken (Fig. 5). Unter Frankreichs Führung kamen die Spitzenmuſter auf, dann die großen Blumen, unter Ludwig XV. und unter Ludwig XVI. die kleinen Blumen, dann blumige Streifen — nach der Revolution wieder Blumen, bis in die vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, zu welcher Zeit man auf kirchlichen Gebieten zuerſt zu den mittelalterlichen Stoffen, dann auf weltlichem Gebiete zu allen formſchönen Motiven früherer Zeit zurückkehrte. Eine beſondere Bevorzugung hat in dieſer Zeit auch der ſchillernde Damaſt gewonnen, dann die mit Seide dem Schein nach imitierten broſchierten Gewebe — Brokatell genannt. Hat die Muſter- und Bildweberei der modernen Zeit an den Beiſpielen der Alten eine neue Blütezeit erlebt, ſo hat ſie auch etwas Eignes von unvergänglichem Werte geſchaffen, den Jacquardſtuhl 1802, der den Webſtuhl mit einer mechaniſchen Vorrichtung bereicherte, durch die alle die früheren mechaniſchen Hilfeleiſtungen von Menſchenhänden überflüſſig wurden und die Bildweberei jene Verbreitung und jenen Grad der Vollkommenheit erreichen konnte, der ihr heute eigen iſt. In neueſter Zeit werden Seidengewebe auch bedruckt mit Holzſtöcken oder von Hand battikt. Die Battiktechnik ſtammt aus Indien und beſteht in einem Tränken des Seidenſtoffes an gewiſſen Stellen mit heißem Wachs, Färben und Wiederauswaſchen des Wachſes in heißem Waſſer, Terpentin, Benzin u. ſ. w. Zum Aufbringen der Zeichnung ſind beſonders geformte Näpfchen aus Kupfer mit feinem Ausfluß nötig. Schließlich müſſen wir noch eines Ausdrucks erwähnen, der häufig vorkommt, des Byſſus. Byſſusgewebe iſt nach den analyſierten Proben aus Leinen- oder Neſſelfaſern hergeſtellt, iſt ungemein dünn und zart, von einem herrlichen glänzenden Schimmer und war das Material, aus dem die durchſchimmernden choiſchen Gewänder der Alten, der ſogenannte gewebte Wind, hergeſtellt waren.

Die Stickerei hat die Aufgabe, Gewebe und Stoffe mit Ornamenten u. ſ. w. zu verſehen, die mittels der gewöhnlichen Nähnadel angebracht werden. Die Technik der Stickerei iſt ſehr

Fig. 6. Genueſiſcher Seidenbrokat.

Fig. 5. Italieniſcher Samtſtoff (Renaiſſance).

alt; wir begegnen ihr an den altägyptiſchen Stoffen und im früheſten Mittelalter. Vorzugsweiſe in Schlöſſern und Klöſtern von Frauen ausgeübt, wurde die Stickerei eine Hausinduſtrie, die bei allen Völkern heute noch blüht, bei denen ſich eine nationale Tracht erhalten hat. Im Norden Europas, in Norwegen, Schweden und Rußland, in der Schweiz, in Spanien, Italien, in den Ländern des ſüdlichen Donaugebietes iſt die Stickerei hochentwickelt. Der Technik nach unterſcheidet man folgende Hauptarten: 1. Stickereien mit aufgenähten Fäden, vor-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

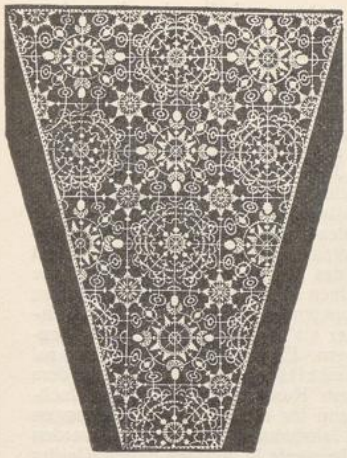


Fig. 8. Italieniſche Spitzen.

Fig. 7. Italieniſche Stickerei.

züglich bei der oſtaſiatiſchen Goldſtickerei gebräuchlich. 2. Stickereien, die auf beiden Seiten vollſtändig gleich ausſehen, doppelſeitiger Plattſtich, vielfach im Orient angewendet, aber auch im Abendlande nicht unbekannt. 3. Stickerei einſeitig, mit nebeneinander gereihten Fäden, der einfache Plattſtich. 4. Stickerei, auf einem trommelartigen Geräte mittels eines einer Häkelnadel ähnlichen Inſtrumentes ausgeführt, die Tambourinſtickerei. 5. Applikationsſtickerei, die einzelne nach einem Plane ausgeſchnittene Gewebeſtücke auf den Grundſtoff anheftet, ſie mit Schnüren konturiert und die allenfalls entſtandenen Lücken durch Plattſtich ausfüllt (Fig. 7). 6. Kanevas- oder Straminſtickerei, auch Kreuzſtich genannt; die einfachſte aller Techniken. Wird der Kreuzſtich nur halb ausgeführt, wie bei ganz feinen Arbeiten, ſo heißt dieſe Stichart der kleine Stich (petit point). 7. Weißſtickerei mit ausgezogenen oder ausgeſchnittenen Fäden und Flächen, gewöhnlich auch ſchleswig-holſteiniſche Technik genannt. 8. Weißſtickerei auf beiden Seiten gleich. 9. Filetſtickerei, durch teilweiſes Ausfüllen eines Maſchengewebes hergeſtellt und endlich 10. die Maſchinenſtickerei. Die einzelnen Sticharten ſelbſt haben im geſchäftlichen Leben eine Unmaſſe eigner Namen, wie Holbein-, Stiel-, Hexen-, Gobelinſtich u. ſ. w. Eine beſonders ſchöne und eigne Art der Stickerei findet ſich noch auf Stoffen in den Ländern am Mittelmeer und beſteht darin, daß anſtatt der Ornamente der Grund geſtickt wird, die leer gelaſſenen Stellen aber das Ornament bilden. Stark beeinflußt iſt die Stickerei der Moderne von Japan und England. Insbeſondere ſind engliſches Leinen und engliſche Seide, die bei modernem Entwurf eine große Verwendung bei den weiblichen Handarbeiten gefunden haben (vgl. Stuttgarter Mitteilungen 1905/06, 3. Heft: Frauenarbeiten). In neueſter Zeit hat die von Heilmann in St. Gallen erfundene Stickmaſchine mit der Handſtickerei einen Kampf aufgenommen, der aber nur in Maſſenartikeln zugunſten der erſteren ausfallen kann. Vgl. Sticken.

Die Spitzen datieren aus der Zeit der Renaiſſance. Man unterſcheidet techniſch Nadel-, Klöppel- und Maſchinenſpitzen. Die Nadelſpitzen nahmen ihren Ausgangspunkt von der Stickerei auf Leinen mit ausgezogenen Fäden und eingenähten Muſtern. Man fertigte dann Spitzen ganz mit der Nadel, indem man Leinenfäden auf Pergament nach beſtimmter Zeichnung anheftete und dann dieſe Fäden mit Knopflochſeide überſtickte, erweiterte, vervielfachte und ſchließlich Knöpfchen, Roſen u. dergl. anſetzte. Zahlreiche Künſtler machten Vorlagewerke zu dieſen Spitzen, namentlich in Italien (Fig. 8); Frankreich und Deutſchland folgten nach. In Frankreich wurden die Points de France eine gefeierte Spezialität. Statt die Spitzen mit der Nadel herzuſtellen, verfiel man auf den Gedanken, ſie zu flechten, zu klöppeln. Das Muſter wird auf Pergament oder Karton gezeichnet, dieſe Vorlage auf ein wulſtartiges Klöppelkiſſen befeſtigt und daran werden durch Stecknadeln die Verſchlingung- und Knüpfſtellen markiert. Die mit Fäden verſehenen Klöppel werden von der Klöpplerin um dieſe Stecknadeln geſchlagen und dann ein künſtliches Flechtwerk hergeſtellt. Das Heimatland der Klöppelſpitzen iſt gleichfalls Italien; von da aus verbreitete ſich die Kunſt nach Frankreich und England, nach der Schweiz und Deutſchland, nach den Niederlanden und dem Norden. Von verſchiedenen Städten und Ländern erhielten die Spitzen gewiſſe Namen, die aber weniger die Technik als vielmehr ein beſtimmtes Muſter bezeichnen. Eine beſondere Spezialität ſind die ſpaniſchen Seidenſpitzen mit Goldfäden durchzogen, die Blonden. In neueſter Zeit hat man auch die Spitzen maſchinell auf dem Bobbinnetwebſtuhl herzuſtellen verſtanden. Dieſe Maſchinenſpitzen ſind aber nur ein ſchwacher Erſatz für die Handſpitzen, wie ſie in Wien, im Erzgebirge und anderswo wieder in voller Feinheit herzuſtellen verſucht werden. In engſtem Zuſammenhange mit den Spitzen ſtehen die leoniſchen Fabrikate als Abſchlußverzierungen von Kleider- und Gewandſtücken. Der Name hängt mit Lyon zuſammen, von woher die franzöſiſchen Reformierten nach Aufhebung des Ediktes von Nantes dieſe Kunſt nach Deutſchland brachten. Die leoniſchen Gold- und Silberfäden haben gewöhnlich eine Seele aus Kupfer. Dieſe Spitzen, Zacken und Litzen werden ausſchließlich geklöppelt, und zwar in hausinduſtrieller Uebung. Hauptfabrikationsort iſt Mittelfranken. Erwähnenswert dürften die ſogenannten Frivolitäten ſein, die mittels eines ſchiffchenartigen Gerätes in Spitzenart zu Ueberzügen und Decken hergeſtellt werden. Vgl. Spitzen.

Das **Papier** iſt nach zwei Richtungen hin von größter Bedeutung: zur Aufnahme von Schrift und als Erſatz für Gewebe. Es hat von der Papyrusſtaude in Aegypten den Namen bekommen. Dieſe heute in Unterägypten ganz ausgerottete und nur im Sudan, außerdem bei Syrakus auf Sizilien noch vorkommende Staude iſt ein 2—3 m langes Binſengewächs, das in einen fächerartigen Wipfel verläuft; aus dem Mark des Schaftes wurde das Papier hergeſtellt. Man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchnitt das Baſtgewebe des Stammes in dünne Streifen, die, neben- und übereinander gelegt, mit Waſſer befeuchtet und mit hölzernen Hämmern auf feſter Unterlage ſo geſchlagen wurden, daß ſich die einzelnen Faſern ineinander verfilzten. Heutzutage machen die Neuſeeländer ihre Matten (tappas) in ganz ähnlicher Weiſe noch aus dem Baſte verſchiedener Pflanzen. Neben dieſem eigentlichen aus Papyrus gefertigten Papier entſtand frühzeitig eine Leinen-Papierinduſtrie (ſ. Papierfabrikation), und zwar zuerſt durch chineſiſche Arbeiter in Samarkand. Eine kunſtgewerbliche Bedeutung erſten Ranges beanſpruchen die Papiertapeten und Buntpapiere. Die Papiertapete iſt chineſiſchen Urſprungs und vertritt dort die Stelle unſrer Zugjalouſien an den Flechtwänden und Gitterungen. Um das Jahr 1740 kamen durch eine engliſche Handelsgeſellſchaft ſolche Tapeten nach England und fanden bei der Vorliebe der damaligen Zeit für Chineſereien reißenden Abſatz. Es entſtanden alsbald Tapetenfabriken im Lande ſelbſt, dann um 1780 in Frankreich, 1808 in Wien. Die Tapeten mußten bei der Mangelhaftigkeit der damaligen Papierfabrikation aus einzelnen geſchöpften Bogen zuſammengeklebt und mit Holzmodeln gedruckt werden (Fig. 9). Zuweilen wurde das Muſter mit einer Kupferplatte vorgedruckt und mit Handmalerei vollendet. Mit der allgemeinen Aufnahme der Papiermaſchine entſtand, der Kattundruckmaſchine nachgebildet, auch die Tapetendruckmaſchine (ſ. Tapetenfabrikation). Die Buntpapierfabrikation (ſ. d.) iſt älter als die abendländiſche Tapeteninduſtrie. Ihr Hauptſitz in Deutſchland iſt Aſchaffenburg in Bayern. Eine intenſive Ausbildung auf kunſtgewerblichem Gebiete hat neuerdings auch die Buchausſtattung erfahren, insbeſondere durch Herſtellung der Drei- und Vierfarbendrucke auf glattem Kunſtdruckpapier. Der Bucheinband iſt durch Anwendung der Vorſatzpapiere ein Gegenſtand für künſtleriſche Beſtrebungen geworden. Dieſe Vorſatzpapiere, deren Urſprung bis ins 16. Jahrhundert zurückreicht, werden größtenteils mit der Hand gefertigt und mittels geeigneter Inſtrumente in farbigen naſſen Kleiſter eingezeichnet u. ſ. w. (vgl. Kgl. Muſeum zu Berlin, Kunſtgewerbemuſeum, Führer durch die Sonderausſtellung, Buntpapiere 1907). Man unterſcheidet: geſtrichene und geſprengte Papiere, alte und neue Tunkpapiere, Kleiſter-, Maſchinenſtreich- und Sprengpapiere, Modeldruck-, Walzendruckpapiere u. ſ. w. Hervorragende Ausbildung iſt ſodann dem Schriftſatz in neueſter Zeit zuteil geworden. Tonangebend iſt hierin Leipzig mit ſeiner Akademie für das Buchgewerbe. Angeregt durch den großen engliſchen Reformator Morris, ſind in der neueſten Zeit Meiſterwerke der Buchdruckerkunſt geſchaffen worden, die bereits Allgemeingut des Volkes geworden ſind. Insbeſondere iſt es die Akzidenzdruckerei, die einen ungeahnten Aufſchwung genommen hat.

Fig. 9. Alte Tapetenborde, mit fünf Holzmodeln bedruckt.

Von den **Lederarbeiten** beſchäftigen uns zunächſt die Ledertapeten und die Bucheinbände. In techniſcher Beziehung haben wir es mit Lederpreſſung einſchließlich Vergoldung, Bemalung und Einlage und mit ſogenannter Lederplaſtik zu tun. Das Material zu dieſen Arbeiten iſt (Schweinsleder und Pergament ausgenommen) lohgares Leder, ruſſiſche Juchten oder feine orientaliſche Leder, die von den Ausfuhrſtädten die Namen Corduan, Saffian u. ſ. w. erhielten.

Die Ledertapeten kamen wohl zuerſt in Spanien auf und verbreiteten ſich über Frankreich, Deutſchland und den Norden. Ihrem eigenſten Weſen nach ſind es Sommertapeten, die zuerſt in den fürſtlichen Schlöſſern die aus Wolle hergeſtellten Wintertapeten ablöſten und deshalb nur loſe an der Wand befeſtigt wurden. Mit der Verwendung dieſer Tapeten für bürgerliche Wohnungen hörte dieſe Befeſtigungsart auf und die Tapeten wurden auf feſten Rahmengeſtellen dauernd mit der Wand verbunden. Ihre hiſtoriſch nachgewieſene Verwendung als Sommertapeten gründet ſich namentlich auf deren leichte Reinhaltung, ihre Unangreifbarkeit durch Motten u. dergl. und ihren feinen, von der Gerbſäure ſtammenden Geruch. Die Herſtellung dieſer Tapeten, meiſtens aus Pferdeleder, geſchah in der Weiſe, daß mit einem größeren mit Ornamenten verſehenen Druckbrett das Leder in feuchtem und weichem Zuſtande gepreßt, dann getrocknet, mit Blattmetall belegt und bemalt wurde. Wollte man größere Wirkung erzielen, ſo griff man zur Lederplaſtik und behandelte das Leder wie Blech, trieb von rückwärts Erhöhungen heraus, die man dann unterlegte und halb trocknen ließ und wie Metall mit

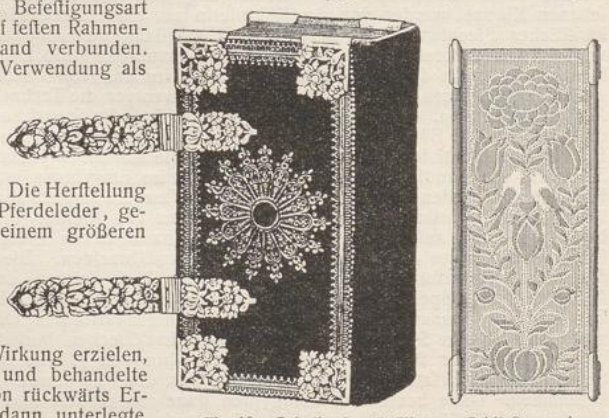


Fig. 10. Gebetbuch mit ſilbernen Schließen und ziſeliertem Schnitt.

Punzen und Hämmern nach Art der Ziſelier- und Treibarbeiten behandelte. Die Ledertapeten kamen vom 16. Jahrhundert bis Mitte des 18. Jahrhunderts vor. Das zierliche Rokoko fand an denſelben keinen Gefallen. Erſt in allerneueſter Zeit ſind dieſe Tapeten wieder in bevorzugte Aufnahme gekommen und dienen ſowohl für Wanddekorationen wie für Möbelüberzüge und als Antipendien in Kirchen, wozu ſie in früherer Zeit vielfache Anwendung fanden. Eine ganz umfaſſende Verwendung hat das Leder in der Buchbinderei (ſ. d.) erfahren. Lange vor Erfindung der Buchdruckerkunſt ſehen wir die Kloſtereinbände in derber, maſſiver Erſcheinung, aus Juchten oder Schweinsleder mit meſſingenen Beſchlägen und Schließen. Das Leder iſt als ſchützende Decke des Buches über Holzdeckel gezogen und mit Stempeln, Fileten und Rollen gepreßt (ſ. Buchbinderei). Nachträglich wurde ſodann das Leder auf die verſchiedenſte Art ornamentiert. Die einfachſte Art war die Blindpreſſung mit heißen Stempeln, Rollen und Fileten, dann kamen dieſe Preſſungen in Gold und Silber vor, endlich wurden einzelne Streifen und Bänder mit Lackfarben bemalt und ausgezeichnet. Der Schnitt wurde vielfach vergoldet, um das Eindringen des Staubes in die Blätter zu verhindern, vielfach auch vor der Vergoldung bemalt und nach derſelben mit Punze und Hammer ziſeliert (Fig. 10). Für den feſten Zuſammenſchluß des Buches dienten entweder kunſtvolle Beſchläge oder ſeidene Bänder, die durch die Deckel gezogen wurden. Die Blütezeit des Bucheinbands war das 16. Jahrhundert. Damals erhielten gewiſſe Einbände nach der Vorliebe einzelner Bücherfreunde eigne Namen, wie Franzband, Grolier- und Majolibände, und die fürſtlichen, klöſterlichen und Privatbibliotheken legten einen Stolz darein, ihre Bücher im vollendeten ſchönen Gewande zu zeigen. Auch im Orient begegnen wir der Buchbinderei auf hoher Stufe, und da ſind es namentlich die Koraneinbände mit ihren reichen Preſſungen, Vergoldungen und Farben, die unſer Erſtaunen erregen. Charakteriſtiſch für dieſe Einbände iſt auch der Umſtand, daß der hintere Deckel mit einer Klappe verſehen iſt, die ſich beim geſchloſſenen Zuſtande des Buches auf den vorderen Deckel legt, ähnlich wie das bei unſern früheren Brieftaſchen der Fall war. Ein Abweichen von der Manier der alten Buchbinder trat ein, als man den Rücken nicht mehr feſt mit dem Buche verband, ſondern hohl geſtaltete. Das Buch ließ ſich dadurch leichter aufſchlagen, aber ſeine Solidität litt darunter, und dies wurde noch ſchlimmer, als in unſrer Zeit die Plattenpreſſung aufkam, welche die Deckel unabhängig vom Buche herſtellte und in einfacher, aber ebenſo leichter Weiſe mit dem Buche mehr wie zum Scheine verband. Neben der Handpreſſung und Vergoldung des Leders begegnet uns die Lederplaſtik. Die einfachſte iſt die, daß die Konturen der Ornamente mit einem ſcharfen Meſſer umſchnitten und die Grundflächen des Leders mit Hammer und Punze zurückgetrieben werden. Man erhält ſo ein leichtes Flachrelief, das auch durch die verſchiedene Farbe von Grund und Ornament wirkt. Eine andre Art beſteht darin, daß die Konturen der Ornamente in derber, feſter Weiſe in das Leder vertieft eingepreßt und eingeſchnitten ſind. Dieſe Art findet namentlich an größeren Gegenſtänden, wie Reiſekoffern, Anwendung und iſt häufig auf ſpaniſchen Arbeiten zu ſehen. Eine weitere Art endlich beſteht darin, daß das Leder vollſtändig wie Blech behandelt, getrieben und ziſeliert wird. Da nun das in Buckeln herausgetriebene Leder leicht wieder zurückgeht, ſo hat man häufig dieſe von rückwärts herausgetriebenen hohlen Stellen mit Baumwolle, die man mit Lack getränkt hat, ausgefüllt und dadurch ein Zurückgehen verhindert. Anwendung fand dieſe Art namentlich für Käſtchen, Pulverflaſchen (Fig. 11), Futterale, Schilde u. ſ. w. in Deutſchland (neuerdings Hulbe in Berlin, Fig. 12), Frankreich und Italien.

Fig. 11. Pulverflaſche, italieniſch.

Fig. 12. Buchdeckel, in Leder getrieben.

Wie in der Lederplaſtik ein geſchulter künſtleriſcher Sinn ſich geltend macht, ſo iſt das im höheren Grade noch der Fall bei den kleinen Bildnerarbeiten aus Holz, Horn, Elfenbein und andern ähnlichen Stoffen. Den erſten Platz nehmen die **Elfenbeinarbeiten** ein; ihre Geſchichte iſt uralt. In der Römerzeit wurde Elfenbein

Fig. 13. Römiſcher Konſulardiptychon.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 15. Henkelkanne von Elfenbein, 17. Jahrh.

vorzugsweiſe zu jenen Diptychen verwendet, die wir am beſten Notizbuchdeckel nennen könnten und die Abbildungen der Konſuln in erhabener Arbeit zeigten, während die inneren Flächen, mit Wachs ausgekleidet, zur Aufnahme von Notizen dienten (Fig. 13). Die chriſtliche Kirche nahm dieſe Deckel gleichfalls in Dienſt, verſah ſie mit religiöſen Darſtellungen und benutzte ſie nicht ſelten als Zierdecken für liturgiſche Bücher. — Neben dieſem Gebrauche fand das Elfenbein Verwendung für kleine Figuren, z. B. Schachfiguren, religiöſe Darſtellungen und namentlich für Luxusgefäße (Fig. 15). Letztere Verwendung war durch die Meinung gefördert, daß Elfenbein das Gift unſchädlich mache, und wir ſehen deshalb ſolche Gefäße vorzüglich in der erſten Zeit der Renaiſſance an fürſtlichen Höfen und in vornehmen Häuſern. Das Elfenbein ſpielte hier die nämliche Rolle wie die ſeltenen Beinſubſtanzen, angeblich vom Nashorn, die man mit koſtbaren Faſſungen von Gold und Email verſah. Seiner Härte und doch verhältnismäßig leichten Bearbeitungsfähigkeit halber war das Elfenbein ein geſuchtes Material für die Dreherei, und es wurden daraus nicht bloß einfachere Arbeiten auf der Drehbank hergeſtellt, ſondern man ſetzte einen beſonderen Stolz darein, auf der ſogenannten Paſſigdrehbank wahre Kunſtſtücke der Dreherei zu liefern (Fig. 14). Berühmt war in dieſer Beziehung die Familie Zick in Nürnberg, aus deren Werkſtätte die ſchönen Kunſtdreharbeiten, Augen, ineinander gedrehte Kugeln u. ſ. w., hervorgingen, die in unſern Muſeen das Intereſſe der Fachleute erregen und auch mit Erfolg wieder nachgebildet werden. Eine beſondere Berückſichtigung verdient bei Erwähnung der Elfenbeinſchnitzereien unſer moderner Fächer. Die Geſchichte des Fächers geht in das früheſte Altertum zurück. Vom Orient kam er zu den Griechen und Römern und zum zweitenmal ſpäter zu den Spaniern, Holländern, Italienern und Franzoſen; heute iſt er in der ganzen Welt verbreitet. Rechnet man doch, daß jährlich tauſend Millionen dieſes zierlichen Gerätes gefertigt werden. Die Elfenbeinſtäbe unſrer Fächer wurden in der mannigfaltigſten Weiſe ausgeſtaltet, und wenn nicht der ganze Fächer aus dünnen Elfenbeinplatten beſtand, ſo wurden doch die beiden äußerſten Endplatten mit plaſtiſchem und maleriſchem Schmucke reich verziert. In der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts finden wir an den Fächern auch zuweilen kleine Pikanterien angebracht, wie Vergrößerungsgläſer, Spiegel u. ſ. w. Heutzutage ſpielt der oſtaſiatiſche Fächer in der Handelswelt eine große Rolle und man kann den dritten Teil der geſamten Fächerproduktion auf die Fabrikate aus China und Japan berechnen.

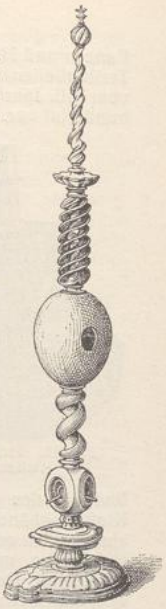


Fig. 14. Paſſigdreherei aus der Zickſchen Werkſtätte.

Eine der ſchönſten, intereſſanteſten und zugleich älteſten Induſtrien iſt die des **Glaſes.** Schon im alten Aegypten waren die Glasmacher bekannt, wie die Abbildungen von Glasbläſern zeigen. Da das Glas kein einfacher Körper, ſondern ein künſtliches Produkt aus Kieſelerde, Kalk und einem Alkali iſt, ſo iſt ſeine Bearbeitung und Herſtellung in ſo alter Zeit rätſelhaft, und die ſpäteren in hiſtoriſcher Zeit verſuchten Erklärungen über die Erfindung des Glaſes beweiſen bloß, daß man von dieſer Erfindung nichts Sicheres weiß. Techniſch unterſcheidet man Kalikalkglas, das böhmiſche Kriſtallglas, Natronkalkglas, das Fenſterglas und das Kronglas für optiſche Zwecke und das Kalibleiglas, beſonders lichtbrechend und deshalb auch zur Herſtellung künſtlicher Edelſteine verwendet. Nach der Art der Verwendung unterſcheidet man Hohl- und Tafelglas. Eine beſondere Verwendung findet das Glas noch als Email zur Dekoration von Gebrauchs- und Ziergegenſtänden aus Metall. Auch die Glasmoſaiken verdienen wenigſtens Erwähnung (Näheres ſ. Glas). Die Verzierungsarten umfaſſen Schleifen, Gravieren oder Schneiden, Aetzen, Bemalen, Vergolden und Verſilbern. Gewöhnlich zeigt das Glas eine mehr oder weniger tiefe grüne Farbe; reines, farbloſes Glas kann erſt durch Entfärbungsmittel: Braunſtein, Salpeter, Arſen u. ſ. w., rein hergeſtellt werden. Zum Färben des Glaſes werden Metalloxyde verwendet. Eine eigne Art bilden die Ueberfanggläſer, d. h. Gläſer, welche aus zwei oder mehreren voneinander in der Farbe abweichenden Glasſchichten beſtehen. Urſprünglich dürfte das Glas ſeines Glanzes und ſeiner Farbe wegen zumeiſt als Erſatz für Edelſteine gedient haben. Die erſte bedeutende Glasinduſtrie begegnet uns bei den Römern, und wir ſehen dort nicht nur einfache Gefäße, Graburnen, Medizingläſer u. dergl., ſondern auch Kunſtwerke erſten Ranges, die erſt in neuerer Zeit wieder herzuſtellen mit Erfolg verſucht wurde. Dazu gehören die ſogenannten diatretiſchen Gläſer und die gravierten Ueberfanggläſer. Erſtere ſind Gläſer, welche urſprünglich eine ſehr dicke Wand hatten; dieſe Wand wurde dann durch Gravierung oberflächlich in ein netzartiges Gebilde zerlegt, und durch immer größere Vertiefung dieſer Gravierung ſtand ſchließlich dieſes Netz, nur mit einigen Stäben mit dem feſten Glaskörper noch verbunden, als freies Gebilde auf der darunterliegenden Gefäßwand. Die gravierten Ueberfanggläſer haben ihr ſchönſtes Beiſpiel in der ſogenannten Portlandvaſe im Britiſchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Muſeum in London; es iſt dies eine Vaſe von blauem Glas mit weißer Glasſchicht überfangen und der weiße Ueberzug iſt ſtellenweiſe ſo weit weggeſchliffen bezw. weggraviert, daß fein modellierte, reliefierte Darſtellungen auf blauem Grunde ſich zeigen. Erwähnenswert dürften noch die ſogenannten Goldgläſer ſein, von denen man mehrere in den Katakomben fand. Ihre Eigentümlichkeit beſteht darin, daß auf dem Boden des fertigen Gefäßes ein dünnes Goldblättchen befeſtigt war, in dem man mit der Radiernadel Wörter, Konturen von Figuren u. ſ. w. auskratzte und das man dann durch wiederholtes Eintauchen in die flüſſige Glasmaſſe mit einem Glasüberzug verſah. In der nachrömiſchen Zeit wird Alexandrien in Aegypten das Zentrum der Glasfabrikation; die Araber verbreiten dieſe Induſtrie weiter und zu Ausgang des Mittelalters tritt Venedig an die Spitze derſelben. Um dieſe Induſtrie als Monopol zu erhalten, begünſtigte der Rat die Glaskünſtler und verbot deren Auswanderung. Die Glasmacher galten als halbadlig, d. h. eine Donna nobile vergab ihrem Range nichts, wenn ſie einen Glasmacher heiratete. Anderſeits war ein Geſetz, daß ein Glasmacher, der ſeine Kunſt nach auswärts bringen wollte, ſofort aufgefordert wurde, zurückzukehren; tat er es nicht, wurden ſeine Verwandten und Freunde gefänglich eingezogen, und rührte ihn auch dieſes nicht, wurden Häſcher ausgeſchickt, ihn zu erdolchen.

Fig. 16. Venezianer Glas.

1. Die Venezianer Gläſer (Fig. 16) ſind weiß und zeichnen ſich durch ihre Dünnwandigkeit, Reinheit und die Originalität ihrer wahrhaft künſtleriſchen Formen aus, da ſie vielfach mit freier Hand gebildet wurden. Eine beſondere Klaſſe bilden die Flügelgläſer, deren Fuß in kunſtvoller Weiſe aus vielfarbigen Glasſtäben ſo geflochten wurde, daß dadurch Roſetten, Tiergeſtalten und andre phantaſtiſche Formen entſtanden. 2. Filigrangläſer mit ſpiralförmig den Leib umwindenden und umziehenden Fäden aus weißem durchſichtigen oder milchweißem undurchſichtigen Glaſe. Werden die Fäden nach zwei entgegengeſetzten Richtungen dem Glaskörper angelegt, ſo entſteht das artikulierte oder Netzglas. Werden die farbigen Fäden vor ihrer Erſtarrung mit einem Eiſen nach oben oder unten gezerrt und die Glaskörper dann weiter aufgeblaſen, ſo erhält man die geriſſenen Filigrangläſer. 3. Eisgläſer, die im glühenden Zuſtande ins Waſſer getaucht werden. Die Oberfläche bedeckt ſich dadurch mit zahlloſen kleinen Riſſen, welche durch wiederholtes Anwärmen des Glaſes ſich oberflächlich ſchließen und dem Gefäß einen eisartigen Charakter geben. 4. Farbige Gläſer und zwar einfarbige — braun, rot, blau, grün, oder Edelſteine nachahmend, namentlich Achate, Onyxe, Opale u. ſ. w. 5. Millefiorigläſer, hergeſtellt aus Abſchnitten bunter, zuſammengeſchmolzener Glasſtäbe, die entweder mit einem durchſichtigen Ueberzug verſehen und in demſelben eingeſchloſſen oder mit dieſem weiter ausgezogen und ausgeblaſen werden. Endlich 6. bemalte und vergoldete Gläſer. Von Italien aus verbreitete ſich die Glasinduſtrie in die übrigen Länder, obgleich die Verhältniſſe überall weniger günſtig waren. Von einer direkten Einwirkung italieniſcher Arbeiter kann aber nur in ſehr ſeltenen Fällen die Rede ſein, und die Veneti, die urkundlich oft in Deutſchland genannt wurden und denen die Sage an manchen Orten die Einführung der Glasfabrikation andichtet, waren keine Venezianer, ſondern bergbaukundige und erzſuchende Wenden. Die deutſche Glasinduſtrie reicht bis ins 15. Jahrhundert zurück. Auf der Appianiſchen Karte finden wir ſchon fünf Glashütten im Bayriſchen Walde; in Böhmen und Schleſien können einzelne Hütten ihre Geſchichte noch weiter zurückdatieren. Charakteriſtiſch für die älteſten deutſchen Gläſer iſt deren Schwere und die Unreinheit des Materials, obgleich ſie in einzelnen Stücken nicht einer derb realiſtiſchen Schönheit entbehren. Eines haben aber die deutſchen Glashütten vor allen andern voraus: ſie haben die Glasinduſtrie mit einer Gefäßform bereichert, die durch Anmut, Zierlichkeit und Zweckmäßigkeit ſich bis auf den heutigen Tag erhalten hat — den Römer (Fig. 17). Urſprünglich war das Gefäß hohl bis auf den unteren ausladenden Fußteil; dann wurde dieſe Höhlung weiter nach oben gerückt, bis endlich nur der eigentliche Kelch blieb. Der Fuß wurde geſponnen, d. h. er wurde aus Glasfäden über einen Gipskern gezogen und dann geſchmolzen. Die Riefen, welche den Kelch des Römers ſchmücken, und die geſponnenen Füße hatten den Zweck, das Licht beſſer zu brechen und dem Wein einen beſonderen Glanz zu geben. Andre ſpezifiſch deutſche Gläſerformen waren der Humpen oder Willkomm von zylindriſcher Form und häufig mit Malerei verſehen. Geſucht ſind die alten Humpen mit dem Reichsadler, den Kurfürſten, Zunftemblemen u. ſ. w. Eine ſehr beliebte Form war ferner das Paßglas. Es war gleichfalls zylindriſch mit ſtark ausladendem Fuß und hatte in regelmäßigen Zwiſchenräumen Glasfädenumſchnürungen. Der Raum zwiſchen zwei ſolchen Fäden hieß Paß, und es galt als Trinkerregel, daß man jeweilig nur einen Paß trank; wer den Abſtand nicht ganz erriet, mußte zur Strafe einen weiteren Paß ſofort nachtrinken. — Der Angſter (Fig. 19), wohl gleichbedeutend mit Gutrolf, beſtand der Hauptſache nach aus einem flaſchenartigen Gefäß mit mehrrohrigem Halſe. In alten Inventaren kommt häufig der Ausdruck Spechter (Fig. 18) vor. Dieſes Wort ſcheint weniger die Bezeichnung einer beſtimmten Form geweſen zu ſein als

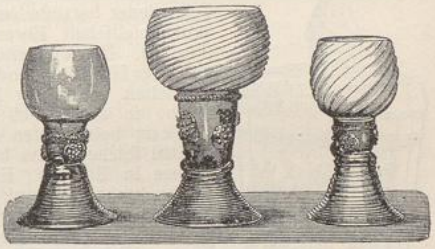


Fig. 17. Römer.

vielmehr die für die Produkte der Speſſarter Hütten. Charakteriſtiſch für die meiſten dieſer Produkte iſt, daß ſie in rautengemuſterten Modeln geblaſen ſind. Eine beſondere künſtleriſche Bedeutung kommt denſelben keineswegs zu. Aehnlich verhält es ſich mit den Fichtelberger Gläſern (Fig. 20), die deswegen eine beſondere Erwähnung verdienen, weil ihre Geſchichte eine ſehr alte iſt. Häufig ſind auf dieſen Gläſern Malereien angebracht, am häufigſten ein hoher Berg (Ochſenkopf) mit Wild aller Art und vier Flüſſen, die an deſſen Fuß entſpringen (Main, Naab, Saale, Eger). Die Phantaſie des Glaskünſtlers hat in alter wie in neuer Zeit noch eine Menge

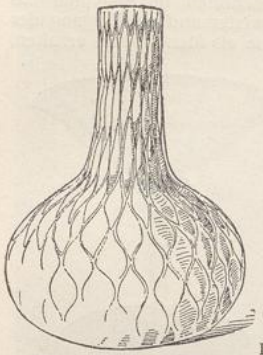


Fig. 18. Spechter Glas.

Fig. 21. Trinkgefäß in Form einer Frau.

Fig. 20. Fichtelberger Glas.

Fig. 19. Altdeutſcher Angſter.

von Formen geſchaffen: Tier- und Menſchenfiguren (Fig. 21), Nachbildungen von Blech- und Holzwaren, Scherzartikel u. dergl. Auf den jüngſten Ausſtellungen konnte man derartige Gegenſtände in neuer Geſtalt oft genug ſehen, und „der Hausrat der Glasmacherleute im Bayriſchen Wald“ zeigt eine Mannigfaltigkeit von ſolchen Dingen, die höchlich ergötzt und beluſtigt.

Fig. 23. Becher mit Zwiſchenvergoldung.

Eine beſondere Spezialität ſind die von Kunkel erfundenen Rubingläſer, die erſt in der neueſten Zeit wieder herzuſtellen der Rheiniſchen Glashüttenaktiengeſellſchaft Ehrenfeld bei Cöln gelungen iſt (Fig. 26). Die Verzierung der Gläſer kann zugleich mit ihrer Herſtellung oder nach derſelben ſelbſtändig geſchehen. Wird der Model mit einem Muſter verſehen, ſo drückt ſich dieſes Muſter in die weiche Glasform beim Blaſen derſelben ein; am ſchönſten geraten ſolche Muſter beim Preß- oder Gußglas, wie ſolches in Böhmen, England, Amerika in großen Maſſen hergeſtellt wird. Von großer Wichtigkeit iſt das Schleifen des Glaſes und das Gravieren. Für erſteres benutzt man Schleifſteine und zum Polieren dann Holzräder. Durch das Schleifen entſtehen Ecken und Kanten, Prismen und geometriſche Körper, die, wenn das Glas ein weiches Bleiglas iſt, das Licht in vorzüglicher Weiſe brechen und dem Gefäß ein diamantglänzendes Anſehen geben. Mit Schleifen werden auch Nachbildungen alter Bergkriſtallgefäße von beſonderer Feinheit erzielt. Das Gravieren geſchieht auf einer Art Drehbank mittels kupferner Rädchen und Schmirgel in Oel; die Glashütten haben für gewiſſe Verzierungsarten beſondere Ausdrücke wie ordinär, halbfein, ganzfein, und erſt bei feineren Kunſtarbeiten tritt der Glasgraveur oder Glasſchneider als ſelbſtändig ſchaffender Künſtler auf. In Holland war eine Zeitlang das Gravieren der Gläſer mittels des Diamantſtifts beliebt.

Fig. 22. Becher mit Schaper-Malerei.

Bemalte, vergoldete und verſilberte Gläſer ſind im allgemeinen mehr Dekorationsſtücke; beim Gebrauch wirkt die opake Farbe unſchön und ſtörend, namentlich wenn zu viel verwendet wurde. Eine antiquariſche Rarität bilden die von Schaper in der Mitte des 17. Jahrhunderts mit beſonderer Feinheit braun und ſchwarz gemalten Gläſer (Fig. 22), die nach ihm auch genannt werden. Bei den vergoldeten Gläſern müſſen die mit Zwiſchenvergoldung (Fig. 23) beſonders erwähnt werden. Vielfach wurde ein Teil eines Glaſes herausgeſchliffen und ein andrer dafür in die entſtandene Höhlung hineingepaßt; durch Anbringung von Gold und Farben in der Mitte zwiſchen den zwei Glasſchichten entſtand eine ſpiegelnde, vornehme Wirkung. Häufiger noch beſtehen dieſe Gläſer aus zwei ineinander geblaſenen Exemplaren, von denen das innere bemalt oder vergoldet und am oberen Rande dann mit dem äußeren feſt verkittet wurde. — Eine ähnliche Technik zeigen auch die ſogenannten eglomiſierten Gläſer, welche ihren Namen von einem franzöſiſchen Rahmenmacher haben und deren weſentlichſte Eigenheit die iſt, daß ſie mit Malerei auf der Rückſeite verſehen ſind, die verkehrt aufgetragen wurde, wie dies bei Abziehbildern der Fall iſt, und daß dann Goldblättchen aufgelegt wurden, welche den Grund der Malerei bilden. Auch die Moderne hat ſich der Ausbildung der Glasmacherkunſt zugewendet und zum Teil Muſtergültiges geſchaffen. Insbeſondere iſt es die Glasgravierung, die Fortſchritte gemacht hat, ſowie Gläſer in ſchillernden Farben (Fig. 24 und 25) [6]. Aus Glasmoſaiken, d. h. Glaswürfeln mit vergoldetem Grund, ſetzen ſich auch die alten Glasbilder in

Fig. 25. Kronleuchter für elektriſches Licht von Alwin Franz in Neugersdorf, Sachſen.

Fig. 27. Salonſpiegel.

Fig. 24. Geätzte Vaſe mit Feuerſilberdekoration von Carl Goldberg, Haida.

den Kirchen zuſammen. Glasmoſaiken werden in Deutſchland überall gefertigt, und es iſt neuerdings gelungen, ſowohl Technik als künſtleriſche Qualität wieder auf eine hohe Stufe zu bringen (Puhl & Wagner in Rixdorf, Johann Odorico in Berlin u. a.).

Die Glasmalerei iſt bekanntlich eine deutſche Erfindung, die, ſoweit jetzt unſer Wiſſen reicht, in Tegernſee oder Umgegend gemacht wurde. Man unterſcheidet verſchiedene Arten derſelben, wie die Grisaillemalerei, wobei mit Schwarzlot auf das weiße Glas gezeichnet und gemalt wurde —, die Moſaikmalerei, nämlich die Zuſammenſetzung der Fenſter aus farbigen Glasſtücken mit eingezeichneten Konturen und Schraffierungen —, die eigentliche Glasmalerei mit Figuren. Die Alten verwendeten zu ihren Fenſtern ein derbes, rauhes Glas (Kathedralglas) und ſahen darauf, daß einzelne Partien von ein und derſelben Farbe, je nachdem dieſe Farben ſtellenweiſe heller oder dunkler erſcheinen ſollten, von mehr oder weniger dickem Glaſe geſchnitten wurden. Es kam den alten Glasmalern darauf an, einen möglichſt harmoniſchen Geſamteindruck in

Fig. 26. Doppelhenkelflaſche aus Ehrenfeld.

Fig. 28. Antike Tongefäße.

Licht und Farbe zu erzielen und den Raum teppichartig abzuſchließen. Darum ſind perſpektiviſche Wirkungen wie auch eigentliche Modellierung der Figuren möglichſt vermieden. Strenge Stiliſierung iſt ſtets durchgeführt. Sie ſtanden unter Umſtänden ſogar nicht an, die Haare violett zu geben, wenn dieſe Farbe ins Ganze paßte. Dabei darf aber nicht vergeſſen werden, daß ſie trotz alledem an einen gewiſſen, durch Tradition überkommenen Kanon gebunden waren, ähnlich den Malern vom heiligen Berge Athos. Zu dieſem Kanon gehörten die typologiſchen Zuſammenſtellungen von Darſtellungen aus dem Leben Jeſu mit ſolchen Begebenheiten aus dem Alten Teſtamente, die man dazu in Verbindung ſetzen konnte. Mit dem Ausgang des Mittelalters wurde die Glasmalerei auch in die Privat- und öffentlichen Gebäude eingeführt und feierte durch häufige Anwendung einer gelben, durchſichtigen Farbe (Silbergelb) eine zweite Blütezeit. — Mit dem 17. Jahrhundert geht die Glasmalerei unter, um im 18. Jahrhundert ganz zu verſchwinden. Im 19. Jahrhundert war es ein Nürnberger — Frank —, der die Kunſt wieder zu beleben verſuchte, und unterſtützt durch König Ludwig I. von Bayern, wurde München die Zentrale der Glasmalerei. Nur langſam entwickelte ſich an unzähligen Verſuchen wieder die alte Technik des Mittelalters. Allzu große Scheiben und viel zu maleriſche Behandlung der Schatten verhinderten lange den Fortſchritt. Auch gelang es zunächſt nicht, die Farben der Alten auch nur annähernd zu erreichen. Doch beſitzen wir jetzt eine ausreichende Skala prachtvoller Gläſer im alten Sinne, die größtenteils aus England ſtammen. Eine Neuerung der Glasmalerei iſt die Verwendung des ſogenannten Opaleszentglaſes und des gepreßten Glaſes, welche aus Amerika ſtammen und die für profane Zwecke ausgiebige Verwendung finden; vgl. a. Glasmalereitechnik.

Zum Schluß dürften auch noch die Spiegel einer kurzen Erwähnung wert ſein, weniger ihres eignen Weſens als ihres Rahmens wegen. Man hat ſich daran gewöhnt, von Spiegeln mit Rahmen, die aus geſchliffenen und zuſammengeſetzten Glasſtücken beſtehen, als von Venezianer Spiegeln zu reden (Fig. 27). Dieſe Technik iſt aber mehr deutſch als italieniſch und wird heutzutage in der Spiegelſtadt Fürth noch geübt. Die Venezianer ſetzen ihre Rahmen mehr aus Glasblumen zuſammen, die freilich ſehr zerbrechlich ſind. In jüngſter Zeit werden die Spiegel an den Kanten nicht ſelten mittels Kupferſcheiben ornamental gerändert und angeſchliffen, auch iſt die Hinterglasmalerei für durchſichtige und Spiegelgläſer wieder durchaus modern geworden. Das glänzendſte Beiſpiel dieſer Technik iſt im Würzburger Schloß zu ſehen.

Eine mit der ganzen Kultur und Geſchichte der Menſchheit aufs engſte zuſammenhängende Induſtrie iſt die der **Tonwaren.** Tonſcherben ſind vielfach die einzigen Zeugen menſchlicher Tätigkeit in prähiſtoriſcher Zeit: Ton iſt das Material, das der Menſch zur ſelbſtändigen Herſtellung von Gefäßen zuerſt benutzte. Die wichtigſten, heute noch im Gebrauche ſtehenden Tonwaren teilt man nach der Zuſammenſetzung des Scherbens in folgende Klaſſen: 1. Arbeiten aus gewöhnlichem Ton mit Lehm oder Bleiglaſur; 2. Fayencen, aus beſſerem Ton mit Zinnglaſur; 3. Steingutwaren aus einer ſorgfältig bereiteten Maſſe mit Bleiglaſur; 4. Steinzeugwaren aus ſtark kieſelſäurehaltigem Ton mit Salzglaſur, und 5. Porzellane aus Kaolin mit Porzellanglaſur. — Die Fabrikation der gewöhnlichen Tonwaren erreichte ihre höchſte Ausbildung im klaſſiſchen Altertum. Die griechiſchen und römiſchen Gefäße ſind wahre Wunder von Kunſt und Technik und in ihnen offenbart ſich ein ſo vollendeter Formenkanon, daß ſie für alle Zeit Muſter und Vorbild bleiben (Fig. 28). Außer ſeiner Verwendung für Gefäßbildnerei wurde der Ton auch zur Herſtellung von plaſtiſchen Erzeugniſſen bei den Antiken mit Vorliebe angewendet. Stirnziegel und Verkleidungen an Bauwerken waren vielfach von Ton. Einen wichtigen Handelsartikel bildeten ferner bei Griechen und Römern die ſogenannten Tanagrafiguren, die, meiſt farbig bemalt, beſondere Anziehungspunkte in allen Muſeen bilden. Das Mittelalter machte von den gewöhnlichen Tongefäßen ausgiebigen Gebrauch und ihre Verwendung für Küche und Tafel war damals viel umfaſſender als heutzutage.

Eine beſonders Rolle ſpielte der gewöhnliche Ton für die Herſtellung von Oefen und Bodenflieſen, von denen unſre Muſeen noch zahlreiche Beiſpiele aufweiſen. Die Oefen wurden ſpäter wahre Volksbücher durch die figürlichen Darſtellungen aus Geſchichte und Sage und fanden in Deutſchland ihre höchſte Ausbildung und Vollendung. Einzelne Hafner in der Schweiz und Deutſchland — Krauth, Leibold u. ſ. w. — nehmen in der Kunſtgewerbegeſchichte ehrenvolle Plätze ein.

Die Fayencen datieren in alte Zeiten, lange vor Chriſtus zurück und ſtammen aus dem Orient. Ihr Urſprung dürfte mit der Flieſenfabrikation im meſopotamiſchen Tieflande beginnen, wo man Gebäude aus ungebrannten Ziegeln errichtete und deren Wände durch gebrannte Flieſen oder Alabaſterplatten vor ſchnellem Zuſammenfall ſicherte. Noch in ſpäterer Zeit bis auf heute iſt die Flieſenfabrikation in Perſien und den Ländern mit islamitiſcher Bevölkerung in Betrieb, und die Flieſenverkleidung an Moſcheen und Grabmälern bewirkt jenen farbigen Zauber, ohne den wir uns die orientaliſche Architektur nicht denken können. Vom Oriente kam die Flieſen- und Fayencefabrikation nach Holland, Deutſchland, Spanien, Italien und Frankreich. Beſonders in Holland und Deutſchland wurden die Küchen mit Fayenceflieſen ausgekleidet, zuweilen auch Prachträume, z. B. das Schloß in Ansbach. In neuerer Zeit wird dieſe Fabrikation allerwärts wieder aufgenommen. In Deutſchland beſitzt die Firma Villeroy & Boch in Mettlach eine der hervorragendſten Fabriken. Die älteſten Fayencegefäße ſind gleichfalls orientaliſchen Urſprungs. Bekannt ſind die perſiſch-rhodiſchen Teller, Krüge (Fig. 29) und Flaſchen, die über Rhodus und von da aus in alle Länder gingen. Unter dem Einfluß der Araber entwickelte ſich eine ausgedehnte Induſtrie in Spanien. In Frankreich entſtand eine ſelbſtändige Fayenceinduſtrie, unabhängig von den übrigen Ländern, durch Paliſſy (Fig. 30), deſſen Arbeiten als Bauernmajolika bezeichnet wurden, heute noch in geringer Anzahl vorhanden ſind und als ſeltene Stücke ungemein geſchätzt werden. — Das Charakteriſtiſche dieſer Majoliken iſt ihre Reliefdekoration, die häufig natürliche Pflanzen, Schlangen, Fiſche, Krebſe nachbildet

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und in bunter Bemalung erfcheinen läßt, dann der jafpisartige Grund. Eine andre franzöfifche Spezialität, von der auch nur noch wenige Stücke vorhanden find, find die fogenannten Henry Deux-Gefäße oder die Fayencen von Osron, die in Porchaire von einem dilettierenden Künftler gefertigt und mittels einer Art Buchbinderftempel verziert wurden und von da aus den Weg in die übrigen Länder fanden. Es ift fogar wahrfcheinlich, daß der Name Fayence, der zuerft bei den Franzofen aufkam, auf die Stadt Valencia fich bezieht. Die Italiener gaben diefen Gefäßen, weil fie diefelben aus Majorka oder Majolika bezogen, den letzteren Namen, und beide Ausdrucksweifen find heute noch üblich, obgleich technifch kein Unterfchied zwifchen den betreffenden Produkten befteht. Im Handel

Fig. 29. Perfifcher Fayencekrug.

Fig. 30. Paliffy-Schale.

Fig. 31. Deutfcher Fayencekrug.

nennt man Majolika gewöhnlich das bunt bemalte Gefchirr, während Fayence vorzugsweife für das blau- oder einfarbig bemalte Produkt angewendet wird. Den höchften Grad der Vollkommenheit erreichte

Fig. 33.

Fig. 35. Glafierter Teller von Julius Diez-München.

Fig. 32. Salzburger Steinzeugkrug.

die Fayenceinduftrie in Italien (Cafteldurante, Pefaro, Gubbio, Urbino u. f. w.). — Die bedeutendften Fayencefabriken waren fpäter Rouen, Marfeille, Nevers und Mouftiers. Von Rouen kamen Fayenciften nach Aufhebung des Ediktes von Nantes nach Deutfchland und trugen wefentlich zur Hebung der deutfchen Fayenceinduftrie bei, die zu Beginn des 18 Jahrhunderts ihre Blütezeit hatte (Fig 31). Hervorragende Produktionsftätten waren Ansbach, Baireuth, Crailsheim, Göppingen, Hanau, Höchft, Nürnberg, Straßburg u. f w. — In Holland konzentrierte fich die Fayenceinduftrie um Delft, welches feiner engen Verbindung mit dem Orient es verdankte, daß es orientalifche Mufter dem Abendlande zuführen und diefelben in etwas modernifierter Art als gefuchten Handelsartikel in alle Länder ausführen konnte. In neuerer Zeit ift die Anwendung von Fliefen als Bodenbelag und Wandfchmuck (Fig. 34) wieder fehr in Aufnahme gekommen und find namentlich glafierte Platten mit Mufterungen bei Herftellung

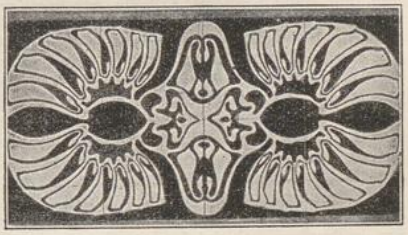


Fig. 34. Fliefen mit Lüftermalerei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

von Kaminplätzen und Wandbrunnen in jedem beſſeren Hauſe anzutreffen. Glaſierte Geſchirre für den Hausgebrauch werden neuerdings meiſterhaft gefertigt von Schmidt-Pecht in Konſtanz, Julius Diez in München (Fig. 35) u. a.

Einen weſentlichen Einfluß auf die Entwicklung der Fayenceinduſtrie übte die 1709 in Deutſchland ins Leben getretene Porzellaninduſtrie (Fig. 36), deren Produkten die Fayence äußerlich in etwas ähnlich ſah, weshalb die alten Fayencefabriken häufig in den Urkunden Porzellanfabriken genannt wurden. Bei dem niederen Stand der chemiſchen Wiſſenſchaft hielt man es für möglich, die Fayence

Fig. 37. Porzellanfigur.

Fig. 37a. Falke (von Chr. Thomſen), Kgl. Porzellanfabrik Kopenhagen

Fig. 36. Meißener Porzellanvaſe.

durch allmähliche Verfeinerung und Verbeſſerung in Porzellan überführen zu können. Die Konkurrenz des Porzellans und ganz beſonders des um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts in England aufgekommenen Steinguts richteten die Fayence zugrunde, die von ihrer einſtigen Höhe längſt zu gewöhnlicher Ware herabgeſunken war, und erſt der neueren Zeit war es vorbehalten, auch dieſer Induſtrie wieder neues Leben und neuen Aufſchwung zu geben.

Das Steingut beſteht aus feingeſchlämmtem, meiſt weißem Ton, der im Feuer einen hohen Härtegrad erreicht und mit Bleiglaſur verſehen wird. Im Aeußern dem Porzellan ſehr ähnlich, iſt es das Material für unſer gewöhnliches billiges Gebrauchsgeſchirr. Eine beſondere Art von Steingut iſt das Wedgewood-Geſchirr aus einer feinen weißen, fehr verſchiedenartig zuſammengeſetzten Maſſe mit Feldſpatglaſur und mit Metalloxyden gefärbt Wedgewood war ein engliſcher Töpfer († 1795) und ſeine Arbeiten zeichnen ſich durch künſtleriſche Vollendung in Nachahmung antiker Gemmen u. ſ. w. aus. In Deutſchland wurden die weniger guten Arbeiten Wedgewoods vielfach nachgemacht.

Steinzeug beſteht aus einem eigenartigen feuerfeſten Tone von weißer bis brauner Farbe, der nur in gewiſſen Gegenden, wie im Naſſauiſchen, in Preußen, in einzelnen Orten in Sachſen vorkommt. Deshalb iſt die Fabrikation des Steinzeugs auf gewiſſe Orte beſchränkt, wie Siegburg, Raeren, Frechen, Höhr, Grenzhauſen, Krauſſen u. ſ. w. Die Salzglaſur macht die Gefäße widerſtandsfähig gegen Säuren, weshalb dieſe Geſchirre beſondere Verwendung finden für Aufbewahrung von Mineralwäſſern, Konſerven, Bier u. ſ. w Die alten Steinzeuggefäße haben meiſtens eine Reliefornamentation, welche aus Modeln gedrückt und dann auf die Oberfläche der Gefäße aufgeklebt wurde (Fig. 32 und 33). Die Ornamente und Figuren ſind meiſtens von wunderbarer Schärfe und Vollendung und erinnern an Goldſchmiedarbeiten. Zumeiſt finden ſich an dieſen Krügen Bauerntänze, Bildniſſe und Wappen der Kurfürſten u a Eine beſondere Spezialität ſind die ſogenannten Trauerkrüge mit Kerbſchnittmuſterung und bunter Bemalung und von hoher künſtleriſcher Wirkung. Sie gehören zu einer Klaſſe von braunen und ſchwarzen Gefäßen mit auffallend friſchen Farben, Darſtellungen von Jagden, dazwiſchen oft das ſächſiſche Wappen; deren Fabrikationsart iſt bis jetzt nicht genau bekannt.

Die Porzellane wurden uns zuerſt aus China zugeführt, woſelbſt die Fabrikation ſehr alt iſt. Böttcher in Tſchirnhauſen gelang die Herſtellung eines roten Geſchirrs von ſo großer Härte und ſo vorzüglichen Eigenſchaften, daß dasſelbe geſchliffen, graviert und vergoldet werden konnte und ſehr hoch geſchätzt wurde. Da auch aus China ähnliche Gefäße ins Abendland gekommen und bekannt geworden waren und man auch dieſe Gefäße für Porzellan hielt, ſo glaubte Böttcher, er habe damit wirkliches Porzellan vor ſich, während ſeine Produkte, gerade ſo wie die gleichen chineſiſchen, in die Klaſſe des Steinguts gehörten. Auch heute ſpricht man vom roten Böttcher-Porzellan, obwohl deſſen Natur längſt bekannt iſt. Bei den Brennverſuchen mit verſchiedenen Erdarten kam Böttcher auf den Gedanken, die ſchöne weiße Aueſche Erde zu verwenden, und das Reſultat war, daß dieſe Erde eine Art Schmelzprozeß einging und an den Rändern durchſcheinend wurde — er hatte Kaolin gebrannt und das Geheimnis der Porzellanbereitung gefunden. Es wurden nun Geſchirre nach chineſiſcher Art angefertigt, an denen nichts mehr auszuſetzen war; auch die Bemalung wurde nach chineſiſchen Vorbildern ausgeführt. Später trug man dem abendländiſchen Geſchmacke Rechnung, und die Meißener Porzellanfabrik wurde die Mutter der geſamten abendländiſchen Porzellaninduſtrie. Es entſtanden, obgleich das Geheimnis ſorgfältig gehütet werden ſollte, Fabriken in Wien,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Höchst, Berlin, München, Ludwigsburg u. s. w. — In Frankreich gelang die Einführung des Porzellans verhältnismäßig am spätesten; hier hatte man ein künstliches Porzellan, das man im Gegensatz zu dem echten (pâte dure) mit pâte tendre bezeichnete und das im großen und ganzen aus einer mehr glasartigen, außerordentlich kompliziert zusammengesetzten Masse bestand. Die Auffindung des französischen Kaolins, welche die Herstellung des echten Porzellans ermöglichte, beruhte auch auf einem Zufall. Was die Porzellaninduſtrie in früherer Zeit leistete, das ist heute, dank unsrer fortgeschrittenen chemischen Wissenschaft, mehr als erreicht, und die Neuheiten mehren sich jeden Tag. Selbst das eigenartige weiche chinesische Porzellan, das eine reichere Palette verträgt, ist durch den jüngst verstorbenen Seeger als Seeger-Porzellan bei uns eingeführt worden. In einem aber haben die alten Porzellanstätten noch einen Vorzug vor den unsern sich erhalten: in der Herstellung jener kleinen niedlichen Figuren, in denen sich besser als in irgend einem andern Stoffe die Kunst des Rokoko verkörpert (Fig. 37) In diesen Figuren liegt eine Fülle der interessantesten Motive, in ihnen zeigt sich das schwächliche und doch so lustige Leben der Rokokogesellschaft von der heitersten Seite, sie sind die beste Illustration einer Kulturperiode, die das Leben von der heitersten Seite nahm und wenig an die Zukunft dachte. Die moderne Porzellaninduſtrie nahm einen ganz ungewöhnlichen Aufschwung durch die Manufakturen in Kopenhagen und Berlin. Die Kopenhagener Kunst zeichnet sich durch zarte Farben aus und hat einen ganz besonderen Stil, der namentlich in reizenden Tiergruppen rühmlichst bekannt geworden ist (Fig. 37a). Die Charlottenburger Manufaktur glänzt durch gediegene Blumen- und Landschaftsmalerei Ihre plastischen Formen gehen auf Barock und Rokoko mit Anwendung von viel Gold zurück.

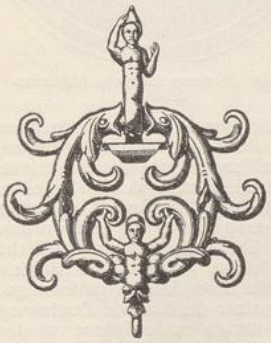


Fig. 38. Türklopfer mit in Eisen geschnittenen Figuren.

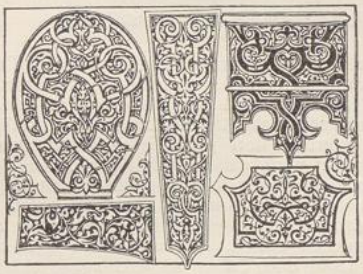


Fig. 40. Eisenornament, geätzt, von Virgil Solis.

Fig. 39. Eiserner Zirkel mit ausgefeilten Verzierungen.

Weitverzweigt ist das Gebiet der **Metallinduſtrie.** Die alte Theorie, welche die Kulturperioden in Stein-, Bronze- und Eisenzeit teilte, ist wohl gefallen, aber gerade in der Metallinduſtrie ist noch vieles unklar. Wie alt ist das Eisen? Konnten die ägyptischen Pyramiden 4000 v. Chr. ohne Eisenwerkzeuge gebaut worden sein? Die neuere Wissenschaft sagt nein. Wer hat zuerst die Bronze aus Kupfer und Zinn hergestellt? Wir wissen es nicht. Das notwendigste und nützlichste Metall ist unstreitig das Eisen. Abgesehen von den technischen Herstellungsweisen des Eisens durch Schmieden, Hämmern, Schweißen, Gießen u. s. w. beschäftigen uns zunächst jene Techniken, welche künstlerische Anforderungen stellen. In erster Linie kommt hier das Schneiden, Feilen und Sägen in Betracht. Dolchgriffe, Degen- und Schwertgriffe u. s. w. wurden in Eisen geschnitten (Fig. 38), d. h. es wurde mit Sticheln und spitzen Stahlinstrumenten das gewöhnliche Eisenstück in ein plastisches Gebilde mit erhabenen, reliefierten Darstellungen und Ornamenten versehen. Dieser Eisenschnitt erfordert eine ungemein lange Arbeit, ist aber dafür künstlerisch von desto höherem Wert, je feiner und exakter er durchgeführt ist. Das Feilen diente wesentlich dazu, die Kanten der Eisenwaren zu verzieren Alte Werkzeuge, wie Zirkel (Fig. 39) und Hämmer, Beschlägstücke und Handhaben, Schlösser und Schlüssel, sind häufig wahre Kunststücke dieser Technik. Das Sägen beschränkt sich zumeist auf die Herstellung der Schlüsselbarte, Schlüsselgriffe und Eingerichte. Eine besondere Anwendung findet die Säge im Orient, wie die schönen persischen Arbeiten mit ihren filigranartig ausgesägten Ansätzen aus Messing und einzelne Geräte aus Eisen beweisen (Fig. 41).

Fig. 41.

Eine weitere Verzierungsart des Eisens besteht in Gravierung und Aetzung. Beide Arten kommen — zuweilen mit Treibarbeit verbunden — an einem und demselben Objekte vor. Das Aetzen und Gravieren fand seine hauptsächlichsten Anwendungen an den Rüstungen und Waffen (Fig. 40), breitete sich aber auch auf alle möglichen Gebrauchsgegenstände — Kästchen, Schlösser, Türbänder u. s. w. — aus. Auch die Eisentreibkunst feierte an den Rüstungen ihre größten Triumphe. Mit dem Allgemeinwerden der Schußwaffen gingen die meisten dieser Techniken und Fertigkeiten zugrunde, um erst in der neueren Zeit wieder eine besondere Aufnahme zu finden. Erstreckten die vorgenannten Verzierungsweisen sich hauptsächlich darauf, durch Wegnehmen das Eisen zu verzieren, so gehen andre darauf aus, durch Zugabe demselben eine künstlerische Weihe zu verleihen. In erster Linie haben wir eine Technik zu besprechen, die man Tauschieren (Fig. 42 und 44) nennt. Das Wesen der Tauschierung besteht darin, daß in die Eisenfläche mit einem Stichel Verzierungen schwalbenschwanzartig eingegraben und dann mit

Fig. 44. Gürtelſtück aus alemanniſchen Gräbern mit Tauſchierung.

Fig. 42. Helm mit Tauſchierung, Aetzung und Gravierung.

Fig. 43. Moderne ſpaniſche Algeminaarbeit.

Silber- oder Golddraht ausgefüllt werden. Das Verfahren iſt uralt; wir begegnen derartig hergeſtellten Verzierungen bereits in alemanniſchen Gräberfunden, im Mittelalter und ganz beſonders in der Renaiſſance. In letzterer Periode kamen zahlreiche Arbeiten aus Perſien ins Abendland, namentlich nach Venedig Sie wurden dort perſiſche Arbeiten genannt, und da Perſien von den Arabern Al Dſchem genannt wird, galten dieſe Arbeiten als Algeminaarbeiten und wurden die Veranlaſſung, daß man in Italien ſelbſt dieſelben nachmachte. Die Technik war aber nicht mehr die der echten Tauſchierung, ſondern ſchon ein Erſatz derſelben Man rauhte nämlich die ganze Oberfläche mit Feilen und ſpitzen Inſtrumenten ſo, daß ſie unter dem Vergrößerungsglas ein ſtacheliges Ausſehen erhielt. Darauf wurden dann nach einer beſtimmten Zeichnung Fäden und Blätter von Gold oder Silber aufgeſchlagen und die übrige rauhe Fläche wieder geglättet. Die meiſten in unſern Muſeen erhaltenen tauſchierten Arbeiten zeigen dieſen Charakter. In der Neuzeit hat namentlich Spanien dieſe Technik wieder kultiviert und zur Herſtellung von Schmuckgegenſtänden, kleinen Geräten und Nippſachen mit Erfolg verwendet (Fig. 43), während man anderswo durch einfaches Auftragen und Einbrennen von Gold auch dafür wieder einen, allerdings ſehr zweifelhaften, Erſatz ſuchte. Die Vergoldung des Eiſens als etwas Allbekanntes übergehend, erwähnen wir noch eine Technik, die namentlich an Schlöſſern und Türbändern ſich geltend machte, das Blauanlaufen, dadurch bewirkt, daß man das Eiſen mit einer Schablone deckte und dieſe dann mit glühendheißem Sande überſchüttete, wodurch alle von der Schablone nicht gedeckten freien Stellen eine blaue Farbe erhielten Viel wichtiger aber als dieſe Technik iſt die Damaszierung (ſ. Damaszieren). Der Name ſelbſt ſtammt von der Stadt Damaskus. Das Weſen des Damaſts beſteht darin, daß Säbelklingen, Flintenläufe, Schilde u. ſ. w aus einem Eiſen gebildet werden, welches aus verſchiedenen Eiſen- und Stahlſtäben zuſammengeſchweißt wurde, nachdem die Stäbe alle einzeln für ſich vielfach gedreht und gewunden und dann gemeinſam wieder und wieder zuſammengedreht und zuſammengeſchweißt wurden, bevor ſie die beabſichtigte Geſtalt erhielten. Die fortwährende Drehung der Stäbe bewirkte nun, daß die Gegenſtände im fertigen Zuſtande, wenn ſie mit Säuren behandelt wurden, an jenen Stellen, wo das Eiſen ſichtbar war, mehr, da aber, wo der Stahl auf der Oberfläche erſchien, weniger angegriffen wurden. Es war eine durcheinander gehende lineare Verwicklung der Linien, die von den Orientalen wegen ihrer Aehnlichkeit mit bewegten Waſſerwellen Waſſer genannt wurde. Dieſer echte Damaſt wird auch heute gemacht, meiſtens wird er aber künſtlich durch Aetzung hervorgebracht oder gar bloß aufgemalt. Der Hauptgrundſatz, daß ein kunſtgewerblicher Gegenſtand durch ſchöne und angemeſſene Form allein ſchon einen Anſpruch auf Kunſtſchätzung hat, findet gerade in den Eiſenwaren am meiſten Geltung. Das ganze Mittelalter bis tief herab zu Ende des 18. Jahrhunderts ſind die Schmiede Künſtler ihres Faches. Die Gitter zeigen viel Phantaſie und große Mannigfaltigkeit, Lebendigkeit und Geſchmeidigkeit. In Schlöſſern, Schlüſſeln, Beſchlägen, Geräten (Fig. 45) — kurz, überall äußert ſich ein geſtaltungskundiges und geſtaltungsfreudiges Talent. Aus den Schmieden und Schloſſern gingen die Uhrmacher und Mechaniker hervor, und ſie waren es, die ſelbſt den kleinſten Geräten für Haus und Küche, den Werkzeugen und den Geräten für Tiſch und Tafel eine künſtleriſche, bedeutungsvolle Form zu geben wußten. Die Moderne bedient ſich des Eiſens ebenfalls, um ganz bedeutende Wirkungen hervorzubringen, und zwar in einem Maße, wie die früheren Jahrhunderte es ſich nicht haben träumen laſſen. Die großartige Entwicklung der Ingenieurkunſt wie der Architektur hat Werke entſtehen laſſen, welche dem Eiſen als Baumaterial eine hohe Stelle einräumen. Insbeſondere iſt es Belgien, welches die Formenwelt des Schmiedes, des Schloſſers, der Guß- und Walzwerke völlig neu erſtehen ließ, eine Welt, welche ſelbſt den kleinſten eiſernen Gegenſtand von heute beeinflußt und ihm neue Geſtalt verleiht.

Ebenſo alt wie die Eiſeninduſtrie ſcheint die des Kupfers zu ſein. Homer kennt Gold, Silber, Eiſen und χαλκός, und man hat mit Recht vermutet, daß unter dieſem Worte Kupfer zu verſtehen ſei. Much hat in ſeinem Werke über die Geſchichte des Kupfers dieſem einen kulturell höchſt wichtigen Platz eingeräumt. Die Haupteigenſchaft des Kupfers iſt ſeine Dehnbarkeit und Plaſtizität· es iſt das beſte Material für Treibarbeit (Fig. 46). Wegen ſeiner leichten Angreifbarkeit durch Säuren u. ſ. w iſt ſein Gebrauch beſchränkt. Für Bauzwecke — Waſſerſpeier, Dachrinnenaufſätze, Wetterfahnen u. ſ. w. — eignet ſich Kupfer vorzüglich, und die Alten haben

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

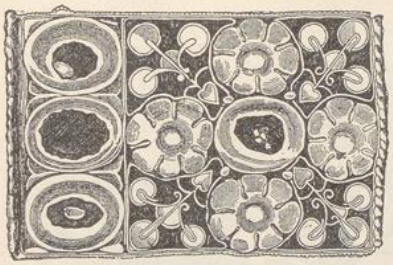


Fig. 47. Zellenſchmelz (byzantiniſch).

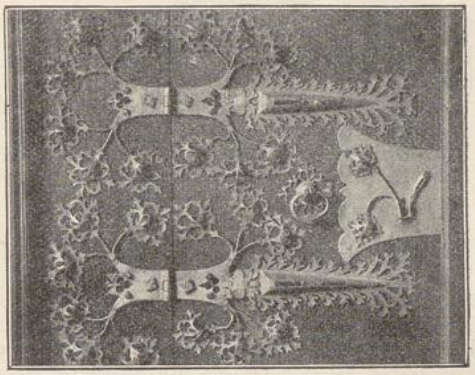


Fig. 45. Schmiedeeiſernes Beſchläg (gotiſch).

dieſe Gegenſtände häufig in der phantaſievollſten Weiſe behandelt. Auch für die Bildnerei, zur Herſtellung großer getriebener Figuren und Gruppen findet Kupfer Verwendung. In mehr künſtleriſcher Beziehung iſt Kupfer das Subſtrat für Emaillen. Von den verſchiedenen Emailarten kommen hier beſonders drei in Betracht: das Zellenemail (Fig. 47), das Grubenemail und das Maleremail. Das Zellenemail wird in folgender Weiſe gefertigt. Auf dem Kupfergrunde wird die Zeichnung mit ſchwarzer Farbe aufgetragen (Fig. 48 und 49). Hierauf werden die Striche der Zeichnung mit breitgeſchlagenen Drähten belegt, dieſe dann aufgelötet, und in die durch dieſe Streifen gebildeten Zellen wird pulveriſiertes Email eingefüllt, das Ganze gebrannt, bis die Glasflüſſe ſchmelzen, und dieſe Prozedur wird ſo oft wiederholt, bis alle Zellen über den Rand mit geſchmolzenem Email gefüllt ſind. Hierauf werden die Gegenſtände abgeſchliffen, poliert und die jetzt wieder oberflächlich zum Vorſchein kommenden Drähte vergoldet. — Die Technik des Zellenemails iſt orientaliſcher Abkunft. Im Abendlande, namentlich in römiſcher Zeit, hat man für dieſes Email einen Erſatz geſchaffen in den Zellenglasmoſaiken, d. h. man hat Würfel aus Glasflüſſen in Metallhälſe eingeſetzt und den Gegenſtänden aufgelegt. Später hat man vom Oriente fertige Zellenemailverzierungen bezogen und dieſelben den Gegenſtänden angenietet oder angelötet. Die Schwierigkeit der Technik veranlaßte das frühe Mittelalter, eine leichtere Art zu erfinden, was mit Erfolg im ſogenannten Grubenemail geſchah. Bei dieſer Art der Emaillierung werden nicht durch Auflötung von Stegen Zellen gebildet, ſondern dieſe werden durch Aushebung des Grundes, durch Herſtellung von kleinen Grübchen gebildet, mit Email gefüllt, gebrannt und in der obengeſchilderten Weiſe behandelt. Während das Mittelalter auch für dieſes Email Kupfergrund verwendete, wird heute vielfach Bronze genommen, welche weniger der Beſchädigung ausgeſetzt iſt. Das Maleremail unterſcheidet ſich von den vorgenannten Arten dadurch, daß es weder in Zellen noch in Gruben gefüllt, ſondern mit dem Pinſel auf die Oberfläche der Gegenſtände nach Art andrer Farben aufgetragen wird. Durch nachträgliches Brennen und Schmelzen und mehrfache Wiederholung dieſes Verfahrens werden die reizendſten Lichteffekte erzielt. Da dieſe Technik früher namentlich in Limoges geübt wurde, nennt man ſie auch Limogesmalerei

Fig. 48. Perſiſches Kupferwaſchgefäß mit aufgelegten Emailrofetten.

Fig. 46. Moderne getriebene Kupfergefäße.

Fig. 49. Reliquienſchrein mit Zellenemail im Cölner Dom.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 50. Beſchlägſtück einer Sella curulis aus Bronze mit Metalleinlagen.

oder Limogesemail (vgl. a. Email, Bd. 3, S. 441). Eine weniger künſtleriſche Art wird in China geübt und war früher in Venedig einheimiſch, woher die Bezeichnung Venezianeremail ſtammt, welche heute noch angewendet wird.

Das Zinn (der Name iſt chineſiſch) iſt ein vorzügliches Gebrauchsmetall für Herſtellung von billigem Tafelgeräte. Es erſetzt in Bürgerhäuſern das Silber und unterliegt ähnlichen Dekorationsgeſetzen wie das Silber.

Fig. 52. Schale von getriebenem Silber (Hildesheimer Silberfund).

Die vorzüglichſten Zinnwaren fertigen die Japaner, welche ihre Geräte leicht und maleriſch gravieren und dieſe Gravierungen dann mit Lack ausfüllen. Neben den gewöhnlichen Gebrauchsgeſchirren treten auch Zinnarbeiten von hohem künſtleriſchen Werte auf, hauptſächlich zu Beginn des 17. Jahrhunderts, und wahrſcheinlich wurden dieſe Gefäße, welche auf zwei berühmte Künſtler, den Franzoſen Briot (Fig. 51) und den Nürnberger Enderlein, zurückgehen, von getriebenen Silberſachen beeinflußt. Das Zinn dient ferner als Erſatz des Silbers zur Montierung von Glasgefäßen in ähnlicher Weiſe wie früher Gefäße aus Bergkriſtall in Gold und Silber gefaßt wurden. Die wichtigſte Verwendung findet das Zinn als Legierungsmetall in Verbindung mit Kupfer zur Herſtellung der Bronze.

Fig. 53. Silberner Becher (ſpätgotiſch).

Fig. 51. Zinnkanne à la Briot.

Bronze, ſpätlateiniſch bronzium, leitet ſich von dem perſiſchen Wort baranz ab, welches glänzen bedeutet. Die Bronze diente in der früheſten römiſchen und vorrömiſchen Zeit als Erſatz des Goldes und fand Verwendung für Schmuck, Gebrauchs- und Kunſtarbeiten. In erſter Linie iſt die Bronze das bevorzugte Material für Kunſtgüſſe, die dann ziſeliert werden. Die Orientalen verzierten ihre Bronzegefäße mit eingeſchlagenen Silberfäden, die wie ein ſchimmerndes Spinnengewebe den Leib der dunkelgebeizten Gefäße umzogen. Man nennt dieſe Gefäße, die in Japan, China, Indien ſehr beliebt ſind, Koftgariwaren. Im Abendland finden wir Bronzegeräte, die mit andersfarbigen Metallen, namentlich Kupfer, Silber u. ſ. w. eingelegt ſind. Herrliche Beiſpiele dieſer Technik ſind einzelne kuruliſche Stühle auf dem Kapitol in Rom (Fig. 50). Außer mit Zinn wird das Kupfer legiert mit Zink und es entſteht daraus das Meſſing und der Tombak; neuere Kupferlegierungen ſind das Britanniametall und das Neuſilber, dann das ſogenannte Weißmetall u. a. Letzteres findet eine künſtleriſche Ausſtattung in den bekannten orientaliſchen Bidriarbeiten, von der Stadt Bidar genannt. Die Dekoration dieſer Gefäße beſteht darin, daß auf den Gefäßkörper Silberplättchen und Silberfäden ſo eingeſchlagen werden, daß die Ränder in das weiche Metall eingreifen, die dazwiſchenliegende Fläche aber auf dem Grunde ohne weitere Verbindung aufliegt.

Zu den Edelmetallen übergehend, iſt das Silber in ähnlicher Weiſe wie Kupfer das bevorzugte Metall für Treibarbeiten feinerer Art. Herrliche getriebene Arbeiten hat die Antike hinterlaſſen, wie der prächtige Hildesheimer Fund zeigt (Fig 52). Im Mittelalter und durch alle folgenden Zeiten war das Silber für kirchliche Gefäße und für Ausſtattung von Tiſch und Tafel bevorzugt, und Gold- und Silberſchmiede genoſſen das größte Anſehen (Fig. 53). Eigne Ordnungen und Geſetze forgten für richtige Legierung, und die Silberſchmiede waren unerſchöpflich in der Herſtellung der originellſten Formen für Geräte und Gefäße, für Schmuck und äußeren Zierat. Das Silber wird in der chemiſchen Zeichenſprache mit der Mondſichel charakteriſiert; es hat auch einen mondglanzähnlichen Schein, und darauf muß die Dekoration ſich ſtützen. Die dem Silber eigenſte Verzierung iſt außer dem Treiben das Niellieren, d. h. das Einlegen von ſchwarzem Schwefelſilber in die weißen Flächen, eine Dekoration, die man nach einer ruſſiſchen Stadt auch Tulaarbeit nennt. Verſchiedene andre Verzierungsarten ſind das Gravieren, das Ausſägen (namentlich an Repetieruhren, Fig. 54), das Vergolden und Emaillieren. Letzteres iſt bei Silber in dreifacher Art angewendet. Man hat das transluzide Email, das Drahtemail (Fig. 55) und das Email à jour. Das transluzide Email wird auf die gravierte Unterlage ſo aufgetragen, daß

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 54. Tafchenuhr mit gravierten, getriebenen und ausgefägten Ornamenten.

Fig. 56. Silberbrofche mit Email à jour.

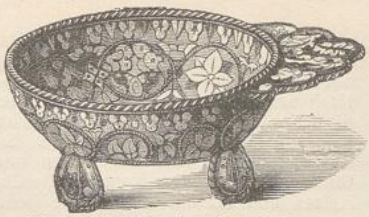


Fig. 55. Ruffifches Teegefäß mit Drahtemail.

es an den weniger vertieften blanken Stellen heller, an den tieferen aber dunkler erfcheint. Das Drahtemail hat feinen Namen von den gedrehten und faffonierten Drähten, mit denen die Glasflüffe angepaßt find. Diefe Technik ift vorzugsweife in Ungarn, Siebenbürgen und Rußland zu Haufe. Das Email à jour wird hergeftellt, indem es zwifchen zwei Metallplatten zum Schmelzen gebracht wird. Nach dem Erkalten werden die Metallplatten weggenommen; der Glasfluß ift nun frei in den kleinen Ring eingefchloffen, der es als haltender Steg umgibt (Fig. 56).

Das Gold ift das eigentliche Schmuckmetall und feiner Dehnbarkeit und feines Wertes wegen ftets fparfam anzuwenden. Die eigenfte Goldtechnik ift die des Filigrans. Die Antike hat vom Goldfiligran den umfaffendften Gebrauch gemacht, und die herrlichen Nadeln, Gehänge,

Fig. 57. Antike Fibula aus Goldfiligran.

Fig. 58. Goldfchmuck mit Edelfteinen und Email.

Kettchen, Brofchen u. f. w. zeigen das Filigran in allen Arten und Formen (Fig. 57, 58, 58 a). Vom Golde weg hat das Filigran Eingang gefunden in der Silberinduftrie für den charaktervollen Bauernfchmuck [7]. Das Gold als edelftes Metall kann nur mit Materialien weiter verziert werden, die noch wertvoller find, das find Edelfteine und das denfelben ähnlich wirkende Email, Perlen u. a. Als Email kommt hier das Goldfchmiedeemail zur Verwendung, welches ganze Figuren, Knöpfe u. dergl. bedeckt; felbftverftändlich können auch Zellen- und Grubenemail angewendet werden.

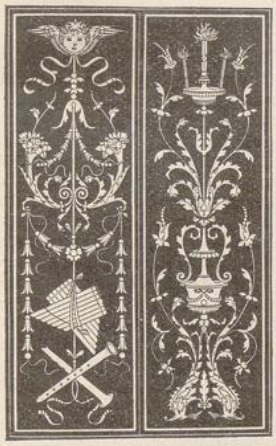


Fig. 59 und 60. Holzintarfia in Bologna.

Zum Schluffe müffen die neueren Prozeffe der Dekoration — namentlich die galvanifchen — wenigftens erwähnt werden. Sie erfetzen eine Reihe andrer Techniken und find für das ganze Gebiet der Metallinduftrie von der größten Wichtigkeit geworden. Vgl. Galvanotechnik.

Mit keinem Material kommt der Menfch fo vielfach in Berührung als mit dem **Holze.** Eigenartig und verfchieden find die einzelnen Holzarten, und eigenfinnig bewahrt das Holz feine Natur, wenn es längft zu Gebrauchszwecken verarbeitet ift; es arbeitet weiter, wirft und dehnt fich und verlangt Rückficht auf feine Befchaffenheit. Zwei Handwerke find es vor allem, die der Holzinduftrie ihre Bedeutung verdanken, das des Zimmermanns und das des Schreiners oder Tifchlers. Der Zimmermann hat vom Zimmer den Namen: er ftattete die Gelaffe mit Fußböden, Täfelwerken und Decken aus und zog fich dann, als diefe Arbeiten mehr verfeinert wurden und in die Hände der Schreiner übergingen, auf die Befchaffung des Haufes zurück und entwickelte im deutfchen Holzbau eine Gefchicklichkeit, die mit der Kunft eng verfchwiftert war. Noch find mehrere deutfche Holzbauten im Norden, unfre Gebirgshäufer im Süden, unfre Bauernhäufer lebendige Typen und Zeugen diefer alten, fpezififch deutfchen Kunfttätigkeit. — Der Schreiner hat vom Schreine, der Tifchler vom Tifch den Namen, und Tifch und Schrein

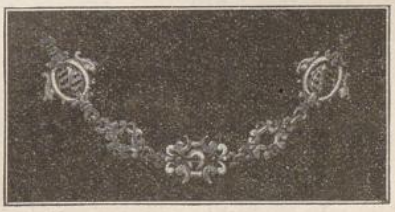


Fig. 58 a. Goldfchmuck mit Edelfteinen und Email.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

waren die erſten und wichtigſten Möbel. Am Tiſch verſammelte ſich die Familie, der Schrein, truhen- und kaſtenartig, barg die Schätze der Hausfrau. Als Sitzmöbel war in früherer Zeit nur ein Stuhl — der des Hausherrn — vorhanden; ſonſt dienten hierfür Bänke und Truhen. Nach den Kreuzzügen und infolge eines verfeinerten Luxus erſchienen dann verſchiedene Möbel, die ſchon im Namen die außerdeutſche Abſtammung bekunden, das Büfett, die Kredenz, das Sofa, der Diwan und das Kanapee. Selbſtverſtändlich änderten ſich mit der Zeit Name, Geſtalt und Beſtimmung und neue Arten und Namen kamen auf. Aus der Lumpenkiſte wurde die Chiffonniere, aus dem Kanapee die Chaiſelongue, das Milieu u. ſ. w. Die Verzierungsarten des Holzes ſind mancherlei Art: ſie beſtehen in Einlagen, Auflagen, Schnitzerei und in Flachverzierung der Oberfläche. Die Einlagen können aus Holz, Elfenbein, Bein oder Metall beſtehen und bezwecken, dem Holz ein maleriſches Gepräge zu geben. Am gebräuchlichſten waren die Holzeinlagen oder die Intarſia [8] (Fig. 59 und 60). In Deutſchland verband ſich frühzeitig die Einlagearbeit mit farbigen Bildern.

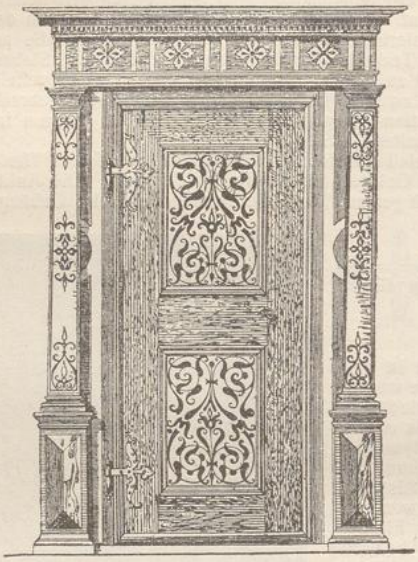


Fig. 61. Deutſcher Schrank mit Intarſien.

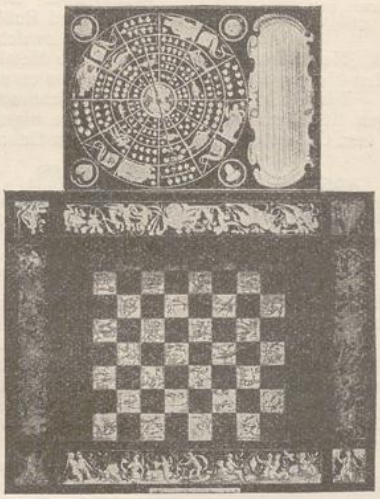


Fig. 62. Brettſpiel mit Elfenbeineinlage.

Um an einem und demſelben Holze verſchiedene Töne zu erzeugen, wurde das Holz in heißen Sand geſteckt, welcher dasſelbe braun färbte. Zu dieſen Einlagen wurden außerdem noch Auflagen von ausgeſchnittenen Laubſägearbeiten angebracht, wodurch in die Dekoration eine größere Abwechſlung kam. Ueberaus reich ſind die Beiſpiele von eingelegten Holzarbeiten (Fig. 61). Am meiſten Wirkung erzielten die Elfenbeineinlagen in Ebenholz (Fig. 62); es wurden aber auch andre Materialien, wie Marmor, geſchliffene Halbedelſteinplatten, Kalkſteine, Bein u. dergl., verwendet. Eine beſondere Art von Einlage kam unter Ludwig XIV. in Frankreich auf, die bekannte Boulearbeit (Fig. 63). Das Weſentliche dieſer Verzierungskunſt beſtand darin, daß der ganze Holzkörper mit Schildkrotplatten bedeckt wurde, in welche Einlagen von Zinn und Meſſing gemacht wurden. Eine reiche Bronzemontierung vollendete das Ganze Der Vollſtändigkeit wegen müſſen hier die ſogenannten Piquéarbeiten erwähnt werden, deren Verzierung in eingeſchlagenen meſſingenen Linien, Kreiſen und Punkten beſteht, dann das Tarſidaſchi der Indier (Silberdrahteinlagen in ſchwarzes Holz), welche Technik in Bosnien, Siebenbürgen u. ſ. w. gepflegt und in neueſter Zeit in Cortina im Ampezzotale ſchulmäßig gelehrt wird. — Neben den Einlagen müſſen wir auch die Moſaikarbeiten nennen. Unter Moſaik (ſ. d.) verſtehen wir heute Ornamente und Verzierungen, die aus einzelnen kleinen Holz- u. ſ. w. -ſtücken zuſammengeſetzt werden. Am bekannteſten ſind zwei Arten:

Fig. 63. Boulepoſtament.

Fig. 64. Geſchnitzte Büchſe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 65. Gotiſche Flachſchnitzerei.

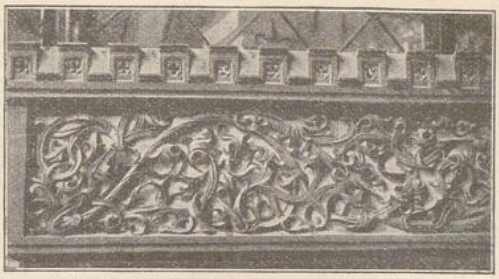


Fig. 66. Frei ſtehende Schnitzerei in Lindenholz.

die Certoſamoſaik, ſo genannt, weil ſie meiſtens in italieniſchen Kartäuſerklöſtern gepflegt wurde, und die Bombaymoſaik. Erſtere beſteht aus geometriſchen Muſtern, für deren einzelne Stücke der Grund vom Holz erſt ausgehoben wurde; letztere beſtehen aus zuſammengeſetzten Stäbebündeln, die zuſammengeleimt, furnierartig abgeſchnitten und dann nach einer beſtimmten Muſterung eingelegt wurden. In neuerer Zeit ſehr in Aufnahme gekommen iſt die Reliefintarſia. Das Weſen derſelben beſteht darin, daß mit bunten Hölzern Einlagen hergeſtellt werden, die man ſpäter leicht nachſchnitzt.

Die Schnitzerei iſt entweder Flach- oder Reliefſchnitzerei. Erſtere war namentlich im Mittelalter in Gebrauch, und das Ornament wurde entweder einfach mit dem Meſſer konturiert (Fig. 65) oder aber es wurde der vom Ornament nicht berührte Grund mehr oder weniger vertieft und mit Farben ausgemalt. Namentlich an kirchlichen Möbeln erhielt ſich dieſe Art ſehr lang. Die Reliefſchnitzerei iſt entweder Flach- oder Hochreliefarbeit, je nachdem die Ornamente und Figuren mehr oder weniger hoch vom Grund ſich abheben. Ihren höchſten Triumph feiert die Schnitzerei in den ganz durchbrochenen, frei modellierten und geſchnitzten Arbeiten, wie ſie in der Renaiſſance und den darauffolgenden Zeit- und Stilperioden des Barock und des Rokoko vorkommen. Namentlich die Zeit des Rokoko zeichnete ſich in dieſer Art aus, und die geſchnitzten Rahmen, Gitterungen, Konſolen u. a. ſind Meiſterſtücke der Kunſt und Technik und werden mit Recht heute wieder in erhöhtem Maße bevorzugt und nachgebildet. Das Schnitzmaterial iſt im Mittelalter Linden-, Pappel- und Eichenholz, in ſpäterer Zeit wohl auch Lindenholz (Fig. 66) mit Vergoldung.

Fig. 67. Japaniſche Lackmalerei.

Fig. 68. Bemalter Schrank.

Eine beſondere, namentlich im Norden heimiſche Schnitzart iſt die des Kerbſchnitts, welche heute als Dilettantenarbeit viele Hände beſchäftigt. Das Hauptaugenmerk iſt bei dieſer Technik vorzugsweiſe auf ſicheren Schnitt und exakte Ausführung der geometriſchen Zeichnung zu richten. Die Schwierigkeit der Holzſchnitzerei hat vielfache Verſuche erzeugt, dieſelbe auf mechaniſchem Wege zu erſetzen. Da ſind vor allem das ſogenannte Bois durci, eine franzöſiſche Erfindung, zu nennen, das aber bald wieder abkam, das Carton pierre und verſchiedene andre Stoffe, denen durch Preſſung das Ausſehen der Schnitzerei gegeben wurde. Die Verſuche ſind noch nicht abgeſchloſſen und kehren in vielgeſtaltigen Formen immer wieder, ohne indes der feinen, wahrhaft künſtleriſchen Schnitzerei beſonderen Abbruch zu tun. — Weitere Verzierungsarten der Holzarbeiten beſchränken ſich darauf, die Oberflächen der Gegenſtände ohne weiteren Eingriff in das Holz ſelbſt zu verzieren. Es gehören hierher das Polieren, Vergolden, Bemalen und Lackieren.

Das Polieren kam namentlich mit der allgemeineren Verwendung der Furniere in Aufnahme, um die Struktur des Holzes vorteilhaft zur Geltung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu bringen. Das Vergolden — teilweiſe oder ganz — geht in die früheſte Zeit zurück und erlebte ſeine größte Verbreitung in der Zeit des Rokoko und des Barock.

Das Bemalen der Möbel wurde im Mittelalter faſt überall angewendet und erhielt ſich beſonders in den Bauernmöbeln als echte Volkskunſt (Fig. 68), die heute namentlich in Süddeutſchland wieder zum Leben erweckt wurde [9], [10]. Eine oberflächliche Verzierung der Holzarbeiten bietet auch der ſogenannte Holzbrand; doch kommt dieſe Technik über Dilettantenarbeit nicht hinaus (vgl. Holzbrandtechnik). — Neben den genannten Handwerken, die mit Herſtellung von Holzwaren ſich beſchäftigen, müſſen wir noch die Drechſler, Preſſer und Bildhauer erwähnen. — Die kunſtvollen Arbeiten des Drechſlers beſtehen nicht bloß in Geräten und Phantaſieartikeln (das alte Spinnrad nicht zu vergeſſen), ſondern ſie ſchmücken faſt alle Objekte, die der Zimmermann, der Schreiner, der Schnitzer geſchaffen. Sie finden ſich an Möbeln, Vertäfelungen und Decken, ſie treten überall teils ſelbſtändig, teils ergänzend und verzierend auf. Vorzüglich geſchätzt iſt die Drechſlerei im Orient, wo die ſchönen Gitterungen an Häuſern, in Moſcheen und Zimmern die Bewunderung aller Kunſtfreunde erregen.

Das Preſſen von Holzgegenſtänden findet und fand zumeiſt bei Spielwaren und Spielgeräten Anwendung. Im 16. Jahrhundert erfand ein gewiſſer Danner in Nürnberg die Kunſt, ſogenannte Dambrettſteine zu preſſen. Bald darauf kam man auf den Gedanken, Medaillenſtempel, welche dazu beſtimmt waren, Erinnerungs- und Gedächtnismedaillen zu prägen, für die Herſtellung ſolcher Spielſtücke zu verwenden. Die größte Sammlung ſolcher Dambrettſteine beſitzt das Bayriſche Gewerbemuſeum in Nürnberg. Den Glanzpunkt erreicht die Holzinduſtrie in den figürlichen Bildhauerarbeiten, wie ſie namentlich zur Ausſtattung der Kirchen und Altäre gefertigt, dann aber für profane Zwecke (Fig. 64) hergeſtellt wurden. Mit dieſen Arbeiten tritt die Holzinduſtrie in das Gebiet der bildenden Künſte ein und verläßt die Grenzen des Kunſtgewerbes.

Das Lackieren der Gebrauchsgegenſtände iſt namentlich im Orient gebräuchlich und hat in Perſien, Indien, China und Japan kunſtgewerbliche Erzeugniſſe von höchſtem Kunſtwert geſchaffen. Insbeſondere ſind es die japaniſchen Lackarbeiten, von hoher Schönheit, Mannigfaltigkeit und unbegrenzter Dauer, welche das Abendland beeinfluſſen. Eine Eigentümlichkeit des japaniſchen Lacks iſt ſeine Widerſtandsfähigkeit gegen Feuer; während unſre heimiſchen lackierten Arbeiten bei einer 100° C. überſteigenden Hitze zerſtört werden, leiſtet der japaniſche Lack der Einwirkung der Flamme lange Zeit Widerſtand und unterliegt eigentlich erſt der Zerſtörung, wenn die Unterlage, auf welche er aufgetragen iſt, zerſtört wird. Gute japaniſche Lackarbeiten werden im Lande ſelbſt ſehr geſchätzt und erzielen hohe Preiſe, vor welchen die Europäer oft zurückſchrecken; wenn man bedenkt, daß, abgeſehen von der unendlichen Mühe und Zeit, die bei der Anfertigung derſelben aufgewendet wird, die Gegenſtände ſchon ihres Goldgehalts wegen (feine derartige Waren ſind Inkruſtationen von echtem Gold und Lack) einen bedeutenden Wert haben, wird man die Preiſe mäßig finden. Die Herſtellung der Lackarbeiten iſt außerordentlich mühſam und zeitraubend und beſteht im Auftragen einer großen Anzahl einzelner Schichten von Lack (aus dem Milchſafte von Rhus vernicifera), bis zu 30 und ſelbſt noch mehr, deren jede nach dem Trocknen geſchliffen wird, um höchſte Glätte zu erreichen. Die Malereien ſind meiſt erhaben und werden mit einer Paſte aus Ton und Lack hergeſtellt und dann mit Gold oder in Farben ausgeführt (Fig. 67). Bei ſehr feinen und teuern Arbeiten wird nur Gold in verſchiedenen Körnungen und Färbungen für die Malereien benutzt; ſolche Arbeiten gelangen aber ſelten nach Europa.

Literatur: [1] Leſſing, Jul., Wandteppiche und Decken des Mittelalters in Deutſchland, Berlin. — [2] Bode, Altperſiſche Knüpfteppiche, Berlin 1892. — [3] Dupont-Auberville, M., L'ornement des tissus, Paris 1877. — [4] Fiſchbach, Fr., Die wichtigſten Webeornamente bis zum 19. Jahrhundert, Wiesbaden. — [5] Leſſing, Jul., Die Gewebeſammlung des Kgl. Kunſtgewerbemuſeums zu Berlin, Berlin. — [6] Pazaurek, G., Moderne Gläſer, Leipzig 1907. — [7] Luthmer, Ferd., Gold und Silber, Leipzig 1880. — [8] Teirich, V., Intarſiaornamente, Wien 1876. — [9] Zell, Franz, Volkskunſt im Algäu, München o. J. — [10] Seyffert, G., Von der Wiege bis zum Grabe, Wien 1906. — [11] Borrmann, R., Moderne Keramik, Leipzig o. J. *G. Halmhuber.*

Kunſtgoſſe, veraltete Bezeichnung für das Kolbenrohr an Pumpenſätzen (ſ. Waſſerhebung).

Kunſtguß, die Herſtellung von Statuen, Reliefs u.ſ.w. aus Gußeiſen (vgl. Eiſengießerei).

In Deutſchland vom Grafen von Einſiedel auf ſeinem Eiſenwerk zu Lauchhammer ſchon 1782 ausgeführt, wurde dieſer Guß ſpäter beſonders in Berlin (Eiſenbijouterie, Fonte de Berlin), dann auf dem oberſchleſiſchen Hüttenwerk Gleiwitz, der Sayner Hütte in der Rheinprovinz, den verſchiedenen Werken in Naſſau, Oberſchleſien und am Harz (hier namentlich in der Ilſenburger Gießerei) zu hoher Vollkommenheit gebracht. Noch jetzt iſt der Guß von ſchönen Hautreliefs und feinen flachen Gegenſtänden, ſpeziell die Nachahmung getriebener Arbeiten der Antike und der Renaiſſance in Eiſen, eine unerreichte Leiſtung weniger deutſcher Gießereien, beſonders der Ilſenburger.

Literatur: Schott, Die Kunſtgießerei in Eiſen, Braunſchweig 1873. *Lüdicke.*

Kunſthefe (Maiſchhefe, Hefenmaiſche), gärende Maiſche, welche an Stelle von Preßhefe oder aus Brauereien bezogener Hefe als Gärmaterial dient. Man bedient ſich der Kunſthefe in den meiſten deutſchen Brauereien, beſonders wenn man Maiſchen verarbeitet, welche ſelbſt keine Hefe erzeugen, wie z. B. die Melaſſenmaiſche.

Zu ihrer Züchtung wird ein kleiner Teil der entſprechend abgekühlten Maiſche in einem Gefäß mit Preßhefe unter Beigabe von etwas Bierhefe in lebhafte Gärung gebracht. Sobald

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

dieselbe das höchste Stadium erreicht hat, ist die Kunsthefe gebrauchsfertig und wird der Gesamtmaische zugesetzt. Ein Teil der Hefenmaische wird stets als sogenannte Mutterhefe reserviert, um nicht auf Verwendung fremder Hefe angewiesen zu sein. Für die Erzielung möglichst günstiger Kulturergebnisse ist die Begünstigung der Bildung von Milchsäure von Wichtigkeit, weil dieselbe die Proteinverbindungen des Malzes, des Hauptnährstoffes des Hefepilzes, in Lösung bringt. Die Bildung von Essigsäure ist dagegen zu vermeiden, weil sie auf die Vegetation des Hefepilzes äußerst hemmend einwirkt. Die Erreichung dieser Ziele ist auf sehr verschiedene Weise möglich und dementsprechend die Verfahren in den Betrieben sehr verschieden und häufig Betriebsgeheimnis. — Vgl. a. Maltonweine.

Kunstholz, s. Plastische Massen.

Kunstkreuz, s. v. w. Gestängekreuz; s. a. Fahren, Kraftübertragung im Bergbau.

Kunstleder, s. Lederersatzstoffe.

Kunstmühle. Das „gangbare Zeug" alter Mühlen hieß bekanntlich auch „die Kunst". In diesem Sinne ist jede Mühle, die durch eine elementare Kraft getrieben wird, eine „Kunstmühle". Angewendet wird das Wort als Auszeichnung für eine modern eingerichtete Mühle. *Arndt.*

Kunstrad, s. Kraftübertragung im Bergbau.

Kunstsandsteine, s. Kunststeine.

Kunstschacht, ein Schacht (s. Schachtbau), welcher ausschließlich der Wasserhebung dient; zuweilen auch gleichbedeutend mit Kunsttrum (s. d.).

Kunstschlosserarbeiten umfassen hauptsächlich folgende Einzelheiten:

1. Verzierte Stäbe, hergestellt durch Winden oder Torsieren, durch Umwickeln, durch Auffchlitzen, durch Veränderung des Querschnitts, durch Ausschmieden von freien Endungen u. s. w. 2. Blatt- und Kelchbildungen, welche teils naturalistisch, teils stilisiert gehalten sein können. 3. Blumen. 4. Rosetten, eigentlich nichts andres als stilisierte Blumen. 5. Lanzenspitzen und Knöpfe, welche besonders bei den Gittern eine große Rolle spielen. 6. Kartuschen, d. h. Schilder aus Blech mit auf- oder eingerollten Rändern zur Aufnahme von Schriftzeichen oder Wappen. 7. Kränze, Sträuße und Gewinde, welche besonders im Barock- und Rokokostil Verwendung fanden. 8. Ketten. 9. Figürliche Ornamente, die besonders in der Renaissance Eingang gefunden haben. 10. Verschiedenes, wie Monogramme, Wappen, Verdopplungen, Stabkreuzungen, Netzwerke u. s. w. — Die Kunstschlosserei bemüht sich in der jüngsten Zeit, sich zur Kunstschmiederei auszubilden, weshalb die Blecharbeiten immer mehr verschwinden und den Arbeiten „aus dem Vollen" Platz machen. Bei den Kunstschmiedearbeiten sollen Feilen nicht verwendet werden, und man soll die einzelnen Hammerschläge erkennen, während die Kunstschlosserei auch die Verschönerungsarbeiten in das Bereich ihrer Arbeit ziehen kann.

Literatur: [1] Krauth u. Meyer, Die Kunst- und Bauschlosserei, Leipzig 1891. — [2] Friedeberg, Handbuch für Kunstschlosser, Berlin 1890. — [3] Hoch, Technologie der Schlosserei, 3. Teil, Leipzig 1901. — [4] Hoch, Der praktische Schlosser, 3. Aufl., Leipzig 1907. *Y. Hoch.*

Kunstseide (Kollodium-, Nitro-, Cellulosefeide, Glanzstoff, Soie parisienne, Luftracellulose, Imitationsseide, Soie de Tubize, Astraline, Stearnofil, Celestronsilk). Der durch die Struktur der Seidenfaser bedingte eigentümliche Glanz ist die hauptsächliche Veranlassung zu Versuchen gewesen, die Seide oder eine ihr in den wichtigsten Eigenschaften nahe kommende Faser auf künstlichem Wege zu erzeugen. Das letztere Ziel ist in mehr oder weniger vollkommener Weise auf verschiedenen Wegen erreicht worden.

Allen Verfahren liegt der Gedanke zugrunde, die den Hauptbestandteil jedes Pflanzenkörpers bildende Cellulose in lösliche Form überzuführen, die Lösungen durch außerordentlich feine kapillare Oeffnungen zu pressen und durch Beseitigung des Lösungsmittels unmittelbar nach dem Austritt den Faden zum Erstarren zu bringen. Der Zusammensetzung der Lösungen entsprechen die Methoden, welche die Herstellung von Kunstseiden gestatten [6]. Man hat Kunstseiden gewonnen aus: 1. Lösungen von Nitrocellulosen, zum Teil in Mischung mit andern Stoffen, wie Harzen, Oelen, Fischleim. Kollodiumseiden. 2. Lösungen von Cellulose in Kupferoxydammoniak. Paulyseide, Glanzstoff. 3. Viskose (Cellulosexanthogenat). Viskoseseide. 4. Esterartigen Verbindungen der Cellulose mit organischen Säuren, insbesondere Essigsäure. Acetatseide. 5. Lösung von Cellulose in Chlorzink. 6. Lösung von Cellulose in Schwefel- und Phosphorsäure. 7. Lösung von Acidcellulose in Natronlauge. 8. Lösungen, die weder Cellulose noch Derivate derselben enthalten.

Geschichtliches. Nachdem Réaumur [1] im Jahre 1734 die Möglichkeit der Kunstseideerzeugung zuerst ins Auge gefaßt hatte, war es im Jahre 1855 der Lausanner Audemars [2], der den Réaumurschen Gedanken verwirklichte. Er erhielt durch Nitrieren des Bastes junger Maulbeerbaumzweige und Lösen des entstandenen Produktes in Aetheralkohol nach Zumischen einer ätherischen Kautschuklösung eine Flüssigkeit, von deren Oberfläche sich mit einer eingetauchten Stahlspitze ein schnell trocknender Faden abziehen ließ, der von einer Haspelmaschine weitergezogen wurde. Industriell ließ sich dieses Verfahren nicht verwerten. Vom Jahre 1882 ab brachten die Engländer Swan, Wyne und Powell, Weston, Swinburne, Crookes Lösungen von Cellulose bezw. Nitrocellulose für die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Herſtellung von Glühfäden für elektriſche Glühlampen in Anwendung. In der Generalverſammlung der Geſellſchaft für chemiſche Induſtrie in London wurden am 4. Dezember 1884 Muſter künſtlicher Seide gezeigt, beſchrieben als ein neues Geſpinſtmaterial, erzeugt mittels Druck, gepreßt durch eine feine Oeffnung, aus Pyroxylin, eine Erfindung von J. W. Swan (I. Soc. Chem. Ind. 4, 34, 29. Januar 1885). Auf der Ausſtellung für Erfindungen des Jahres 1885 ſtellte Swan auch ſeidene Tücher aus, die aus denitrierten Fäden fabriziert waren. Die Durchführung im großen ſcheiterte an den damaligen hohen Preiſen des Alkoholäthers, der zur Herſtellung dieſer Artikel in großen Mengen nötig war; die Herſtellungskoſten dieſer Produkte wurden dadurch gegenüber der Naturſeide zu hoch. Zu Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts gelang es dem Grafen St. Hilaire de Chardonnet [3] zu Beſançon, aus Nitrocelluloſe ein Geſpinſt herzuſtellen, das in der Feinheit dem Geſpinſt des Maulbeerſpinners nahe kam und deſſen hohen Glanz beſaß. Auf der Pariſer Weltausſtellung im Jahre 1889 wurde dieſes Produkt als „Soie artificielle“ vorgeführt und erregte das lebhafte Intereſſe der Textilinduſtriellen, ohne ſich jedoch zunächſt Bahn zu brechen, da es wegen ſeiner Feuergefährlichkeit nicht verwendbar war. Als es jedoch Chardonnet [4] im Jahre 1890 gelang, unter Benutzung eines durch Béchamp ſchon ſeit 1853 bekannten Verfahrens der Nitrocelluloſe auf dem Wege der Denitrierung durch Eliminierung der Nitrogruppen mittels Alkalifulfhydrat die Feuergefährlichkeit zu nehmen, fand das Geſpinſt unter dem Namen Kunſtſeide in der Textilinduſtrie Eingang und, von einigen Schwankungen abgeſehen, eine ſtetig zunehmende Verwendung, ſo daß die gegenwärtig Kunſtſeide produzierenden Fabriken mit einer Jahresproduktion von etwa 1 000 000 kg die Nachfrage kaum zu decken vermögen [5]. Der Erfolg der neuen Spinnfaſer, ihre Vorzüge und ihre Mängel regten zu Neuerungen und Verbeſſerungen auf dem Gebiete der Kunſtſeidefabrikation an, die, in zahlreichen Patenten niedergelegt, ſich teils als Abänderungen des urſprünglichen Chardonnetſchen Verfahrens, teils als neue Methoden oder Abänderungen ſolcher darſtellen.

I. Kollodiumſeiden.

Als Ausgangsmaterial für die Herſtellung der Kollodiumſeiden dient kardierte Baumwolle. Man hat verſucht, die billigere Holzcelluloſe zu verarbeiten, hat aber wegen der Schwierigkeiten, welche die Denitrierung bot, von der Verwendung dieſes Materials Abſtand genommen. Nach Chardonnet wird für die Nitrierung der Baumwolle ein Säuregemiſch verwendet, das zweckmäßig aus 15 Teilen Salpeterſäure (D. 1,52) und 85 Teilen engliſcher Schwefelſäure beſteht. 1 Teil Baumwolle wird mit 9 Teilen dieſer Nitrierungsſäure getränkt. Nach 5—6 Stunden iſt die Einwirkung beendet. Der Grad der Nitrierung iſt nach Chardonnet mittels des Polariſationsmikroſkops beſtimmbar. Wird das Produkt nun gepreßt, in hölzernen Holländern zerriſſen und ſorgfältig gewaſchen, alsdann derart gepreßt, daß ſein Waſſergehalt nicht mehr als 36 % beträgt, ſo liegt eine hydratiſierte Nitrocelluloſe vor, die ſich in Aetheralkohol faſt ebenſo leicht wie trockene Nitrocelluloſe löſt und eine geringe Entzündlichkeit beſitzt. Ueber Vorſchläge, Nitrocelluloſen mit geringerem Waſſergehalt zu verarbeiten, vgl. Donge [7], Stoerk [8]; über Verſuche, die Beſtändigkeit der Nitrocelluloſe zu ſteigern, vgl. Schulz [9], Selwig [10], Donge [11], Société anonyme de Droogenbosch, Ruysbroek bei Brüſſel [12]. Die nächſte Operation bezweckt, die Nitrocelluloſe in Löſung zu bringen. In einem erſten Patent aus dem Jahre 1885 gab Chardonnet an, daß dies bei Anwendung von 100 g getrockneter Nitrocelluloſe mit 2—5 l einer aus gleichen Teilen Alkohol von 60 % und Aether von 40 % bereiteten Miſchung in geeigneter Weiſe erreicht werde. Später bevorzugte er ein konzentrierteres Kollodium, das er durch Löſen der hydratiſierten Nitrocelluloſe in der vierfachen Gewichtsmenge Aetheralkohol erhielt. Dieſes Kollodium beſitzt eine große Viskoſität und bedarf eines Druckes von 60 Atmoſphären, um durch die Kapillaren der Spinnkörper gepreßt zu werden. Um es dünnflüſſiger zu machen, hat man vorgeſchlagen, Zuſätze von konzentrierter Schwefel- und Salzſäure [13] oder von Aldehyd, Aethylſchwefelſäure oder Aluminiumchlorid [14] zu machen; indeſſen hat ſich deren Anwendung als unvorteilhaft erwieſen. Für die Herſtellung der Nitrocelluloſelöſung liegen eine Reihe weiterer Vorſchläge vor. Lehner [15] löſt die Celluloſe zunächſt in Kupferoxydammoniak, nitriert die wieder abgeſchiedene Celluloſe, löſt die Nitrocelluloſe in Holzgeiſt und fügt dieſer Löſung eine ſolche von Natriumacetat oder von Ammoniakſalzen in verdünntem Alkohol, ſodann eine ätheriſche Löſung von Kopal oder Sandarak mit Leinöl hinzu. Bonnand [16] verſetzt das Kollodium mit einer Löſung von Kopalharz in Rizinusöl, Sénéchal de la Grange [17] miſcht die Löſung von 100 Teilen Nitrocelluloſe in 500 Teilen Aetheralkohol mit 15 Teilen einer 25prozentigen Kautſchuklöſung und 7 Teilen Zinnchlorür. Duquesnoy [18] benutzt als Löſungsmittel für Nitrocelluloſe ein Gemiſch von Aceton, Eſſigſäure und Amylalkohol. Strehlenert [19] fügt dem Kollodium 15 % vom Gewicht der Nitrocelluloſe an Benzaldehyd, Formaldehyd oder Paraldehyd hinzu, um eine minder hygroſkopiſche Kunſtſeide zu erzielen. Schlumberger [20] löſt in dem waſſerhaltigen Kollodium die Chloride von Ammonium, Calcium, Aluminium, Magneſium, Zink, Natrium- und Kalium- oder Ammoniumacetat. Vivier [21] gewinnt ſein Kollodium durch Miſchen der Löſungen von Trinitrocelluloſe oder Fiſchleim in Eiſeſſig-Guttapercha in Schwefelkohlenſtoff oder Rizinusöl (Vivier-Seide). Lehner [22] fügt der Nitro-, cellulofelöſung die Löſung natürlicher Seide in Holzgeiſt, Aether oder Aethylſchwefelſäure hinzu. Bronnert [23] gründet ein neues Verfahren der Bereitung geeigneter Spinnlöſungen auf die Löslichkeit von Tetranitrocelluloſe, oder vielmehr Tetranitroxycelluloſe, in den alkoholiſchen Löſungen gewiſſer Salze, wie Chlorcalcium, Ammoniumacetat, Rhodanammonium. Schlumberger und Bronnert [24] benutzen zur Löſung der Nitrocelluloſe eine alkoholiſche Löſung von waſſerfreiem Chlorcalcium. Das nach einem der vorſtehenden Verfahren in langſam ſich drehenden eiſernen, innen verzinnten Miſchkeſſeln bereitete Kollodium wird hydrauliſch durch Filter gepreßt, deren filtrierende Schicht aus verſchiedenen Lagen verzinntem Metalltuch, Baumwollwatte und Seidenbeuteltuch beſteht, ſodann in geſchloſſenen Behältern der Ruhe überlaſſen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

um etwaigen suspendierten Teilen zum Absitzen Zeit zu geben. Nach etwa 10 Tagen ist die Lösung homogen und klar. Sie wird in einen stehenden verzinnten Stahlkessel übergefüllt, von wo sie unter einem Druck von 40—50 Atmosphären durch ein am Boden angebrachtes Rohr zu den Spinnmaschinen tritt, die als sogenannte gläserne Seidenraupen in Abständen von 20 mm auf seiner oberen Seite angebracht sind. Jede dieser Glasdüsen hat eine Bohrung von 0,08 mm Durchmesser und ist mit einer Metallgarnitur auf einem kleinen Hahn befestigt. Der aus den Düsen kommende Flüssigkeitsfaden wird durch das in dem umgebenden Behälter befindliche Wasser sofort fest. 10—36 Fäden werden zu einem Faden versponnen. Eine Spinnmaschine trägt 100 Spulen. Die aufgespulten Fäden gelangen aus dem Spinnsaal in die Zwirnerei, wo der Faden gezwirnt und in Strähnen gehaspelt wird. Die so gewonnene Kunstseide enthält noch Wasser und Alkohol. Zu deren Entfernung werden die Strähne in geschlossenen Trockenräumen, in denen eine Temperatur von 45° unterhalten wird, auf Garnwinden gesteckt. Der Faden wird abgehaspelt und auf einer gegenüberliegenden Winde zu einem Strahn aufgewickelt, wobei ein kräftiger Luftzug die Dämpfe entfernt. Doch auch in dieser Form würde diese Kunstseide noch nicht verwendbar sein, denn sie steht in ihrer Zusammensetzung der explosiven Schießbaumwolle sehr nahe. Die Gefährlichkeit und Zersetzlichkeit ohne Beeinträchtigung ihres Glanzes zu beseitigen gelingt durch Behandlung mit Reduktionsmitteln. Chardonnet benutzte zu diesem Zweck zuerst Eisen-, Mangan- und Zinnchlorür [25], später Sulfokarbonate und Ammoniumsulfhydrat [26]. Lehner [27] empfahl dann Mischungen von Schwefelalkalien mit Ammonium- und Magnesiumsalzen und Richter [28] die Lösung von Kupferoxydhydrat in Ammoniak mit oder ohne Kupfer und diejenige von Kupferchlorür und Alkalichloriden mit oder ohne Kupfer [29]. Am besten bewährt haben sich Natrium- und Magnesiumsulfhydrat, die etwa bei gewöhnlicher Temperatur denitrieren, und Ammoniumsulfhydrat, das die Denitrierung in der Wärme bewirkt. Auch eine Mischung von Ammonium- und Magnesiumsulfhydrat hat sich bewährt. Durch diese Denitrierung hat der Faden seine Endzündlichkeit, aber auch einen großen Teil seiner Elastizität und Festigkeit verloren. Zugleich hat er eine gelbe Farbe angenommen, die durch Bleichen in Chlorkalklösung beseitigt werden kann. In der handelsüblichen Kollodiumseide sind die Nitrogruppen bis auf ein Minimum zerstört. Dieses genügt aber auch zum Nachweis derselben mittels der Diphenylaminreaktion und gibt so eine bequeme Unterscheidungsreaktion für die Kunstseiden aus Nitrocellulose gegenüber denjenigen aus Celluloselösungen. Die Kollodiumseide übertrifft an Glanz die Naturseide; sie zeigt aber nicht den krachenden Griff, erscheint rauh und starr und hat nicht die Festigkeit der Naturseide, deren spezifisches Gewicht um etwa 13% geringer ist. Besonders im feuchten, warmen Zustande ist die Kollodiumseide leicht zerreißbar, ein Umstand, der anfangs das Färben erschwerte, doch zeigte sich bald, daß dies bei vorsichtiger Handhabung glatt von statten geht. Da die Kollodiumseide in färbereitechnischer Hinsicht den tierischen Fasern nahesteht, so läßt sich das Färben derselben in der einfachsten Weise mit allen basischen Farbstoffen vornehmen, während die substantiven Baumwollfarbstoffe nur in beschränktem Maße zu verwenden sind. Mit der Herstellung von Kollodiumseide beschäftigen sich gegenwärtig folgende Fabriken: die Fabrik künstlicher Seide nach dem Verfahren de Chardonnet zu Besançon (Doubs); die Vereinigten Kunstseidefabriken zu Frankfurt a. M. (Fabriken in Bobingen bei Augsburg, in Kelsterbach a. M., in Spreitenbach und in Glattbruch bei Zürich); die Fabrik künstlicher Seide in Tubize (Belgien) und ihre Filiale in Barmen, und die Société anonyme de Droogenbosch, Ruysbroek bei Brüssel.

II. Kunstseide aus kupferammoniakalischer Celluloselösung. (Paulyseide, Glanzstoff, Soie parisienne.)

Die Lösung von Cellulose in Kupferoxydammoniak ist zuerst von Weston 1884 zur Herstellung von Glühlichtfäden verwendet worden. Despeissis hat 1890 zuerst den Gedanken ausgesprochen, sie für die Fabrikation von Kunstseide zu benutzen. Ihre praktische Durchführung erfuhr dieselbe durch Frémery und Urban nach einem Verfahren, welches, unter dem Namen Pauly patentiert [30], von seinen Erfindern und von Bronnert wesentlich verbessert wurde [31]. Nach ihm arbeiten heute die Vereinigten Glanzstoffabriken A.-G. zu Aachen in ihren Fabriken in Oberbruch bei Elberfeld und in Niedermorschweiler bei Mülhausen sowie die Compagnie de la soie artificielle Parisienne de Giret (Nord). Das Verfahren besteht aus folgenden Operationen:

1. Bereitung der Kupferlösung. In Gegenwart von Milchsäure läßt man bei 4—6° Ammoniak auf Kupferspäne einwirken. Nach 10 Tagen ist die Flüssigkeit genügend konzentriert.

2. Darstellung der kupferammoniakalischen Celluloselösung. Während Despeissis bei gewöhnlicher Temperatur arbeitete, fanden Frémery und Urban, gestützt auf Arbeiten von Mercer, daß es vorteilhaft sei, die Cellulose in der Kälte zu lösen. Bronnert erreichte eine wesentliche Beschleunigung des Lösungsvorgangs durch Anwendung mercerisierter Cellulose (32). 100 kg Cellulose werden mit 1000 l einer Lösung von 30 kg Soda und 50 kg Aetznatron im Autoklaven unter $2^1/_2$ Atmosphären $3^1/_2$ Stunden hindurch erhitzt, gewaschen, mit Chlorkalk gebleicht, gewaschen und getrocknet. 7—8 kg der so hydratierten Cellulose werden mit 100 l der Kupferlösung verrührt, wobei allmähliches Lösen erfolgt.

3. Herstellung der Seide. Unter einem Druck von 2—4 Atmosphären tritt die Lösung in Kapillaren von 0,20 mm Durchmesser ein und als halbflüssiger Faden, der sofort durch ein Schwefelsäurebad von 30—65% Monohydratgehalt koaguliert wird, heraus. Thiele [33] hat dieses Verfahren in der Weise abgeändert, daß er eine sehr konzentrierte Celluloselösung durch Kapillaren von 0,5 mm Durchmesser in Flüssigkeiten treten läßt, welche sie langsam zu koagulieren vermögen, wie Benzol, Tetrachlorkohlenstoff oder Mischungen von Oel, Ligroin, Aether u. s. w., und den Faden in einem zweiten Bade zum Erstarren bringt.

Der auf diese Weise gewonnene „Glanzstoff" ist eines der wichtigsten Ersatzprodukte der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Naturseide. Da er in chemischer Hinsicht der Cellulose am nächsten steht, so verhält er sich in färbereitechnischer Beziehung den pflanzlichen Spinnfasern am ähnlichsten. Während hiernach basische Farbstoffe nur nach vorheriger Tannin-Antimonbeizung aufgehen, werden substantive Baumwollfarbstoffe leicht aufgenommen. Hinsichtlich Festigkeit und Dehnbarkeit ist er der Kollodium- oder Nitroseide überlegen.

III. Viskoseseide.

Die Reaktion zwischen Cellulose und Alkalihydraten in konzentrierter Lösung führte Mercer im Jahre 1844 bekanntlich zur Entdeckung der Alkalicellulose. Im Jahre 1895 fanden dann Cross, Bevan und Beadle, daß sich Schwefelkohlenstoff mit Alkalicellulose ähnlich wie mit Alkalialkoholaten zu einem Thiosulfokarbonsäureester, zu Cellulosexanthogenat vereinigt. Dasselbe ist sowohl in Wasser wie in Aetzalkalien löslich. Durch Kochsalz, Alkohol oder schwache Säuren wird es aus diesen Lösungen gefällt. Der weiße flockige Niederschlag stellt nach dem Lösen in wenig Wasser die zähflüssige Lösung der Viskose dar. Diese Lösung unterliegt beim Stehen für sich oder in Gegenwart von Alkalien einer langsamen Veränderung infolge Bildung von Polymerisationsprodukten, welche teils löslich, teils unlöslich sind. Sie kann in dünnen Schichten bei Temperaturen, welche 50° nicht übersteigen, ohne merkliche Zersetzung eingedampft werden, bei 70—80° verdickt sich die Lösung sehr rasch und bei 80—90° ist die Koagulation eine fast momentane. Durch Säuren oder Ammoniumsalze wird die Viskoselösung unter Bildung von Viskoid, einer Art hydratierter Cellulose, zersetzt. Diese Reaktionen bilden die Grundlage der Fabrikation der Viskoseseide, welche in folgende Operationen zerfällt:

1. Bereitung der Alkalicellulose. Nach Cross [34] werden Lumpen oder Papier durch verdünnte Säuren, sei es durch Erhitzen im Autoklav auf 130—140°, sei es durch Imprägnieren und Trocknen bei 60—80°, zerkleinert, der erhaltene Brei bis zu einem Wassergehalt von 50% entwässert und in einer Mühle mit der zur Bildung von Alkalicellulose $C_6H_{10}O_5 \cdot NaOH$ nötigen Menge Natronlauge behandelt. Stearn [35] läßt auf Cellulose Natronlauge von 17,7% während 24 Stunden einwirken, schleudert die Masse und läßt sie in geschlossenem Gefäß 48 Stunden liegen. Cross, Bevan und Beadle [36] imprägnieren Baumwolle mit Natronlauge von 15% und 12% Na_2O-Gehalt und quetschen sie aus, bis ihr Gehalt an Lauge nicht mehr als 40—50% beträgt.

2. Bereitung der Viskose. Nach Cross, Bevan und Beadle [37] wird das Cellulosexanthogenat dargestellt durch Behandeln von Alkalicellulose mit 30—40% Schwefelkohlenstoff im geschlossenen Gefäß, nach Stearn, indem man die aus 100 Teilen Cellulose erhaltene Alkalicellulose mit 75 Teilen Schwefelkohlenstoff bei Luftabschluß 5 Stunden rührt und das Produkt in einer Lauge aus 54 Teilen Aetznatron und 300 Teilen Wasser löst.

3. Die Reinigung des Xanthogenats. Diese geschieht nach Cross, Bevan und Beadle [38] mittels schwefliger Säure oder mittels einer organischen Säure (Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure, Salizylsäure). Das gefällte Xanthogenat wird mit Alkohol oder Kochsalz gewaschen und in Wasser gelöst. Cross [39] fällt dasselbe mit einer Lösung von Natriumbikarbonat und wäscht den Niederschlag damit und mit Natriumsulfit. Bonavita und Olivier [40] entfärben die Viskose mittels eines Gemisches von Natriumsulfit und Zinkoxyd.

4. Bereitung der Viskoselösung. Die Polymerisierung der Viskose erfolgt nach Stearn beim Stehenlassen an der Luft; sie ist bei einer Temperatur von 16° nach 6—7 Tagen beendet. Bei einer Temperatur von 45—50° vollzieht sie sich nach einer Beobachtung der Société Française du Viscose [41] bereits nach einigen Stunden, wie die Koagulation der Masse zeigt. Sie wird pulverisiert, mit Kochsalzlösung gewaschen und in Natronlauge gelöst. Die Vereinigten Kunstseidefabriken zu Frankfurt a. M. [42] erzielen angeblich eine weder durch Hitze noch durch Kälte koagulierbare Viskoselösung, indem sie ein Gemisch von 100 Teilen Viskose mit 1800 Teilen Natronlauge (D. 1,22) einige Stunden auf 60—80° erwärmen. Die Lösung soll dunkelfarbig sein und leimähnlichen Geruch haben, liefert aber farblose, transparente Fäden. Waite und die Cellulose Products Company [43] mischen die Viskoselösung mit Terpentinöl und Alkalisilikaten.

5. Herstellung der Viskoseseide. Zur Koagulation der aus den Kapillaren strahlenförmig austretenden Viskoselösung benutzt Stearn 17—20prozentige Salmiaklösung. Die Nebenprodukte werden durch Passieren des Fadens durch warme Salmiak-, Soda-, Natriumhypochloridlösung, durch Salzsäure und Wasser entfernt. Stearn und Woodley [44], Société Française du Viscose [45] und Fürst Henckel v. Donnersmarck [46] beseitigen das Ammoniumsulfid und -sulfhydrat, welche den Faden klebrig machen, durch Behandeln mit Zink-, Eisen- und Mangansalzen, dann mit verdünnten Säuren. Die Vereinigten Kunstseidefabriken und Lehner [47] machen den technisch nicht durchführbaren Vorschlag, die Viskose mit verdünnter Schwefelsäure zu fällen und den auf dem Faden niedergeschlagenen Schwefel durch Natriumsulfid, Natriumsulfit oder -bisulfit zu entfernen.

Mit der Fabrikation der Viskoseseide, welche auch als Lustracellulose oder Stearnofil bezeichnet wird, beschäftigen sich die Kunstseide- und Acetatwerke des Fürsten Henckel v. Donnersmarck in Sydowsaue bei Stettin und die Société Française du Viscose zu Paris. Nach Heermann [48] steht sie in färbereitechnischer Hinsicht zwischen Nitro- oder Kollodiumseide und Glanzstoff, indem basische Farbstoffe sie ohne Beize in hellen bis höchstens mittleren Tönen färben und die Fixierung von substantiven Baumwollfarbstoffen auf Viskoseseide einen beträchtlichen Farbstoffüberschuß und eine höhere Flottentemperatur verlangt als auf Glanzstoff. Nach Süvern ist sie von sämtlichen andern Kunstseiden dadurch verschieden, daß ihr Querschnitt scharfeckige, pflastersteinartige Gebilde zeigt. Vgl. a. Maffot [49]. Nähere Mitteilungen über ihre Eigenschaften s. Margosches, Die Viskose, ihre Herstellung, Eigenschaften und Anwendung mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwertung für textilindustrielle Zwecke. (Zeitschr. f. die ges. Textilindustrie 7, 601 ff.; 8, 71 ff.)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

IV. Acetatſeide.

Nach Stern [50] entſteht beim Eintragen von Baumwolle in konzentrierte Schwefelſäure bis zur Sättigung ein Sulfoderivat der Celluloſe $C_6H_8O_5(SO_3H)_2$, während nach Girard [51] durch Imprägnieren von Baumwolle mit Schwefelſäure von 49° Bé und Waſchen mit Waſſer nach 24 Stunden ſich Hydrocelluloſe bildet. Dieſelbe iſt leicht zerreibbar und färbt ſich beim Erhitzen auf 50° gelb; in 1prozentiger Kalilauge iſt ſie löslich.

Sthamer [52] erhält Hydrocelluloſe als ein weißes, gegen Säuren und Alkalien widerſtandsfähiges Pulver durch Behandeln roher Celluloſe mit chlorhaltiger Eſſigſäure oder mit einem Gemiſch von Salzſäure und Chlorat bei 60—70°. Beim Erhitzen mit Eſſigſäureanhydrid auf 110 bis 120° geht Hydrocelluloſe in Celluloſeacetat über, welches aus der gelblichen Löſung durch Waſſer in weißen Flocken abgeſchieden wird.

Nach Croß, Bevan und Briggs [53] bilden ſich beim Einrühren von Baumwolle in die Miſchung gleicher Gewichtsmengen Eiseſſig und Eſſigſäureanhydrid mit variabeln Mengen Schwefelſäure Acetylcelluloſeſchwefelſäureeſter verſchiedener Zuſammenſetzung. Die 5—6 bezw. 9—10% gebundene Schwefelſäure enthaltenden Produkte, weiße Pulver, löſen ſich in heißem, verdünntem Alkohol und in Aceton. Dieſe Löſungen liefern beim Verdunſten glänzende, zähe Häutchen. Mit Zink-, Calcium- und Magneſiumacetat ſetzen ſich dieſe Eſter zu den entſprechenden Salzen um, welche in ſiedendem, verdünntem Alkohol teils unlöslich (mit 5—6% gebundener H_2SO_4), teils leicht löslich (mit 9—10% gebundener H_2SO_4) ſind.

Darſtellung von Celluloſeacetat. Nach Croß und Bevan entſteht ein in Chloroform lösliches Celluloſeacetat bei der Einwirkung von Acetylchlorid für ſich oder nach Löſen in Chloroform auf ein bei 110° entwäſſertes Gemiſch von Hydrocelluloſe und Zinkacetat [54] oder Magneſiumacetat [55] bei niedriger Temperatur. v. Donnersmarck [56] empfiehlt zur Regulierung der lebhaft ſich abſpielenden Reaktion Zuſätze von Nitrobenzol, Nitrotoluol, Nitroxylol, Nitrocumol in allmählicher Steigerung. Lederer [57] erhitzt ein Gemiſch von Hydrocelluloſe, Eſſigſäureanhydrid und Schwefelſäure bei 60—70°. Eine Verbeſſerung des Verfahrens beſteht in der Behandlung von Celluloſe mit etwas Schwefelſäure enthaltender Eſſigſäure bei 50° und im Acetylieren des ſo erhaltenen Produktes mit Eſſigſäureanhydrid [58]. Die Elberfelder Farbenfabriken [59] erhalten ein alkohollösliches Celluloſeacetat durch Erhitzen von Celluloſe in einem Gemiſch von Eſſigſäure, Acetylchlorid und Schwefelſäure bei 45° und nach einem Zuſatzpatent durch Schütteln einer Miſchung von Celluloſe, Eiseſſig und Eſſigſäureanhydrid mit etwas Schwefelſäure bei 20—25°, ferner durch Rühren eines Gemiſches von Hydrocelluloſe mit Eiseſſig, Eſſigſäureanhydrid und etwas Schwefelſäure bei Zimmertemperatur [60]. Im D.R.P. Nr. 159524 derſelben Firma wird die Darſtellung einer in Eiseſſig, Chloroform, Nitrobenzol löslichen Triacetylverbindung der Celluloſe beſchrieben. Celluloſe wird der Einwirkung von Eſſigſäureanhydrid und Schwefelſäure bei Temperaturen unterhalb 50° unterworfen. Nach Miles und Pierce wird Celluloſe mit Eſſigſäureanhydrid, Eſſigſäure und Schwefelſäure bei 70° erhitzt [61]. Landsberg erſetzt in dieſer Miſchung die Schwefelſäure durch Phosphorſäure [62]. Little Walker und Mork ſubſtituieren dafür ein Gemiſch von Phenol- bezw. Naphtholſulfoſäure und deren Natriumſalzen [63]. Balſton und Briggs benutzen eine Miſchung von Baumwollwatte mit Eſſigſäure, Eſſigſäureanhydrid und Phosphoroxychlorid, welches ſie auf 55° erhitzen, und erhalten ein in Aether und Chloroform lösliches Produkt [64]. Wohl acetyliert Celluloſe mittels eines Gemiſches von Acetylchlorid mit Nitrobenzol und Zink- oder Magneſiumchlorid mit Pyridin oder Chinolin [65].

Die Fabrique de produits chimiques Flora erhält Celluloſeacetate von verſchiedenen Eigenſchaften, indem an Stelle von Schwefelſäure Dimethylſulfat verwendet wird, um in Miſchung mit Baumwolle, Eſſigſäureanhydrid und Eiseſſig bei Waſſerbadtemperatur bis zur völligen Löſung erhitzt zu werden [66].

Das Celluloſeacetat hat ſich neuerdings in befriedigender Weiſe zu Kunſtſeide verſpinnen laſſen. Dieſe ſoll in bezug auf Widerſtandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit und hinſichtlich Feſtigkeit der Naturſeide einigermaßen nahe kommen [67]. Da ſie ſich als vorzügliches Iſolationsmittel für elektriſche Leitungen erwieſen hat, ſo wird ſie in Amerika als Celeſtronfilk beſonders zum Umſpinnen feiner Leitungsdrähte benutzt [68]. Biegſamkeit und Elaſtizität mangeln ihr etwas, doch ſcheint man ihre Indifferenz gegenüber Farbſtoffen in neuerer Zeit überwunden zu haben. — Die nachſtehend aufgeführten Kunſtſeiden ſind entweder nie techniſch hergeſtellt worden oder erlaubten nur eine untergeordnete Verwendung.

V. Kunſtſeide aus der Löſung von Celluloſe in Chlorzink.

Man hat vorgeſchlagen, die beim Erhitzen eines Gemiſches von Celluloſe mit Chlorzinklöſung auf höhere Temperatur erhaltbare Löſung zur Herſtellung verſpinnbarer Fäden zu benutzen [69]. Dieſe leiden aber an dem Uebelſtande, ſehr wenig widerſtandsfähig zu ſein, und haben daher nur für Glühlampen Verwendung gefunden. Bronnert [70] gelang es, durch Erſatz der Celluloſe durch mercerißierte Celluloſe und Anwendung von Kälte eine konzentriertere Celluloſelöſung zu erzielen.

VI. Kunſtſeide aus der Löſung von Celluloſe in Schwefelſäure und Phosphorſäure.

Langhans [71] löſt Celluloſe in einem Gemiſch von Schwefelſäure und Phosphorſäure und behandelt die ſo erhaltene Flüſſigkeit mit Glyzerin- oder Aethyleſtern der Schwefelſäure, Phosphorſäure, Salpeterſäure oder mit Alkohol. Das Verfahren iſt wegen ſeiner Unausführbarkeit zur Herſtellung von Fäden niemals angewendet worden.

VII. Kunſtſeide aus der Löſung von Acidcelluloſe in Natronlauge.

Die durch Einwirkung von Waſſerſtoffſuperoxyd auf Celluloſe entſtehende Hydralcelluloſe verwandelt ſich nach Bumcke und Wolffenſtein [72] beim kurzen Aufkochen mit 10prozentiger Natronlauge zum Teil in die aetzalkalilösliche Acidcelluloſe, welche die ſich in den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

reduzierenden Eigenſchaften zeigende Aldehydnatur der erſteren nicht aufweiſt, vielmehr den Charakter einer Säure beſitzt. Die Acidcelluloſe kann auch durch Einwirkung 30prozentiger Natronlauge auf Celluloſe bei Siedehitze erhalten werden. Aus der alkaliſchen Löſung wird ſie durch Säuren in der Form eines voluminöſen Niederſchlages gefällt.

Die Vereinigten Kunſtſeidefabriken beabſichtigten auf Grund dieſes Verhaltens eine Löſung von Acidcelluloſe in Natronlauge zu verſpinnen und den Faden in fauerm Bade zu koagulieren [73]. 10 Teile Baumwolle werden mit 100 Teilen Schwefelſäure (D. 1,55) gemiſcht und in Waſſer gegoſſen. Das ausgeſchiedene Celluloſederivat wird ausgewaſchen und in 100 Teilen Natronlauge (D. 1,12) gelöſt. Das Verfahren hat verſchiedene Mängel, insbeſondere den, daß die Celluloſelöſung nicht genügend viskos und daher nicht ſpinnbar iſt.

VIII. Kunſtſeide aus Löſungen, welche weder Celluloſe noch Derivate derſelben enthalten.

Das Ausgangsmaterial für dieſe Kunſtſeiden bildet die Gelatine. Bernſtein [74] koaguliert Gelatinelöſung mit Formaldehyd, Miller [75] ſpinnt ſeine heiße Chromgelatinelöſung zu Vandurafeide.

Die techniſch hergeſtellten Nitro- und Celluloſeſeiden finden dank ihrer wertvollen Eigenſchaften, insbeſondere wegen ihres hohen Glanzes, weitgehende Verwendung in der Textilinduſtrie, die ſich noch bedeutend ſteigern würde, wenn es gelänge, den Uebelſtand zu beſeitigen, welcher in ihrer geringen Feſtigkeit im feuchten Zuſtande liegt. Die Hauptverwendung findet die Kunſtſeide in der Beſatz- und Poſamentenbranche zur Herſtellung hochglänzender Litzen, Spitzen und Borten für die Damenkonfektion. Zukunftsvoll erſcheint ihre Anwendung bei der Fabrikation von Tapeten und Dekorationsmöbelſtoffen, die gegenüber ſolchen Stoffen mit Naturſeide einen größeren Effekt und den Vorzug leichterer Reinigung haben, ferner bei der Herſtellung von Glühſtrümpfen. Durch Verſchmelzung mehrerer Einzelfäden während des Spinnprozeſſes zu einem dickeren wird ein hochglänzender, dicker und doch elaſtiſcher Faden gewonnen, welcher ſeit einigen Jahren unter der Bezeichnung künſtliches Roßhaar oder Meteorgarn in den Handel gebracht wird [76]. Dieſes Produkt findet in großen Mengen Verwendung zur Herſtellung von Hutlitzen, Damenhüten und Hutfurnituren. Auch als Erſatz für Menſchenhaar dient die Kunſtſeide. Der für dieſen Zweck ſtörende Glanz kann ihr nach Freericks [77] durch Behandlung mit trocknendem Oel und einem indifferenten, geſchmeidigen Pulver genommen werden. Die Geſamtproduktion der Kunſtſeide wird auf etwa 2500 kg täglich im ungefähren Wert von 40000 ℳ geſchätzt. Der Preis betrug anfangs 50 ℳ pro Kilogramm und ſteht gegenwärtig auf etwa 15 ℳ pro Kilogramm.

Literatur: Süvern, Künſtliche Seide, Berlin 1907; Silbermann, Die Seide. Dresden 1897, S. 115—158; Bronnert, Bulletin de Mulhouse, 1900; Haffack, Zeitſchr. f. d. gef. Textilinduſtrie 1900, Nr. 22—25; Lehner, Zeitſchr. f. angew. Chemie 1906, XIX, 1581. — [1] Réaumur, Mémoire pour servir à l'histoire des insectes, Bd. 1, 154. — [2] Andermars, Engl. Pat. Nr. 283 (1855). — [3] D.R.P. Nr. 65655; Wyß-Naeff, Zeitſchr. f. angew. Chemie 1899, 30. — [4] D.R.P. Nr. 65655. — [5] Herzog, Vortrag auf dem V. internationalen Kongreß für angew. Chemie, 1903. — [6] Thiele, Chem.-Ztg. 1904, Nr. 61; Bernard, Sur les diverses imitations de la soie naturelle, Moniteur scientifique 1905, 321; Zeitſchr. f. Farben- u. Textil-Induſtrie IV, 357, 382; Thiele, ebend. I, 73; Süvern, Lehnes Färberzeitung 1899, 169, 189, 208. — [7] Amerik. Pat. Nr. 699155. — [8] Engl. Pat. Nr. 26982 (1901). — [9] D.R.P. Nr. 133954. — [10] D.R.P. Nr. 150319. — [11] Amerik. Pat. Nr. 699155. — [12] Engl. Pat. Nr. 5076 (1901). — [13] Lehner, D.R.P. Nr. 82555 (1894). — [14] de Chardonnet, Bronnert, Bull. Soc. ind. de Mulhouse (1900). — [15] D.R.P. Nr. 55949. — [16] Franz. Pat. Nr. 315052. — [17] Schweizer Pat. Nr. 22680. — [18] D.R.P. Nr. 135316 (1901). — [19] Engl. Pat. Nr. 22540 (1896). — [20] D.R.P. Nr. 39090 (1895). — [21] D.R.P. Nr. 52977 (1889). — [22] D.R.P. Nr. 58508 (1890). — [23] D.R.P. Nr. 93009 (1895). — [24] D.R.P. Nr. 93009 (1895). — [25] D.R.P. Nr. 38368 (1885). — [26] D.R.P. Nr. 55655 (1890). — [27] D.R.P. Nr. 82555 (1894). — [28] D.R.P. Nr. 125392 (1901) u. 139446 (1901). — [29] D.R.P. Nr. 139899 (1901). — [30] D.R.P. Nr. 98642 (1897). — [31] Bronnert, D.R.P. Nr. 118836 (1899); Bronnert, Frémery und Urban, D.R.P. Nr. 119098 (1899), 119230 (1900); Bronnert, D.R.P. Nr. 125310 (1900); Frémery und Urban, D.R.P. Nr. 121429 (1899), 121430 (1899), 111313 (1899); Bronnert, Engl. Pat. Nr. 18884 (1899). — [32] Bull. Soc. Ind. de Mulhouse, Mai 1900. — [33] D.R.P. Nr. 154507 (1904). — [34] D.R.P. Nr. 92590 (1896). — [35] Journ. of Dyers and Colour. 1903, 230. — [36] D.R.P. Nr. 70999 (1893). — [37] D.R.P. Nr. 70999 (1893). — [38] D.R.P. Nr. 133144. — [39] Amerik. Pat. Nr. 763266 (1904). — [40] Amerik. Pat. Nr. 646044. — [41] Franz. Pat. Nr. 334636 (1903). — [42] Franz. Pat. Nr. 323743. — [43] Amerik. Pat. Nr. 689336 u. 689337. — [44] Amerik. Pat. Nr. 725016. — [45] Franz. Pat. Nr. 343515. — [46] D.R.P. Nr. 152743 (1903), 153817 (1904). — [47] Franz. Pat. Nr. 323474. — [48] Zeitſchr. f. Farben- u. Textil-Induſtrie, IV, 359. — [49] Monatſchr. f. Textil-Induſtrie, 20, 100, 131. — [50] Ber. 28, 462. — [51] Ber. 9, 65. — [52] D.R.P. Nr. 123121, 123122 (1900). — [53] Ber. 38, 1859, 3531. — [54] D.R.P. Nr. 85329. — [55] D.R.P. Nr. 86368. — [56] D.R.P. Nr. 105347. — [57] D.R.P. Nr. 118538. — [58] Franz. Pat. Nr. 319848. — [59] Franz. Pat. Nr. 317707. — [60] D.R.P. Nr. 153350 (1901). — [61] Amerik. Pat. Nr. 733729. — [62] Franz. Pat. Nr. 316500. — [63] Amerik. Pat. Nr. 709922. — [64] Engl. Pat. Nr. 10243 (1903). — [65] D.R.P. Nr. 139669. — [66] Franz. Pat. Nr. 345764 (1904). — [67] Witt, Vortrag vom 7. März 1904 im Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes in Berlin, Lehnes Färberzeitung 15, 222. — [68] Thiele, Chem.-Ztg. 1904, Nr. 61. — [69] Deaper und Tomkins, D.R.P. Nr. 113786. — [70] D.R.P. Nr. 118837 (1900). — [71] D.R.P. Nr. 82857 (1893). — [72] Ber. 32, 2493. — [73] Franz. Pat. Nr. 323475. — [74] Amerik. Pat. Nr. 712756. — [75] D.R.P. Nr. 88225 (1895). — [76] D.R.P. Nr. 125309. — [77] D.R.P. Nr. 137461.

R. Möhlau.

Kunſtſilber, f. v. w. Neuſilber (ſ. d.), auch f. v. w. Britanniametall (vgl. Antimonlegierungen).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kunſtſpodium, Produkt, beſtimmt, die Knochenkohle zu erſetzen.

Es wird aus Braunkohlenſtaub oder feingemahlener Braunkohle durch Kochen mit Natronlauge, Auswaſchen mit Waſſer, Trocknen und Pulveriſieren hergeſtellt und findet für Schuhwichſe Anwendung. Bei einer zweiten Art Kunſtſpodium benutzt man als Ausgangsmaterial die bei der Raffination und Deſtillation der Harzöle reſultierenden Rückſtände, ebenſo die Kalkrückſtände der Anſatzmaſſen der Wagenfette, vermiſcht dieſe mit Sägeſpänen, gelöſchtem und pulveriſiertem Kalk und ſonſtigen Rückſtänden, z. B. dem ſauern Mineralölfatz, der ſich bei der Reinigung und Bleichung ergibt, ferner Rückſtänden der Firniserzeugung u. ſ. w. Unter dem Mikroſkop zeigen dieſe Surrogate die Struktur der Knochenkohle natürlich nicht. *Andés.*

Kunſtſteine. Außer den gebrannten künſtlichen Steinen (ſ. Backſteine) werden — teils um das Brennen zu erſparen, teils um einen Erſatz für nicht vorhandenen, zum Brennen geeigneten Ton durch billige, ſonſt nicht verwertbare Materialien zu erhalten oder um Steine mit beſonderen Eigenſchaften herzuſtellen (Leichtigkeit, geringes Vermögen für Schall- und Wärmeleitung) — vielfach ungebrannte künſtliche Steine erzeugt und zur Herſtellung von Wänden und Mauern verwendet [1] und [2]. Hierher gehören:

1. Die Lehm- oder Luftziegel, die ebenſo wie die zu brennenden Backſteine hergeſtellt, aber nur an der Luft getrocknet werden, wobei ſie etwa um $^1/_{20}$ ſchwinden. Bei Verwendung von ſandigem Lehm müſſen zur Hervorbringung größerer Feſtigkeit und Waſſerbeſtändigkeit 4—6% gelöſchter Kalk zugeſetzt werden. Die Abmeſſungen werden nach Engel [3] zu 30/14/8—10 cm oder zu 26/12,5/8 cm gewählt. Die Lehmziegel eignen ſich hauptſächlich nur für Innenwände, da ſie der Näſſe ſchlecht widerſtehen und bei Verwendung für Außenmauern durch weit überhängende Dächer, hohe Sockelmauern und durch geeignete Verblendung oder Putz vor den Einwirkungen der Näſſe geſchützt werden müſſen. Als Putz dient gewöhnlich Lehmputz. Kalkputz haftet nur nach vorhergehendem Anſtrich mit heißem Teer [4]. Dieſelben Mängel zeigen die Lehmpatzen, die aus erweichtem Lehm mit 10—20% Pflanzenteilen in etwas größeren Abmeſſungen hergeſtellt werden [3].

2. Kalkſandſteine, Sandſtein-, Sand- oder Kalkziegel wurden ſchon ſeit längerer Zeit als billiger Erſatz für Backſteine aus ſcharfem, reinem Quarzſand mit 12—14% friſch gelöſchtem Kalk und wenig Waſſerzuſatz hergeſtellt [2], S. 141, [5] und [6]. Ihre zuläſſige Beanſpruchung betrug nach Böhme [7], S. 12, rund 4,2 kg für 1 qcm, und das aus ihnen hergeſtellte Mauerwerk hatte den Vorzug der Billigkeit und brauchte nicht geputzt zu werden. Solange dieſe Kalkziegel zu ihrer Erhärtung nur der Lufteinwirkung ausgeſetzt wurden, erfolgte dieſe jedoch je nach ihrer Zuſammenſetzung und je nach der Witterung ſehr langſam und konnte Wochen und Monate dauern. Auch vertrugen ſolche Steine weder Gluthitze noch Froſt und zerfroren namentlich leicht nach vorhergegangener Anfeuchtung. In neuerer Zeit iſt es gelungen, eine bedeutend raſchere Erhärtung der Steine bei gleichzeitiger Verminderung des Kalkzuſatzes und Erhöhung der Widerſtandsfähigkeit zu erzielen, indem man die in Preſſen geformten Kalkziegel der Einwirkung heißer Waſſerdämpfe ausſetzte. Anzuführen ſind: das der Firma Becker & Klee in Köln patentierte Niederdruckdampferhärtungsverfahren, bei dem die Erhärtung ſich in $2^1/_2$—5 Tagen vollzieht, und das durch Hochdruck herbeigeführte Michaelisſche Schnellerhärtungsverfahren, das nur 8—14 Stunden beanſprucht. Das Patent von Michaelis iſt, weil er es fallen ließ, der Allgemeinheit preisgegeben und wird von den neueren Sandziegeleien allgemein verwendet [11], S. 15. Außer dem Erhärtungsverfahren iſt das Aufbereitungsverfahren der Rohſtoffe von Wichtigkeit. In dieſer Hinſicht hat ſich die W. Schwarz in Zürich patentierte Aufbereitungs- und Miſchmaſchine bewährt, welche die Möglichkeit bietet, zur Kalk-Sandmiſchung eine beſtimmte Feuchtigkeitsmenge in Form heißen Waſſerdampfes zuzuführen, gleichzeitig die überſchüſſige verdunſtete Feuchtigkeit abzuſaugen und dadurch ein ſtets gleichmäßiges Preßgut zu erhalten [11], S. 14, [12] und [13]. Weſentliche Verdienſte um die Ausbildung der Sandziegelherſtellung hat ſich die Aktiengeſellſchaft für induſtrielle Sandverwertung in Zürich erworben, deren Katalog [13] Aufſchluß über die verſchiedenen Verfahren, über die dabei zu verwendenden Maſchinen ſowie über die Feſtigkeit und ſonſtigen Eigenſchaften der Steine gibt. Ueber die chemiſchen Vorgänge bei der Erhärtung der Steine durch Einwirkung des Dampfes in erhöhter Temperatur ſind intereſſante Unterſuchungen von M. Glaſenapp in Riga angeſtellt worden [14] und [15], aus denen er eine Theorie der Erhärtung der Kalkſandſteine abgeleitet hat [15], S. 163.

3. Schlackenſteine ſind poröſe, aus granulierter Hochofenſchlacke und gelöſchtem Kalk im Normalformat (25/12/6,5 cm) hergeſtellte ſehr wetterbeſtändige Steine von lichtgrauer Farbe, die ſich gut mit Kalkmörtel verbinden und nach Böhme ([7], S. 13, 28 und 29) eine Belaſtung von 4,5—9 kg für 1 qcm bei zehnfacher Sicherheit zulaſſen. Sie werden auch zu Pfeilerſteinen verwendet.

4. Die Löſchziegel und die Bimsſandſteine, auch Schwemm- oder Tuffſteine genannt ([1], S. 49, [2], S. 142), ſind noch poröſer als die Schlackenſteine, aber von geringerer Feſtigkeit. Bei erſteren wird ſtatt Sand geſiebte Steinkohlenaſche, bei letzterem Bimsſand verwendet. Sie eignen ſich namentlich zur Ausfüllung der Fachwerkwände, zu Deckengewölben und werden als Achteckſteine auch für Schornſteinröhren verwendet [8].

5. Korkſteine, D.R.P. Nr. 13107 (ſ. S. 635) und [9].

6. Die verſchiedenen Arten der übrigen Kunſtſteine oder Kunſtſandſteine beſtehen in der Nachahmung der Naturſandſteine, indem Sand, Steinbrocken oder Straßenſtaub durch hydrauliſchen Kalk, Gips oder Zement, dem bisweilen noch Waſſerglas, verſchiedene Harze u. ſ. w.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beigemengt ſind, zu einer feſten ſteinartigen Maſſe verbunden werden, die je nach der Herſtellungsweiſe verſchiedene Feſtigkeiten aufweiſt ([1], S. 49; [6], S. 280; [7], S. 28—32 und [10]).

Ein marmorartiger Kunſtſtein iſt das von Gran in Aalberg angegebene Gemiſch aus 100 Teilen Gips, 180 Teilen Quarz, 70 Teilen Feldſpat und 25 Teilen Borſäure, das mit Waſſer verrührt, geformt, getrocknet und gebrannt wird (D.R.P. Nr. 84998).

Literatur: [1] Handb. der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, 1. Heft, Darmſtadt 1891, S. 47. — [2] Ebend., Bd. 1, 1. Hälfte, 2. Aufl., Darmſtadt 1895, S. 100; 3. Aufl., Stuttgart 1905. — [3] Engel, F., Die Bauausführung, Berlin 1881, S. 70. — [4] Baugewerksztg. 1885, S. 200. — [5] Krauſe, F., Anleitung zur Kalkſandbaukunſt, 1851; Engel, Der Kalkſand-Piſébau, 3. Aufl., Leipzig 1855; Bernhardi, Die Kalkziegelfabrikation und der Kalkziegelbau etc., 4. Aufl., Eilenburg 1873. — [6] Heuſinger von Waldegg, Die Kalk- und Zementfabrikation, 3. Aufl., Leipzig 1875, S. 195. — [7] Böhme, Die Feſtigkeit der Baumaterialien, Berlin 1876. — [8] Die Eigenſchaften und die Verwendung von Schwemmſteinen, Baugewerksztg. 1894, S. 121. — [9] Zentralbl. der Bauverw. 1884, S. 239. — [10] Gottgetreu, F., Die phyſikaliſche und chemiſche Beſchaffenheit der Baumaterialien, 3. Aufl., Berlin 1880, Bd. 1, S. 399; Rombergs Zeitſchr. für praktiſche Baukunſt 1879, S. 211; Baugewerksztg. 1880, S. 374; 1881, S. 626; Wochenbl. für Arch. und Ing. 1880, S. 215; Deutſche Bauztg. 1881, S. 199; 1884, S. 60; Feichtinger, G., Die chemiſche Technologie der Mörtelmaterialien, Braunſchweig 1885, S. 416; Kunſtſteine aus Beton, Zeitſchr. für Baukunde 1881, S. 544; Deutſches Baugewerksbl. 1887, S. 476; Baugewerksztg. 1887, S. 1014; Lucht, Phil. Jak., Kurze Anleitung für die Verarbeitung und Verwendung von Portlandzement, Frankfurt a. M. 1897. — [11] Stöffler, E., Kalkſandſteine, Zürich 1900. — [12] Darſtellung der Sandſteinziegel nach Schwarz' Verfahren, Zürich 1900. — [13] Illuſtr. Katalog über Sandziegelfabrikation der Aktiengeſellſchaft für induſtrielle Sandverwertung, Zürich. — [14] Glaſenapp, M., Chemiſche Unterſuchungen über Kalkſandſteine, Toninduſtrieztg. 1900, S. 1703; 1901, S. 761; Rigaſche Induſtrieztg. 1901, Nr. 6; Derſ., Feuerfeſte Kalkſandſteine, Toninduſtrieztg. 1903, S. 702. — [15] Derſ., Weitere Unterſuchungen über Kalkſandſteine, Rigaſche Induſtrieztg. 1904, Nr. 12, S. 161. *L. v. Willmann.*

Kunſtſtraßen ſind im Gegenſatz zu den Natur- und Erdſtraßen (ſ. d.) Verkehrswege mit entſprechend befeſtigter und hinreichend entwäſſerter Oberfläche, ſo daß letztere auch bei naſſer Witterung keine Aufweichung erleidet und ſchwerbelaſtete Fuhrwerke zu tragen imſtande iſt. Ein weiteres Merkmal einer Kunſtſtraße iſt ihre zweckentſprechende Traſſierung und Anpaſſung an das Gelände; ſ. Straßenbau und Traſſe. *L. v. Willmann.*

Kunſtſumpf, im Bergbau Waſſerbehälter, aus welchem die Schachtpumpen (Kunſtſätze) das Waſſer anſaugen oder in welchen ſie es heben.

Kunſttrum, diejenige Abteilung im Schachte (ſ. Schachtbau), in welcher die Schachtpumpen eingebaut ſind.

Kunſtwachs, Gemenge von gereinigtem Kolophonium, Paraffin und Ceresin, als Glanzmittel für Fußböden und als Wachserſatz dienend. *Andés.*

Kunſtwolle, ſ. Spinnfaſern.

Kunſtwollſpinnerei, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Kupellieren, ſ. Kapelle (in der Probierkunſt).

Kupfer, *Cu*, Atomgewicht 63,12, ein Metall von charakteriſtiſcher Farbe, die verſchiedene Nuancierungen zeigt und gewöhnlich „Kupferrot" genannt wird. Metallglanz und körniger (Kupferguß) bis faſeriger oder ſehniger (Schmiede- oder Walzkupfer) Struktur und hoher Feſtigkeit und Dehnbarkeit. Durch mechaniſche Bearbeitung oder plötzlichen Temperaturwechſel hart gewordenes Kupfer läßt ſich durch mäßiges Erhitzen (200—300°) wieder geſchmeidig erhalten. Seine Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität iſt ſehr hoch. Bei lebhafter Rotglut iſt es, wenn auch ſchwierig, ſchweißbar. Kurz vor dem Schmelzen wird es beim Erhitzen ſo ſpröde, daß es ſich pulveriſieren läßt. Schmelzpunkt 1084°, Siedepunkt in der Nähe von 1500°; ſpez. Gew. 8,8—8,9.

Kupfer beſitzt im geſchmolzenen Zuſtande ein großes Löſungsvermögen für einige Gaſe (Waſſerſtoff, Kohlenoxyd, Schwefeldioxyd), die es beim Erkalten wieder abgibt; ferner für viele Metalle (Aluminium, Nickel, Kobalt, Zink, Kadmium, Zinn, Blei, Wismut u. a.). In dichten geſchmiedeten oder gewalzten Stücken mit glatter Oberfläche hält es ſich an der Luft lange unverändert; es iſt aber bei gleichzeitiger Gegenwart von Waſſer und ſauer wirkenden Stoffen unter Bildung baſiſcher Salze (Grünſpan) leicht oxydierbar. Patina iſt der aus baſiſch kohlenſauerm Kupfer beſtehende grüne Ueberzug kupferhaltiger Bronzen (ſ. Patina). Schon bei ſchwacher Rotglut überzieht es ſich mit Oxydſchichten, die aus Gemiſchen von Oxyd und Oxydul beſtehen (Kupferhammerſchlag, Glühſpan). Dem Schwefel gegenüber entwickelt es eine weit größere chemiſche Energie als ſämtliche übrigen Erzmetalle, für die Kupfergewinnung eine bemerkenswerte Eigenſchaft. Auch mit den übrigen Metalloiden, ausgenommen Stickſtoff und Kohlenſtoff, vereinigt ſich Kupfer leicht direkt. Als Löſungsmittel für Kupfer dienen beſonders Salpeterſäure, konzentrierte Schwefelſäure und Königswaſſer. Salzſäure und verdünnte Schwefelſäure löſen Kupfer nur bei Luftzutritt oder bei Gegenwart andrer Oxydationsmittel. Obwohl das Kupfer mit Sauerſtoff zwei Verbindungen eingeht, Kupferoxydul Cu_2O und Kupferoxyd CuO, auch mit dem Schwefel ein Sulfür Cu_2S und ein Sulfid CuS bildet, kann

es mit Sauerſtoffſäuren doch nur eine Reihe von Salzen (Cupriſalze) eingehen. Nur von den Haloidſäuren ſind auch ſogenannte Oxydul- oder Cuproſalze bekannt. Kupfer zeigt eine große Neigung zur Bildung von baſiſchen Salzen. Von den natürlich vorkommenden kupferführenden Erzen mögen folgende erwähnt ſein: Gediegenes Kupfer, Rotkupfererz Cu_2O, Schwarzkupfererz CuO, Kupferkies $Cu_2SFe_2S_3$, Buntkupfererz $(Cu_2S)_3Fe_2S_3$, Kupferglanz CuS, Kupfervitriol $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$, Malachit $(HO)_2Cu_2CO_3$, Kupferlaſur (Bergblau) $(HO)_2Cu_3(CO_3)_2$. Für die Kupfergewinnung kommen in erſter Linie die ſulfidiſchen Erze in Betracht; ſie ſind die verbreitetſten. Gediegenes Kupfer, die Oxyde und Salze bilden nur ganz vereinzelt die Rohſtoffe eines ſelbſtändigen Hüttenbetriebes.

1. Die Röſt- und Reaktionsarbeit. Der Kupferabſcheidung aus den Erzen geht ſtets eine chemiſche Aufbereitung oder Anreicherung voraus. Man röſtet zu dieſem Zweck einen Teil des Schwefels der Erze ab, um bei dem darauffolgenden Schmelzen das Kupfer in einem Doppelſulfide, dem Kupferſtein, Lech oder Matte, $Cu_2S \cdot xFeS$, zu erhalten. Dieſes Verfahren wird ſo oft wiederholt, bis ein zur Kupferabſcheidung hinreichend kupferreicher Stein vorliegt. Auch dieſer wird wieder ſo geröſtet und gleich darauf oder gleichzeitig ſo verſchmolzen, daß ſich die gebildeten Oxyde mit den noch vorhandenen Sulfiden unter Verſchlackung des Nichtkupfers (beſonders des FeO) zu Metall und Schwefeldioxyd umſetzen. In England, wo dieſes Verfahren früher faſt ausſchließlich in Ausführung ſtand und von wo es den Namen engliſcher Prozeß erhalten hat, war die Arbeitsweiſe folgende: a) Das Röſten der Erze geſchieht je nach Umſtänden in Haufen, Stadeln, Flammöfen, Fortſchaufelungsöfen (ſ. Bd. 2, S. 62), in Stück- und Feinkiesöfen (ſ. Schwefelſäure), in Revolveröfen. Dieſer und andre Oefen mit drehbarem Herde ſind in [5] und [7] eingehend beſchrieben. Das in dieſem Arbeitsſtadium erhaltene Röſtgut ſtellt ein Gemiſch aus Oxyden und Sulfiden des Kupfers und des Eiſens dar. Bei dem nun folgenden b) Steinſchmelzen ſammelt ſich das Kupfer und, ſoweit der noch vorhandene Schwefel reicht, auch Eiſen in dem obenerwähnten Doppelſulfide, Rohſtein genannt, an, während der übrige Teil gemeinſchaftlich mit andern Oxyden verſchlackt wird. Wie ſich die Arbeitsweiſe bei Gegenwart von Nickel ändert, ſ. unter Nickel. Zur Ausführung des Rohſteinſchmelzens dienen einfache Flammöfen mit unten möglichſt freiliegendem Herde. Die älteren Oefen ſind in [1], [2] und [3], die neueren in [5] und [7] eingehend berückſichtigt. Der bei dieſer Arbeit fallende Rohſtein iſt ſelten kupferreich genug; es folgt daher jetzt zum Zwecke weiterer Anreicherung das c) Röſten des Rohſteines, bei welcher Arbeit wieder eine zur Kupferſulfürbildung ausreichende Menge Schwefel in dem Röſtprodukte zurückbleiben muß. Als Apparate dienen Kilns, rotierende Oefen und vereinzelt auch Fortſchaufelungsöfen. d) Ein nochmaliges Steinſchmelzen (in Flammöfen) liefert dann meiſt verarbeitungswürdiges Material, den Konzentrationsſtein, von der Ofenzuſtellung her auch wohl Spurſtein genannt. Ergab auch dieſes Schmelzen ein unzureichendes Material, ſo muß das Röſten und Konzentrationsſteinſchmelzen noch einmal wiederholt werden (Walesprozeß). Dann folgt e) Röſt- und Reaktionsarbeit, die ſowohl in zwei getrennten Operationen als auch in einem einzigen Durchſetzen der Beſchickung, dem Röſtreaktionsſchmelzen oder kurz Röſtſchmelzen, ausgeführt wird. Die Apparate ſind Flammöfen; die Arbeit ſelbſt iſt ein oxydierendes Schmelzen, bei dem ſich, wie ſchon kurz erwähnt, die entſtehenden Oxyde mit noch unzerſetzten Sulfiden zu Schwefeldioxyd und Rohkupfer (Schwarzkupfer) umſetzen. Fremde Metalloxyde ſucht man hierbei nach Möglichkeit durch ſaure Zuſchläge (ſaures Ofenfutter, Herd) zu verſchlacken. An Stelle der alten Methode des Röſtſchmelzens iſt in einigen größeren Werken das Kupferbeſſemern oder Verblaſen getreten. Man arbeitet in dieſem Falle nach dem Vorbilde des Beſſemerverfahrens, indem man durch den geſchmolzenen Kupferſtein einen kräftigen Luftſtrom hindurchpreßt. Die chemiſchen Vorgänge bleiben dieſelben wie bei der alten Arbeit. Nur mußte mit Rückſicht auf die geringe Wärmekapazität und das gute Leitungsvermögen des Kupfers und die daraus reſultierenden Uebelſtände (Erſtarren des ausgeſchiedenen Kupfers am Boden des Konverters) die Form der urſprünglichen Beſſemerbirne eine Veränderung erfahren. Manhés benutzte horizontal liegende, mit ſauerm Futter verſehene, nach Art der Revolveröfen drehbar angeordnete Eiſenblechzylinder (Manhés' Konverter), in denen die Luftzuführungsöffnungen alle in einer horizontalen Mantellinie liegen, ſo daß die Luft ſtets oberhalb des Metallſpiegels in den geſchmolzenen Stein eingeblaſen werden kann. (Näheres in [8], S. 160.) Nach dem Röſt- und Reaktionsverfahren werden faſt nur ſulfidiſche Erze verarbeitet, oxydiſche können jedoch an Stelle von Röſtprodukten mit in den Betrieb eingeführt werden.

2. Die Reduktionsarbeit. Wie bei dem vorhergehenden, ſo bezieht ſich der Name auch dieſes Verfahrens nur auf die Schlußarbeit des Schwarzkupferſchmelzens. Hier wie dort ſind faſt ausnahmslos Anreicherungsarbeiten der Erze erforderlich, die ſich mit den eben beſchriebenen prinzipiell vollſtändig decken. Die früher in Deutſchland und Schweden übliche Arbeitsweiſe (daher auch der Name deutſcher bezw. ſchwediſcher Prozeß) unterſchied ſich von der jetzigen vorwiegend durch die Apparate und die dadurch wieder bedingte Arbeitsausführung. Die chemiſche Grundlage des jetzigen Verfahrens iſt die alte geblieben. Das deutſche Verfahren ſetzt ſich aus folgenden Arbeiten zuſammen: a) Erzröſten, Zweck, Ausführung und Apparate wie beim engliſchen Verfahren. b) Rohſteinſchmelzen, faſt ausnahmslos in niedrigen Schachtöfen (6—9 m hoch) ausgeführt, liefert einen Stein mit 35—40% *Cu*. Die Einrichtung der alten ſchwediſchen oder Sulu-, der Ockerſchen und Mansfelder-Oefen iſt aus [1]—[5] zu erſehen. c) Röſten des Rohſteines. Apparate: Kilns und Revolveröfen. d) Das Konzentrations- oder Spurſteinſchmelzen, früher ausſchließlich in Schachtöfen, jetzt vielfach in Flammöfen ausgeführt, liefert einen Stein mit 60—70% *Cu*. e) Totröſten des Spurſteines in Kilns oder Revolvern mit darauffolgender Haufenröſtung. f) Reduzierendes Verſchmelzen des totgeröſteten Steines auf Schwarzkupfer in Flammöfen. Dieſer Teil der Arbeit wurde bei dem alten deutſchen Verfahren in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

niedrigen, meiſt als Spuröfen zugeſtellten Schachtöfen ausgeführt. Ueber dem ſo erſchmolzenen Schwarzkupfer ſammelte ſich in der Regel eine dünne Schicht eines ſehr reichen Kupferſteines an, den man Dünnſtein (Feinſtein, Dünnlech, Oberlech) nannte und der natürlich wieder in den Betrieb zurückging. Die bei Anweſenheit von andern Metallen, beſonders Nickel und Kobalt, erforderlichen Abweichungen von dieſer Arbeitsweiſe ſ. unter Nickel. — Zur Verarbeitung nach dieſem Verfahren eignen ſich in erſter Linie ſulfidiſche Erze. Bei oxydiſchen oder ſalzhaltigen Erzen und Hüttenprodukten (Rotkupfererz, Karbonaten, Silikaten u. ſ. w.) können die Röſtarbeiten unter Umſtänden in Wegfall kommen, ſo daß nur ein einfaches reduzierendes Verſchmelzen übrigbleibt.

3. Auslaugen des Kupfers aus Erzen und Hüttenprodukten. Liegen Erze vor, die das Kupfer in Form waſſerlöslicher Salze (Kupfervitriol) enthalten, ſo iſt der Löſungsvorgang ein ſehr einfacher. Auch Oxyde und Karbonate eignen ſich unter Umſtänden für dieſe Arbeit. Als Löſungsmittel dienen dann Salzſäure, Chloridlöſungen oder Schwefelſäure. Aber ſelbſt Erze mit weniger leicht löslichen Kupferverbindungen wird man dann ſtets auf dem ſogenannten naſſen Wege zugute zu machen ſuchen, wenn wegen zu geringen Kupfergehaltes Schmelzprozeſſe ausgeſchloſſen ſind. Durch Verwitterung, oxydierendes oder chlorierendes Röſten, Behandeln mit als Oxydations- bezw. Chlorierungsmittel bekannten Ferriſalzen (Hunt- und Douglas-Prozeß), Cuprichlorid u. ſ. w. müſſen dann Sulfate oder Chloride (Dötſch-, Dutſch-Prozeß) erzeugt werden, die ſich nun durch Waſſer oder verdünnte Säuren leicht in Löſung bringen laſſen. Aus allen dieſen Löſungen fällt man das Kupfer, nötigenfalls nach Ausſcheidung andrer Metalle, meiſt durch Eiſenabfälle als Metall (Zementkupfer, Zementieren), ausnahmsweiſe auch als Sulfid oder Hydrat. Auch edelmetallhaltiges Schwarz- und Garkupfer wurde früher allgemein, jetzt nur da durch Auslaugen verarbeitet, wo die Nachfrage nach Kupfervitriol den Betrieb noch bezahlt. Man granuliert das Kupfer, füllt die Granalien in einen mit Blei ausgelegten Holzbottich, in den unten Luft eintritt, während die Granalien von oben von Zeit zu Zeit mit mäßig verdünnter Schwefelſäure beſpült werden, um die ſich durch Einwirkung der Luft bildende Oxydſchicht zu löſen und mit dem zurückbleibenden Schlamme von Edelmetallen, Bleioxyden und andern unlöslichen Subſtanzen abzuſpülen. Letztere ſetzen ſich am Boden eines die Kupferſulfatlauge ableitenden Gerinnes ab, werden geſammelt, gewaſchen, getrocknet und dann beim Treibprozeß (ſ. Silber) eingetränkt. Die Kupferſulfatlauge wird auf Vitriol verarbeitet. Früher pflegte man dieſelbe durch Eiſen wieder zu fällen, hat aber heute da, wo man für Kupfervitriol keinen Abſatz findet, dieſe Schwefelſäurelaugerei, auch Affination oder Affinerie genannt, durch die Elektrolyſe (ſ. unten) erſetzt.

4. Raffinationsſchmelzen metallführender Erze und Hüttenprodukte. Wenn auch vereinzelt, ſo kommt doch gediegenes Kupfer in ſolchen Maſſen und von ſolcher Reinheit vor, daß ein einfaches Einſchmelzen ein direkt zur Raffination geeignetes Metall liefert. Auch die bisher beſchriebenen Hüttenprozeſſe ergeben, wie ſchon erwähnt, nur ein Rohmetall, das Schwarz- bezw. Zementkupfer, das direkt nur ſelten verwendbar iſt. Die Verunreinigungen aller dieſer Kupferſorten können beſtehen aus Silber, Gold, Zink, Blei, Wismut, Kobalt, Nickel, Eiſen, Sulfiden, Arſeniden, Antimoniden u. ſ. w. In erſter Linie iſt die Gegenwart oder Abweſenheit von Edelmetallen von Einfluß auf die Wahl der Raffinierarbeit. Bei Abweſenheit derſelben wird man ſtets mit einem oxydierenden Schmelzen (Spleißen) auf der ſauern Sole eines Herdofens oder Gebläſeflammofens (Garherd, Spleißofen) beginnen. Die Verunreinigungen werden verſchlackt oder verflüchtigt, doch läßt es ſich nicht vermeiden, daß gleichzeitig eine gewiſſe Menge Kupfer ebenfalls oxydiert und nun in Form von Kupferoxydul von dem ſonſt reinen Metalle gelöſt wird. Man nennt dieſen Teil der Raffination das Garmachen, das erhaltene Produkt das Garkupfer. Eine beſondere Art von Garkupfer iſt das Roſettenkupfer, dadurch erhalten, daß man auf das noch in der Herdgrube befindliche, eben gargeblaſene flüſſige Kupfer ein wenig Waſſer gießt und die an der Oberfläche erſtarrten Platten (Roſetten) abhebt. Dieſe bei einem Nickelgehalte des Kupfers früher ſehr gebräuchliche Arbeit nennt man das Roſettieren oder Scheibenreißen. Um das für mechaniſche Verarbeitung abſolut ungeeignete Garkupfer hammergar, d. h. zum Schmieden und Walzen geeignet, zu machen, muß das Kupferoxydul entfernt werden. Dies geſchieht natürlich am einfachſten durch ein dem Oxydieren folgendes reduzierendes Schmelzen, das man in den Garungsöfen ähnlichen Herd- oder Flammöfen ausführt. Meiſtens iſt für das Gar- und das Hammergarmachen nur ein einziger Ofen vorhanden; man pflegt dann die vereinigten Arbeiten als Raffination, das erhaltene Metall als raffiniertes Kupfer oder Raffinad zu bezeichnen. Geſchieht das reduzierende Verſchmelzen unter Vermittlung von Baumſtämmen, die man in das flüſſige Metall eintaucht, ſo daß die Diſſoziationsgaſe des Holzes durch lebhaftes Aufrühren der Schmelze eine ſchnelle Reduktion des Kupferoxyduls bewirken, ſo nennt man dieſe Arbeit das Polen des Kupfers.

5. Elektrolytiſche Metallraffination und Elektrolyſe. An Stelle der Affination von edelmetallhaltigem Kupfer iſt in allen größeren Werken die Elektrolyſe getreten. In mit Blei ausgelegte oder ſonſtwie waſſerdicht gemachte Holzbottiche hängt man das von den Edelmetallen und von andern metalliſchen Verunreinigungen zu ſcheidende Kupfer in Plattenform ein. Zwiſchen dieſe Platten, auch vor und hinter die Endplatten der Reihe, aber iſoliert von denſelben, hängt man in gleichmäßigen Entfernungen Feinkupferbleche auf; als Elektrolyt (ſ. Elektrolyſe) hält man eine ſaure, nicht zu verdünnte Kupfervitriollöſung in den Bottichen. Verbindet man nun alle die zu raffinierenden Kupferplatten und alle Feinkupferbleche ſo mit einer Stromquelle (Dynamo), daß erſtere als Anoden, letztere als Kathoden in dem Elektrolyſierbottiche fungieren, ſo muß das Kupfer der Anoden in die Löſung übertreten, um an den Kathoden wieder zur Abſcheidung zu gelangen. Um brauchbare dichte Kupferniederſchläge zu gewinnen, iſt beſonderer Wert auf die Stromdichte, Konzentration und Zuſammenſetzung des

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elektrolyten zu legen. Als Stromdichte rechnet man 20—40 Ampère auf den Quadratmeter bei 5 cm Elektrodenentfernung. Die Konzentration des Elektrolyten wähle man so, daß in 1 l ca. 150 g konzentrierte Schwefelfäure und 150 g kriftallifiertes Kupferfulfat fich befinden. Mit dem Kupfer gehen nun zwar verfchiedene Verunreinigungen aus den Anodenplatten in Löfung, z. B. Eifen, Nickel, Kobalt, werden aber bei den für Kupfer zu wählenden Stromdichten und Stromfpannungen nicht eher mitgefällt, bis ihre Menge in dem Elektrolyten eine beftimmte Grenze überfchritten hat, in welchem Falle der Elektrolyt zu reinigen bezw. auf Kupfervitriol oder Zementkupfer zu verarbeiten ift. Andre Beftandteile des für die Anoden benutzten Kupfers, wie z. B. Gold, Silber, Blei (diefes als Bleifuperoxyd und Sulfat), Kupferoxydul u. f. w., fallen, da fie mit der Auflöfung des Kupfers ihren Zufammenhang verlieren, in Pulverform unlöslich zu Boden. Sie bilden den fogenannten Anodenfchlamm, der wie der von der Affinerie fallende edelmetallhaltige Schlamm verarbeitet wird. Näheres über den ganzen Betrieb und alle Einrichtungen einer elektrolytifchen Kupferraffinerie findet fich in [6] und [13]; f. Elektrometallurgie.

Verwendung des Kupfers. Als folches dient es zur Herftellung einer großen Zahl von Geräten, Apparaten, Mafchinenteilen u. dergl. für Haushalt und Technik; befonders als Leitungsmaterial in der Elektrotechnik. Auch das Kunftgewerbe braucht große Mengen Kupfer für Kunftfchmiedearbeit und galvanoplaftifche Erzeugniffe. In der Legiertechnik bildet das Kupfer die Grundfubftanz einer großen Anzahl wichtiger Legierungen (Kupferlegierungen, Bronzen, Meffing, Neufilber u. dergl.). Zur Herftellung einiger Kupferverbindungen, z. B. des Kupfervitriols, des Kupferoxydes, des Phosphorkupfers u. a., geht man, foweit diefelben nicht, wie z. B. der Kupfervitriol, als Nebenprodukte im Hüttenbetriebe fallen, ebenfalls von metallifchem Kupfer und Abfällen der Kupferwalzwerke und Kupferfchmieden aus. Das Kupfer findet in der Technik die meifte Verwendung in Form von Kupferblech (f. Blech), das in Platten bis zu 2,4 m Breite und bis zu 10 m Länge und in Dicken von 1—26 mm handelsüblich ift fowie in Form von Kupferdraht hergeftellt wird; f. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 28, und Kupferdrahtherftellung. Die Gefchichte des Kupfers fällt faft mit der der Bronze (f. d.) zufammen. Das Kupfer ift aber wohl noch länger bekannt gewefen wie die Bronzen [9]—[11]. Ueber die Kupferhütten und Kupferftatiftik f. [12].

Literatur: [1] Kerl, Hüttenkunde, 2. Aufl., Leipzig 1865. — [2] Balling, Metallhüttenkunde, Berlin 1885. — [3] Stölzel, Metallurgie, Braunfchweig 1886. — [4] Kerl und Stohmann, Encyklop. Handbuch der Chemie, 4. Aufl., Braunfchweig 1895. — [5] Schnabel, Metallhüttenkunde, Bd. 1, Berlin 1894. — [6] Borchers, Elektrometallurgie, 2. Aufl., Braunfchweig 1896. — [7] Peters, Modern Copper Smelting, 7. Aufl., New York und London 1895. — [8] Borchers, Anorganifche Chemie, Braunfchweig 1893. — [9] Zippe, Gefchichte der Metalle, Wien 1857. — [10] Bifchoff, Das Kupfer und feine Legierungen, Berlin 1863. — [11] Kopp, Gefchichte der Chemie, Braunfchweig 1843/47. — [12] Rentzfch, Reichsadreßbuch für die Montan-, Metall- und Mafchineninduftrie, Berlin und Leipzig 1892. — [13] Fifcher, Elektrometallurgie, Leipzig 1904. *Bujard.*

Kupfer, gediegen, Mineral, reines Kupfer, kriftallifiert regulär (Oktaeder und Würfel), auch in dünnen, moosförmigen Ueberzügen auf Kluftflächen.

Kupferrot (braun oder grün angelaufen), fehr dehnbar, nicht fpaltbar, Bruch hakig. Härte $2^1/_2$—3; fpez. Gew. 8,5—8,9. Schmilzt leicht vor dem Lötrohr, löslich in Säuren und in Ammoniak bei Luftzutritt. Oxydiert an der Luft zu Rotkupfererz CuO_2 und geht dann unter Aufnahme von Kohlenfäure in Malachit über. Häufig mit andern Kupfererzen im Ural, am Oberen See (Michigan), Chile u. f. w. Wird mit andern Kupfererzen zur Kupfergewinnung verwendet. *Leppla.*

Kupferacetate, f. Effigfäure, Bd. 3, S. 516.

Kupferammonium, f. Kupferoxydhydrat.

Kupferbacken, f. Schraubftock.

Kupferbefchlag, f. Anwuchs des Schiffbodens und Schiffbau.

Kupferbeffemern, f. Kupfer.

Kupferblau, f. Mineralblau.

Kupferblechherftellung umfaßt das Gießen der Rohblöcke, das Auswalzen diefer zum Blech und das Fertigftellen der Bleche.

Das im Raffinierofen raffinierte Kupfer oder das in einem Flammofen unter Holzkohlen eingefchmolzene Kupfer wird in Kokillen gegoffen. Für kleinere Blöcke find die Kokillen bisweilen zweiteilig (in der Diagonale geteilt); auch können kleinere Blöcke in derfelben Kokille durch Aufgießen neuen Metalls auf das zuletzt erftarrte (ohne Zwifchenmittel) hergeftellt werden.

Das Auswalzen der Rohblöcke gefchieht im rotwarmen Zuftand. Für Grobbleche finden hierbei in der Regel Reverfierwalzwerke (f. Walzen) Verwendung. Das Vorwalzen der Rohblöcke gefchieht bis zu einer Dicke von etwa 25 mm, worauf die erhaltenen Platten durch Abmeißeln von Fehlern (Schiefer, Schuppen u. f. w.) befreit werden, worauf erft das Fertigwalzen erfolgt. Feinbleche werden durch Zerfchneiden ftärkerer Platten und darauffolgendes Auswalzen hergeftellt. Zum Erwärmen der Bleche dienen Flammöfen mit Steinkohlen- oder Gasfeuerung. Die fertiggewalzten noch heißen Bleche werden in Waffer abgelöfcht, damit das Abfpringen des Glühfpans befördert wird, hierauf gebeizt, abgewafchen und auf die gewünfchten Abmeffungen befchnitten. *A. Widmaier.*

Kupferborat (Glanzgrün), f. Borgrün.

Kupferbraun, f. Hatchetts Braun.

Kupferbronze, f. Bronzefarben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kupferchloride. Das eigentliche Chlorid $CuCl_2$, mit 2 H_2O in hellgrünen Nadeln kristallisierend, bildet ein in Wasser leicht lösliches Salz, welches durch Lösen von Kupferoxyd in Salzsäure erhalten wird.

Es bildet sich auch als Zwischenprodukt in dem elektrolytischen Kupferextraktionsprozesse von Höpfner an den Anoden. Durch Reduktion des Chlorides mit Kupfer oder beim Einleiten von Schwefeldioxyd in eine Lösung von Kupfersulfat und Kochsalz entsteht das Kupferchlorür Cu_2Cl_2, ein in Wasser unlösliches Salz, dessen saure und ammoniakalische Lösungen bekannte Lösungsmittel für Kohlenoxyd sind und deshalb bei der Untersuchung von gasförmigen Brennstoffen oder der sogenannten Rauchgase, insbesondere im Orsatapparat, Verwendung finden. *Bujard.*

Kupferdach. Die hervorragendsten Eigenschaften des Kupfers für seine technische Verwendung sind dessen Dehnbarkeit und Zähigkeit, daher ist auch das Kupferdach das solideste, besonders zu Monumentalbauten verwendete, zugleich in seinen ersten Kosten das teuerste Dach.

Die Vorteile des Kupfers sind eine geringe Ausdehnnng bei Temperaturänderung sowie dessen Verhalten an der Luft. Die sehr geringe Oxydschicht ist erst tiefbraun, später schön grün (Grünspan), wofür als schöne Beispiele die Dachungen der Kirchen und Schlösser zu Dresden (Anfang des 18. Jahrhunderts) genannt werden mögen. — Die Kupfertafeln werden in Größen von 0,8—3,0 qm und einer Stärke von 0,5—1,25 mm verwendet. Die Eindeckung erfolgt in Bahnen von 0,60 m mit einer Ueberfälzung von 0,04 m und 6—8 Heftblechen auf den Quadratmeter. *Weinbrenner.*

Kupferdrahtherstellung besteht im Gießen der Rohblöcke, dem Auswalzen dieser zu Draht und dem Fertigstellen durch Ziehen.

Das Schmelzen des Kupfers geschieht in Flamm- oder in Tiegelöfen. Die in gußeisernen Kokillen gegossenen Blöcke haben in der Regel etwa 7—8 cm Seitenlänge des quadratischen Querschnitts und eine Länge von 70—90 cm. Sie werden in der Regel zunächst abgehobelt und dann in einem Wärmofen vor dem Walzen auf eine Temperatur von 750—800° erhitzt.

Das Walzen des Kupferdrahts weicht im Prinzip von dem des Eisendrahts nicht ab. Bezüglich der Kalibrierung (s. d.) ist zu bemerken, daß die Streckung eine geringere ist als beim Eisendraht. Das Auswalzen erfolgt bei Fahrdrähten für Straßenbahnen u. s. w. nur auf rund 20 mm (s. unten), bei Kupferdrähten für andre Zwecke auf etwa 6—7 mm. Der vom Drahtwalzwerk kommende Draht — mit Ausnahme der Fahrdrähte — wird in verschlossenen eisernen Töpfen ausgeglüht, in verdünnter Schwefelsäure gebeizt, mit Kalkwasser abgespült und darauf gezogen. Für das Ziehen stärkerer Drähte werden zunächst Grobzüge, für dünnere Drähte Mittelgrobzüge angewendet, die jetzt vielfach als Mehrfachdrahtzüge ausgeführt werden (s. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 21, und Ziehen). Die Herstellung feinerer Drähte erfolgt durch Weiterziehen in Mittelfein- und Feinzügen. Die Mehrfachdrahtzüge für starke Drähte ziehen den Draht von etwa 8—2 mm, die Mittelfeinzüge von etwa 2—0,5 mm und die Feinzüge von 0,5 bis herunter zu 0,07 mm. Die Mittelfeinzüge und die Feinzüge besitzen Diamantzieheisen, die sich während des Ziehens fortwährend drehen. Ueber ihre Herstellung s. [1]. Da die Drähte durch das Ziehen spröde werden, so müssen sie für jeden weiteren Zug und nach völliger Fertigstellung unter Luftabschluß ausgeglüht und gebeizt werden. — Die Fahrdrähte für elektrische Bahnen müssen große Härte und Zugfestigkeit besitzen und in der Regel in bedeutenden Längen (bis zu 2 km) hergestellt werden. Die Blöcke werden zunächst warm auf etwa 22 mm vor-, dann kalt auf 20 mm fertiggewalzt und weiter auf die üblichen Durchmesser (8—11 mm) gezogen. Die Drahtzüge für Fahrdrähte unterscheiden sich von den gewöhnlichen Einfachgrobzügen dadurch, daß die Ziehtrommel eine wagerechte Achse besitzt und daß die Umfangsgeschwindigkeit (0,5 m) bedeutend geringer ist; ferner wird der Draht während des Ziehens nicht ausgeglüht. Um größere Längen zu erzielen, müssen mehrere Ringe zusammengelötet werden, wozu Silberlot verwendet wird [1].

Literatur: [1] Küppers, Das Ziehen von Kupferdraht, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1889, 2022. — [2] Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1903 (Zur Technologie des Kupfers und seiner Legierungen). *A. Widmaier.*

Kupferdruck, s. Kupferstecherkunst.

Kupferdruckerschwarz (Frankfurterschwarz), s. Rebenschwarz.

Kupferdruckmaschinen. Für den Druck von Kunstblättern kommt auch heute noch fast ausschließlich die Handpresse in Betracht. Dagegen existieren für einige Sonderzweige des Kupferdrucks (Tiefdrucks) verschiedene Arten von Schnellpressen.

Die Kupferdruckhandpresse besitzt zwei kräftige Eisenzylinder, zwischen welchen eine eiserne Platte, auf die die Druckform und der Papierbogen gelangen, hindurchgeführt wird. Der untere Zylinder (Gegendruckwalze) dreht sich infolge der beim Drucken entstehenden Friktion, während der obere (zur Einstellung der nötigen Druckspannung mittels Schraubenspindeln, Triebwelle, Kegelrädern und Handrad verstellbare) Druckzylinder durch Zahnräderübersetzung und mittels eines Sternrades oder mittels Schwungrads und Kurbel (hier und da auch motorisch) angetrieben wird. Zwischen Druckzylinder und Druckform befindet sich der Auflagefilz, entweder in Form eines Stückes, das nach erfolgtem Abdruck über den Zylinder zurückgeschnellt wird, oder in Form eines über den Druckzylinder und einer oberhalb der Presse angebrachten Trommel gleitenden endlosen Stranges. Das Arbeiten an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Handpreſſe, bei welchem das Einfärben, Wiſchen, Ein- und Ausheben der Form vollſtändig durch den Drucker erfolgen muß, iſt ein außerordentlich zeitraubendes. Je nach der Größe und der Art der Druckform und des zu verfertigenden Produktes ſchwankt die Tagesleiſtung zwiſchen etwa 10 und 200 Abdrücken.

Zur Herſtellung von kleinen mittels Tiefdruckes auszuführenden Druckſorten in größerer Auflage, namentlich zu merkantilen Zwecken, dienen Schnellpreſſen, bei denen die Form automatiſch durch mit Filz bekleidete Walzen eingefärbt und mittels eines elaſtiſchen Kiſſens, über das ein endloſer Papierſtrang ruckweiſe hinweggleitet, „gewiſcht“ wird (ſ. Kupferſtecherkunſt und Intagliodruck). Vom Papierbande ſtreift ein Meſſer die Druckfarbe zur Wiederverwendung in einen Behälter. Bei der Johnſton Die-Press der Maſchinenfabrik Oerlikon befindet ſich die Druckplatte mit dem Bilde nach abwärts in einem Rahmen, der unterhalb des kräftigen Druckbolzens ſtets, mit Ausnahme des Druckmomentes, horizontal in einem Kreiſe geführt wird. Die Form paſſiert zuerſt die Farbwalzen, dann die Wiſchvorrichtung und wird ſchließlich durch Auslöſung ſehr ſtarker, im Preſſenkopfe befindlicher Federn vom Druckbolzen nach abwärts auf das den Tiegel bedeckende Papierblatt geſchlagen. Bei der Waitepatent-Preſſe von J. Heim & Co. in Offenbach a. M, erfolgt der Druck nicht von oben nach unten, ſondern von unten nach oben durch den Auftrieb exzentriſcher Wellen. Die Druckform ruht auf einem Schlitten, bei deſſen Rückwärtsbewegung die Platte eingefärbt, bei deſſen Nachvornegehen ſie gewiſcht wird. Auf beiden Preſſen können nur Stahlformen benutzt werden. Die Leiſtungsfähigkeit beträgt ungefähr 1000 Abdrücke pro Stunde.

Die Larivière-Preſſe von J. Voirin in Paris ſowie die Kupferdruckſchnellpreſſe von Hummel in Berlin ſind ähnlich den Zylinderflachformmaſchinen für Buchdruck (ſ. Buchdruckmaſchinen) geartet und für den Druck größerer Blätter beſtimmt. Die Druckplatte ruht auf dem hin und zurück fahrenden Fundamente, paſſiert Färbewalzen, dann Wiſchvorrichtungen (bei der erſten Maſchine teils parallel, teils im rechten Winkel zur Form angeordnete Syſteme von Walzen, bei der zweitgenannten Preſſe mehrere raſch hin und her bewegte elaſtiſche Kiſſen, über welche ein endloſes Filztuch ruckweiſe hinweggeführt wird) und ſchließlich den den Papierbogen führenden, abrollenden Druckzylinder. Eine neuartige Konſtruktion beſitzt die Tiefdruckſchnellpreſſe von R. Hoe & Co. in New York und London. Innerhalb eines großen quadratiſchen Rahmens werden dieſem entlang durch Kettenantrieb vier „Fundamente“ (Formenträger) kontinuierlich geführt. In den Ecken wechſeln die Platten ihre Bewegungsrichtung um 90°. Auf die Fundamente gelangt je eine Druckform. Eine Seite des Rahmens iſt frei, auf den übrigen drei ſind Druckapparat, Färbevorrichtung und Wiſchmechanismus verteilt. Der Druckprozeß ſpielt ſich infolgedeſſen ſo ab, daß gleichzeitig die erſte Form eingefärbt, die zweite automatiſch gewiſcht, die dritte (an der zugänglichen Seite befindliche) durch Hand „feingewiſcht“, endlich die vierte abgedruckt wird. Die Preſſe dient hauptſächlich für Banknoten- und Markendruck. Die Tagesleiſtung der drei letztgenannten Maſchinen beträgt ungefähr 2500 Exemplare. In letzterer Zeit wurden für verſchiedene Zwecke, namentlich aber zum Drucke von Raſterheliogravüren (ſ. Intagliodruck), noch andre Preſſen (auch Rotationstiefdruckmaſchinen, wie ſchon früher von Guy und Hummel verſucht) gebaut. Ihre Konſtruktion wird aber aus Rückſichten auf die Konkurrenz ſorgfältig geheimgehalten.

Literatur: Waldow, A., Encyklopädie der graphiſchen Künſte, Leipzig 1884; Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906; ferner vgl. die Kataloge der genannten Firmen, dann die von Karl Krauſe, Chr. Mansfeld in Leipzig. *A. W. Unger.*

Kupferdruckpapier, ein meiſt aus weichen Baumwollfaſern hergeſtelltes, oft bis zu 10% mit China Clay gefülltes, harzgeleimtes Papier von oft geringer Feſtigkeit und Dehnbarkeit (ſ. Papierſorten). *Kraft.*

Kupferdruckpreſſe, ſ. Kupferdruckmaſchinen.

Kupferfarben, aus Kupferſalzen dargeſtellte, meiſt ſehr ſchöne ausgiebige und haltbare, aber auch giftige Farben, die nur als Oelfarben, nicht als Leim- oder Waſſerfarben gebraucht werden ſollen.

Eine Ferrocyan-Kupferkaliumverbindung iſt das Hatchettbraun; Kupferkarbonat kommt als natürliches Bergblau und Berggrün in den Handel, während arſenigſaures Kupferoxyd das ſehr feurige, aber äußerſt giftige Schweinfurtergrün liefert; das Gemenge von arſenigſauerm Kupferoxyd, Kupferoxydhydrat und Gips iſt Braunſchweigergrün, ebenſo findet Kupferoxydchlorid als grüne Farbe Anwendung. Als weitere Kupferfarben ſind zinnſaures Kupferoxyd (Genteles Grün), baſiſches Kupferchlorid (Kuhlmanns Grün), ſchwefelſaures Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat (Caſſelmannſches Grün), ein Gemenge von arſenigſauerm Kupferoxyd und ſchwefelſauerm Kalk (Kalkgrün), arſenigſaures Kupferoxyd und Gips (Patentgrün), borſaures Kupferoxyd (borſaures Kupfergrün), Kupferſilikat, halbeſſigſaures, zweidrittel- und eindrittel-eſſigſaures Kupferoxyd (Grünſpan), Kupferoxydhydrat (Bremerblau oder Bremergrün), Kupferoxydhydrat mit Calciumkarbonat (Payenſches Bergblau), Schwefelkupfer (Oelblau). *Andés.*

Kupferfeſt, ſ. Schiffbau.

Kupferglanz (Chalkoſin, Kupferglas), Mineral, Schwefelkupfer Cu_2S (79,8% *Cu*, 20,2% *S* mit geringen Mengen von Eiſen).

Kriſtalliſiert rhombiſch in dicken Tafeln, außerdem derb. Dunkelbleigrau, oft braun oder blau angelaufen, ſchwach glänzend. Strich ſchwarz; muſchelig bis uneben brechend, ſehr mild und mit dem Meſſer ſchneidbar. Härte 2½—3; ſpez. Gew. 5,5—5,8. Schmilzt leicht vor dem Lötrohr; löslich in warmer Salpeterſäure unter Abſcheidung von Schwefel. Ziemlich verbreitet,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aber selten massenhaft; meist mit Kupferkies und Buntkupfererz vergesellschaftet. Verwittert leicht zu Kupferoxyd und Malachit; als reiches Kupfererz zur Kupfergewinnung verhüttet. *Leppla.*

Kupferglas, s. v. w. Kupferglanz (s. d.).

Kupferglimmer (Chalkophyllit), Mineral, wasserhaltiges Kupferarseniat $H_{10}Cu_8As_2O_{18} + 7H_2O$, etwas tonerdehaltig.

Kristallisiert hexagonal rhomboedrisch; auch derb und blättrig. Smaragdgrün mit grünem Strich; durchsichtig bis durchscheinend, perlmutterglänzend. Vollkommen spaltbar, mild. Härte 2; spez. Gew. 2,4—2,6. Erhitzt zerspringt er und gibt Wasser ab; geglüht schmilzt er unter Abgabe von Arsendämpfen. Löslich in Säuren und Ammoniak. Nicht sehr verbreitet und daher unwichtig. *Leppla.*

Kupfergrün, s. Borgrün.

Kupfergrün, natürliches, in der Natur vielfach, namentlich in Sachsen, Bayern, im Harz, in Ungarn, Tirol, Norwegen, am Ural, in Süd- und Zentralamerika vorkommendes Mineral von schön spangrüner Farbe, aus wasserhaltigem, kieselsauerm Kupferoxyd bestehend. Auch Malachit wird als natürliches Kupfergrün bezeichnet. *Andés.*

Kupferhydroxyd, s. Kupferoxydhydrat.

Kupferindig, s. v. w. Covellin (s. d.).

Kupferkarbonate, sowohl die natürlich vorkommenden (s. Malachit und Kupferlasur), wie die durch Fällung von Kupferlösungen mit Alkalikarbonaten erhaltenen Erzeugnisse sind basische Salze wechselnder Zusammensetzung; sie finden als blaue und grüne Farben Verwendung (s. Scheelsches Grün, Mineralblau). *Bujard.*

Kupferkies (Chalkopyrit), Mineral, Schwefel-Kupfer-Eisen $CuFeS_2$ (34,57 % *Cu*, 30,54 % *Fe*, 34,89 % *S*).

Kristallisiert tetragonal in tetraederähnlichen Formen; meist aber derb und feinkörnig. Messing- bis goldgelb mit grünlichem Stich, oft blau angelaufen; Strich schwarz. Muschelig bis uneben brechend; mild bis wenig spröd. Härte 3½—4, also weicher als Schwefelkies; spez. Gew. 4,1—4,3. Vor dem Lötrohr zerknisternd und leicht schmelzbar; beim Rösten entwickelt er schweflige Säure. In Salzsäure sehr schwer, in Salpetersalzsäure leichter unter Abscheidung von Schwefel löslich. Meist mit Schwefelkies, Bleiglanz, Blende vergesellschaftet. Verwittert leicht zu Kupfervitriol oder auch Malachit und zu andern Verbindungen. Sehr verbreitetes und für die Kupfergewinnung wichtigstes Erz. *Leppla.*

Kupferlasur (Azurit, Chessylith, Bergblau), Mineral, wasserhaltiges, basisches Kupferkarbonat $Cu_3C_2O_7 + H_2O$ (69,21 % *CuO*, 25,57 % CO_2, 5,22 % H_2O).

Kristallisiert monoklin, kurzsäulen- und tafelförmig; auch derb, strahlig und dicht bis erdig. Dunkelblau, Strich hellblau, glasglänzend, schwach durchscheinend. Bruch muschelig bis uneben und splitterig; spröde. Härte 3½—4; spez. Gew. 3,7—3,8. Schmelzbar vor dem Lötrohr zu Kupfer; löslich in Säuren unter Entweichen von Kohlensäure, auch in Ammoniak. Verwandelt sich häufig in Malachit. Mit andern Kupfererzen vergesellschaftet. Wird zur Gewinnung von Kupfer, zur Darstellung von Kupfervitriol und blauer Farbe benutzt. *Leppla.*

Kupferlegierungen. Von den durch Lösung von Kupfer in andern Metallen bezw. andrer Metalle in Kupfer entstehenden Legierungen sind die technisch wichtigeren unter Bronze, Messing, Neusilber, Nickellegierungen und Lote (s. Löten) eingehend berücksichtigt worden. Kupferstahl (Siliciumbronze), zu weiteren Legierungen verwendet, erhält man durch Schmelzen von Kieselfluorkalium mit Kupferdrehspänen. *Bujard.*

Kupfermanganerz, Mineral, wasserhaltiges Kupfer-Manganoxyd $2CuMnO_3 + 3H_2O$, aber meist in bezug auf die Oxyde schwankend; derb, nierenförmig, braunschwarz, undurchsichtig, fettglänzend, spröd. Härte 3½; spez. Gew. 3,1—3,2. Gibt beim Erhitzen Wasser ab; schmilzt nicht vor dem Lötrohr. In Salzsäure unter Chlorentwicklung löslich. Wird zur Kupfergewinnung benutzt. *Leppla.*

Kupfernickel, s. v. w. Rotnickelkies (s. d.).

Kupferoxydammoniak, s. Kupferoxydhydrat.

Kupferoxyde. Das eigentliche Kupferoxyd bildet ein schwarzes, in verdünnten Säuren leicht lösliches Pulver, das man durch oxydierendes Rösten von Kupfer selbst oder durch Zersetzung von Kupfernitrat erhalten kann. Wo roter oder schwarzer Kupferhammerschlag, ein beim Schmieden und Walzen von Kupfer entstehendes Produkt, leicht zu haben ist, befeuchtet man solches mit Salpetersäure, trocknet und glüht schwach.

Das Kupferoxyd dient zum Blaufärben von Glasflüssen, Emaillen u. dergl., in denen es sich in der Schmelzhitze leicht löst. Es ist auch ein bei der Analyse von Kohlenstoffverbindungen beliebtes Oxydationsmittel (Elementaranalyse). Sein Hydroxyd besitzt wenig technische Be-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

deutung. — Kupferoxydul Cu_2O, rotes, beim Schmieden von Kupfergegenſtänden bei mäßiger Temperatur entſtehendes Pulver, das man auch durch Reduktion von Kupferlöſungen mittels Traubenzucker erhalten, aber ſchwierig ohne weitere Oxydation zu Kupferoxyd trocknen kann, findet ebenfalls in der Glasfärberei (ſ. Aventuringlas) Verwendung. — Beide Oxyde kommen auch in der Natur als Rot- und Schwarzkupfererz vor. *Bujard.*

Kupferoxydhydrat (Kupferhydroxyd), chemiſche Verbindung von der Zuſammenſetzung $Cu(HO)_2$, durch Fällung von Kupferlöſungen mit Alkalihydraten, Filtration, Auswaſchen und Trocknen erhalten, wird als blaue und grüne Farbe benutzt (ſ. Mineralblau). Es iſt in Kali- und Natronlauge unlöslich, dagegen in Ammoniak mit ſchön blauer Farbe löslich. Letztere Löſung (Kupferoxydammoniak, Kupferammonium) beſitzt in friſchem Zuſtand die Eigenſchaft, Celluloſe zu löſen. *Bujard.*

Kupferoxyd, ſchwefelſaures, ſ. v. w. Kupfervitriol (ſ. d.).

Kupferoxydul, ſ. Kupferoxyde.

Kupferpapier, ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 401.

Kupferphosphide ſind in einem unter dem Namen Phosphorkupfer in den Handel gebrachten Produkte enthalten, das man leicht durch Erhitzen eines Gemiſches von nicht zu dicken Kupferabfällen (Blechſchnitzeln, Feilſpänen u. dergl.) mit rotem Phosphor in geſchloſſenen Tiegeln erhalten kann. Es bildet eine blauſchwarze, metalliſch glänzende, kriſtalliniſche ſpröde, leichtzerbrechliche Maſſe und wird mit garantierten Phosphorgehalten von 10—15 % von chemiſchen Fabriken geliefert. Es wird für die Raffination von Kupferlegierungen (ſ. Bronze) benutzt. *Bujard.*

Kupferproben, analytiſche Verfahren zur Ermittlung des Kupfergehaltes der Erze und Hüttenerzeugniſſe unter Ausbringen des Kupfers als Metall.

Die älteren Kupferproben beſtanden in Schmelzprozeſſen, die in kleinen Tiegeln (Tuten, Scherben), in Muffeln oder auch vor dem Lötrohre ausgeführt wurden (deutſche, Müſener, engliſche, korniſche Probe). Man führt dieſelben kaum mehr aus. Nach der ſchwediſchen Probe bringt man das Kupfer aus den Erzen als Sulfat in Löſung, fällt es mit Eiſen, wäſcht, trocknet und wiegt. Aus der Sulfatlöſung kann man es auch elektrolytiſch fällen (galvaniſche, elektrolytiſche Probe). Näheres über die Ausführung enthalten die untenſtehend aufgeführten Werke.

Literatur: [1] Kerl, Metallurgiſche Probierkunſt, 2. Aufl., Leipzig 1882 (ſehr ausführlich). — [2] Derſ., Probierbuch, 2. Aufl., Leipzig 1894 (kurz gefaßt). — [3] Balling, Probierkunde, Braunſchweig 1897 (ausführlich). — [4] Plattner-Richter, Probierkunſt mit dem Lötrohre, 6. Aufl., Leipzig 1897. — [5] Claſſen, Quantitative Analyſe durch Elektrolyſe, 4. Aufl., Berlin 1897. *Beckert.*

Kupferraffinerie, elektrolytiſche, ſ. Kupfer und Silber.

Kupferrauch, ſ. v. w. Zinkvitriol (ſ. d.).

Kupferrot, Bezeichnung für eine dem metalliſchen Kupfer in der Nuance ähnliche Farbe, gleichviel welcher Beſchaffenheit; meiſtens rotes Eiſenoxyd.

Kupferſchiefer, bituminöſer, ſchieferiger Mergel, reich an Kupfererzen, beſonders an Kupferglanz, -kies, Buntkupfererz, Malachit, Kupferlaſur, Eiſenkies.

Das Geſtein iſt meiſt ſamtſchwarz, etwas glimmerführend und beſitzt flachmuſcheligen Bruch. Die Kupfererze ſind feinverteilt und nur ſelten mit bloßem Auge erkennbar, zuweilen Anflüge bildend. Im Mansfeldiſchen, wo der Kupferſchiefer Gegenſtand eines ſehr bedeutenden Bergbaues iſt, liefern 1800 kg Schiefer 50 kg Kupfer und 250 g Silber. Die abbauwürdige Schicht iſt hier etwa 10 cm mächtig, liegt an der Baſis der Zechſteinformation unmittelbar über dem Rotliegenden und enthält meiſt zahlreiche Reſte von ausgeſtorbenen Fiſchen (Ganoideen), auch Reſte von Blättern und Früchten (Ullmannia). Der Kupferſchiefer iſt auf die deutſche Zechſteinformation beſchränkt und tritt am Oſtrand des Harzes, bei Ilmenau, Saalfeld und Camsdorf in Thüringen, dann noch in Kurheſſen (Richelsdorf) auf.

Literatur: [1] Schrader, Zeitſchr. für Berg- und Hüttenweſen im preußiſchen Staat 1869, Bd. 17, S. 251. — [2] Leuſchner, ebend. — [3] Erdmenger, ebend. 1871, Bd. 19. — [4] Babanek, Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenweſen 1884, Bd. 32. *Leppla.*

Kupferſilberglanz, ſ. v. w. Silberkupferglanz (ſ. d.).

Kupferſpat, ſ. v. w. Malachit (ſ. d.).

Kupferſpitze, bei den Blitzableitern die oberſte Endung der Auffangſtangen. Um gegen Oxydation geſchützt zu ſein, iſt ſie vergoldet und bildet ſo die Ausſtrömungsſpitze für die Erdelektrizität (ſ. Blitzableiter, Bd. 2, S. 83).

Kupferſtecherkunſt (Chalkographie), graphiſche Kunſt, welche darin beſteht, daß in einer Kupferplatte (hier und da aber auch in Zink-, Meſſing-, Stahlplatten oder -walzen) das Druckbild vertieft wird.

Die chalkographiſchen Methoden laſſen ſich in drei Gruppen zuſammenfaſſen. A. Die erſte umfaßt die Verfahren, bei welchen das Druckbild ausſchließlich durch ſchneidende Werk-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zeuge herausgearbeitet wird. Hierher gehören: 1. der Kupferſtich (reine Grabſtichel- oder Linienmanier). Die Zeichnung wird auf die polierte Kupferplatte aufgepauſt, mit einer Nadel eingeritzt und mit einem Stichel, deſſen Schneidefläche (Schildchen) rautenförmig iſt, von rechts unten nach links oben herausgeſtochen. Die Platte ruht dabei auf einem Sandpolſter oder beweglichen Pulte und wird mit der linken Hand ſtets nach Erfordernis gedreht. Der an den Rändern des Striches (der Taille) entſtehende Grat (Bart, Barbe) wird mit dem ſcharfen, dreikantigen Schaber entfernt. Die einfachſte Form des Kupferſtiches iſt der Umriß- oder Konturenſtich, welchem ſich der nur die notwendigſten Schatten andeutende Kartonſtich anſchließt. Beim abſchattierten Linienſtich müſſen jedoch zur Hervorbringung der verſchieden dunkel wirkenden Tonflächen eigenartige Syſteme von Linien- und Punktlagen Anwendung finden. Der ungemein mühſelige, zur Ausführung ſehr viel Zeit erfordernde reine Kupferſtich wird heute nur zu kunſtvoll zu verfertigenden Platten für Banknoten-, Poſtmarken- und Stempelmarkendruck benutzt. 2. Die Punktiermethode (gepunzte Manier) beſteht darin, daß Spitzhämmer oder Punzen in die Platten eingeſchlagen werden, wodurch ſich dann das ganze Bild oder Teile desſelben aus verſchieden dicken Punkten zuſammenſetzen. 3. Beim Kreideſtiche (Crayonmanier) werden in ähnlicher Weiſe Tonflächen gebildet, indem man durch Behandeln der Platte mit Rouletten (ſ. d.) verſchiedene Punktmuſter erzeugt. 4. Der Schabſtich (Schabkunſt, Schwarzkunſt, Mezzotintoſtich) ergibt künſtleriſch ſehr vollkommene Bilder. Die Kupferplatte wird zunächſt mit Wiegemeſſern, die ſchaukelnd in wechſelnder Richtung bewegt werden, oder mit ſcharfgezahnten Halbwalzen (Granulierwalzen) gleichmäßig aufgerauht. Die Zeichnung wird nun ſo behandelt, daß man mit dem Schaber an den verſchiedenen Bildſtellen die durch das Granulieren entſtandenen kegelförmigen Erhöhungen (das Korn) um ſo mehr wegſchabt, je heller die betreffenden Partien ſein ſollen, nämlich je weniger Druckfarbe dort feſtgehalten werden darf. Ganz dunkle Striche graviert man mit dem Stichel. 5. Der Stich mit der trockenen (kalten) Nadel, bei welchem das Bild nur mittels einer ſtählernen Graviernadel eingeritzt wird, ergibt für ſich allein angewendet ſehr zarte Bilder. Man benutzt ihn jedoch nur zumeiſt in Verbindung mit andern Manieren. — B. In die zweite Gruppe fallen die Verfahren, welche darauf beruhen, daß das in verſchiedener Weiſe manuell aufgebrachte Druckbild ſchließlich durch Säuren eingeätzt wird. 1. Die Radierung (Aetzkunſt) iſt hier die heute vom Künſtler mit Vorliebe ausgeübte Tiefdrucktechnik. Die erhitzte Kupferplatte wird mit einem ſäurefeſten Aetzgrunde (Aſphalt 40, Wachs 50, Kolophonium 20, reines Harz 30, Maſtix 15 Teile werden zuſammengeſchmolzen, in kaltem Waſſer geknetet und zu Stangen geformt) durch Tamponieren oder Einwalzen überzogen, durch Räuchern mit einer Wachsfackel geſchwärzt und mit der Pauſe verſehen. Hierauf legt der Aquafortiſt durch in Strichen ausgeübtes Radieren mit Radiernadeln (Reibahlen) die Kupferplatte an den Bildſtellen bloß und ätzt durch Aufgießen der Säure (hierzu muß das Bild zuerſt mit einem Wachsdamm, dem Bord, umgeben werden) oder in Taſſen (in dieſem Falle ſind Kanten und Rückſeite der Platte mit Aſphalt zu ſchützen). Durch partielles Abdecken und Weiterätzen (Stufenätzen) erzielt man ein unterſchiedliches Tieferlegen und dadurch größere Effekte. Die fertig geätzte Platte kann mit Stichel, kalter Nadel, Schaber und Polierſtahl retuſchiert werden. Radierungen, welche eine vom Künſtler für dieſen Zweck beſonders geſchaffene Kompoſition darſtellen, nennt man Original- oder Malerradierungen. Tonflächen laſſen ſich durch Aufrauhen der Platte mittels Feile (Feilton), Schmirgel (Schleifton) oder Roulette, ferner durch Aquatintakorn (ſ. unten) erhalten. 2. Das Vernis mou-Verfahren (ſ. Durchdruckverfahren). 3. Die Aquatintamanier (Biſtermanier, Tuſchmanier, Laviermethode). Die mit der leicht eingeritzten Zeichnung verſehene Kupferplatte wird mit feinſtem Aſphaltpulver beſtäubt (durch Einlegen in einen Behälter, in dem vorher das Pulver aufgewirbelt wurde) und dieſes angeſchmolzen. (Durch dieſen Vorgang wird ein glattes Tiefätzen über größere Flächen verhindert, indem die ſäurefeſten Harzpartikeln die Platte an den betreffenden punktförmigen Stellen ſo lange vor Aetzwirkung bewahren, bis die Körnchen unterätzt ſind. Dadurch entſteht ein hügeliger, die Druckfarbe feſthaltender Metallgrund, der ſich im Abdrucke durch das ſogenannte Aquatintakorn äußert.) Nun ätzt man in Etappen unter öfterem Abdecken der genügend tiefen Partien. 4. Die Refervagemethode (Ausſprengverfahren). Hierbei wird das Bild mit waſſerlöslichen Farbſtoffen aufgemalt, ſodann die Platte mit Aetzgrund verſehen, überzogen und in das Säurebad gebracht, worin die Bemalung ſich löſt, die Harzdecke infolgedeſſen abgeſprengt und die Platte dort der Aetzwirkung freigegeben wird. — C. Die dritte Gruppe bilden die Verfahren, bei denen das Bild mit geeigneten Subſtanzen reliefartig aufgemalt und durch galvanoplaſtiſche Abformung eine Tiefdruckplatte gewonnen wird. Die wichtigſte unter dieſen Methoden iſt die Galvanographie (ſ. d.). — Nicht immer arbeitet man direkt in Metall, ſondern auch in weicherem Material und formt galvanoplaſtiſch ab (ſ. z. B. Stylographie). Ferner vgl. Hyalographie und Naturſelbſtdruck. — Auch die Kupferplatten beſitzen für den Druck einer größeren Auflage zu wenig Widerſtandsfähigkeit. Man verſtählt ſie deshalb im galvaniſchen Bade oder verfertigt Stahlgalvanos bezw. Stahlätzungen. Der Stahlſtich wird nur ſehr ſelten mehr geübt. — Zur Herſtellung von Markentiefdruckformen und von Zeugdruckwalzen verfährt man häufig ſo, daß zunächſt eine Urform in erweichtem Stahl geſchnitten, dieſe dann gehärtet und in eine erweichte Stahlrolle abgeprägt wird. Die Molette, gehärtet, prägt man abermals ab, erhält ſo die Patrize und deſſiniert damit die Druckplatten oder -walzen.

Das Abdrucken der Kupferplatten erfolgt ſo, daß die Form zuerſt mit Druckfarbe, und zwar mittels Tampons oder Filzwalzen, vollſtändig eingerieben wird. Hierauf muß man durch Wiſchen mit mehreren Stoffballen (Trockenwiſchen oder, wenn die Ballen mit ſchwachen Laugen befeuchtet ſind, Naßwiſchen) den Ueberſchuß der Druckfarbe entfernen. Durch partielles ſtärkeres Herauswiſchen, was ein Aufhellen der betroffenen Partie bewirkt, oder durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchwaches Wiſchen, wodurch mehr Farbſtoff auf der Plattenſtelle bleibt (Wiſchton), kann der Abdruck in bezug auf Tonabſtufung ſehr beeinflußt werden. Die Platte gelangt ſodann in die Preſſe (ſ. Kupferdruckmaſchinen). Der Drucker legt zumeiſt erſt ein nur gering über das eigentliche Bild ragendes Blatt Chinapapiers, dann ein größeres Blatt weichen Baumwollkupferdruckpapiers auf und druckt durch. Beide Blätter ſind ſtark durchfeuchtet. Die beim Preſſen infolge des Einprägens der ganzen Platte entſtehenden ſogenannten Plattenränder ſind für Kupferdruckblätter charakteriſtiſch. Künſtlerabdrücke werden die erſten, vor der Schrift (d. i. vor dem Einſtechen der erklärenden Zeilen, der Legende) gemachten Abdrücke genannt. Häufig zeigen dieſe noch eine außerhalb des Bildes angebrachte ſkizzenhafte Zeichnung; man nennt ſie dann Remarquedrucke. Vor dem Auflagendrucke wird die Improviſation weggeſchliffen, die Legende geſtochen und die Platte verſtählt. Für die Kupferdruckſchwärzen muß glanzloſer, oft calcinierter Ruß benutzt werden.

Literatur: Ziegler, Walter, Die Techniken des Tiefdruckes mit beſonderer Berückſichtigung der manuellen künſtleriſchen Verfahren, Halle a. S. 1901; Roller, J., Technik der Radierung, 2. Aufl., Wien 1905; Unger, A. W., Die Herſtellung von Büchern, Illuſtrationen u. ſ. w., Halle a. S. 1906. *A. W. Unger.*

Kupferſulfat, ſ. v. w. Kupfervitriol (ſ. d.).

Kupferſulfide. Kupferſulfid CuS, erhält man aus Kupferoxydſalzlöſungen durch Fällung mittels Schwefelwaſſerſtoff oder löslicher Sulfide als tiefblauen, faſt ſchwarz ausſehenden pulverigen Niederſchlag, der nach der Filtration in Filterpreſſen und Auswaſchen in denſelben als Paſte für Färbereizwecke in den Handel gebracht wird.

Ein durch Verſchmelzen von feinen Kupferabfällen mit Alkalipolyſulfiden und Auslaugen der Schmelze erhaltenes Sulfid findet als blaue Oelfarbe (Oelblau) Verwendung. Beim Erhitzen des Sulfides in reduzierender Atmoſphäre liefert es unter Abgabe der Hälfte ſeines Schwefels Kupferſulfür Cu_2S, das im Kupferglanz rein und im Kupferkies und Buntkupfererz mit Eiſenſulfiden verbunden vorkommt. Auch in den als Kupferſtein bekannten Hüttenprodukten iſt es neben Eiſenſulfiden enthalten. Die Naturprodukte und der im Kupferhüttenbetriebe fallende Stein werden zur Kupfergewinnung benutzt. *Bujard.*

Kupferſulfür, ſ. Kupferſulfide.

Kupferſulfuret, ſ. v. w. Kupferſulfid.

Kupfervitriol (blauer Galitzenſtein, Cyper), kriſtalliſiertes Kupferſulfat von der Zuſammenſetzung $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$ bildet blaue, durchſichtige Kriſtalle, die in Waſſer leicht löslich ſind.

Kupfervitriol kommt als Verwitterungsprodukt ſulfidiſcher Erze natürlich vor und iſt als Auslaugungsprodukt aus ſolchen Lagerſtätten auch in manchen Grubenwäſſern enthalten. Dieſe und auch die bei manchen Hüttenprozeſſen fallenden Kupfervitriollöſungen bezeichnet man mit dem Namen Zementwäſſer, da aus ihnen das Kupfer durch den ſogenannten Zementierprozeß (ſ. Kupfer) gewonnen wird. Aus den durch Auslaugen des natürlichen Vitrioles oder von Hüttenprodukten erhaltenen Löſungen gewinnt man den Vitriol durch Verdampfen und Kriſtalliſieren. — Kupfervitriollöſungen werden als Elektrolyte bei der Kupferraffinerie und bei galvanoplaſtiſchen Arbeiten benutzt, zur Herſtellung der zahlreichen Kupferfarben, in der Färberei von Textilſtoffen, als Gift gegen Erdinſekten (Reblaus), mit Kalk zuſammen als Poudre Coignet, Bordelaiſer Brühe u. ſ. w. zum Beſpritzen der Reben gegen Peronoſpera. *Bujard.*

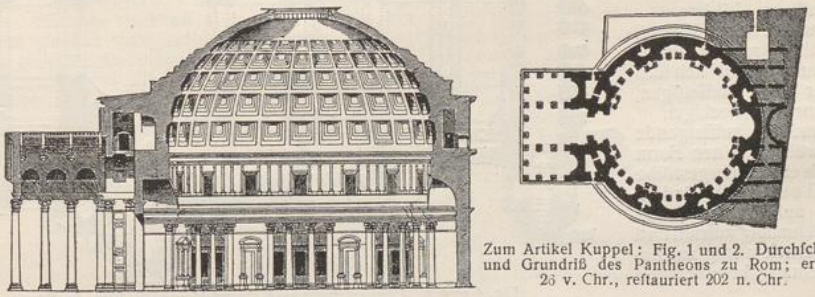
Kupfervitriol (Chalkanthit), Mineral, waſſerhaltiges Kupferſulfat $CuSO_4 + 5\,H_2O$ (31,85 % CuO, 32,07 % SO_3, 36,08 % H_2O).

Kriſtalliſiert triklin, aber in der Natur ſelten, weil leichtlöslich; meiſt nierig und traubig. Blau, durchſcheinend; muſchelig brechend; widerlich ſchmeckend. Härte 2,5; ſpez. Gew. 2,2—2,3. Wird vor dem Lötrohr weiß unter Anſchwellen und Waſſerabgabe. *Leppla.*

Kupfervoltameter, ſ. Meßinſtrumente, elektriſche.

Kupierungen, Sperrbuhnen zum Abſchließen von Flußarmen behufs Verlandung der letzteren.

Sie überqueren den Flußarm, und ihre Krone liegt anfangs in der Regel nur wenig höher als der niederſte Waſſerſtand, damit bei mittleren und hohen Waſſerſtänden die Sinkſtoffe



Zum Artikel Kuppel: Fig. 1 und 2. Durchſchnitt und Grundriß des Pantheons zu Rom; erbaut 26 v. Chr., reſtauriert 202 n. Chr.

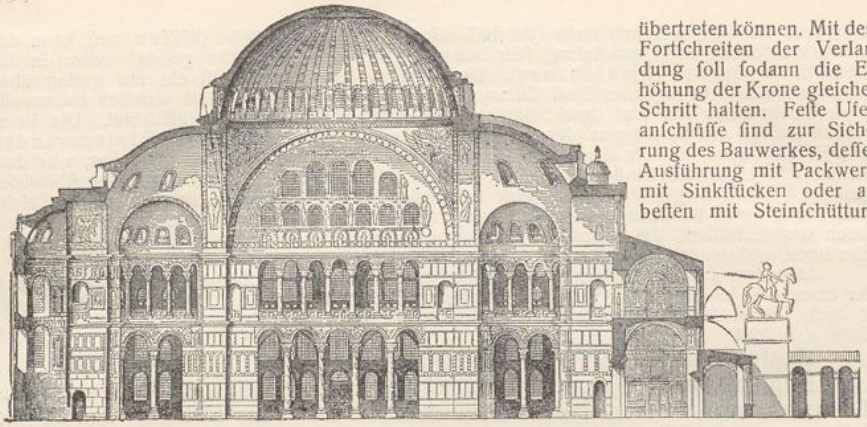


Fig. 3. Längenfchnitt der Sophienkirche in Konftantinopel.

übertreten können. Mit dem Fortfchreiten der Verlandung foll fodann die Erhöhung der Krone gleichen Schritt halten. Feite Uferanfchlüffe find zur Sicherung des Bauwerkes, deffen Ausführung mit Packwerk, mit Sinkftücken oder am beften mit Steinfchüttung erfolgt, unentbehrlich. Stromaufwärts der Sperrbuhne ift durch Erdvorlage Vorforge zu treffen, daß die Durchfickerungen möglichft verringert werden, während fich ftromabwärts zur Verhütung von Auskolkungen beim Hochwafferüberfall die Anlage eines Sturzbettes empfiehlt.

Kupolöfen, f. Eifengießerei (Bd. 3, S. 353), Oefen, metallurgifche, und Oefen für technifche Zwecke.

Kuppel, ein in Form einer Halbkugel oder in halbkreisförmigem, flachem oder fteiler anfteigendem Querfchnitt ausgeführtes Gewölbe über kreisrundem, vieleckigem, aber auch über quadratifchem Grundriffe.

Bei rundem Raume fteigt die Wölbfläche direkt aus den Umfaffungsmauern auf und ruht ringsum auf denfelben. Man kann dies als die Urform bezeichnen. Das älteite beftehende, zugleich auch das fchönfte und berühmteite Beifpiel ift das nahezu zweitaufendjährige Pantheon zu Rom (Fig. 1 und 2) von 43,5 m Durchmeffer, deffen überwältigende Raumwirkung zu allen Zeiten, fowohl in der fpäteren Kaiferzeit wie im Mittelalter, bewundernde Nachahmung fand, befonders aber in der Zeit der Wiedererweckung des Altertums, der Renaiffance, für welche der Zentralbau mit der Kuppel die höchfte architektonifche Kunftform bildete. — Aehnlich der Kuppel über kreisrundem Raume erhebt fich das über dem vielfeitigen, meift achteckigen Grundplan aufftei-gende Gewölbe, feiner Form nach ein Kloftergewölbe (f. Gewölbe), indem es auf allen Seiten gleichmäßig aufruht und äußerlich wenig zur Erfcheinung kommt.

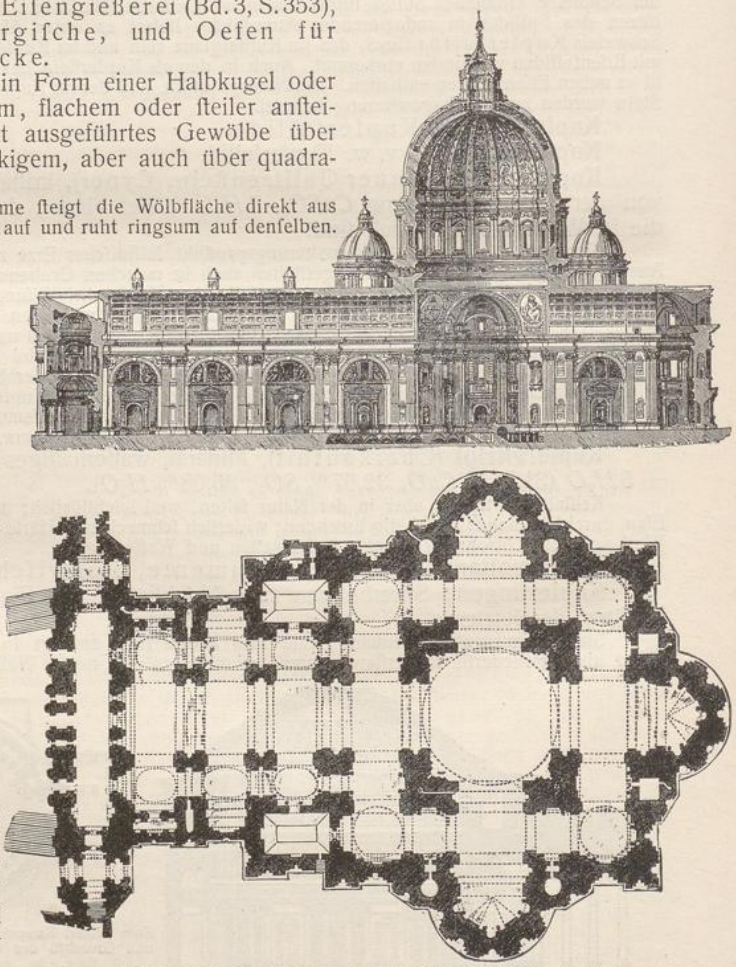


Fig. 4 und 5. Längenfchnitt und Grundriß von St. Peter in Rom.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Anders dagegen verhält ſich die über quadratiſchem Grundriß aufragende Kuppel. Dieſe berührt nur in den vier Hauptachspunkten die Scheitel der unterſtützenden Gurtbogen, im übrigen ruht ſie auf dem oberen Kranz der zwiſchen dieſen letzteren in Kugelform aufſteigenden Gewölbezwickel (Pendentifs), ſ. Gewölbe, Fig. 28 und 29 (Sophienkirche, Konſtantinopel, Fig. 3). Da aber bei dieſer Anordnung die Lichtzuführung eine mangelhafte, ſo kann hier als Lichtgaden ein ſenkrecht aufſteigender Zylinder, der ſogenannte Tambour, eingeſchaltet und auf dieſen die Kugel aufgeſetzt werden. In Entwicklung dieſes formalen Gedankens entſtanden jene größten Meiſterleiſtungen der letzten Jahrhunderte; die Kuppeln von St. Peter in Rom (Fig. 4 und 5) ca. 1560, von St. Paul in London ca. 1690 und des Pantheon in Paris 1780. Die weiten Spannungen und ſchweren Laſten eines ſo kühnen Bauwerks zu einer dauerhaften Konſtruktion zu verdichten verſtanden ſchon die Römer der erſten Kaiſerzeit, unſre Lehrmeiſter in der Gewölbetechnik, meiſterhaft. Die zwei Gewölbeſchalen aus Backſteinrippen mit Zwiſchenfüllungen in Gußmörtel (Pantheon) geben für die ſpäteren Kuppelbauten die Weiſe an, wie die rieſigen Maſſen durch Schaffung von Hohlkörpern eine Entlaſtung und durch eine Zerlegung in Haupt- und Zwiſchengurten eine Verſpannung und eine Verteilung auf Hauptſtützpunkte erfahren konnten. Ueber die Prinzipien dieſer Technik geben [1]—[7] Aufſchluß.

Das Material der Kuppelgewölbe wird nur bei verhältnismäßig kleinen Durchmeſſern, der zu großen Belaſtung wegen, in Haufteinen beſtehen. Viel geeigneter ſind die Backſteine, und zwar die Hohlziegel (ſ. d.) oder poröſen (Spreuer-) Steine, auch Bimsſteine, welche eine geringere Belaſtung ausüben. Von beſtem Erfolge waren die Wölbungen aus Hohlgefäßen (heil. Sophia in Konſtantinopel und hienach S. Vitale in Ravenna 547 n. Chr.), während das wichtigſte und zumeiſt angewandte Material der Römer der Gußmörtel war, aus welchem der bei weitem größte Teil ihrer Kuppelbauten beſtand.

Die dekorative Ausbildung der Kuppelflächen im Innern beſteht 1. in den wirkſamen Teillinien von wagerechten und anſteigenden Gurtungen mit dazwiſchenliegenden vertieften Feldern, den Kaſſetten oder Kaſſaturen, deren Mitte ein Stern oder Roſette ſchmückt; 2. in Bemalungen und Vergoldungen; 3. in Moſaikarbeit auf Goldgrund.

Literatur: [1] Iſabelle, Les édifices circulaires etc., Paris 1843. — [2] Hübſch, Der altchriſtliche Kirchenbau, Karlsruhe 1860. — [3] Violet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'arch., Bd. 4, Coupole und Bd. 9, Voûte. — [4] Handbuch der Architektur, 2. Teil, Bd. 2, Baukunſt der Römer von Durm. — [5] Choiſy, L'art de bâtir chez les Romains, Paris 1873. — [6] Breymann, Baukonſtruktionslehre, Bd. 1, Konſtruktion in Stein, 6. Aufl., von Warth, Leipzig 1896. — [7] Zeitſchr. für Bauweſen 1887, S. 353 ff., Zwei Großkonſtruktionen der italieniſchen Renaiſſance von Durm. — [8] Baukunde des Architekten, Berlin 1884, Bd. 1, S. 252 ff. *Weinbrenner.*

Kuppelachſen, jene Lokomotivachſen, die mit der Treibachſe, alſo mit der vom Kolben direkt bewegten Achſe durch Kuppelſtangen verbunden ſind, ſo daß auch das auf ihnen ruhende Lokomotivgewicht zur Erzeugung von Reibung (Adhäſion) ausgenutzt wird (ſ. Lokomotiven).

Kuppeldach, ſ. Dach, Bd. 2, S. 496.

Kuppelmuffe, ſ. Walze, Walzen, Walzwerk.

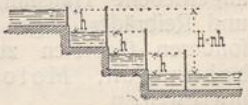
Kuppelöfen, ſ. Oefen für techniſche Zwecke.

Kuppelöffnung. Bei dem ringförmigen Aufbau des Kuppelgewölbes iſt jede Schichte in ſich verſpannt und im Gleichgewicht. Es kann alſo gegen den Scheitelpunkt hin eine beliebig große Oeffnung angeordnet werden. Im nördlichen Klima iſt Sorge zu tragen für einen das Licht wenigſt hemmenden Abſchluß der Oeffnung durch ein Oberlicht. Bei den berühmten franzöſiſchen Kuppeln iſt über der weiten Oeffnung der unteren Kuppel eine zweite Kuppel mit ſeitlichem Unterlicht geſpannt, welche zur Aufnahme einer Deckenmalerei dient.

Literatur: Iſabelle, Les édifices circulaires etc., Paris 1843. *Weinbrenner.*

Kuppelſchleuſe (Koppelſchleuſe), gekuppelte Schleuſe, manchmal auch Schleuſentreppe (ſ. die Figur) genannt, beſteht aus n, d. i. zwei oder mehr (in der Ausführung bis acht) gleichgroßen Kammerſchleuſen (ſ. d.) von gleichem Gefälle h, welche ohne Zwiſchenraum (Haltung) hintereinander angeordnet ſind.

Hierbei kommen alſo $(n+1)$ Tore vor. Der Waſſerverbrauch der Kuppelſchleuſe iſt a) im ganzen wohl geringer als jener einer einfachen Kammerſchleuſe (ohne Spareinrichtung) von gleichem Geſamtgefälle $H = nh$ (ſ. Schachtſchleuſe), aber b) im Falle der Kreuzung von Schiffen an allen Schleuſen einer ſolchen Treppe n mal ſo groß, als wenn die nämliche Anzahl Kammern je vom Gefälle h durch Haltungen (ſ. d.) voneinander getrennt iſt. Der Zeitaufwand für das Durchſchleuſen bei einer gekuppelten Schleuſe iſt im Falle a) größer, in jenem b) hingegen kürzer. Heutzutage vermeidet man wegen der Nachteile hinſichtlich der Zeitdauer bei a) und des Waſſerverbrauchs bei b) die Anwendung von Kuppelſchleuſen.



v. Schneller.

Kuppelſpindel, ſ. Walze, Walzen, Walzwerk.

Kuppelſtangen verbinden paarweiſe die Treibachſe an der Lokomotive mit den Kuppelachſen. Die Kurbelzapfen, auf denen die Stangenköpfe ſitzen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

haben an beiden Achfen genau gleichen Abftand vom Achfenmittel und find rechts und links an der Mafchine um 90° verfetzt. Dadurch ift eine vorzügliche Kraftübertragung mit gleicher Drehgefchwindigkeit bewirkt.

Die Kuppelftangen liegen dicht außerhalb der Räder hinter den außenliegenden Pleuelftangen. Bei innenliegendem Triebwerk aber werden die Kuppelzapfen an der Treibachfe um 180° gegen die Kurbelzapfen verfetzt, um die Maffen beffer auszugleichen. Die Kuppelftange (Fig 1) für eine zweifach gekuppelte Mafchine enthält in den Köpfen (Fig 2) einfache Buchfen von Stahl oder Rotguß ohne Nachftellung, die leicht auszuwechfeln find Die Stange (Fig. 3) für eine dreifach gekuppelte Mafchine braucht noch ein Gelenk neben dem mittleren Kopf, um vertikalen Biegungen bei ungleicher Höhenftellung der Räder nachgeben zu können. Links am mittleren Kopf ift das Geftänge geteilt, wofern eine Gegenkurbel am Zapfen das Aufbringen eines gefchloffenen Kopfes verhindert. Die Köpfe (vgl. Fig. 4) geftatten eine Nachftellung der Lagerfchale je in derfelben Richtung. Ueber Kuppelftangen für in Kurven verftellbare Achfen f [2]. Der Stangenfchaft wird auf Knickung und Zug beanfprucht und außerdem auf Biegung in fenkrechter Richtung, indem die Zentrifugalkraft der Stangenmaffe in der oberften und unterften Lage über die Stange verteilt wirkt. Daher gibt man ihr in der Mitte größere Höhe h_m als an den Enden h_e bei gleichmäßiger Breite b. Der fchwächfte Querfchnitt $h_e\, b$ erhält 0,88 fo viel Fläche wie der fchwächfte Querfchnitt der Pleuelftange (f. d) [1]. Hat man zunächft $h_m = 2b$ und $h_e = 1{,}4\, b$ angenommen, fo läßt fich die Stange für die Uebertragungskraft P kg

Fig. 1.

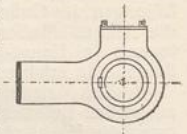


Fig. 2.

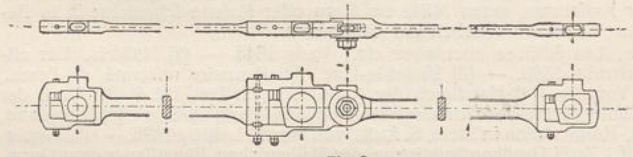


Fig. 3.

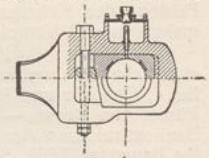


Fig. 4.

berechnen: Für Zug und Druck gilt $h_e\, b\, \sigma = P$. Auf Knickung ift der mittlere Querfchnitt zu berechnen: $J = {}^1/_{12}\, b^3\, h_m = \mathfrak{S}\, P\, l^2/\pi^2\, E$ mit $E = 2150000$ für Flußeifen und l cm Stangenlänge von Mitte zu Mitte Zapfen; man geht bis auf $\mathfrak{S} = 5$fache Sicherheit herab. Die Biegung ergibt fich aus der Zentrifugalkraft. Der Aenderung von h entfprechend, wirkt eine gleichmäßig verteilte Laft entfprechend der Höhe h_e und eine von der Mitte aus von $(h_m - h_e)$ nach den Enden gleichmäßig abnehmende Laft. Beide zufammen geben das Moment

$$(2 + h_e : h_m)\, h_m\, l^2\, b\, r\, n^2 / 275000000 = {}^1/_6\, b\, h_m^2\, \beta$$

(alle Maße in Zentimetern), woraus die Biegungsfpannung β hervorgeht; diefe gibt mit dem Werte σ für Druck bezw. Zug zufammen die wirkliche Spannung $s = \sigma + \beta$, die 800 bis 1000 kg/qcm erreicht. Die höchfte Beanfpruchung erleiden die Stangen beim Beginn des Schleuderns der Mafchine infolge der Maffenwiderftände.

Literatur: [1] Meyer, Grundzüge des Eifenbahnmafchinenbaues, Berlin 1886, Bd. 1. — [2] Blum, v. Borries u. Barkhaufen, Eifenbahntechnik, Bd. 1, S. 256 f., Wiesbaden 1903. *Lindner.*

Kuppelzapfen, f. Walze, Walzen, Walzwerk.

Kupplungen, in Triebwerken, verbinden aneinander ftoßende Wellen oder eine Welle mit einer Scheibe, die lofe auf der Welle felbft oder einer fie umgebenden Hohlwelle fitzt. Feſte Kupplungen dienen zur dauernden Verbindung zweier Wellenenden. Uebergangskupplungen zwifchen einer ftärkeren und fchwächeren Welle fetzt man in unveränderter Bauform auf das abgedrehte Ende der ftärkeren Welle. Bewegliche Kupplungen geftatten eine mäßige Verfchiebung der Wellenköpfe in axialer oder radialer Richtung oder Ablenkung im Winkel. Ausrückbare Kupplungen laffen fich während des Betriebes löfen, Reibkupplungen auch einrücken. Kraftmafchinenkupplungen übertragen nur einfeitig die Kraft eines Hilfsmotors auf eine fchon anderweitig angetriebene Transmiffion. Im weiteren Sinne kann man auch Riementriebe und Reibräder, fogar Zahnräder als ausrückbare Kupplungen benutzen. Befonderen Gebieten zukommende Kupplungen f. Kupplungen im Eifenbahnwefen, Motorwagen, Schiffswelle, Walzwerk, Werkzeugmafchinen.

Die feftefte Verbindung ftarker Wellen gewährt die Verfchraubung angefchmiedeter Flanfche (Bd. 2, S. 604), in Triebwerken die Scheibenkupplung (Fig. 1). Da die Naben der Scheiben feft aufgepreßt und von der Stirnfeite aus verkeilt werden, kann man die Welle allerdings nicht durch gefchloffene Hängelager u. dergl. durchfchieben oder ungeteilte Riemfcheiben und Ringe aufbringen. Die Scheiben zentrieren fich nach Fig. 1 mit Vorfprüngen in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einem zweihälftig eingelegten Ringe, gewöhnlich nur durch einen Vorſprung und einer dazu paſſend ausgedrehten Vertiefung der Gegenſcheibe, was billiger (ſ. unten), aber für den Zuſammenbau und die Aushebung eines Wellenſtückes nicht ſo bequem iſt. Für d cm Wellenſtärke beträgt die Schraubenſtärke $0{,}15\,d+1$ cm, die Anzahl zwiſchen $0{,}5\,d-1$ und $0{,}5\,d+1$ (als gerade Zahl von 4 aufwärts). Die Köpfe und Muttern werden von den Scheibenrändern überdeckt oder ſind in die Scheiben eingelaſſen. Die Muffenkupplung (Fig. 2) beſteht aus einer gußeiſernen Hülſe,

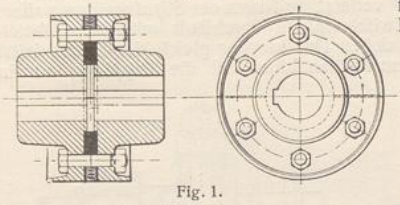


Fig. 1.

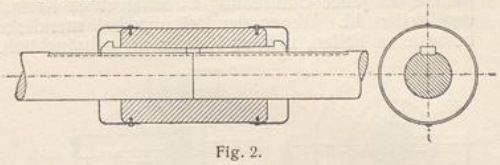


Fig. 2.

in der beide Wellenenden mit einem durchgehenden Nutkeil oder zwei Naſenkeilen mit Schutzhauben befeſtigt werden. Trotz ihrer Einfachheit wird ſie nur wenig verwendet, weil ſie der Keilnut wegen große Wellenlänge braucht und nicht leicht zu löſen iſt. Die Schalenkupplung (Fig 3) iſt in zwei halbzylindriſche Schalen geteilt, die unter Zwiſchenlage von dünnem Blech auf den Wellendurchmeſſer ausgedreht ſind, ſo daß ſie auf den genau gleichſtarken Wellenenden, ohne ſich zu berühren, feſtgeklemmt werden können. Die Reibung ſoll allein zur Uebertragung des Momentes ausreichen, doch legt man zur Sicherung noch eine durchgehende Feder ein. Die acht (unter 5 cm Wellenſtärke ſechs) Schrauben von $0{,}15\,d+1$ cm Stärke ſtecken verſetzt in Ausſparungen und ſind mit Steckſchlüſſeln anzuziehen. Zum Schutz kann man die Kupplung mit einem Blechmantel bekleiden. Die einfache Hülſenkupplung (Fig. 4) verſpannt in ähnlicher Weiſe die geteilte Hülſe durch zwei ſchmiedeeiſerne Ringe, die auf dem kegelig gedrehten Umfang von den Enden her durch ringsum gleichmäßig verteilte Hammerſchläge aufgetrieben werden. Die Stirnenden der Wellen ſind hier durch eine Klammer

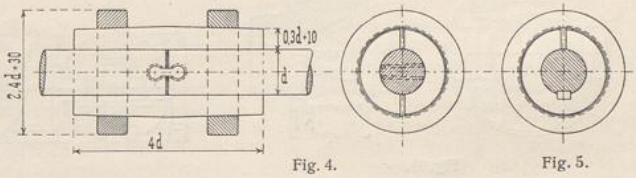


Fig. 4.

Fig. 5.

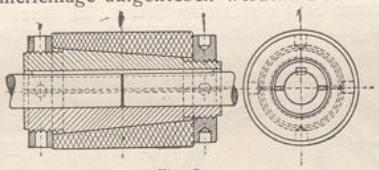


Fig. 6.

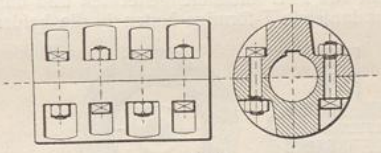


Fig. 3.

zuſammengehalten. Nach der Löſung der Kupplung läßt ſich das Wellenſtück leicht ſeitlich herausnehmen. Seltener benutzt man die einteilige, nur an einer Stelle aufgeſägte Hülſe (Fig. 5). An der Kupplung (Fig. 6) von J. Schmitt in Baden-Baden ſteckt die geteilte kegelige Hülſe in einem gußeiſernen Mantel, eingezwängt und geſichert durch zwei aufgeſchraubte Ringe. Die Klemmkupplung von Sellers (Fig 7) faßt auch nicht genau gleich ſtarke Wellenenden

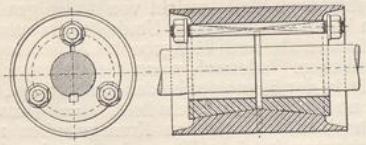


Fig. 7.

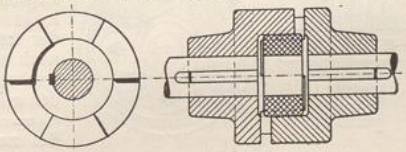


Fig. 8.

je durch einen beſonderen einſeitig geſchlitzten Kegel, die beide in dem doppelkegeligen Mantel durch drei Schrauben der Länge nach eingezogen werden. Zum Herausziehen der Keilbüchſen beim Löſen braucht man Haken, die an Stelle der Schrauben bis zur Mitte hineinreichen. Zur Sicherung liegt in jedem Kegel, dem Schlitz gegenüber, eine Feder.

Die Ausdehnungskupplung (Fig. 8) geſtattet eine geringe Verſchiebung der Wellenenden in der Längenrichtung. Die aufgekeilten Muffen greifen mit je drei vorſpringenden Klauen mit radialen Druckflächen paſſend ineinander; die Zentrierung bewirkt nach Fig. 8 ein innerhalb der Klauen eingelegter Ring; ſonſt läßt man das eine Wellenende bis in die vorgebaute Nabe der Gegenmuffe hineinreichen. Die Kupplung überträgt kein Biegungsmoment. Man verwendet ſie zur Ermöglichung der Ausdehnung langer Wellenſtränge durch die Wärme (bis 5 mm auf 10 m), wenn beide Enden des Stranges, z. B. wegen Reibkupplungen, Kegelrädern u. dergl., feſtgelagert werden müſſen. Die Augsburger Maſchinenfabrik hat an

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

den Kupplungen ihrer Dampfturbinen in die radialen Druckflächen je eine Reihe Kugeln mit beſchränkter Rollbarkeit eingelegt (D.R.P. Nr. 172944).

Die Kreuzſcheibenkupplung (Fig. 9) von Oldham vermittelt die Uebertragung zwiſchen Wellen, die parallel, jedoch nicht genau in derſelben Linie aneinander ſtoßen. Zwiſchen den freitragenden Stirnſcheiben liegt unbefeſtigt eine Platte mit diametral vorſtehenden Leiſten von rechteckigem Querſchnitt, die gegenſeitig um 90° verſetzt, in Nuten der Stirnſcheiben paſſen. Die Bewegungsübertragung iſt gleichförmig; die Zwiſchenplatte durchläuft mit ihrem Mittelpunkte bei jeder Umdrehung zweimal einen Kreis, deſſen Durchmeſſer gleich der Exzentrizität der Wellen iſt. Wegen der Reibung bei merklichem Achſenabſtand iſt die Kupplung nur in beſonderen Fällen, z. B. an Kalandern, gebräuchlich.

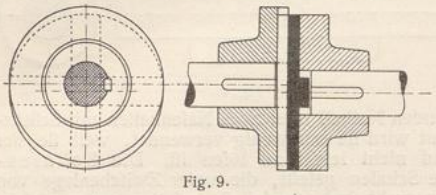


Fig. 9.

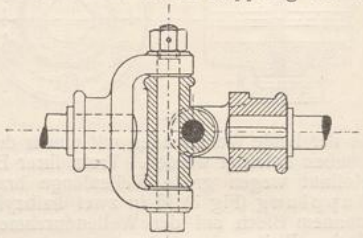


Fig. 10.

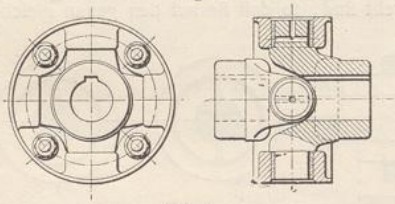


Fig. 11.

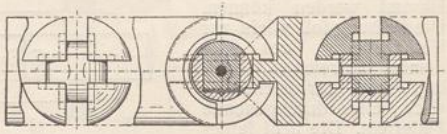


Fig. 12.

Die Kreuzgelenkkupplung (Univerſalgelenk, Hookeſcher Schlüſſel) verbindet zwei im ſtumpfen Winkel zuſammenſtoßende Wellen. Sie wird in der Form (Fig. 10) beim Anſchluß von Göpeln an Arbeitsmaſchinen benutzt, ferner nach Fig. 11 in Triebwerken, wo man der geraden Richtung nicht ſicher iſt, ſowie an einzelnen Werkzeugmaſchinen, wobei auch die äußerſt gedrungene Form des Kugelgelenkes (Fig. 12) zur Anwendung kommt. Die Kugel beſteht aus zwei zuſammengeſteckten und durch einen Stift vernieteten Teilen, in deren über Kreuz laufende T-förmige Nuten je die beiden ausgefräſten Wellenanſchlußſtücke eingreifen. In

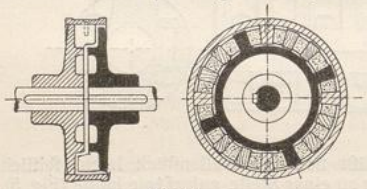


Fig. 13.

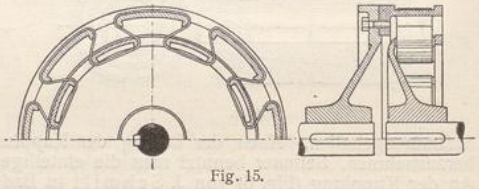


Fig. 15.

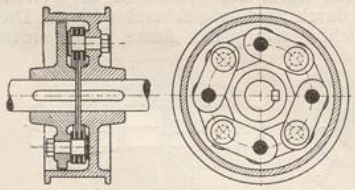


Fig. 14.

jedem Falle ſind zwei zueinander rechtwinklig ſtehende Zapfenachſen vorhanden. Die Winkelgeſchwindigkeit ω_2 der getriebenen Welle weicht von derjenigen ω_1 der treibenden Welle während jeder Umdrehung zweimal nach oben und unten ab, nach Maßgabe des Ablenkungswinkels α der Wellen. Jedesmal, wenn die Gelenkachſe der erſten Welle in der Ebene der beiden Wellen liegt, iſt $\omega_2 = \omega_1 \cos \alpha$, und wenn ſie ſenkrecht ſteht, $\omega_2 = \omega_1 / \cos \alpha$. Bei zwei hintereinander liegenden Kreuzgelenken mit gleichen Ablenkungen in einer Ebene, insbeſondere bei parallelen Richtungen der erſten und dritten Welle, erhält dieſe wieder gleiche Winkelgeſchwindigkeit wie die erſte, wenn die Gelenkachſen an der Zwiſchenwelle gleichgerichtet aufgeſetzt ſind.

Eine gewiſſe Beweglichkeit der Wellen in beliebiger Richtung läßt ſich durch Verwendung von elaſtiſchem Material in der Kupplung erreichen, wovon man beſonders bei Elektromotoren Gebrauch macht, wo es zugleich iſolierend wirkt. Die Kupplung (Fig. 13) von Polyſius (D.R.P. Nr. 120738) enthält zwiſchen den vier Klauen der Kuppelſcheiben eingelegte Gummipuffer mit Holzzwiſchenlagen, welche die Umfangskraft unter Druckbeanſpruchung in einer oder beiden Drehrichtungen übertragen. Die Lederlaſchenkupplung (Fig. 14) wirkt von jedem der vier Stifte der einen Scheibe durch drei Lederlaſchen ziehend auf die andern; der Mantel dient als Bremsſcheibe beim Abſtellen des Motors an Hebezeugen. Die Bandkupplung (Fig. 15) von J. M. Voith in Heidenheim (D.R.P. Nr. 81852) enthält einen endlos zuſammengenähten Lederriemen, der durch die gitterförmig durchbrochenen Kränze beider Teile geſchlungen iſt und in beiden Drehrichtungen wirkt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Von den ausrückbaren Kupplungen ist die einfachste die Zahn- oder Klauenkupplung nach Fig. 16a. Zum Einrücken während des Ganges eignet sich besser die Schraubenkupplung (Fig. 16b) mit schrägen Rückenflanken der Zähne, schraubenförmig gegossen oder schräg gehobelt; sie hat 2—4, aber auch viele feine Zähne (an Werkzeugmaschinen). Wegen der Reibung beim Ausrücken und der Stöße beim Einrücken finden diese Arten nur bei geringen Kräften und langsamem Gang, insbesondere kleinen Schwungmassen Anwendung. Die Abnutzung und Lockerung an der in die Welle eingelassenen Feder vermeidet die Hildebrandtsche Kupplung an Triebwerken (Fig. 17) durch einen auf der festgekeilten Nabe verschiebbaren Ring, dessen Klauen in die Zahnlücken beider Kuppelteile eingreifen und sich aus den Zähnen des treibenden Teiles ausrücken lassen.

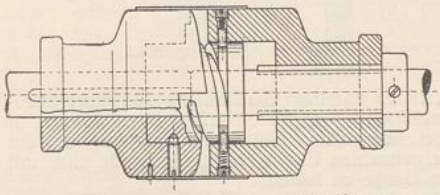


Fig. 19.

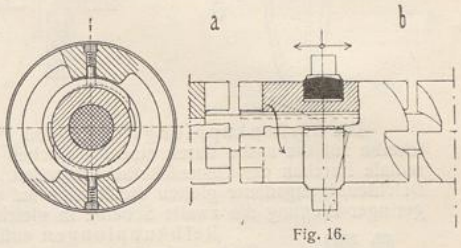


Fig. 16.

Auch für Hauptantriebe eignet sich die gerade Zahnkupplung (Fig. 16a), wenn Turbine und Dampfmaschine dauernd Kraft an die Transmission abgeben und tageweise abgehängt werden sollen. Dagegen ermöglicht die Anordnung einer Reibkupplung mit Hohlwelle (Fig. 27) die Ein- und Ausschaltung auch während des Betriebes. Die Uhlhornsche Motorenkupplung (Fig. 18) enthält an dem inneren, von dem Hilfsmotor angetriebenen Teile zwei Klinken, die den äußeren Teil, der auf der Welle mit dem Hauptmotorantrieb sitzt, treiben, solange dieser nicht etwa voreilt. Beim Einrücken des Hilfsmotors sollen die abgefederten Doppelhebel die Klinken an ihren etwas vorstehenden Spitzen aus der inneren Scheibe ausheben. Solange der Hilfsmotor abgestellt ist, klappert diese Kupplung unerträglich, indem die nach unten hängende Klinke beständig in die vorübergehenden Lücken fällt und immer wieder zurückgeschlagen wird. Man baut sie auch mit stummlaufenden Sperrklinken (s. d.), wie schon 1850 in der Kupplung von Pouyer Quertier (Weisbach-Herrmann, Mechanik III, 1, S. 172). Die von G. Luther in Braunschweig gebaute Kraftmaschinenkupplung (nach Arndts Patent, Fig. 19) führt den rechten verschiebbaren Teil einer Schraubenkupplung an abgefederten Stiften in Leitrillen so, daß beim Zurückbleiben des vom Hilfsmotor getriebenen Teils (des rechten oder linken, je nach der Drehrichtung) die Kupplung sich auseinander schraubt, bis die Stifte in einer Ringnut umlaufen, beim Voreilen aber in der etwas tiefer eingeschnittenen Schraubennut bleiben und dabei den rechten Teil hereinziehen, bis die Druckflächen der Zähne sich berühren. Während des Stillstandes des Hilfsmotors springen die Stifte jeweils die kleine Stufe von der Ring- in die Schraubennut hinunter.

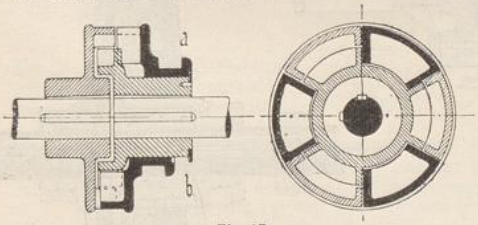


Fig. 17.

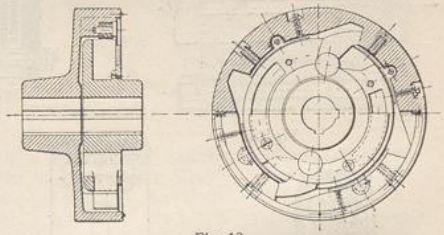


Fig. 18.

Die Bolzenkupplung (Fig. 20) ist an Stanzmaschinen und Pressen gebräuchlich zur Verbindung des vom Riemen angetriebenen Schwungrades mit der Arbeitswelle für einen einzelnen Preßhub. An Stelle eines Nabenkeiles liegt ein halbzylindrischer Bolzen in der Welle versenkt innerhalb der losen Radnabe. In dieser Lage ist die Kupplung ausgerückt, solange das am Bolzen angeschmiedete Kopfstück unten durch einen Anschlag widergehalten wird. Erst nach Abschwenken des Riegels wirft eine Feder das obere Ende des Kopfstückes mit dem Bolzen herum, sobald er in eine der Nabennuten einschlagen kann. Wenn das Kopfstück wieder an den Anschlag stößt, hält es die Welle, stets in der höchsten Stellung des Preßexzenters, fest.

Ein- und ausrückbare Kupplungen für Triebwerke (vgl. Ausrücker, Bd. 1, S. 406/7) beschleunigen die Masse des anzuschließenden Teiles allmählich unter Reibung; dabei wird nur die Hälfte der bis zur Erreichung gleicher Geschwindigkeit aufgewendeten Arbeit nutzbar zur Massenbeschleunigung und Ueberwindung des Bewegungswiderstandes verwendet, während die andre Hälfte durch die Reibung verzehrt wird. Wenn nämlich die treibende Kraft P gleich dem Widerstand W und der Beschleunigungskraft $m\frac{dv}{dt}$ ist, wird in der Beschleunigungsdauer t die mit der Geschwindigkeit c geleistete Arbeit $A = \int P \cdot c \cdot dt = W c t + m c^2$, während der Widerstand W mit der Geschwindigkeit 0 bis c, durchschnittlich $c/2$ überwunden wird und die Massen die Energie $m c^2/2$ aufnehmen, so daß die Nutzarbeit nur $^1/_2 (W c t + m c^2)$ ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

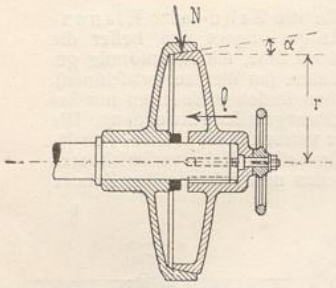


Fig. 22.

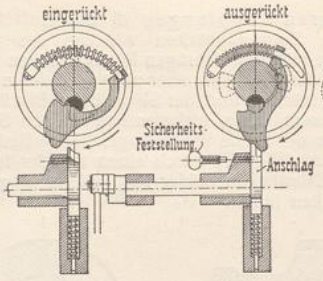
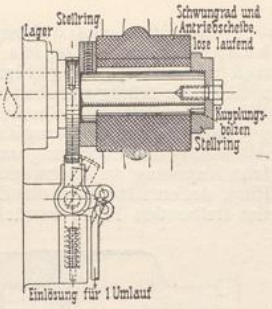


Fig. 20.



Die Bürftenkupplung (Fig. 21) von G. Luther überträgt die Drehung von einer Stirnfcheibe auf die andre durch eine aus flachen Stahldrähten gebildete Bürfte, deren Spitzen in radiale Furchen der Gegenfcheibe eingreifen. Bei übergroßem Widerftand auch während der Befchleunigungsdauer gleiten die Borften auf der gefurchten Fläche, bis fie imftande find, mit geringer Biegung die zweite Scheibe in gleichem Gange zu halten.

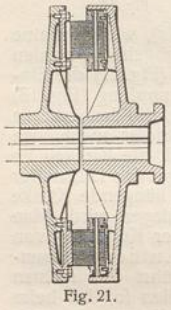


Fig. 21.

Reibkupplungen enthalten glatte, gußeiferne Gleitflächen, die fettig zu halten find, damit fie nicht freffen und roften. Von dem Anpreffungsdruck der Flächen wirkt nur ein kleiner Bruchteil, nach Maßgabe der Reibziffer, nutzbar zur Uebertragung der Umfangskraft. Man ftrebt bei den verfchiedenen Bauarten danach, den Druck innerhalb der Kupplung auszugleichen, fo daß außer beim Ein- und Ausrücken keine Kraft von außen auf die Transmiffion wirkt, ferner die Schwungmaffen auszuwuchten, fowie daß eine unrichtige Achslage der beiden Kuppelhälften zueinander möglichft unfchädlich bleibt.

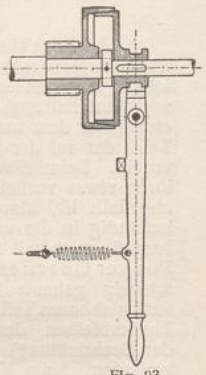


Fig. 23.

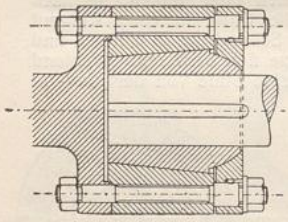


Fig. 24.

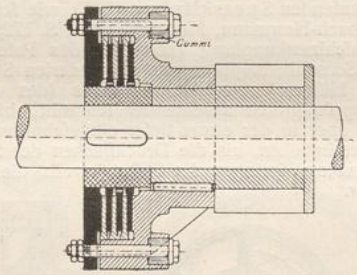


Fig. 25.

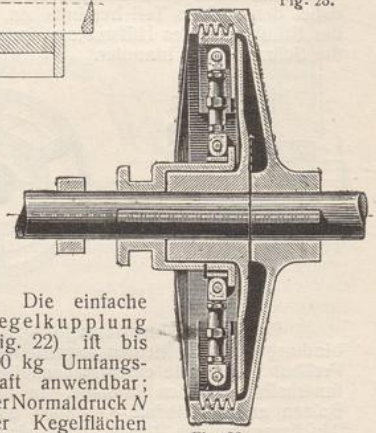


Fig. 26.

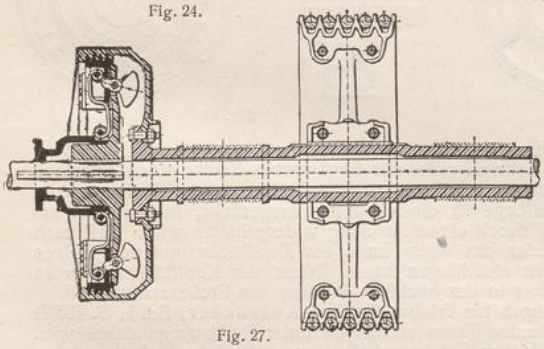


Fig. 27.

Die einfache Kegelkupplung (Fig. 22) ift bis 100 kg Umfangskraft anwendbar; der Normaldruck N der Kegelflächen muß fo groß fein, daß feine Reibung fN größer als die Umfangskraft $P = M/r$ wird; im Grenzfall ift gerade $fN = P$. Die Kraft zum Einrücken ift gleich der axialen Komponente von N, nämlich $Q = N \sin \alpha = P \sin \alpha / f$. Man rechnet fonft noch die Reibung der radialen Komponente $fN \cos \alpha$ hinzu, fo daß $Q = N(\sin \alpha + f \cos \alpha)$ wird; doch ift das nur für den Fall zutreffend, daß die Kegel beim Stillftand ineinander gefchoben werden follen. Wenn fich aber der treibende Kegel dreht, wird der getriebene Kegel beim Einrücken fo lange gleiten, bis er wirklich feft mitgenommen wird, und während der Gleitung in der Umfangsrichtung genügt fchon die geringfte Axialkraft zur Ueberwindung der Reibung in der Achfenrichtung. Beim Löfen, fowohl während des Ganges als beim Stillftand, wirkt die Reibung $fN \cos \alpha$ hindernd. Die zum Ausrücken erforderliche Kraft ift $Q_1 = fN \cos \alpha - N \sin \alpha = P(\cos \alpha - \sin \alpha / f)$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wenn zufällig $f = \operatorname{tg} \alpha$ wäre, alfo $Q_1 = 0$, hielte fich die Kupplung felbft geſchloſſen und wäre ſehr leicht zu löſen. In der Regel iſt f kleiner als $\operatorname{tg} \alpha$, daher Q_1 negativ, d. h. die Kupplung muß mit der berechneten Kraft geſchloſſen gehalten werden. Man wählt $\operatorname{tg} \alpha$ zwiſchen 0,1 und 0,2. Damit auch bei der geringen Neigung die Kupplung ſicher aufgeht, genügt ein Spielraum von etwa 5 mm zwiſchen dem loſen Kegel, Fig. 23 links, und dem Stellring zwiſchen den Kegeln, ſo daß durch den plötzlichen Anſtoß der zuvor bewegten Maſſen die Kegel wie durch einen Hammerſchlag getrennt werden. Dieſe Bauart findet ſich an Schraubenſchneidmaſchinen von J. E. Reinecker in Chemnitz, wobei nach ſelbſttätiger Entriegelung des Handhebels die kleine Feder den Antrieb der Maſchine auslöſt. Die Sicherheitskupplung (Fig. 24) mit dem unter beſtimmtem

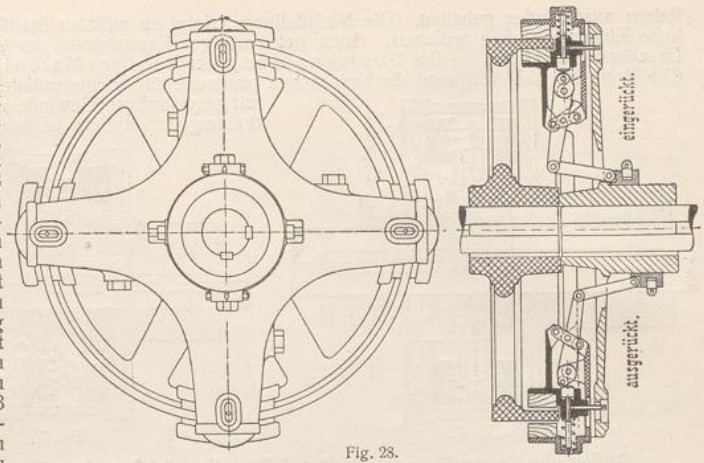


Fig. 28.

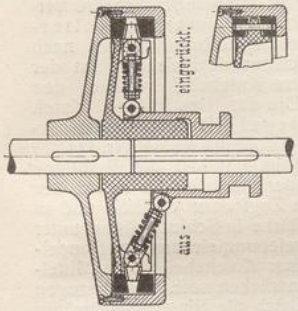


Fig. 30.

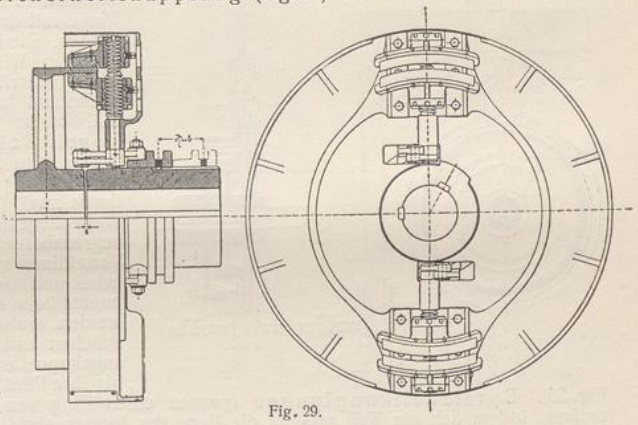


Fig. 29.

Druck eingeſpannten Reibkegel auf einer Elektromotorachſe ermöglicht, daß, wenn das Triebwerk einmal durch übergroßen Widerſtand aufgehalten wird, der Motor nicht unter Strom zum Stillſtand kommt, ſondern weiterlaufen kann. Zu gleichem Zweck befeſtigt man in elektriſchen Kranen Zahnradnaben nur mit Reibung auf der Welle, und zwar mit Doppelkegeln oder mittels Lamellenkupplung (Fig. 25).

Die Reibkupplung von G. Polyſius (Fig. 26) überträgt die Umfangskraft am inneren Umfang des Mantels durch vier oder ſechs Reibſchuhe (von 150 bis 300 mm Breite), die in radialer Richtung in Führungen an einer Scheibe verſchiebbar ſind; ſie werden von der auf der Welle verſchiebbaren Muffe aus durch Stelzen bewegt, die als Kniehebel wirken und in der Einrückſtellung ein wenig über die Totlage durchgeſchlagen ſind, ſo daß ſich die Muffe nach innen feſt anlegt, zur vollen Entlaſtung des Einrückhebels. Um die Durchdrückung zu ermöglichen, ſtehen die Stelzen innen auf einem federnden Stahlringe, der die Muffe loſe umgibt, ſo daß er auch einer kleinen Exzentrizität ohne Zwang nachgibt. — Die von der Berlin-Anhaltiſchen Maſchinenfabrik in Deſſau gebaute Kupplung nach Dohmen-Leblanc (Fig. 27), das Muſter für eine große Zahl verwandter Ausführungen, ſteuert die Schuhe von der Muffe aus durch Stahlblattfedern. In der Anordnung Fig. 27 dient die Kupplung zur Verbindung der von einem Hilfsmotor getriebenen Seilſcheibe mit der durch die Hohlwelle hindurchgehenden Transmiſſionswelle, die vom Hauptmotor angetrieben wird; hierbei ſind die Schuhe durch Gegengewichte gegenüber der Fliehkraft ausgewuchtet, was in all den Fällen entbehrlich iſt, wo die Scheibe mit den Schuhen keine eigne Drehbewegung ausführt, ſondern nur nach Einrückung der Kupplung mitgeht. Für geringere Umfangskräfte genügt eine glatte zylindriſche Reibfläche an Stelle der feſter faſſenden Rillen. Im allgemeinen vollzieht ſich der Eingriff von Reibſchuhen nicht frei von Erzitterungen und Geräuſch. Die vom Eiſenwerk Wülfel vor Hannover eingeführte Hill-Kupplung (Fig. 28) (D.R.P. Nr. 69732 und 89266) faßt mit zwei bis ſechs Paar Holzbacken den umlaufenden Kranz von innen und außen zugleich. Die Schuhe werden von der Muffe aus durch die Hebel gegenſeitig verſtellt und durch eingelegte Schrauben-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

federn auseinander gehalten. Die Nachſtellung erfolgt an radialen Stellſchrauben, durch ſeitliche Klemmſchrauben geſichert. Auch bei zufälliger Exzentrizität der Wellen treten ſtörende Druckkräfte nicht auf. — Die Gnomkupplung der Peniger Maſchinenfabrik (Fig. 29) (D.R.P. Nr. 181 551) verſpannt die Holzbacken paarweiſe durch eine radiale, feſtgelagerte Spindel mit gegenläufigem Gewinde und läßt ſich durch Verdrehung der Muttern in den Schuhen nachſtellen.

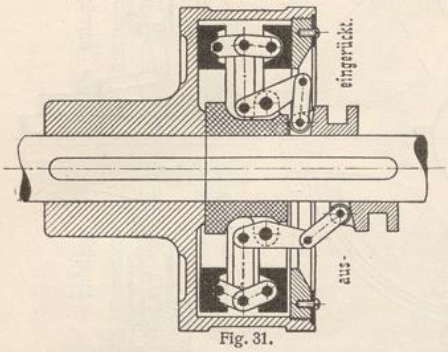


Fig. 31.

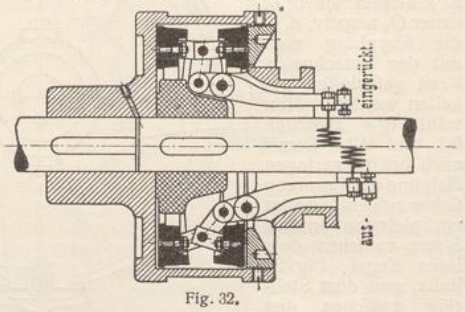


Fig. 32.

Anſtatt der krummflächigen Backen laſſen die nächſten drei Kupplungen ebene, volle Ringflächen reiben. In der Bauart von C. L. P. Fleck Söhne in Berlin-Reinickendorf (D.R.P. Nr. 112 477) (Fig. 30) ſpreizen vier federnde Stelzen durch Keile die Reibringe axial auseinander und ziehen ſie beim Ausrücken vermöge Schwalbenſchwanzeingriff der Keile wieder zuſammen, während vier loſe Mitnehmerbolzen die Ringe mit der zu kuppelnden Scheibe verbinden. Die Firma Lohmann & Stolterfoht in Witten a. d. Ruhr benutzt nach Fig. 31 durchſchlagende Kniehebel an der Muffe und kurze Kniehebel zwiſchen den Reibringen. Die für Deutſchland durch Vogel & Schlegel in Dresden-Plauen vertretene Benn-Kupplung (D.R.P. Nr. 111 273 und 155 139) (Fig. 32) hält die Reibringe durch zwei (oder vier) ſeitlich neben der Welle liegende Zugfedern elaſtiſch und in begrenzbarer Stärke in Schlußſtellung unter Vermittlung zweier ungleicharmigen Doppelhebel und kleiner Kniehebel, deren Mittelpunkte beim Ausrücken nach innen gezogen werden, wobei ſich die Ringe gleichmäßig abheben und auf den Mitnehmerbolzen der angekuppelten Scheibe zuſammenſchieben, bis ihre Rückſeiten an dieſer anliegen (vgl. Fig. 30).

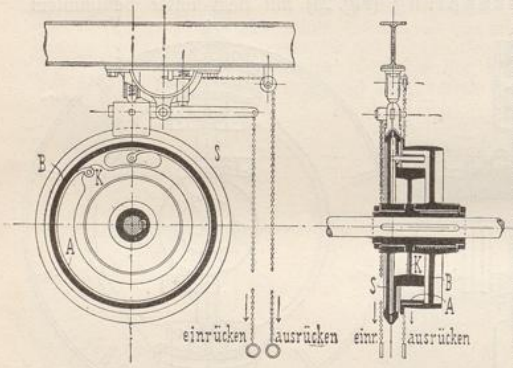


Fig. 33.

Spreizkeilkupplungen ſpannen einen Ring von innen gegen den Trommelumfang, indem ſich ein Keil axial in die Fuge des Ringes einſchiebt. Ueber die Berechnung der Kräfte und Spannungen hierfür ſ. [2] mit folgenden Ausrechnungen:

Durchmeſſer des Ringes	200	300	400	500	600 mm
Breite des Ringes	60	70	80	90	100 „
Dicke des Ringes	10	15	20	25	30 „
Uebertragbare Umfangskraft .	375	660	1000	1400	1900 kg
Druck auf den Keil (mit 1·5) .	370	650	975	1370	1800 „
Größte Zugſpannung im Ringe .	420	280	200	170	140 kg/qcm
Größte Druckſpannung im Ringe	480	360	300	250	225 „

Die eigenartige Kupplung von Lorenz in Ettlingen (Fig. 33) wird an einzelnen Arbeitsmaſchinen benutzt. Die Drehung überträgt ſich von der Riemſcheibe *B* durch Reibung an dem ſtählernen, belederten Ring *A*, der mit eigner Federkraft innen am Kranz der Riemſcheibe anliegt, auf die Feſtſcheibe *K*, indem das vorausgehende Ende des Bremsbandes ſich rechtsdrehend gegen den Anſchluß an der Feſtſcheibe ſtemmt. Beim Ausrücken legt ſich ein ſattelförmiger Bremsklotz auf die beiden Ränder der Losſcheibe *S* und der Feſtſcheibe *K* und hält die loſe Scheibe *S* ſchneller auf als die ſchwerere Feſtſcheibe *K* mit der Arbeitswelle. Dabei bewegt ſich die Losſcheibe *S* relativ rückwärts gegen *K* und hält das mit einem Stift an ihr befeſtigte nachfolgende Ende des Bremsbandes zurück, ſo daß es ſich vom Kranze der Riemſcheibe nach innen abhebt. Die Maſchine bleibt dann ſo lange ſtehen, bis man das Band wieder frei federn läßt. An Vorgelegen für Werkzeugmaſchinen wird eine kleine wirkſame Kupplung mit aufliegendem Spannring (Fig. 34) benutzt. Der gußeiſerne Ring iſt ſo aufgeſchlitzt, daß er mit eineinhalbfacher Umſchlingung von der Stellſchraube an dem einen Ende bis zur Keilnaſe am andern Ende die Nabe der loſen Riemſcheibe umgibt. Beim Einſchieben der Muffe unter das freie Hebelende ſpannt das andre ſeitlich 1 : 3,5 abgeſchrägte Ende den Ring um 0,2 mm lichter Weite zuſammen. Die Kupplung von L. Schwarz & Co. in Dortmund (D.R.P. Nr. 133 243,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

151 714, 154 236) [3] (Fig. 35) hat u. a. an Walzwerken (bis zu 5000 PS. bei 46 U/M) Anwendung gefunden. Eine vielgängige, aus Stahl geſchmiedete Schraubenfeder umgibt eine glatte gußeiſerne Muffe; das freie Ende der Feder ſteht mit der vorhergehenden Windung durch einen Hebel in Verbindung, welcher beim Einrücken der Tellerſcheibe die erſte Umſchlingung feſt um die Muffe ſpannt; die hierbei auftretende Reibung zieht die übrigen Gänge der Feder allmählich an, bis die ganze Umfangskraft in dem ſtarken Ende der Feder wirkt, das zwiſchen den Naſen der linken Nabe feſtliegt. Beim Ausrücken der Tellerſcheibe federt das Ganze zurück.

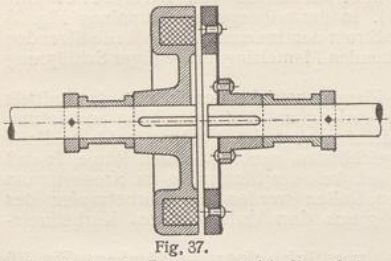


Fig. 37.

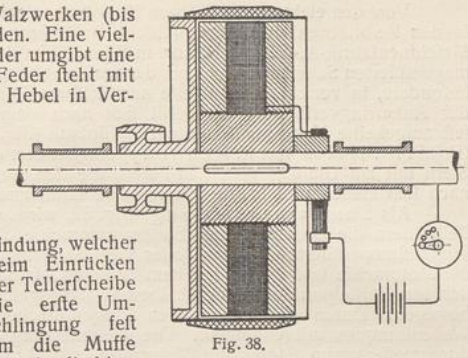


Fig. 38.

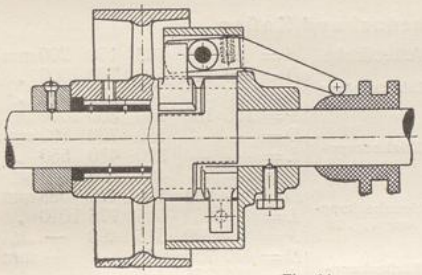
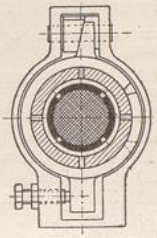


Fig. 34.



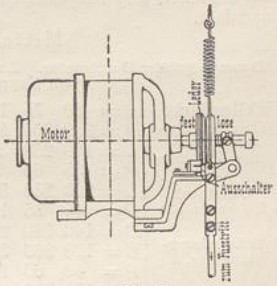


Fig. 40.

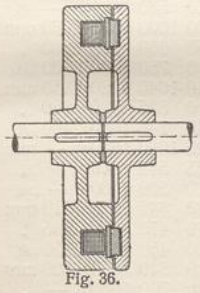
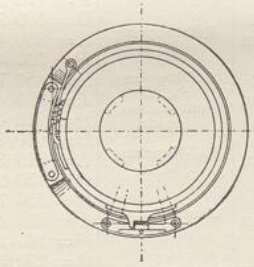


Fig. 36.



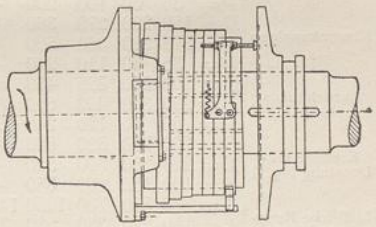
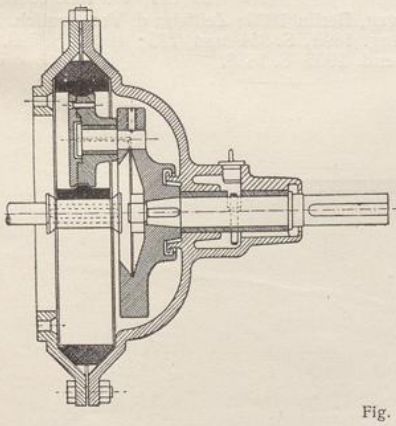


Fig. 35.



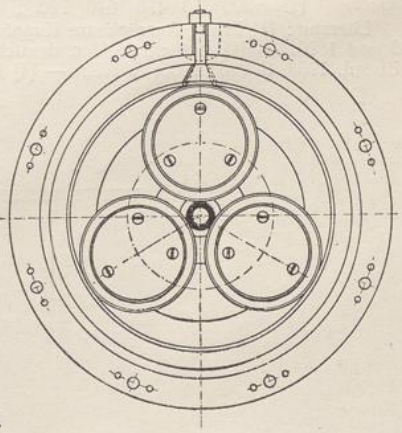


Fig. 39.

Von den elektromagnetiſchen Kupplungen zeigt Fig. 36 ein Syſtem, wobei der Anlagedruck in den Reibflächen durch magnetiſche Anziehung hervorgebracht wird (D.R.P. Nr. 179372 der Maſchinenfabrik-A.-G. „Vulkan“ in Wien). Um den Polabſtand zwiſchen dem durch die Spule magnetiſierten Scheibenkranz und der verſchiebbaren Scheibe ſtets möglichſt klein zu halten, ſind beſondere, in verſchiedener Weiſe nachſtellbare Reibringe angeordnet. Bei dem geringen Maß der Ankerringverſtellung empfiehlt ſich nach dem D.R.P. Nr. 134491 von Kammerer eine feſt aufgekeilte Nabe mit federnder Stahlplatte (Fig. 37). In der reibungsloſen Kupplung Fig. 38 (D.R.P. Nr. 114368 von R. Kennedy) magnetiſiert der Strom den inneren auf der Welle ſitzenden Stern mit am Umfang verteilten Polen, die den umgebenden Mantelring mit einiger Schlüpfung nach ſich ziehen und ſo die Riemſcheibe mitnehmen.

Als Zentratorkupplung, Fig. 39, wird ein Planetengetriebe bezeichnet, das mittels Reibrädern die Drehung einer Elektromotorachſe, ſtark verlangſamt, auf einen vorn angeſetzten Wellenſtumpf überträgt. Drei (oder vier) Stahlringe drücken zentriſch gegen die kleine Rolle der Motorachſe und laufen auf dem äußeren, ſchräggeſchlitzten, nachſpannbaren Ringe, ſo daß ſich ihre Mittelpunkte mit der halben Umfangsgeſchwindigkeit der Motorrolle im Kreiſe herum bewegen. Durch die loſe in den Ringen ſteckenden Rollen werden die Kurbelzapfen des Wellenſtumpfes mitgenommen. Die Ueberſetzung iſt gleich dem Verhältnis des Kurbelkreisdurchmeſſers zum Radius der Motorrolle, z. B. 1 : 10.

Eine Kupplung für veränderliche Geſchwindigkeit von Schuckert in Nürnberg (Fig. 40) für elektriſch angetriebene Stickmaſchinen iſt ſo eingerichtet, daß eine flache Lederſcheibe unter dem Druck einer axialen Feder die Kraft auf die Schnurrolle überträgt und dabei um ſo mehr gleitet, alſo langſameren Gang gibt, je mehr man die Spannung der Feder am Fußtritt nachläßt.

Mittelwerte für Platzbedarf und Koſten.

D mm = größter Durchmeſſer. L mm = ganze Länge. P = Preis der Kupplung.

Wellenſtärke							
d =	50	75	100	150	200	mm	
Scheibenkupplung Fig. 1 ohne Zwiſchenplatte	D =	230	300	360	470	600	„
	L =	180	230	300	400	530	„
	P =	35	60	90	180	300	M.
Desgl. mit Zwiſchenplatte	L =	200	250	330	450	580	mm
	P =	45	75	120	220	390	M.
Schalenkupplung Fig. 3	D =	140	180	260	350	400	mm
	L =	190	260	350	500	700	„
	P =	40	60	100	200	350	M.
Hülſenkupplung Fig. 4	D =	150	210	270	400	—	mm
	L =	200	300	400	600	—	„
	P =	35	60	100	200	—	M.
Klemmkupplung Fig. 7	D =	150	200	270	360	—	mm
	L =	215	280	360	500	—	„
	P =	35	60	110	240	—	M.
Ausdehnungskupplung Fig. 8	D =	200	250	325	450	550	mm
	L =	290	360	460	600	750	„
	P =	50	70	120	240	300	M.
Kreuzgelenkkupplung Fig. 11	D =	220	280	390	600	—	mm
	L =	220	280	390	550	—	„
	P =	100	150	200	350	—	M.
Elaſtiſche Kupplung Fig. 13	D =	350	560	700	1050	1400	mm
	L =	180	280	350	530	710	„
	P =	150	300	430	1000	2000	M
Bandkupplung Fig. 15	D =	400	600	800	1200	1400	mm
	L =	200	350	470	640	700	„

Wellenſtärke							
d =	50	75	100	150	200	mm	
Zahnkupplung Fig. 17	D =	270	350	500	700	1000	„
	L =	270	330	450	650	950	„
	P =	115	150	250	500	1000	M.
Klinkenkupplung Fig. 18	D =	—	—	550	700	820	mm
	L =	—	—	370	470	550	„
	P =	—	—	400	600	900	M.
Schraubenkupplung Fig. 19	D =	—	225	315	420	565	mm
	L =	—	460	615	775	1010	„
	P =	—	200	315	490	—	M.
Bürſtenkupplung Fig. 21	D =	440	750	950	—	—	mm
	L =	310	375	440	—	—	„
	P =	170	360	530	—	—	M.
Reibkupplung Fig. 26	D =	500	700	1000	1500	2000	mm
	L =	350	450	600	900	1200	„
	P =	200	400	750	1600	3000	M.
Reibkupplung Fig. 27 mit Gegengewicht	D =	450	740	1040	1720	1850	mm
	L =	270	410	525	780	860	„
	P =	210	440	740	1600	2400	M.
Hill-Kupplung Fig. 28	D =	610	725	1090	1620	—	mm
	L =	310	365	545	830	—	„
	P =	150	220	500	1600	—	M.
Gnomkupplung Fig. 29	D =	550	780	840	1275	1710	mm
	L =	370	440	470	620	805	„
	P =	140	220	450	1150	2750	M.
Benn-Kupplung Fig. 32	D =	220	340	540	880	1300	mm
	L =	360	490	700	1000	—	„
	P =	95	190	400	1000	3000	M.

Literatur: [1] Ernſt, Ausrückbare Kupplungen, Berlin 1890; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1889 und 1890. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 534 und 795; 1903, S. 599. — [3] Ebend. 1903, S. 266; 1905, S. 1026. — [4] Ebend. 1906, S. 1858. *Lindner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

GHP: 03 M24134

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

P
03

LUEGER

LEXIKON
DER
GESAMTEN
TECHNIK

V

Haustenne
bis
Kupplungen

M
24 134

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN