



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Lexikon der gesamten Technik und ihrer
Hilfswissenschaften**

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1908]

L

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84021](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84021)

L

als Abkürzungszeichen, auf französischen Münzen Bezeichnung für die Münzstätte Bayonne; l, amtliche Abkürzung für Liter; L., l (am gebräuchlichsten jedoch £), in England für Livre Sterling (Pfund Sterling); L als lateinisches Zahlzeichen = 50.

La, chemisches Zeichen für Lanthan.

Lab (Chymofin) vermag Eiweiß zur Gerinnung (Koagulation) zu bringen; es zählt zu den ungeformten Fermenten (f. d.).

Neben dem Eiweiß verdauenden Ferment Pepsin kommt es als wirksamer Bestandteil im menschlichen Magen saft vor. In erheblichen Mengen findet es sich im Magen junger, nur ausschließlich auf Milchnahrung angewiesener Säugetiere und wird aus den in der Magenschleimhaut eingebetteten Labdrüsen abgetrennt. Für die Herstellung des Labs finden fast ausschließlich Kälbermägen Verwendung. Eine Reindarstellung desselben gelang bis jetzt noch nicht. Verwendung findet das Lab in der Milchwirtschaft bei der Bereitung der sogenannten Labkäse als flüßiges oder pulverförmiges Präparat. Es spaltet Eiweißkörper und wirkt nur, wenn die Milch schwach alkalisch oder neutral reagiert. Ist die Säuerung der Milch über einen gewissen geringen Grad hinausgegangen, so wirkt Lab überhaupt nicht mehr, ebenso ist seine Wirkung von gewissen Wärmegraden abhängig. Früher wurde das Lab in den Käseereien selbst hergestellt, indem man getrocknete Kälbermägen teils mit sauren Molken, Kochsalz, Zitronensäure oder Weinessig und Wasser 1—1½ Tage stehen ließ und auslaugte. Anfangs der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts kamen zum erstenmal käufliche Labflüssigkeiten in den Handel. Aber erst nachdem Soxhlet auf Grund ausgedehnter Untersuchungen bestimmte Vorschriften für die zweckmäßige Darstellung kräftiger Lablösungen gegeben hatte, wurde das käufliche Lab besser und billiger und fand in der Praxis Eingang. Im Handel sind jetzt Lablösungen, Labpulver sowie Labkonserven in Tafelform. Daß die Säfte gewisser Pflanzen eine ähnliche Wirkung wie das Lab hervorbringen, ist längst bekannt.

Literatur: Fleischmann, W., Lehrbuch der Milchwirtschaft, Leipzig 1901; Hillmann, P., Beiträge zur Kenntnis des Einflusses des Labfermentes auf die Eiweißstoffe der Milch und zur Verwertung der Milch für Käseerzeugung, Inauguraldissertation, Leipzig 1895; ferner: Beiträge zur Kenntnis der Wirkung des Labfermentes auf die Eiweißstoffe der Milch, Berlin 1897, auch Milch-Ztg. 1897, S. 602; Peters, R., Untersuchungen über das Lab und die labähnlichen Fermente, Rostock 1894, S. 27; Devarda, A., Ueber die Prüfung der Labpräparate und die Gerinnung der Milch durch Käsefabrikation, Landwirtschaftliche Versuchsanstalt 1896, 47, S. 401; auch Milch-Ztg. 1898, S. 151; ferner: Vieth, P., und Siegfeld, M., Ueber Labwirkung und Labprüfung, Milch-Ztg. 1900, S. 657 und 673; Peters, R., Untersuchungen über das Lab und die labähnlichen Fermente, Rostock 1894, S. 43—58.

Mezger.

Labile Fachwerke, labile Träger, f. Fachwerk, Bd. 3, S. 535, und Träger.

Labiles Gleichgewicht, f. Gleichgewicht, Bd. 4, S. 560.

Laboratorium, Arbeitsraum für chemische Zwecke, der feuerfester, trocken, gut beleuchtet und ventiliert, d. h. mit Dunst- und Rauchabzug sowie auch mit Wasserabfluß versehen sein muß.

1. Es kann entweder, einzeln wie z. B. in Apotheken, bestehen, oder als Gebäude mit vielen und weiten Räumen, wie in chemischen Fabriken, erstellt sein. Oder 2. als Gebäudeanlage für wissenschaftliche oder Unterrichtszwecke, als städtische oder staatliche Versuchsanstalt, auch als chemisches Institut an technischen Hochschulen oder an Universitäten, je nach den verschiedenen Zwecken in

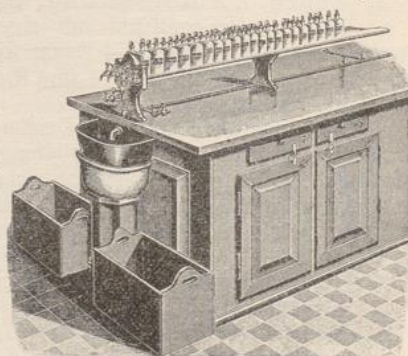


Fig. 1.

vielfältiger Weise errichtet; diese dienen der angewandten und pharmazeutischen Chemie, der Elektrochemie u. f. w. — An geeigneter Stelle befindet sich ein Hörfaal für 60 bis 400 Zuhörer, deren Sitze amphitheatralisch ansteigen, mit dem Experimentiertisch zur Aufstellung der vielfachen Apparate, dahinter die in die Höhe schiebbare Wandtafel, und eine Abdampfnische mit Abzugschlot, außerdem Projektionschirm u. dergl.; daneben das Vorbereitungszimmer, Raum für Projektionen und Sammlungen. In den Hauptlaboratorien sind Tischreihen für je 12 bis 16 Praktikanten (f. Fig. 1), daneben die Laboratorien und Sprechzimmer des Direktors oder Dozenten. In beistehendem Grundriß (Fig. 2) geben wir die Anordnung des chemischen Laboratoriums der Technischen Hochschule zu Dresden [2]. Eine der neuesten großen Anlagen ist das chemische Laboratorium zu Karlsruhe [3]. An weiteren Räumen sind nötig: Arbeitsräume für anorganische und organische, für qualitative und quantitative Arbeiten, für Maß- und für Gasanalysen; Räume für Entwicklung von Schwefelwasserstoff, für Gifte, für feuergefährliche Arbeiten; Bombenraum, Wägezimmer; Vorratsräume zur Aufbewahrung von Gläsern, Schalen, Kolben, Reagentien und sonstigen Stoffen; ferner eine Handbibliothek u. f. w. Eingehende Beschreibungen, auch über die Einzelteile der inneren Einrichtungen, finden sich in [4], [5] und andern chemischen Fachschriften sowie [10], [11]. — 3. Militärische Laboratorien zur Herstellung von Schießbedarf, Zündungen, Kriegsfeuern u. f. w. werden außerhalb bewohnter Orte angelegt. Die in Kasematten befindlichen werden als Kriegs-, in den Außenfesten befindlichen als Speziallaboratorien bezeichnet. — 4. Ingenieurlaboratorien, hauptsächlich bestimmt zu Versuchen im Flußbau- oder Maschinenbauwesen, sind zurzeit im Entstehen begriffen. Um ihre Begründung hat sich besonders Bach-Stuttgart verdient gemacht [6]. Erstere bestehen in den technischen Hochschulen zu Dresden [7], Karlsruhe [8] und Berlin [9].

Literatur: [1] Zeitschr. für Chemie. — [2] Zeitschr. für Elektrochemie, 12. Jahrg. 1906, Förster, S. 183. — [3] Deutsche Bauztg. 1904, S. 297 u. 306 ff. — [4] Monographien über angewandte Elektrochemie, Bd. 4; Niffenfon, H., Einrichtungen von elektrolytischen Laboratorien u. f. w., Halle a. S. 1903. — [5] Beckmann, E., und Paul, Th., Das neubegründete Laboratorium für angew. Chemie in Leipzig, Berlin 1899. — [6] Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1894. — [7] Zeitschr. für Bauwesen 1900, S. 343 ff. — [8] Ebend. 1903 und Flußbaulaboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe, Berlin 1903. — [9] Schumann, Versuchsanstalt für Wasserbau und Schifffahrt in Berlin, Zeitschr. f. Binnenschifffahrt, 10. Jahrg. 1903, Heft 8. — [10] Danneel, H., Das neue Institut für Metallhüttenwesen und Elektro-Metallurgie an der Technischen Hochschule zu Aachen, Halle a. S. 1903. — [11] Witt, O., Das neue technisch-chemische Institut der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin, Berlin 1906.

Labrador, Mineral. Der Labrador des Steinhandels ist als fogenannter norwegischer Labrador ein dunkelgrauer Augitfeyenit mit sehr viel bläulich farbenschillerndem Natronorthoklas (Feldspat, f. d.); er wird bei Laurvig und Frederikswaern in Norwegen viel gebrochen und wegen seiner schönen Farbe und leichten Politurfähigkeit viel als Dekorationsstein, zu Säulen, Wandverkleidungen, Sockel, Postamenten, meist für Innenausstattungen verwendet. *Leppia.*

Labradorfels, Labradorit, f. Gabbro.

Labradorporphyr, ein melaphyrähnliches, kieselensäureärmeres, meist älteres Gestein, das in einer scheinbar gleichartigen dunkeln Grundmasse größere Einsprenglinge von Labrador (Feldspat) enthält. *Leppia.*

Labfalben oder Salben, das stehende Gut der Takelage eines Schiffes aus Hanftauwerk mit Holzteer oder einer Mischung von Holzteer, Blackvarnish und Terpentinspiritus streichen. *T. Schwarz.*

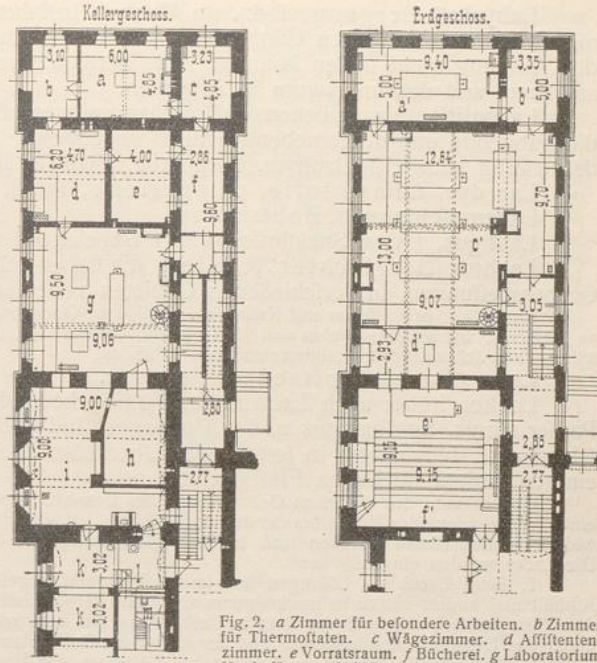


Fig. 2. a Zimmer für besondere Arbeiten. b Zimmer für Thermolaten. c Wägezimmer. d Affittentenzimmer. e Vorratsraum. f Bücherei. g Laboratorium für Anfänger. h Akkumulatorbatterien. i Schmelzraum. k Werkfakt. l Ofenraum. m Kesselraum. n Privatlaboratorium des Direktors. o Sprechzimmer. p Hauptlaboratorium. q Vorbereitungszimmer. r Hörfaal. s Kleiderablage.

Weinbrenner.

Leppia.

T. Schwarz.

Labyrinth (Irrgang, f. d.), im Altertum bestehendes, fagenhaftes Bauwerk mit vielen verschlungenen Gängen und Kammern, aus welchen Uneingeweihte den Ausgang nicht finden konnten. Die berühmtesten waren das bei Knossos auf Kreta und das im Fayum in Aegypten.

Weinbrenner.

Laccolith, ein zwischen Erdschichten eingepreßtes Eruptivmagma. Wird die hangende und aufgetriebene Schicht abgetragen, so tritt das Eruptivgestein deckenartig zutage (Melaphyre, Porphyrite, Diabase, auch Basalte).

Leppla.

Lac dye, f. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 641.

Lacemaschinen, f. Bobbinet.

Lachgas, f. v. w. Stickstoffoxydul, f. Stickstoffoxyde.

Lachter (Berglachter, Klafter), die früher gebrauchte Längeneinheit für Grubenmessungen, in verschiedenen Gebieten verschieden, genähert = 2 m.

Lachter, preußisches und Nassauer = 2,0924 m; Oberharzer = 1,9198 m; altes Freiburger = 1,9425 m; braunschweigisches = 1,9193; hannoversches = 1,9203 m; bayrisches = 1,9700 m; württembergisches 2,0154 m; österreichisches 1,8967 m.

Hausmann.

Lacis (Ausziehspitzen), f. Spitzen.

Lacke, früher auch Lackfirnisse, Firnislacke und selbst Firnis (Kopalfirnis, Pariser Firnis, Spiritusfirnis u. f. w.) genannt, sind Auflösungen von Harzen verschiedener Abstammung in fetten oder ätherischen Oelen, Alkohol, Benzin und einigen andern flüchtigen Flüssigkeiten.

Gegenstände des täglichen Gebrauches, des Luxus u. f. w. werden durch die Lacke mit einer schützenden, den Einflüssen der atmosphärischen Luft, der Feuchtigkeit, dem Staube u. f. w. widerstehenden Decke versehen und erhalten gleichzeitig ein dem Auge gefälliges Aussehen. Die Lacke werden eingeteilt in:

1. Fette Lacke — Lösungen bei hoher Temperatur geschmolzener Kopal, Bernstein, Asphalt und anderer Harze in trocknendem Oel und Terpentinöl; beim Auftreichen verdampft das Lösungsmittel, während das Harz in Verbindung mit dem trocknenden Oel zurückbleibt und durch das Bestreben des letzteren, aus der Luft Sauerstoff aufzunehmen, Austrocknung erfolgt;

2. Terpentinöl-, Benzin- u. f. w. Lacke, Lösungen der Harze in den genannten Lösungsmitteln;

3. Ätherische oder Spiritus-(Weingeist-)Lacke, Lösungen von Harzen in Äther, Alkohol u. f. w.; bei beiden letzteren Kategorien verdünnt das Lösungsmittel vollkommen und es bleibt nur das Harz als dünne, glanzgebende Schicht zurück.

Nur die fetten Lacke, die als Bernstein-, Kopal-, Möbel-, Wagen-, Luft-, Außen- u. f. w. -lacke bezeichnet werden, vermögen nach ihrer Zusammenfassung (festes Harz, trocknendes Oel) eine feste elastische Decke zu bilden, den Einflüssen der Atmosphäre, der Nässe, dem Staube, den mechanischen Abnutzungen erfolgreichen Widerstand entgegenzusetzen; sie sind, wie man sagt, „haltbar“, d. h. sie behalten ihre glatte, spiegelnde Fläche längere oder kürzere Zeit, ohne Risse zu bekommen, je nach ihrer Qualität bei. Alle haltbaren Lacke bedürfen, um auszutrocknen, längere Zeit; sie werden wohl alle innerhalb 12–24 Stunden trocken, bleiben aber noch lange Zeit weich, so daß z. B. bei feinen Wagenlacken noch nach acht Tagen durch längeres Verweilen der Hand Eindrücke verursacht werden. Die Dauerhaftigkeit der besten Lacke ist z. B. bei Eisenbahnwagen mit anderthalb Jahren anzusetzen; im Innern von Gebäuden wird ein solcher Lack zehn und mehr Jahre in seiner ursprünglichen Schönheit erhalten bleiben. Im allgemeinen kann als Regel gelten, daß, je schneller ein fetter Lack trocken wird, um so geringer seine Haltbarkeit ist; ganz ordinäre, binnen wenigen Stunden oder darunter trocknende Lacke haben eine nur nach Wochen zu bemessende Dauerhaftigkeit; nach dieser Zeit verlieren sie den Glanz, werden matt. Die früher glatte Oberfläche erscheint zuerst mit feinen zarten, dann immer größeren, tiefergehenden Sprüngen bedeckt; nach und nach bekommt die ganze Fläche ein weißliches Aussehen und der Lack löst sich in feinen Teilchen ab. Dies ist das Ende jeden Lacküberzugs, des besten und des billigsten, und nur die Zeit, um diese Veränderungen herbeizuführen, ist verschieden. Je länger der Lack seinen Glanz und seine spiegelnde Oberfläche behält, desto besser ist er an Qualität, und diese hängt von seiner Zusammenfassung — der Beschaffenheit des verwendeten Harzes, dem trocknenden Oel und der Menge desselben —, von der Sorgfalt, mit der er bereitet wurde, und von seiner Ablagerung ab.

Alle Lösungen von Harzen allein in einem flüchtigen Lösungsmittel besitzen keine Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse; man soll sie nie da anwenden, wo man eine längere Dauerhaftigkeit verlangt, und sie sind nur zu solchen Zwecken brauchbar, die sie mit Luft, Nässe u. f. w. nicht in Berührung kommen lassen.

Die Lacke müssen je nach den Zwecken, denen sie dienen sollen, streng gefondert und für jeden Zweck auch besonders zusammengesetzt werden. So ist es z. B. ein großer Unterschied, ob ein Lack für einen Wagen, ein Möbelstück, ob er für Eisen, Papier, eine Buchbinderarbeit, an der Luft oder im Ofen zu trocknen, für inneren oder äußeren Anstrich u. f. w. verwendet werden soll. Ein Lack, der allen Anforderungen bezüglich Glanz und Dauerhaftigkeit bei einem Wagen entspricht, eignet sich keines langamen Trocknens und noch mehr seines lange dauernden Erhärtens halber nicht für Möbel, noch weniger für Papier, auf dem er Fettflecke verursachen würde.

Die Fabrikation der Lacke zerfällt in die der fetten und in die der flüchtigen (Terpentinöl-, Spiritus-, Benzin- u. f. w.) Lacke und kann erfolgen: 1. durch Auflösen von Harzen

in irgend einem leichtflüchtigen Lösungsmittel bei gewöhnlicher oder erhöhter Temperatur in einfachster Weise durch Schütteln in Flaschen, Rühren in entsprechenden Gefäßen oder in eigens hierzu konstruierten Apparaten, bei denen unter Anwendung von Wärme jeder Verlust durch Verdunsten ausgeschlossen ist; dieses Verfahren ist für alle Lacke in Anwendung, die zu den flüchtigen gehören, d. h. die nur aus Harz und dem Lösungsmittel bestehen; 2. durch Schmelzen, trockene Destillation der Harze (nur Kopal und Bernstein) und Verätzen dieser geschmolzenen und veränderten Produkte mit einem trocknenden Öl und dem Verdünnungsmittel (Terpentinöl). Die Bestrebungen, das Schmelzen der Harze zu umgehen und diese mit den Verdünnungsmitteln und dem trocknenden Öl zusammen unter erhöhtem oder vermindertem Druck bei einer 100° C. nicht übersteigenden Temperatur zu mischen, haben zu praktischen Resultaten bis jetzt nicht geführt, dagegen gelingt es, Kopal in den Fettsäuren der trocknenden Öle zu lösen und die Lösungen als Lacke tauglich zu gestalten. Das Schmelzen der Harze wird außerordentlich verschieden geübt, und ebenso verschieden sind auch die dazu verwendeten Apparate; oft dient ein einfacher eiserner oder irdener Topf, oft ein mit allen Vervollkommnungen versehener Destillierapparat hierzu. Die Apparate können eingemauert, abhebbar, von der Feuerung entfernbar oder diese letztere ausziehbar sein; das Material der Schmelzgefäße kann Glas, Schmiede- oder Gußeisen, Kupfer oder Ton sein, und das Schmelzen selbst kann auf offenem Feuer, in geschlossenen Herden, mittels überhitzten Dampfes, unter Druck oder unter einem Vakuum, in Öl- oder Metallbädern, mittels Holz- oder Steinkohle, Koks- oder Gasfeuerung geschehen. Die bei dem Schmelzen, das einer trockenen Destillation gleichkommt, entweichenden flüchtigen Öle werden entweder in das Schmelzgefäß zurückgeleitet, in den Schornstein gelassen oder kondensiert, auch wohl unter die Feuerung geleitet. Das im Kessel verbleibende Produkt, das bis zu 25% flüchtiger Substanzen abgab, wird entweder ausgegossen, erkalten gelassen und dann gelöst, oder es wird sofort mit dem trocknenden Öl vermischt, mit diesem erst durch einige Stunden verkocht oder auch alsbald das Verdünnungsmittel hinzugefügt und der fertige Lack durch Lagern oder Filtrieren geklärt. Die Ansichten über die Vorzüge des einen oder des andern Verfahrens gehen bei der äußerst spärlichen wissenschaftlichen Unterfuchung der Vorgänge bei der Lackfabrikation sehr auseinander.

Die allgemeinen Anforderungen, die man an die Qualität der Lacke stellt, beziehen sich auf Farbe, Klarheit, Durchsichtigkeit, Konsistenz, Glanz, Trocknen und Haltbarkeit; diese letztere kann erst nach der Verwendung, und da erst nach Monaten konstatiert werden. Alle fetten Lacke müssen vollkommen hell und klar sein und dürfen selbst mikroskopisch kleine feste Körper nicht enthalten; ihre Konsistenz muß derart sein, daß sie sich bei gewöhnlicher Temperatur leicht verstreichen lassen, leicht verlaufen, nicht abrinnen und nicht Flecken bilden. Der Glanz eines schon getrockneten Lacküberzuges muß spiegelnd und dauerhaft sein; es dürfen darin weder sehr kleine Pünktchen noch Bläschen oder nadelförmliche Vertiefungen vorkommen, auch darf sich der Glanz durch eine Art Hauch, einen Schleier, nicht vermindern. Im allgemeinen darf derselbe nicht zu rasch verschwinden und es dürfen keine Risse auftreten. Beim Trocknen der fetten Lacke sind drei Perioden zu unterscheiden: 1. das Verflüchtigen des Lösungsmittels; 2. das oberflächliche Austrocknen des Überzuges, so daß man den Gegenstand berühren und in Verwendung nehmen kann, ohne daran kleben zu bleiben, und 3. das vollständige Austrocknen, das Erhärten des Lackes. Gute Lacke für innere Anstriche sollen in der Regel in 4 Stunden den ersten Grad, in 12 Stunden den zweiten und in weiteren 5–6 Stunden den dritten Grad des Trockenseins erreicht haben. Lacke für äußere Anstriche bedürfen etwas längerer Zeit, 6 Stunden für den ersten, 18–24 Stunden für den zweiten und weitere 12 Stunden für den dritten Grad. Wagenlacke erreichen den dritten Grad erst nach Tagen und Wochen. Das langsame Trocknen ist nie ein Zeichen für eine nichtgenügende Qualität; es sichert im Gegenteil eine größere Dauerhaftigkeit, während schnelles Trocknen, so sehr es auch manchmal gewünscht wird, doch stets nur von Nachteil für die Dauerhaftigkeit des Lackes ist.

Bei flüchtigen Lacken gilt hinsichtlich Klarheit, Durchsichtigkeit und teilweise auch des Glanzes das vorhin Gesagte. Terpentinlacke nähern sich hinsichtlich der Konsistenz den fetten Lacken, Spirituslacke hingegen müssen dünnflüssig sein, um sich leicht und rasch verstreichen zu lassen. Beim Trocknen dieser Lacke verflüchtigt sich das Lösungsmittel und es bleibt das Harz als glanzgebende Schicht zurück. Mit der Verflüchtigung des Lösungsmittels ist der Trocknungsprozeß abgeschlossen. Die Spirituslacke müssen längstens in einigen Stunden trocken und damit auch hart geworden sein, und nach 5–6 Stunden darf kein Lacküberzug durch die Handwärme sich erweichen.

Bei der außerordentlichen Verschiedenheit der einzelnen Lacke, der großen Zahl derselben und den vielen Verwendungszwecken, denen dieselben dienen, ist eine strenge Einteilung derselben in Gruppen eine Sache der Unmöglichkeit, wie denn auch die Preise niemals einen Maßstab für die Qualität abgeben können, um so mehr, als dieser Industriezweig in den letzten Jahrzehnten in ziemlich unfolide Bahnen gelenkt wurde und die mannigfachen Surrogate für alle Bestandteile, aus denen sich die Lacke zusammensetzen, Verwendung finden, um der modernen Konkurrenz zu begegnen. Die Hauptgruppe der Lacke sind: Fette Lacke. Hierher gehören alle Wagen-, Schleif-, Möbel-, Tischplatten-, Dekorations-, Kopal-, Harz-, Asphalt-, Matt-, Badewannen-, Fußboden-, Blech-, Luft- und Ofenlacke. Terpentinöllacke: Dammar-, Asphalt-, Mafix-, Bilder-, Sarg-, Kolophonium- u. f. w. -lacke. Spirituslacke: Buchbinder-, Bildhauer-, Etiketten-, Metall-, Politur-, Modell-, Brauer-, Sandarac-, Schellack-, Messing-, Photographie- u. f. w. -lacke. — Vgl. a. Firnis.

Ein mechanisches Prüfungsverfahren für Lacke besteht nach Jähns in forciertem Trocknen und hierauf folgendem Ritzen der Lackanstriche mit einem eigens konstruierten Apparate, wodurch nachgewiesen wird, ob die Lacke den Anforderungen der Dauerhaftigkeit, Elastizität und des Adhäsionsvermögens entsprechen. Diese Prüfung konnte bisher nur dadurch

vorgenommen werden, daß man die gefirchene Fläche ihrer natürlichen Beanspruchung (bei Eisenbahnwaggons an diesen) aussetzte und beobachtete, wie sich der Anstrich bei dem häufigen Temperaturwechsel und der mechanischen Inanspruchnahme verhielt.

Literatur: [1] Andés, Fabrikation der Kopal-, Terpentinöl- und Spirituslacke, 2. Aufl., Wien 1896. — [2] Andés, Fabrikation der Lacke, Firnisse u. f. w., 4. Aufl., Wien 1894. — [3] Lohmann, Fabrikation der Lacke und Firnisse, Berlin 1890. — [4] Winkler, E., Die Lack- und Firnisfabrikation, Halle 1876. — [5] Kreuzburg, Lackierkunst, Leipzig 1903. *Andés.*

Lackfarben, Farbblacke, auch einfach Lacke, Verbindungen organischer Farbstoffe (Farbholzabkochen, Teerfarbstoffe, Kochenille u. f. w.) mit basischen Salzen oder Erden, oder schweren Metalloxyden mit ausgedehnter Anwendung in der Malerei, den graphischen Gewerben, der Anstreicherei oder Lackiererei.

Sie sind alle Laifarben und werden häufig nur benutzt, um Deckfarben durch Uebermalen, Ueberdrucken größeren Glanz zu verleihen. Ihre Herstellung geschieht im allgemeinen in der Weise, daß man filtrierte Abkochen von Farbstoff liefernden Substanzen (Rotholz, Gelbholz, Krapp, Indigokarmin, Kochenille u. f. w.) oder wässrige Lösungen von möglichst lichtbeständigen Teerfarbstoffen mit Lösungen von gewöhnlichem basischen Alaun mischt, mit kaulischen oder kohlenfauren Alkalien versetzt, den entstehenden Niederschlag auswäscht und trocknet. Bei intensiv färbenden Farbstoffen sowie zur Herstellung billiger, minderwertiger Lackfarben erfolgt das Niederschlagen sehr häufig auf indifferente Materialien, wie Stärke, Tonerde, Gips, feltener auch Schwerpat; meistens richtet man jedoch die Verhältnisse der Alaunlösungen und der Alkalien so ein, daß sich eine genügende Menge von Tonerde bilden kann und die fremden Zusätze überflüssig werden. Diese letzteren verhalten sich gegen die Farbstoffe sehr ungleich. Teerfarbstoffe haften nicht gern an mineralischen weißen Körpern, aber sehr gern an Stärke. Alle Lackfarben haben eine gewisse Durchsichtigkeit, sie mögen als Oel- oder Wasserfarben angewendet werden; werden sie dick aufgetragen, so verschwindet zuweilen ihre sonst feurige, eigentümliche Farbe ganz und es stellt sich eine ganz andre Farbe ein, wie dies bei Carthamin und bei vielen Teerfarbstoffen eintritt, die in dicken Schichten verschiedenartigen metallischen Glanz zeigen. Es gibt eine außerordentlich große Anzahl von Lackfarben, die mit der Anzahl der Teerfarbstoffe immer noch wächst. Für ihre Bezeichnung werden entweder solche Namen gewählt, die mit der Farbe selbst (dem Farbstoff) im Zusammenhang stehen oder aber, und dies ist meistens der Fall, irgend beliebige. Nach der Farbe, z. B. Rotlack, gelber Lack, grüner, violetter, blauer Lack, Rotlack u. f. w.; nach dem Farbstoff: Blattgrün, chemisch Blaufgrün, Fernambuklack, Garancinkarmin, Kaiserrotlacke, Krappkarmin, Krapplacke, Kreuzbeergrün, Kreuzbeerlack, Orfeillelack, Waulacke u. f. w.; beliebige wie: Karmoisinlack, Berlinerlack, Berlinerrot, Kugel-, Venezianer-, Bethkober-, Wienerlack. Neutrot sind auf Stärke und Kreide niedergeschlagene Rotholzabkochen, Münchnerlacke enthalten den Farbstoff der Kochenille in mehr oder weniger reinem, auf Tonerde niedergeschlagenem Zustande; braune Lackfarben, brauner Lack bestehen aus Katechufarbstoff oder sind Mischungen von Krapp und künstlichem Alizarin (Roberts braune Lackfarben); Stil de grain ist ein aus Quercitronabkochen gewonnener Lack, Holländischblau wird aus Indigo dargestellt. Violette Lackfarben sind meistens schon beim Ausfällen erhaltene Mischungen roter und blauer Lackfarben oder durch Eisen violett gefärbte rote Lackfarben, oder endlich bestehen sie aus Teerfarbstoffen, mittels deren sich die feurigsten Nuancen erzielen lassen.

Als Lackfarben werden auch mit fetten oder spirituosen Lacken angeriebene Farbkörper bezeichnet, die zu Anstrichzwecken dienen und gleichzeitig Farbe und Glanz den gefirchtenen Objekten erteilen.

Literatur: [1] Berch, Mineral- und Lackfarben, 2. Aufl., Wien 1893. — [2] Gentele, Farbenfabrikation, 2. Aufl., Braunschweig 1880. — [3] Mierczyński, Erd-, Mineral- und Lackfarben, 4. Aufl., Weimar 1890. — [4] Jenniffon-Rübencamp, Herstellung von Farbblacken, Dresden 1901. *Andés.*

Lackieröfen, abschließbare, heizbare Kästen oder Kammern, gemauert oder in Eisenkonstruktion, bestimmt, lackierte Waren aus Metall oder Papiermaché bei höherer Temperatur zu trocknen, wobei dieselben eine durch Lufttrocknung nie zu erreichende Schönheit, Festigkeit und Härte erlangen.

Die Konstruktion dieser Lackier- oder namentlich Trockenöfen ist verschieden und besteht in der primitivsten Form in einem von Mauerwerk umgebenen Eisenblechkasten, um den die Gase einer Feuerung kommunizieren. Für kleinere Gegenstände, wie kleine Schilde, Tafeln, Tassen, Unterfätze u. dergl., können auch Trockenschränke in Gebrauch kommen, die, mehrere nebeneinander angeordnet, durch Dampf, heißes Wasser oder Gas erhitzt werden und sich durch bequeme Form, geringen Aufwand an Brennmaterial und Reinlichkeit auszeichnen.

Lehmann in Dresden baut Lackieröfen, in denen sich Temperaturen bis zu 125 und selbst 200° C. für scharf einzubrennende Lacke erreichen lassen; die Konstruktion verbürgt größte Reinlichkeit und Staubfreiheit, weil sich im Ofen weder Feuer befindet, noch Staub oder Ruß eindringen kann. Die Feuerung liegt auf der Rückseite des Ofens und wird gewöhnlich so angeordnet, daß sie sich überhaupt außerhalb des Lackiererraumes befindet. Die Wärme wird durch eine Anzahl unter sich nicht verbundener, an beiden Enden geschweißter und mit Wasser gefüllter eiserner Rohre übertragen. Die Wärmeverteilung ist eine überaus gleichmäßige, der Ofen selbst ausziehbar, so daß die lackierten Waren auf einmal eingeschoben werden können. Hierdurch wird nicht nur erheblich an Zeit gespart, sondern auch die Belästigung der Arbeiter durch den bei hoher Temperatur starken Geruch vermindert. Das gleiche Heizsystem läßt sich auch für feilliche Beschickung der Öfen anwenden und werden in diesem Falle in der Regel mehrere nebeneinander liegende Ofenabteilungen angeordnet und von einer Stelle aus nach

Erfordernis auf verschiedene Temperaturen geheizt. Derartig konstruierte Oefen empfehlen sich ganz besonders da, wo verschiedenartige Lackierwaren, z. B. schwarze neben farbigen getrocknet werden sollen und hierbei in den einzelnen, unter sich getrennten Ofenabteilungen verschiedene Temperaturen benötigt werden.

Eine andre Art Trockenöfen sind die begehbaren Kammern mit Dampfheizung, besonders für Blechdruckereien sehr beachtenswert. Die Dampfheizung befindet sich unter dem aus Gitterwerk bestehenden Fußboden der Kammer und bewirkt eine vollständig gleichmäßige, leicht regulierbare Feuerung. Derartige Trockenkammern werden in den größten Dimensionen ausgeführt und kann zur Beheizung sowohl gespannter Kesseldampf als auch der Abdampf der Betriebsmaschine verwendet werden. In Betrieben, wo kein Dampf vorhanden oder verfügbar ist, können derartige Trockenkammern gleichfalls mit Heißwasserheizung ausgestattet werden. S. a. Eisenbahnwagenlackierung, Bd. 3, S. 350.

Andés.

Lack, japanischer, ist der nach künstlichen Eingriffen in das Leben einer auf Japan, Nepal und noch einigen andern ostasiatischen Ländern heimischen Sumachart, *Rhus vernicifera*, ausfließende Saft, welcher je nach Jahreszeit seiner Gewinnung von den japanischen Produzenten unterschieden wird.

Als bester und feinsten Lack gilt der bis Ende August gewonnene; das Produkt der Monate Oktober, September ist weniger fein und dünnflüßig, und der aus den Zweigen gewonnene Lack wird als der zäheste und auch härteste geschätzt. Er stellt, wie er vom Baume kommt, einen ziemlich dickflüßigen, gelb- oder grauweißen Saft dar, welcher an der Luft sich rasch bräunt und giftige Eigenschaften zeigt. Die Zubereitung, welcher er unterzogen wird, besteht darin, daß man ihn, um ihn von Staub-, Insekten-, Rinden- oder Blatteilchen zu befreien, durch ein besonderes, sehr durchlässiges Papier preßt; dann rührt man denselben längere oder kürzere Zeit an der Luft, um ihn geschmeidiger zu machen, versetzt ihn mit Oel oder mischt ihn, wenn man schwarzen Lack darstellen will, mit Wasser, welches einige Zeit über Eisenfeilspänen gestanden hat, mehrere Tage unter Luftzutritt. In den letzten fünf Jahren hat man die japanischen Lacke auch bei uns eingeführt, trotz der hohen Preise, und bewirkt das Trocknen derart, daß man die Ueberzüge der Einwirkung feuchter Luft aussetzt.

Andés.

Lackkühleder (Lackvachetten), lackierte, lohgare Kuhhäute, die vorzugsweise in der Wagenbauerei als Verdeckleder u. dergl. Verwendung finden.

Lacklack, Lackmus, f. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 641.

Lackmuspapier, ein mit Lackmusfarbstoff gefärbtes, sehr reines Löschpapier, sogenanntes Reagenzpapier. S. Papierforten.

Lackschwarz, feine, besonders tiefschwarze, meist in Hütchen im Handel vorkommende schwarze Körperfarbe, Beinschwarz, die zum Verreiben mit Lack oder als tiefschwarze Farbe unter der Lackierung bestimmt ist.

Andés.

Lade (Schlag), f. Weberei; Lade in der Gießerei, f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 357.

Ladebaum, ein Rundholz, welches mit dem unteren Ende an einem Mast in einem Pivotbolzen gelagert ist und mit dem oberen Ende mittels Toppnant am Mast aufgehängt ist.

Er wird zum Uebernehmen von Ladung oder von Booten verwendet und ist hierzu mit entsprechenden Heißblöcken und Heißtaket versehen.

T. Schwarz.

Ladebühnen, erhöhte Verladestellen neben Gleisen zum bequemen Ueberladen von Gütern in und aus Eisenbahnwagen oder zum Beladen der Lokomotivtender mit Kohlen (Kohlenbühnen); auf Zweigstationen auch zwischen zwei Gleisen zum Umladen der ankommenden Güter nach den verschiedenen Bahnrichtungen oder von Voll- in Schmalspurwagen (Umladebühnen). Zum Unterschied von Laderampen gewöhnlich gerüstartig und ohne Auffahrt hergestellt. Entfernung vom nächsten Gleis und Höhe über den Schienen, f. Laderampen und Kohlenbühnen.

Kübler.

Ladefähigkeit eines Schiffes heißt die Tragfähigkeit eines Handelsschiffes, wonach sie verfrachtet werden, und zwar für schwere Güter in Tonnen oder für leichte Güter nach dem Rauminhalt der Laderäume in Kubikmetern = 0,353 britische Registertons.

Literatur: Krieger, Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902, S. 876. T. Schwarz.

Ladefläche, -gewicht, -raum der Eisenbahnwagen, f. Eisenbahnbetrieb X., Eisenbahnwagen.

Ladegleise, Gleise zum Ein- und Ausladen von Stück- oder Wagenladungsgut, feltener von Postgut (f. Güterbahnhöfe).

Ladelinie, die durch eine Freibordmarke gekennzeichnete Tiefladelinie eines Seeschiffes; f. Freibord.

Ladeluke, Luke oder Oeffnung in den Decks zum Einbringen und Löfchen der Ladung; f. Schiffbau.

Lademaß (Ladelehre, Ladeprofil, Ladefschablone) bezeichnet im engeren Sinne des Wortes jene Vorrichtung, die zu prüfen gefattet, ob die Ladung eines offenen Güterwagens von der Umgrenzung des lichten Raumes (f. Bahnprofil) der zu befahrenden Bahnstrecken so weit zurückbleibt, daß ein Anstoßen als ausgeschlossen zu betrachten ist; im weiteren Sinne bezeichnet das Lademaß die zulässige Umgrenzung der Ladung selbst. Mit letzterer Umgrenzung pflegt die zulässige Umgrenzung der Fahrzeuge (Lokomotiven und Wagen) annähernd übereinzustimmen.

Für die Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen bestehen die Lademaße I und II (Fig. 1 und 2); das Lademaß I ist auf der überwiegenden Mehrzahl der Vereinsbahnen anwendbar. Von Lademaß I weichen die von den Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen und die von der Deutschen Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung zugelassenen Umgrenzungen der Lokomotiven und Wagen in Einzelheiten etwas ab

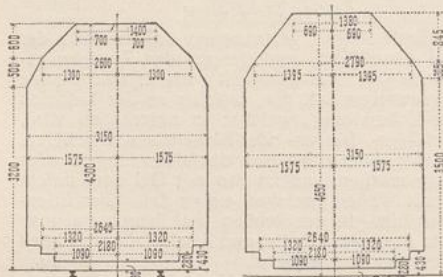


Fig. 2. (Maße in Millimetern.) Fig. 1.

ist vorteilhaft, die an hölzernen oder eisernen Säulen befestigte Lehre frei beweglich zu konstruieren (drehbarer Rahmen aus Eisen oder Kugeln an Ketten hängend), so daß bei Ueberschreitung des Lademaßes weder eine Beschädigung jener noch des Wagens stattfinden kann.

Literatur: [1] Cauer, Betrieb und Verkehr der Preußischen Staatsbahnen, 1. Teil, Berlin 1897. — [2] Gabarits pour voitures et wagons admis à circuler sur les chemins de fer en trafic international (herausg. vom Schweizer Bundesrat). — [3] Verzeichnis der auf den Vereinsbahnstrecken zulässigen größten festen Radstände und Raddrücke der Eisenbahnfahrzeuge sowie der bei der Beladung offener Wagen anzuwendenden Lademaße I und II im gegenseitigen Verkehre der Vereinsbahnen, nebst einem Anhang u. f. w., Berlin 1905 (mit Nachträgen). Cauer.

Lademittel, bei der Güterbeförderung auf Eisenbahnen; f. Eisenbahnbetrieb, Bd. 3, S. 301.

Laden (Beladen; Gegensatz: Löffchen [f. d.]) bedeutet im Handel und in der Technik den Uebergang einer Ware von einem Lager (f. Haufenlager), Schuppen, Speicher (f. d.) oder dergl. in ein Verkehrsmittel oder umgekehrt bzw. von einem Fahrzeug zu einem andern; vgl. [1] und Maffentransport.

Literatur: [1] Ernst, Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903; Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, München 1906; Böttcher, Krane, München 1906; Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern), 1. Teil, Berlin 1901; 2. Teil, Berlin 1904; 3. Teil, Berlin 1906; „Hütte“, 19. Aufl., I. Teil, S. 1143 ff. u. 1230 ff. M. Buhle.

Ladenwaffer, f. Pochwerk.

Ladeforte, Öffnung in der Außenhaut eines Schiffes zum Transport und Stauen der Ladung; f. Schiffbau.

Ladeprofil, f. Lademaß.

Laderampen, Verladestellen auf Höhe der Böden der Güterwagen, entlang oder auch quer zu Gleisen (Kopframpen), gegen die Gleise senkrecht begrenzt und mit einer Auffahrt — der eigentlichen Rampe — versehen, so daß Vieh und Fahrzeuge aller Art auf die Bahnwagen hereingeführt und schwere Gegenstände ein- und ausgeladen werden können, ohne dieselben heben zu müssen.

Soweit es sich nicht um vorübergehende Zwecke handelt, werden die Laderampen in der Regel durch Erdschüttung, gegen die Gleise mit Mauern, im übrigen mit Mauern oder Böschungen ausgeführt. Die Mauern werden aus Stein, Beton oder Eisenbeton hergestellt. An den Stellen, an welchen verladen wird, werden die Mauern gegen Beschädigung beim Ein- und Ausladen oben durch starke Deckplatten, eichene Bordhölzer oder auch alte Schienen geschützt. Die Oberfläche der Rampen wird befestigt (Kies, Chauffierung, Pflaster, Steinplatten) und erhält Quergefälle nach innen oder außen zum Ablauf des Tagwassers; im ersteren Fall muß ein Abfall-schacht mit Entwässerungskanal angeordnet werden. Die Auffahrt wird ebenfalls befestigt und erhält zweckmäßig eine Neigung von 1:20 bis höchstens 1:12 (f. Technische Vereinbarungen,

§ 57). An Nebengleisen werden die Laderampen meistens so eingerichtet, daß sowohl von der Langseite als auch über Kopf verladen werden kann. Die Kopfverladerampe springt am Ende des Ladegleises senkrecht über dieses vor und erhält an der Stirnmauer zur Milderung des Anpralls der Bahnwagen Prellhölzer oder besser zwei Puffer, entsprechend den Puffern der Wagen (wagerechte Entfernung von Mitte zu Mitte 1,75 m, Höhe über Schienenoberkante 1,00 m), so daß nach Wegnahme des Querbords des Bahnwagens und Ueberlegen einiger Bohlen oder L-Eisen von Rampe zu Bahnwagen Fahrzeuge in den Bahnwagen oder aus diesem geschoben werden können. Schwere lange Fahrzeuge, z. B. Möbelwagen, müssen in annähernd gerader Richtung zum Bahnwagen auf die Rampe hinaufgezogen und oben stehend von den Pferden befreit werden können, um dann in den Bahnwagen geschoben zu werden. Dazu ist in Rücksicht auf die jetzt üblichen Möbelwagen zwischen der Auffahrt und dem Kopfe der Rampe eine wagerechte Fläche von mindestens 12—15 m Länge nötig. Wünschenswert ist, daß die Wagen, um beim Ausladen aus dem Bahnwagen mit Pferden heruntergezogen werden zu können, mit der Deichsel der Rampe zugekehrt ankommen. Die Länge des zur Seitenverladung dienenden Teils der Rampe ist je nach dem Zweck und der Stärke des Verkehrs sehr verschieden — für Vieh und Langholz oft sehr ausgedehnt. Viehrampen können auch zwischen zwei Gleise gelegt und beiderseits zum Laden benutzt werden, indem das Vieh von einer Schmalseite auf der Rampe entlang getrieben wird. Solche Rampen werden zuweilen durch fornehmbare Hürden in Abteilungen zerlegt, aus denen das Vieh durch Tore unmittelbar in die Oeffnungen der Wagen geführt wird. Bisweilen werden in das Ladegleis Drehscheiben eingelegt und von diesen aus kurze Strahlengleise in Ausschnitte der Rampe vorgestreckt, um an mehreren Stellen Kopfverladung zu ermöglichen. Die Höhe der Rampen an der Langseite (1,10 m über Schienenoberkante) entspricht genau derjenigen der Ladesteige an Güterschuppen (s. d.); ebenso der Abstand von der Gleismitte an den Ein- und Ausfuhrgleisen der Stationen 2,20 m, an den übrigen Gleisen 1,65 m (hierzu kommen je 2—5 cm Spielraum wegen Ungenauigkeiten in der Bauausführung). An der Kopfseite ist etwas größere Höhe, nämlich 1,235 m über Schienenoberkante, erwünscht, um über die Puffer bequem hinwegzukommen. Langholzrampen erhalten etwa 1,70 m Höhe über Schienenoberkante, außerdem werden zweckmäßig auf der Oberfläche in Abständen von etwa 5 m alte Schienen senkrecht zum Ladegleis aufgelegt, die auf eingegrabenen Abschnitten von alten Bahnschwellen befestigt werden, damit die Stämme leicht gerollt werden können. Laderampen für militärische Zwecke, zum raschen Aus- und Einladen von Pferden oder Mannschaften, erhalten oft erhebliche Längenausdehnung (bis 550 m); sie sollen nicht mehr als 1,0 m über Schienenoberkante liegen, damit bei starker Senkung der Federn die Türen von Personenwagen nicht gegen die Rampe schlagen und so das Öffnen gehindert ist. Solche Rampen werden in ganzer Länge durch eine Querneigung zugänglich gemacht, die bis 1:4 gehen darf. Für vorübergehende Zwecke werden Laderampen auch ganz oder teilweise aus Holz hergestellt; vielfach werden hierbei alte Bahnschwellen verwendet. Außerdem hat man zum Verladen von Vieh bewegliche karrenartige Rampen aus Bohlen mit feiltlichen Geländern auf einer Achse mit großen Rädern, die an die Eisenbahnwagen herangefchoben werden und mit einer Neigung von etwa 1:4 bis 1:5 zur Straße hinableiten.

Literatur: Eisenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 3. Teil, Bahnhofanlagen, 1899, S. 725 ff. Handb. d. Ingenieurwiss., 5. Teil, Bd. 4, Anordnung der Bahnhöfe, 1. Abt., 1907, S. 229. *Kübler.*

Ladewasserlinie, f. Freibord.

Ladezunge nennt man bei Seehäfen oder größeren Flußhäfen die zungenförmigen Molen, welche an jeder Wasserseite das Ein- und Ausladen von Gleisen aus auf Schiffe und umgekehrt gestatten.

Durch deren Anordnung wird ein möglichst großer Raum zum Löschen und Laden gewonnen und findet man sie deshalb überall dort, wo die disponible Länge des Ufers nicht die für den Verkehr nötige Kailänge gewährt. Vielfach befinden sich zwischen den Ufergleisen noch mehr oder weniger geräumige Güterschuppen. Im letzteren Falle beträgt die Breite der Ladezungen oft 50—80 m, während sie, sofern nur Ufergleise bestehen, an der Spitze sehr schmal werden können und auch bei Landfuhrwerkverkehr selten mehr als 20 m Breite erhalten. — Näheres f. Seehäfen. *Zschokke.*

Ladung eines Geschützes, die zum Forttreiben des Geschosses erforderliche Pulvermenge; man unterscheidet Gefechtsladungen, Uebungs- und Salutladungen; vgl. Geschütze, Schiffsgeschütze, Munition, Schiffsvermessung, *T. Schwarz.*

Ladungsfäule, f. Akkumulatoren, Bd. 1, S. 109.

Lady-Coating, der feinste, leichteste Fries; f. Tuchforten.

Lägel, f. Legel.

Länge, geographische, eines Punkts auf der Erdoberfläche, ist der Winkel, den die Meridianebene dieses Punkts mit der Ebene des Nullmeridians, von dem aus die Länge zu zählen ist, einschließt. Die geographische Länge wird aber auch häufig im Zeitmaß ausgedrückt, und dann kann man sagen, es ist der Unterschied, den zwei nach genauer Ortszeit gehende Uhren im gleichen absoluten Moment anzeigen. Würde eine dieser Uhren die Zeit des Nullmeridians angeben, so wäre der Unterschied zugleich die absolute Länge des zweiten Ortes. Aus dem Art. Bogen- und Zeitmaß geht hervor, daß 1° der Länge im Winkelmaß 4^m im Zeitmaß entsprechen müssen.

Da man von Längen eigentlich nur mit relativer Beziehung auf einen durch Konvention aufzustellenden Nullmeridian sprechen kann, so ist natürlich die Wahl dieses Meridians von besonderer Bedeutung. Gegenwärtig kommen dafür (in geographischer Hinsicht) nur noch die Meridiane von Greenwich, Paris und Ferro in Betracht; auch die letztere Zählweise nur noch sehr selten und auf älteren Karten. Ferro und Paris sind durch die Annahme, daß als Meridian von Ferro der um 20° westlich von Paris (Mitte des Observatoriums) gelegene anzunehmen ist, nicht unabhängig voneinander, und der Meridian von Ferro geht bei dieser Annahme gar nicht mehr durch die Insel gleichen Namens. Für astronomische Zwecke rechnet man auch häufig nach demjenigen Meridian, für den das benutzte Jahrbuch (Ephemeridenammlung) angefertigt ist, so z. B. für Berlin (Berliner Astronom. Jahrbuch), Washington, Mailand u. f. w. Die Beziehungen dieser Ausgangsmeridiane zueinander sind durch sehr genaue Längenbestimmungen (f. d.) festgestellt. Da es aber viel schwieriger ist, eine solche Längendifferenz scharf zu bestimmen als z. B. eine astronomische Breite oder ein Azimut, so weisen auch die besten Längenunterschiede noch merkliche Unterschiede auf bei mehrfacher Bestimmung. Abweichungen bis zu 0,2 und 0,3 Zeitsekunden kommen in Europa bei fundamentalen Messungen noch vor, das sind in der Breite von 50° lineare Entfernungen von 9—15 m [1]. Für Punkte außereuropäischer Länder sind die Abweichungen noch erheblich größer; für telegraphische Bestimmungen können sie bis 0,5 Sekunden und für Bestimmungen auf Grund von Beobachtungen bis weit über 1 Sekunde = 450 m (im Äquator) gehen. Um gute Uebereinstimmungen zu erzielen, hat man besonders die genauen Messungen in Europa durch umfassende Ausgleichungen miteinander in Beziehung gebracht [2] und so große Systeme von Längenbestimmungen erhalten. Diese geben nun für etwa 50—60 Hauptpunkte (meist Sternwarten oder trigonometrische Punkte erster Ordnung) die scharfen Längendifferenzen gegen einen Ausgangsmeridian. Solche Hauptpunkte bilden dann wieder die Koordinatenursprungspunkte für die größeren Kartenwerke, auf denen dann durch Längenübertragungen die Positionen der einzelnen Orte abgeleitet und in das Gradnetz der Karte eingetragen sind. Man kann aus Karten im Maßstab von $\frac{1}{500000}$ noch Längen bis auf 1—2 Zeitsekunden entnehmen. Die Generalstabskarten in $\frac{1}{100000}$ gestatten eine noch etwas größere Genauigkeit, allerdings nur relativ zum Koordinatenursprungspunkt. Da es für die Kenntnis der Gestalt der Erde von großer Wichtigkeit ist, astronomische Längenbestimmungen mit den geodätischen Uebertragungen in Verbindung zu setzen, so werden seitens der „Internationalen Erdmessung“ noch fortlaufend Längendifferenzen bestimmt und ihre Resultate in den „Generalberichten der Internationalen Erdmessung“ veröffentlicht. Gute Verzeichnisse absoluter Längen, bezogen auf den Greenwicher Meridian, enthält der „Nautical Almanac“, bezogen auf Berlin, das „Berliner Astronom. Jahrbuch“, und bezogen auf Paris, die „Conn. des Temps“. Das letztere Jahrbuch gibt auch die geographischen Koordinaten einer sehr großen Anzahl von Orten in allen Erdteilen, die allerdings von ebenso verschiedener Zuverlässigkeit sind. Aber die Angabe der Quelle, der die Koordinaten entnommen sind, gestattet, sich über die Sicherheit zu orientieren. Außerdem geben auch die verschiedenen nautischen Jahrbücher oder Kalender [3] solche Tabellen, und dort sind besonders die Küstenpunkte, die Leuchttürme [4] und Zeitstationen ausgewählt.

Literatur: [1] Die Längenbestimmungen zwischen Greenwich und Paris weichen noch bis auf etwa 0,2 voneinander ab, soweit sie von englischen bzw. französischen Beobachtern an ihren eignen Instrumenten angestellt worden sind. — [2] Ausgleich von Hilfiker, 93 Längendifferenzen zwischen 39 Stationen, Astronom. Nachr. Nr. 2674, Bd. 112; von van de Sande-Bakhuyzen, 110 Längendifferenzen zwischen 43 Stationen, Résultats d'une compensation du réseau des longitudes en Europe etc., ebend. Nr. 3202, Bd. 134. — [3] Berliner Astron. Jahrbuch, Nautical Almanac, Conn. des Temps, Nautisches Jahrbuch (Berlin), Nautischer Kalender (Wien) u. f. w. — [4] Das alle zwei Jahre erscheinende amtliche Verzeichnis der Leuchttürme aller Meere. *Ambrohn.*

Länge am Himmel, f. Koordinaten am Himmel.

Längenbestimmung. Die Länge (f. d.) eines Punktes der Erdoberfläche kann entweder als absolute oder relative angegeben sein. Die Ermittlung der Länge, d. h. die Bestimmung der Längendifferenz eines Ortes gegenüber einem andern Ort (im ersteren Falle Ausgangsmeridian) kann auf geodätischem Weg durch sogenannte geodätische Uebertragung (f. d.) oder durch direkte astronomische Beobachtung geschehen.

Im ersteren Falle wird auf Grund der als bekannt angenommenen Dimensionen des Erdsphäroids durch einfach geometrische Rechnung Länge, Breite und eventuell eine Richtung, mittels der aus geodätischen Messungen bekannten Distanz und Azimute wieder Länge, Breite und Richtung an einem zweiten Ort berechnet. Im zweiten Falle wird vermittelt genauer Zeitbestimmung die Ortszeit des einen Ortes bestimmt und sodann durch Beobachtung eines terrestrischen, eines coelestischen Signals (Mondfinsternis, Meteorerscheinungen oder -verschwinden u. dergl.) oder durch Bestimmung der Rektaszension des Mondes die Zeit des andern Ortes im gleichen Momente gesucht. Die Differenz beider Ortszeiten ist die Längendifferenz (f. Länge).

1. Die Längenbestimmung auf geodätischem Weg spielt sowohl am Lande als auch auf See eine große Rolle. Für sehr genaue geodätische Längenbestimmungen am Lande müssen die Vorschriften der höheren Geodäsie zur Anwendung kommen, welche lehren, wie man aus Länge, Breite und Azimut bzw. aus den auf Grund von Dreiecknetzen berechneten Winkeln und Seitenlängen die Koordinaten eines Punktes berechnen kann (f. Geodätische Uebertragung). Für weniger genaue Bestimmungen, wie sie bei Reisen in unbekanntem Lande oder zur See benutzt werden, geschieht die Längenbestimmung einfach so, daß man Länge und Richtung (eventuell magnetisch) der zurückgelegten Strecken rechnerisch oder auf graphischem Weg aneinander reiht und so den Uebergang von einem Ort zum zweiten bewerkstelligt. (Dazu sind zu

vergleichen die Handbücher der Nautik und die Vorschriften für Itineraraufnahmen [1].) In der Nautik nennt man dieses Verfahren das Rechnen mit Koppelkurs, hier liefert die abgefahrene Strecke das Log, am Lande die Länge des zurückgelegten Weges die Marchzeit oder die Schrittzahl; die Richtung in beiden Fällen der Kompaß.

2. Die direkten (astronomischen) Längenbestimmungen können auf verschiedenem Weg ausgeführt werden: a) durch direkte Zeitübertragung, b) durch Beobachtung von Erscheinungen, welche für beide Orte im gleichen absoluten Moment wahrnehmbar sind, diese können wieder solche coelestischer oder terrestrischer Art sein, und c) Beobachtungen des Mondes mit Berechnung der für verschiedene Erdorte verschiedenen parallaktischen Verschiebung.

Zu a) gehören die direkte Zeitübertragung vermittelt Chronometer und die Uhrvergleichung an beiden Orten durch Signale mittels des elektrischen Telegraphen (in neuester Zeit auch auf dem Wege der drahtlosen Telegraphie). Wie wichtig die Bestimmung der Länge auf See ist, geht daraus hervor, daß die großen seefahrenden Nationen besondere Kommissionen für die Auffindung geeigneter Methoden ernannten (1714 die englische Parlamentskommission zur Prüfung der Längenfrage, Board of Longitude, und das Bureau des Longitudes in Frankreich) und hohe Preise für solche aussetzten, besonders später auch für die Verbesserung der Chronometer. — Auch heute wird noch befländig an der Verbesserung der Chronometer gearbeitet, und die Prüfung der für den Gebrauch der Kriegs- und Handelsmarine bestimmten Uhren ist besonderen Instituten übertragen (in Deutschland der Seewarte in Hamburg, in England dem Observatorium in Kew, in den Vereinigten Staaten der betreffenden Abteilung des Naval Observatory u. f. w.). Diese Institute bestimmen die sogenannten Gangformeln (f. Chronometer), die dazu dienen, aus den Angaben einer Uhr die Zeit des Ausgangsmeridians zu berechnen. Kennt man für einen bestimmten Moment diese und auch zugleich aus einer Zeitbestimmung die Ortszeit, so ist die Differenz beider die Längendifferenz. — Vor Einführung des elektrischen Telegraphen sind auch die Längendifferenzen der wichtigsten Sternwarten auf diese Weise häufig bestimmt worden [2]. — Auf See benutzt man zu solchen Zeitübertragungen die sogenannten Marinechronometer, das sind Uhren, welche als Regulator das Chronometerechappement haben und die zur Beibehaltung derselben Lage auch auf dem schwankenden Schiffe in einer Cardanischen Aufhängung sich befinden; an Land bewähren sich gute Taschenuhren mit Ankerhemmung besser, da die letztere viel weniger empfindlich gegen Stöße und Lagenänderungen ist. Die genaueste Methode direkter Zeitübertragung ist die durch den elektrischen Telegraphen; sie ist überall anwendbar, wo ein Telegraphendraht zwischen den Punkten *A* und *B* vorhanden ist. (Wie bemerkt, gelingen auch Uebertragungen durch drahtlose Telegraphie, womit die Methode viel allgemeinere Anwendung finden kann, sobald es gelungen ist, noch manche auftretende Störungen auszuschalten, und die nötigen Apparate einfacher gestaltet werden können.) Das Prinzip ist sehr einfach: es sei in *A* und *B* je eine genau nach der richtigen Ortszeit gehende Uhr vorhanden; man gibt von *A* nach *B* zu bestimmten Momenten der *A*-Zeit telegraphische Zeichen und notiert in *B* die entsprechenden *B*-Zeiten; der Unterschied beider ist die Längendifferenz. In Wirklichkeit kompliziert sich die Sache durch die Stromzeit (der Transport der Zeitzeichen geschieht nicht momentan), und besonders durch die persönliche Gleichung (f. Personalfehler) der beiden Beobachter u. f. w., so daß nicht nur Zeitzeichen von *A* nach *B*, sondern auch von *B* nach *A* zu geben sind und wodurch es notwendig wird, daß die Beobachter in *A* und *B* inmitten aller Beobachtungen die Beobachtungsorte wechseln. Auf die Ausführung selbst kann hier nicht eingegangen werden; es muß hier betreffs des Geschichtlichen auf die §§ 410 und 411 des Handbuchs von R. Wolf (Zürich 1892) verwiesen werden, im übrigen aber auf die Handbücher der sphärischen Astronomie und Geodäsie [3], hauptsächlich auf die Hilfstafeln von Th. Albrecht [4].

b) Für diese Zwecke verwendbare Signale können durch Pulversignale, Blickfeuer, Heliotropsignale und ähnliche gleichzeitige Erscheinungen ausgeführt werden: man beobachtet in den Punkten *A* und *B*, von denen ein zwischen beiden gelegener Punkt *C* sichtbar ist (z. B. *AC* und *CB* zwischen 20 und 100 km, wobei dann Fernrohrbeobachtung erforderlich ist), gleichzeitig das Aufblitzen oder Verschwinden (momentanes Bedecken) eines Lichtblicks (Pulver, Heliotrop). Bevor der elektrische Telegraph nach a) zur Verfügung stand, hatte diese Methode für genaue Längenbestimmung auf dem festen Land, wo die Chronometerübertragung nur ganz untergeordnete Resultate ermöglicht, große Bedeutung. Ueber das Geschichtliche ist auch das Handbuch von Wolf zu vergleichen, im übrigen f. die Lehrbücher der sphärischen Astronomie. Der persönliche Fehler ist durch Wechsel der Beobachter auf beiden Punkten zu eliminieren; die Genauigkeit, die mit plötzlichem Verdecken des Heliotroplichts erzielt werden kann, läßt sich durch Wiederholung sehr steigern, so daß die Methode dieser optischen Zeitzeichen auch heute noch für genauere Zwecke anwendbar erscheint.

Es ist hier auch der Vorschlag zu erwähnen, das Aufleuchten oder Verschwinden von Sternschnuppen an den Uhren der beiden Stationen zu beobachten, wenn er auch aus naheliegenden Gründen keine große Bedeutung erlangen konnte, vgl. [5]. Auch die Benutzung der Zeitpunkte des Anfangs und Endes der sehr häufig eintretenden Verfinsterungen der Jupitermonde gehören hierher, denn die Zeitpunkte dieser Erscheinungen (zu deren genügender Beobachtung man schon ein größeres Fernrohr von etwa 1 m Fokallänge nehmen muß) sind zwar in den Ephemeriden für die Zeit des Ephemeridenmeridians (Greenwich für Nautical Almanac und Nautisches Jahrbuch, Paris für die *Connaissance des Temps*) vorausberechnet, doch sind diese Zahlen höchst unsicher (oft um Minuten) und Jupitertrabantenbeobachtungen können nur dann erträgliche Resultate für die Länge geben, wenn gleichzeitig für die Beobachtung auf dem in Länge zu bestimmenden Punkt (z. B. in Afrika) auf einem andern Punkt der Erde von bekannter Länge (irgendwo in Europa) daselbe Ereignis (womöglich Eintritt und Austritt) mit einem ähnlichen Fernrohr beobachtet wird; das Verschwinden oder Erscheinen des Jupiter-

mondes stellt aber dann nur die (allerdings auf beliebige irdische Entfernungen, wenigstens in der Richtung NS., brauchbare) „gleichzeitige Erscheinung“ dar, die übrigens nicht plötzlich eintritt, so daß man z. B. (selbst beim ersten Mond, der seiner rascheren Bewegung wegen den andern vorzuziehen ist) beim Verschwinden eines Mondes notiert die Zeiten für: erste Abnahme des Lichtes bemerkbar; Mond noch in halber Helligkeit; Mond verschwunden. — Auch die uralte Methode der Beobachtung der Mondfinsternisse kann man hierher stellen (heute verschärft durch Beobachtung der Zeiten, zu denen der Rand des Erdchattens bestimmte Mondkraterränder u. f. w. erreicht, was wieder zu absolut denselben Zeiten für alle Punkte der Erdoberfläche eintritt, an denen der Mond sichtbar ist); es sind so vielfach brauchbare Längenbestimmungen erhalten worden, und ganz neuerdings hat Hartmann an Wolfischen Platten gezeigt, daß man sogar gute Ergebnisse erzielen kann, wenn man für die zwei Stationen (die eine ein Punkt des Reifwegs, die andre ein Punkt in Europa) photographische Platten benutzt, die nachher ausgemessen werden, vgl. [6]. Doch sind diese Erscheinungen viel zu selten und auch zu ungenau, als daß ihnen heute noch größere Bedeutung zukäme.

c) **Mondmethoden**, die für Reisen, auf denen die Chronometermethode verfaßt (Landreisen im allgemeinen stets), wo ferner von der telegraphischen Uebermittlung keine Rede sein kann, auch von b) nichts anwendbar ist oder nicht angewendet werden soll (Jupitertrabanten), die wichtigsten Methoden umfassen. Der Mond mit seiner starken Eigenbewegung in AR kann nach einem Vergleich von Herschel als Zeiger an der Weltuhr dienen, an der die Zifferblattzahlen die hellen Gestirne in der Nähe der Mondbahnebene sind. Leider ist die Bewegung des Mondes immerhin noch zu langsam, als daß er dieser Weltuhr große Genauigkeit geben könnte. Es sei zunächst die Methode der Mondstanzungen als allgemeinste, wenn auch ungenaueste erwähnt: für die Ortszeit des Ephemeridenmeridians sind nämlich die geozentrischen Abstände des Mondmittelpunkts vom Sonnenmittelpunkt, von den hellen Planeten und von einigen hellen Fixsternen in der Nähe der Mondbahn für jeden Tag von drei zu drei Stunden berechnet. Beobachtet man also zu einer bestimmten Ortszeit des Standpunkts den Bogenabstand des Mondes von einem jener Gestirne mit einem der Spiegel- oder Prismeninstrumente und „reduziert ihn auf den Erdmittelpunkt“, so läßt sich die zu dieser reduzierten Distanz gehörige Zeit des Nullmeridians aus den Ephemeridenangaben interpolieren, und man hat aus dem Vergleich dieser Zeit mit der Ortszeit der Beobachtung den Längenunterschied; vgl. Mondstanzungen. — Als besonderer Fall der Mondstanzungen ist die Bedeckung eines Gestirns durch den Mond zu betrachten, Distanz gleich dem Mondradius. — Die Sonnenfinsternisse können als zu selten hier außer Betracht bleiben (vgl. Finsternisse und Bedeckungen; über ihre Benutzung zur Berechnung der Länge vgl. die Lehrbücher der Astronomie), dagegen ereignen sich die Bedeckungen von Fixsternen durch den Mond für die Erde überhaupt ziemlich häufig, und sie bieten in der Tat ein Mittel zu guten Längenbestimmungen; die Beobachtung ist dabei leicht sehr scharf zu machen (besonders das plötzliche Verschwinden eines Sterns am dunkeln Mondrand, also bei zunehmendem Mond) und verlangt nur ein gutes Fernrohr und Uhr, während das Erlernen der Messung guter Mondstanzungen mit den Spiegel- und Prismeninstrumenten nebst der Unterfuchung aller Instrumentalkonstanten sehr lange Uebung erfordert. Mit Recht ist daher die Längenbestimmung aus Sternbedeckungen neuerdings für viele Zwecke wieder sehr in den Vordergrund gestellt worden. Die Ephemeriden enthalten die Elemente der Bedeckungen vorausberechnet; das „Nautische Jahrbuch“ gibt auch in der „Erklärung“ ziemlich eingehende Anleitung zur Ausführung der Rechnung, ebenso die „Connaissance des Temps“ in der „Explication“ jedes Jahrganges. — Eine weitere, sehr wichtige Längenbestimmungsmethode ist die aus Mondkulminationen (Vergleichung der Meridiandurchgänge der Mondränder mit denen einiger „Mondkulminationssterne“ der Ephemeriden), die übrigens schon ein größeres, fest aufgestelltes Instrument verlangt (also z. B. nicht auf dem Schiffe brauchbar ist). Die Methode ist ziemlich großer Genauigkeit fähig, besonders wenn während der Reise an Orten von bestimmter Länge ebenfalls Mondkulminationen beobachtet werden oder die Tafelfehler auf andre Weise bestimmt werden können. Man erreicht z. B. leicht eine Genauigkeit von 2–3^s aus einer mäßigen Anzahl auf beide Mondränder gut verteilten Kulmination [7], was für nicht mit dem elektrischen Telegraphen oder durch Signale übermittelte Zeitunterschiede bereits eine sehr große Genauigkeit vorstellt. — Für noch andre Mondmethoden, besonders Mondhöhen und auch sogenannte Mondazimute (Durchgänge des Mondes und von Sternen durch denselben Vertikal, eine Verallgemeinerung der Mondkulminationen) kann nur auf die bereits mehrfach genannten Werke von Chauvenet, Caspari, Brünnow, Wislicenus (kurze Anweisung zur Beobachtung und Berechnung, S. 226–234) verwiesen werden. — Zur Beurteilung der Mondmethoden sei noch erwähnt, daß die Mondstanzungen den großen Vorteil bieten, immer anwendbar zu sein, sobald nur der Mond sichtbar ist, ferner zu Land und zur See gleichmäßig anwendbar bleiben, allerdings ist ihre Genauigkeit nur gering und die Reduktion immerhin umständlich. Aus diesen Gründen sind die geozentrischen Distanzen in den neuen Jahrgängen der Jahrbücher weggeblieben. Die Sternbedeckungen, die häufig vorkommen und leicht zu beobachten sind, geben bei nicht zu exzentrischem Passieren des Sterns ebenfalls gute Resultate; ebenso die Mondkulminationen, die aber feste Aufstellung des Instruments verlangen. Immerhin reicht keine der Mondmethoden an die Genauigkeit der Zeitübertragung heran (durch den elektrischen Telegraphen oder auch nur durch Pulver- oder Heliotropblitze). Es ist ferner für alle Mondmethoden daran zu erinnern, daß die in den mehrere Jahre voraus erscheinenden Ephemeriden enthaltenen Mondörter (also auch die Mondstanzungen und die Elemente der Bedeckungen) nur mit der auch heute nicht sehr weitgehenden Genauigkeit angegeben sein können, mit der AR und δ des Mondes auf Grund der Mondtafeln [8] jene Zeit vorausberechnet werden können. Alle feineren Beobachtungen dieser Art sind deshalb später, wenn verbesserte Mondörter bekannt sind, nochmals nachzurechnen.

Sieht man von der geodätischen Uebertragung ab, so ist von den direkten Methoden nur die Längenbestimmung durch Zeitübertragung mit Hilfe des elektrischen Telegraphen imstande, in Beziehung auf Genauigkeit den Vergleich mit der direkten Bestimmung der Polhöhe auszuhalten, und sie allein kommt deshalb für Erdmessungszwecke heutzutage in Betracht; für manche Landesvermessungszwecke zweiter Ordnung (z. B. Triangulation in Halbkulturländern, wo noch wenig Telegraphen zur Verfügung stehen) können auch terrestrische Signale angewendet werden. Zur See sind mit den heutigen Chronometern auf großen Schiffen ebenfalls sehr gute Resultate zu erzielen; während aber z. B. auch zur See eine Breitenbestimmung auf 20'' oder 10'' eine überall sehr einfach und rasch zu erledigende Sache ist, ist nach längerer Reisedauer eine chronometrische Länge auf 2s = 30'' bereits außerordentlich genau. Von den Mondmethoden sind auf dem Festlande, bei möglichst guter Aufstellung des Instruments, voranzustellen die Mondkulminationen und die Mondhöhen; auf Reisen zu Land, wo die Chronometerübertragung der Zeit im allgemeinen ausgeschlossen ist (und auch zur See, wenn Chronometerübertragung nicht angeht), spielen die Hauptrolle die Bedeckungen von Sternen durch den Mond.

Literatur: [1] Handbuch der Navigation, 3. Aufl., Berlin 1891; Bolte, F., Neues Handbuch der Schifffahrtskunde, Hamburg 1899; Neumayer, G. v., Anleitung zu wissenschaftl. Beobachtungen auf Reisen, 3. Aufl., Bd. 1, Hannover 1906 (Abhandlung von P. Vogel, Aufnahme des Reifweges und des Geländes). — [2] Struve, W., Expédition chronométrique, exécuté par ordre de Sa Majesté l'Empereur Nicolas I entre Poulkova et Altona et Altona et Greenwich, St. Petersburg 1844. — [3] Die Lehrbücher von Chauvenet, Brünnow, Herr-Tinter, Caspari, und für Geodäsie: Jordan, W., Handbuch der Vermessungskunde, neu herausgegeben von Reinherz, Stuttgart 1903—07 (hier kommt besonders Bd. 2, Landmessung, in Frage); die äußerst zahlreichen Abhandlungen des Kgl. preuß. Geodätischen Instituts und des Bureaus der internationalen Erdmessung (besonders die Mitteilung von Th. Albrecht in dem Generalbericht über die Verhandlungen der allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung von 1903, Berlin 1905; mit interessanter Karte); bezüglich der Anwendung der drahtlosen Telegraphie ist zu vergleichen: Bestimmung der Längendifferenz Potsdam—Brocken, Publikationen des Kgl. Preuß. Geodätischen Instituts, Berlin 1907. — [4] Albrecht, Th., Hilfstafeln für geograph. Ortsbestimmung, 3. Aufl., Leipzig 1894. — [5] Halley, Philosoph. Transactions 1719; Benzenberg, Ueber die Bestimmung der geographischen Länge durch Sternschnuppen, 1802; auch hat man vorgeschlagen, das erste Aufblitzen der Bergspitzen auf dem Mond zu solchen Signalen zu verwenden. Die Ausführung scheiterte aber an der Identifizierung und an dem allmählichen Erscheinen der Lichtpunkte. — [6] Hartmann, Beobacht. der Mondfinsternisse, Abhandlungen der Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 23, 1896. — [7] Dazu sind die zahlreichen Abhandlungen in den Mitt. aus den deutschen Schutzgebieten über die Grenzregulierungsarbeiten 1897—1907 zu vergleichen; ebenso die Bearbeitung der astronom. Beobachtungen auf der deutschen Station der internationalen Polarforschung 1882—83. — [8] Mondtafeln von Hansen und die Untersuchungen von S. Newcomb über die Verbesserungen der Hanfenschen Tafeln.

Ambronn.

Längengrade, f. Geographische Ortsbestimmung und Geographische Koordinaten.

Längengradmessung, eine Gradmessung in der Richtung der Parallelkreise zur Untersuchung der Krümmung der Erdfigur längs der Parallelen. Die wichtigsten Längengradmessungen sind die auf dem 52. Breitengrade in Europa von der irischen Küste bis an den Ural in einer Ausdehnung von über 68 Längengraden und die transkontinentale auf dem 39. Breitengrade in Nordamerika, die einen Längenunterschied von etwa 57° umfaßt (vgl. hierzu [1] und [2]). Weiteres s. Erde.

Literatur: [1] Die europäische Längengradmessung in 52° Breite, Heft 1, Berlin 1893; Heft 2, Berlin 1896. — [2] Verhandlungen der 11. allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung, 2. Teil, Spezialberichte, Berlin 1896, S. 190. (f. Reinherz) Hillmer.

Längengurt, f. Gurtbogen.

Längenkreis, f. v. w. Meridian (f. d.).

Längenmaße. Nach der Maß- und Gewichtsordnung für das Deutsche Reich ist die Maßeinheit das Meter oder der Stab. Als Urmaß für die deutschen Längenmaße gilt seit 1889 die im Besitze der Kaiserl. Normaleichungskommission in Berlin befindliche Kopie Nr. 18 des internationalen Meters. Früher bediente man sich der Endmaße, jetzt der Strichmaße. Die Verhältnisse und amtlichen Bezeichnungen sind: 1 Meter (m) = 10 Dezimeter (dm) = 100 Zentimeter (cm) = 1000 Millimeter (mm); 1000 m = 1 Kilometer (km). Nach der Eichordnung (f. d.) sind für den öffentlichen Verkehr Maße von 0,1, 0,2 und 0,5 m sowie von 1 m bis 10 m in Abstufungen von je 1 m und von 10 m bis 25 m in Abstufungen von je 5 m zugelassen. Die Einteilungen sind vorzunehmen nach ganzen und halben Metern sowie nach Dezimetern, Zentimetern, Millimetern und Halbteilen. — Für wissenschaftliche und präzisionsmechanische Feinmaße wird gebraucht 0,001 mm = 1 Mikron (μ).

Die innezuhaltenden Fehlergrenzen sind:

A. Fehlergrenzen für die Gesamtlänge oder für äußere Fehler. 1. Für metallene Präzisionsmaßstäbe von 2 m Länge $\pm 0,2$ mm, 1 m Länge $\pm 0,1$ mm, für kürzere

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. VI.

$\pm 0,05$ mm. 2. Für gewöhnliche metallene oder hölzerne Maße von 10 m bis 7 m ± 3 mm, 6 m bis 4 m ± 2 mm, 3 m und 2 m ± 1 mm, 1 m $\pm 0,5$ mm, für kürzere $\pm 0,25$ mm. 3. Für Werkmaßstäbe sind die doppelten Fehlergrößen zulässig, für kürzere Maße als 1 m sind 0,75 mm erlaubt; für Bandmaße aus Stahl sind zulässig von 25 m bis 20 m ± 4 mm, von 15 m bis 10 m ± 3 mm, von 9 m bis 7 m ± 2 mm, von 6 m bis 4 m $\pm 1,5$ mm, von 3 m bis 2 m ± 1 mm, von 1 m $\pm 0,75$ mm.

B. Fehlergrenzen für die Einteilung oder für innere Fehler. Bei Maßen von mehr als 2 m Länge darf der Fehler des Abtandes einer Teilungsmarke von der nächsten Endmarke die Hälfte des erlaubten äußeren Fehlers nicht überschreiten, bei kürzeren Maßen darf der Fehler des Abtandes einer Teilmarke von jedem der beiden Enden den gesamten äußeren Fehler nicht überschreiten. Außerdem sind die Fehlergrenzen für die Abstände benachbarter Teilungsmarken bei Präzisionsmaßen und bei Teilung in Zentimeter $\pm 0,2$ mm, bei Teilung in Millimeter $\pm 0,1$ mm. Die entsprechenden Fehlergrenzen für gewöhnliche Maße sind $\pm 0,5$ mm und $\pm 0,2$ mm. — Zur Prüfung und Eichung der Längenmaße an den Eichungsstellen dienen die sogenannten Gebrauchsnormale und Kontrollnormale (f. d.). Ueber Längenmaße zu geodätischen Messungen f. Längenmessung.

Eine Vergleichung älterer deutscher und einiger ausländischer Längenmaße mit dem metrischen System gibt die folgende Zusammenstellung:

Baden	1 Fuß zu 10 Zoll zu 10 Linien	= 0,3000 m
	1 Rute zu 10 Fuß	= 3,0000 "
Bayern	1 Fuß zu 10 Zoll zu 10 Linien	= 0,2919 "
	1 Rute zu 10 Fuß	= 2,9186 "
Braunschweig	1 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,2854 "
	1 Rute zu 16 Fuß	= 4,5658 "
Frankfurt a. M.	1 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,2846 "
	1 Feldrute zu 10 Feldschuh	= 3,5576 "
Hamburg	1 Fuß zu 12 Zoll	= 0,2866 "
	1 Marchrute zu 14 Fuß	= 4,0120 "
	1 Geestrute zu 16 Fuß	= 4,5851 "
Hannover	1 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,2921 "
	1 Rute zu 16 Fuß	= 4,6735 "
Heffen, Großherzogtum	1 Fuß zu 10 Zoll zu 10 Linien	= 0,2500 "
	1 Klafter zu 10 Fuß	= 2,5000 "
Heffen, Kurfürstentum	1 Normalfuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,2877 "
	1 Kataferrute	= 3,9888 "
Mecklenburg	1 Fuß	= 0,2910 "
	1 Rute zu 16 Fuß oder zu 10 Dezimalfuß	= 4,6560 "
Naffau	1 Werkfuß oder -schuh zu 10 Zoll zu 10 Linien	= 0,3000 "
	1 Werkrute zu 10 Werkfuß	= 3,0000 "
	1 Feldfuß oder Feldschuh	= 0,5000 "
	1 Feldrute zu 10 Feldfuß	= 5,0000 "
Oldenburg	1 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,2959 "
	1 neue Rute zu 18 Fuß	= 5,3258 "
	1 alte Rute zu 20 Fuß	= 5,9176 "
Preußen	1 Fuß (rheinl.) zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,3139 "
	1 Rute zu 12 Fuß oder zu 10 Dezimalfuß	= 3,7662 "
Sachsen	1 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,2832 "
	1 Feldrute zu 10 Dezimalfuß	= 4,2950 "
	1 Straßenrute	= 4,5310 "
Sachsen-Weimar	1 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,2820 "
	1 Rute zu 16 Fuß oder zu 10 Dezimalfuß	= 4,5117 "
Württemberg	1 Fuß zu 10 Zoll zu 10 Linien	= 0,2865 "
	1 Rute zu 10 Fuß	= 2,8649 "
Dänemark und Norwegen	1 Fuß (Fod) zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,3139 "
	1 Rute (Rode) zu 10 Fuß	= 3,1385 "
England und Nordamerika	1 Fuß zu 12 Zoll	= 0,3048 "
	1 Yard zu 3 Fuß	= 0,9144 "
	1 Rute (Rod, Perch) = $5\frac{1}{2}$ Yards	= 5,0292 "
	1 Chain = 22 Yards	= 20,1166 "
Frankreich, Belgien und Italien	1 Pariser Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,3248 "
	1 Toise zu 6 Pariser Fuß	= 1,9490 "
Griechenland	1 kgl. Piki zu 10 Palamas zu 10 Dactyl zu 10 Gram	= 1,0000 "
Niederlande	1 alter Fuß	= 0,2831 "
	1 alte Rute zu 14 Fuß	= 3,9638 "
	1 El	= 1,0000 "
	1 Roede zu 10 El	= 10,0000 "
Oesterreich	1 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien	= 0,3161 "
	1 Klafter zu 6 Fuß	= 1,8965 "
	1 Ingenieurruete zu 10 Fuß zu 10 Zoll	= 3,1608 "
Rußland	1 Fuß = 1 englischer Fuß	= 0,3048 "
	1 Arschin zu 16 Werfchock	= 0,7112 "
	1 Saſchen (Faden) zu 7 Fuß	= 2,1336 "
Schweden	1 Fuß (Fot) zu 12 Zoll	= 0,2969 "
	1 Elle (Aln) zu 2 Fuß	= 0,5938 "

Schweiz	1 Fuß zu 10 Zoll zu 10 Linien	= 0,3000 m
	1 Rute zu 10 Fuß	= 3,0000 „
Spanien	1 kastilischer Fuß (Pie)	= 0,2786 „
	1 Elle (Vara) zu 3 Fuß	= 0,8359 „
	1 Estado zu 4 Ellen	= 3,3436 „

Die darauf gegründeten Flächenmaße und Meilenmaße f. d. (*† Reinhertz Hillmer*).

Längenmeßinstrumente, Längenmessung. Zu den gewöhnlichen Längenmessungen dienen Meßlatte und Stahlmeßband. Aeltere, zurzeit nicht mehr allgemein angewendete Instrumente sind die Meßkette und der Feldzirkel oder die Drehlatte (f. d.). Für untergeordnete Messungen kommen in Betracht Meßschnüre, leinene Bänder u. f. w., in vereinzelt Fällen auch das Meßrad (f. d.). — Die Längenmessung in geodätischem Sinne ist die unmittelbare Bestimmung des horizontalen Abstandes von zwei Punkten. — Die grundlegende Messung einer Basis für Triangulierungen wird mit besonderen Instrumenten nach besonders durchgebildeten Verfahren ausgeführt. Näheres f. Basismessung.

1. Die Längenmeßinstrumente.

a) Die **Meßlatte** ist ein Stab aus affreiem, geradfasrigem, abgelagertem Fichtenholz, welches gegen das Eindringen von Feuchtigkeit durch mehrfachen Oelanstrich geschützt ist. Der Maßwert ist als Endmaß bestimmt durch die Mittellinie des Stabes zwischen den mit festgekitteten Metallbeschlägen versehenen Enden. Die Metallbeschläge endigen entweder in glatten, rechtwinklig zur Stabachse stehenden Flächen oder in stumpfen Stahlschneiden. Die ganze Länge des Endmaßes von 5 m, 4 m, 3 m oder 2 m ist durch Nagelköpfe und Farbringe in Dezimeter eingeteilt und meterweise durch rotweißen oder schwarzweißen Oelanstrich unterschieden. Eine weitere Einteilung in $\frac{1}{2}$ dm ist für viele Zwecke empfehlenswert, eine Teilung in Zentimeter auf eingelegetem Metallstreifen für Feinmessungen erforderlich. Der Lattenquerschnitt kann vierkantig oder oval sein; ein runder Querschnitt ist nur für kurze Latten geeignet. Für den gewöhnlichen Gebrauch ist die Fünfmeterlatte mit ovalem, aus einem Rechteck von 3×6 cm entstandenen Querschnitt, der sich den Enden zu etwas verjüngt, am passendsten. Eine Latte mit folchem Querschnitt, an den Enden unterstützt und hochkantig gelegt, biegt nicht durch. Bei der Längenmessung wird stets ein Paar zusammengehöriger, rotweiß und schwarzweiß gestrichener Latten verwendet. — Wegen der hygroskopischen Eigenschaften des Holzes zeigt die Stablänge trotz des Oelanstriches mit wechselnder Luftfeuchtigkeit Aenderungen, die 0,3 mm auf 1 m betragen können, während die thermischen Aenderungen dagegen unbedeutend sind. Es ist daher erforderlich, den Maßwert von Zeit zu Zeit durch Vergleich mit Normalmaßen zu prüfen. Der Ersatz des Holzes durch ein andres Material, z. B. Metallröhren, bringt andre Uebelstände mit sich und ist bisher auf einzelne Fälle beschränkt geblieben. — Zur Prüfung sind Normalmaße zu verwenden, welche mindestens die Genauigkeit von Gebrauchsnormalen (f. d.) haben müssen. Am zweckmäßigsten sind zwei gleiche Einmeterstäbe aus Stahl mit Endschneiden, welche, mit einem Beglaubigungsschein der Kaiserlichen Normalgleichungskommission versehen, von den bei Art. Geodätische Instrumente genannten mechanischen Instituten zum Preise von etwa 15 M. bezogen werden können. Die Prüfung geschieht auf einem Komparator (f. d.). In den amtlichen Vermessungsanweisungen sind Fehlergrenzen für die Meßwerkzeuge aufgestellt. Nach [2] sind die bei den preussischen Katastervermessungen unter Berücksichtigung der Temperatur innezuhaltenden Fehlergrenzen für Latten von 5 m, 3 m und 2 m Länge bzw. $\pm 1,6$ mm, 1,3 mm und 1,1 mm. Nach der Eichordnung gehören hölzerne Maßstäbe (f. Längenmaße) zu den Werkmaßstäben. Da für diese weitere Fehlergrenzen als die obigen zulässig sind, genügt eine Eichung der Meßlatte als Werkmaß nicht. Bei besonders feinen Messungen wird eine Reduktion der Lattenmessung auf Normalmaß vorgenommen. In Einzelfällen sind auch Meßlatten mit Berichtigungsvorrichtungen hergestellt, die sich aber wegen ihrer Empfindlichkeit für den Feldgebrauch im allgemeinen nicht bewähren. Zur bequemen Mitnahme auf Reisen eignen sich Meßlatten zum Zusammenklappen oder zusammenschiebbare Rohre. Ein der Meßlatte verwandtes Instrument ist die früher vornehmlich in Süddeutschland gebrauchte Drehlatte (f. d.).

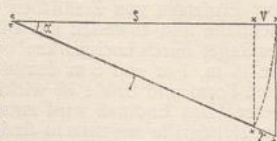
b) Das **Stahlmeßband**. Ein kräftiges Band aus gehärtetem Stahl, 10–25 mm breit und nicht über 0,5 mm dick, von 10 m, 20 m oder 25 m Länge, trägt an seinen beiden Enden Ringe zum Einsetzen von Ziehstäben oder Handgriffe, mit denen es ausgespannt werden kann. Die Ziehstäbe sind zuweilen mit Dosenlibellen versehen. Die Bänder für den Feldgebrauch sind in der Regel durch Lochmarken oder durch aufgenietete Messingmarken in Dezimeter geteilt, wobei die $\frac{1}{2}$ m, 1 m und 5 m deutlich hervorgehoben sind. Eine zweckmäßige Anordnung der Marken nach Form und Größe ist wichtig. Feinere Bänder tragen eine eingezätzte Strichteilung in Zentimeter. Das Endmaß wird entweder durch Teilstriche oder Kerben angegeben, die in der Nähe der Handgriffe angebracht sind, oder es wird durch die Mittellinien der in die Endringe eingesetzten Ziehstäbe bestimmt. Bei der Messung wird in ersterem Falle jede Bandlage im Boden durch Zählnadeln oder Messerschnitte, auf Pflaster und Asphalt durch Bleistiftstriche oder auch durch besondere Anreihvorrichtungen [9] bezeichnet, in letzterem Falle durch das Einsetzen der Ziehstäbe selbst. Da die Ziehstäbe starke, mit Stahlspitzen versehene Holzstäbe von 30–35 mm Durchmesser oder eiserne Rohre von 20–25 mm Stärke sind, ist hierbei die Bezeichnung der Bandlage auf dem Boden nicht so scharf wie im ersten Falle, zumal die Bodenmarke sich beim Ausspannen des Bandes leicht verlegen kann. Bei Spatenform der Ziehstabspitze sind die in weichem Boden hieraus entstehenden Fehler etwas geringer als bei konischer Form. Die Ziehstablinge müssen in doppeltem Sinne durch Gelenk und Wirbel drehbar sein, damit einer

Beschädigung des Bandes durch Verdrehung vorgebeugt wird. Zubehörfücke sind zwei Ringe oder zwei Köcher mit zehn Zählstiften und eine Rolle zum Aufwickeln. Als Spezialstiften für die Lieferung von Stahlmeßbändern sind zu nennen die mechanischen Institute von Raschke in Glogau und Sprenger in Berlin. — Neben den beschriebenen Bändern kommen noch in Betracht Meßseile, die aus einer Anzahl von feinen, geglähten Eisendrähten gedreht sind, ferner für Grubenmessungen Messingdrähte und für untergeordnete Messungen Taschenbänder in verschiedener Anordnung aus Stahl, Pergament, Leder und Leinwand mit oder ohne Metallfäden im Gewebe. Schließlich ist noch hinzuweisen auf den Jäderin'schen Basismeßapparat (f. Basismessung). — Die Prüfung des Bandes erfolgt wie die der Latten mit Stahlnormalen. Es ist dazu eine ebene Fläche von der Länge des Bandes erforderlich. Da die Länge des Stahlbandes wegen seiner Elastizität von der Spannung (f. [1] und [9]) abhängig ist, muß bei der Prüfung wie auch bei der Messung möglichst eine Normalspannung innegehalten werden. In der Feldmessung wird diese durch Schulung der Bandzieher erzielt, bei feineren Messungen durch Federspannungsmesser. Bei denjenigen Bändern, bei welchen die Ziehstabmittellinien als Endmarken dienen, müssen bei der Vergleichung die inneren Ringflächen und die Ziehstabdurchmesser berücksichtigt werden. Die obengenannte Anweisung [2] bestimmt als Fehlergrenzen für ein Meßband von 20 m Länge $\pm 3,5$ mm und von 10 m Länge $\pm 2,4$ mm.

c) Die **Meßkette** besteht aus einzelnen, durch Ringe verbundenen Drahtgliedern von 2 dm oder 5 dm Länge. Sie wird wegen ihrer Unhandlichkeit und wegen der vielen Fehlerquellen bei ihrem Gebrauche nicht mehr in der Feldmessung verwendet. Nur bei Grubenmessungen wird zu untergeordneten Zügen eine hierfür bequeme Kette aus Messingdraht gebraucht.

2. Die Längenmessung.

a) Zur **Ausführung der Längenmessung** ist zunächst erforderlich das Ausrichten oder Abstecken (f. d.) der Linien zwischen den Punkten, deren Abstände bestimmt werden sollen. Dazu dienen Fluchtstäbe, die je nach dem Gelände in 10–50 m Abstand gesetzt werden. Die Linien können mit freiem Auge, mit einem Handfernrohr und in schwierigen Fällen mit einem Theodolit ausgerichtet, auf städtischen Straßen auch mit einer Kreidefchnur abgesehürt werden. In die abgesteckten Linien werden die Meßlatten durch Zielen über ihre Längsrichtung und das Meßband durch Einrichten der Ziehstäbe scharf eingeführt. Sind die Linien abgesehürt, so können die Meßwerkzeuge unmittelbar angelegt werden. Der horizontale Punktabstand kann unmittelbar gemessen werden durch Einrichten der Latten oder des Bandes in die horizontale Meßlage. Die Meßwerkzeuge können auch auf den Boden aufgelegt werden. Dann wird der horizontale Punktabstand aus der in geneigter oder schiefer Meßlage bestimmten Entfernung und aus dem Neigungswinkel der Meßinstrumente ermittelt. Der einfachste Fall liegt vor, wenn das Gelände nahezu horizontal ist, so daß die aufgelegten Meßwerkzeuge ohne weiteres als genügend genau horizontiert angesehen werden können. Bei der Lattenmessung werden die beiden Latten abwechselnd mit sanfter Berührung aneinander gelegt, wobei der Lattenleger die einzelnen Lagen laut zählt. Bei der Bandmessung werden die Endpunkte der Bandlagen durch Zählstäbe bezeichnet, und es wird eine Lage an die andre gereiht. Zur Bedienung des Bandes sind zwei Gehilfen nötig. — Die Einrichtung in die Horizontale geschieht bei unebenem Gelände am einfachsten durch Schätzung des rechten Winkels, den Latten oder Band mit einer Senkelschnur, einem Lotstab oder einem lotrecht gestellten Ziehstab bilden müssen. Die Genauigkeit von 0,25%, mit der die Horizontierung in dieser Weise erfolgt, reicht für gewöhnliche Längenmessungen im allgemeinen aus. Besondere Fälle können eine Horizontierung mit einer Setzlibelle (f. d.) erfordern. Die Endpunkte der horizontalen Meßlagen werden mit den genannten Hilfsmitteln herabgelotet, und eine Lage wird an die andre gefügt. Der Ablotefehler ist etwa $\pm 3-5'$ oder bei einer Abloteshöhe von 1 m linear etwa $\pm 1-1,5$ mm. Die beschriebene Methode nennt man die Staffelmessung. — Bei Messungen in unebenem Gelände in schiefer Meßlage dient zur Bestimmung der Neigung ein Höhenwinkelmeßer (f. Höhenmeßer) oder ein ähnliches Instrument (f. Freihandinstrumente zum Nivellieren und Höhenmessen), die zusammen mit zwei gleichlangen Stäben gebraucht werden. Dann wird aus dem ermittelten Höhenwinkel α und der geneigt gemessenen Länge l die horizontale Länge s nach $s = l \cos \alpha$ oder eine Verbesserung v nach $v = l(1 - \cos \alpha)$ mit Hilfe von Tabellen abgeleitet. Es sind auch besondere Instrumente konstruiert worden, und zwar für die Bandmessung die sogenannten Horizontalmeßer (f. z. B. in [3]), an denen man s und v unmittelbar ablesen kann, und für Lattenmessung die sogenannten Reduktoren oder ähnliche Vorrichtungen, mit denen v bestimmt wird [4]. Die Verbesserungen für lange Linien mit gleichmäßiger Neigung ermittelt man auch wohl mit Hilfe eines Theodolithhöhenkreises oder eines Nivellierinstrumentes. — Wird für Linienmessungen mit vielen Zwischenablesungen die Projektion des horizontalen Meßwerkzeugs aus einer geneigten Lage unmittelbar im Felde durch Zufügung eines Reduktionswertes gefunden, so hat man das sogenannte Vorlegen. Die vorzulegende Reduktion r kann an Horizontalmessern (f. oben) oder Lattenreduktoren (f. oben) abgelesen werden, welche nach der Beziehung $r = l: \cos \alpha - l$ geteilt sind. Man kann sie aber auch aus dem Höhenunterschied h der geneigten Lage nach $r = h^2:2l$ mit Hilfe einer Tabelle ermitteln. h wird an einem Maßstab gemessen, wobei die Horizontallinie mit einer Taschenkanalwage, einem Pendel Spiegel, einem Winkelspiegel oder Prisma mit Lot hergestellt wird. Auch kann r nach einem entsprechend geteilten Maßstab bestimmt werden. S. hierzu [5] und [6]. Für Meßlatten von 5 m besteht nach $r = h^2:10$ die einfache Beziehung: das Quadrat von h in Dezimetern ergibt die Reduktion in Millimetern. Das vorzulegende Maß wird nach einem Maßstab abgefezt; Schätzung nach

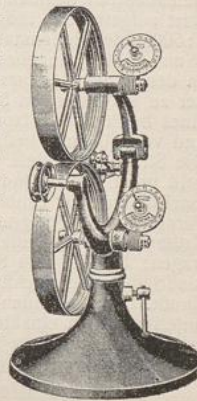


Augenmaß ist nur bei untergeordneten Messungen statthaft. Im allgemeinen wird bei Lattenmessungen und ebenso auch bei Bandmessungen in wenig geneigtem Gelände das Staffelfverfahren dem zuletzt beschriebenen Verfahren vorgezogen. — Soll in vereinzelt Fällen mit den angegebenen Hilfsmitteln eine besonders scharfe Längenmessung ausgeführt werden, so ist ein der Basismessung (f. d.) nachgebildetes Verfahren anzuwenden, indem Meßlatten mit Endschneiden auf einfachen Böcken oder Lattenunterlagen längs Schnüren gelegt werden. Die Neigung wird dann mit Libellengradbogen bestimmt, und es wird eine sorgfältige Maßvergleiche vorgenommen. Eine Intervallmessung mit Meßkeilen ist hierbei jedoch nicht zu empfehlen.

b) **Genauigkeit und Fehler.** Bei der Längenmessung entstehen Messungsfehler durch Ausweichungen der Meßwerkzeuge aus der Geraden in horizontalem und vertikalem Sinne durch Durchbiegung der Instrumente, durch die Fehler der Neigungsbestimmung, der Ablotung und des Aneinanderfügens der einzelnen Werkzeuglagen, beim Meßbande besonders durch die Spannungsfehler und endlich durch die Fehler des Maßwertes und der Ablefung an den Messungspunkten. Die Messungsfehler sind teils regelmäßige, mit der durchmessenen Länge fortschreitende, teils unregelmäßige Fehler, die nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetze (f. Fehlertheorie) mit der Quadratwurzel aus der Anzahl der Meßlagen anwachsen, und teils solche Fehler, die von der Länge der durchmessenen Strecke unabhängig sind, wie die Fehler aus der Auffassung der Messungspunkte und der Ablefung an denselben. Der Betrag dieser verschiedenen Einzelfehler und ihr Zusammenwirken sind abhängig von dem angewendeten Verfahren, dem Gelände und den sonstigen begleitenden Umständen. — Eine allgemein gültige Beziehung für das Anwachsen des Messungsfehlers mit der durchmessenen Länge ist nicht angebar. Wenn die regelmäßigen, mit der Entfernung s fortschreitenden Fehleranteile f überwiegen, so nähert sich die Fehlerfunktion der Form fs , falls die unregelmäßigen Fehler u vorherrschen, der Form $u\sqrt{s}$, falls beide gleichmäßig auftreten, kann die Form lauten: $\sqrt{f^2 s^2 + u^2 s}$, und unter Berücksichtigung der Ablese- u. f. w. Fehler a wird daraus: $\sqrt{a^2 + f^2 s^2 + u^2 s}$. Für die meisten Fälle kann, da das Verhältnis der Einzelfehler unbekannt bleibt und ein wechselndes ist, ohne Eingehen auf dieselben als Ausdruck für den Gesamtfehler die Form $c + fs$ angewendet werden. Weiteres f. [7]. — Bei dieser Sachlage ist erklärlich, daß auch die Fehlergrenzformeln, welche in den amtlichen Vermessungsanweisungen vorgeschrieben sind, eine verschiedene Form haben, wobei auch die Bedeutung der Messung und die Schwierigkeit des Geländes in Rechnung gebracht sind. Die älteren Formeln hatten fast allgemein die Form fs für prozentuale Fehler, die neueren sind verschieden, z. B. gilt für günstige Verhältnisse in Preußen $0,01\sqrt{4s+0,005s^2}$, in Württemberg $0,01\sqrt{s+0,0005s}$, in Elsaß-Lothringen für Polygonisierung $0,008\sqrt{s+0,00064s}$, für Stückvermessung $0,006\sqrt{s+0,0004s+0,05}$, in Hamburg $0,0039\sqrt{s}$ (vgl. die beim Art. Kataster, Bd. 5, S. 406, angeführten Vermessungsanweisungen, ferner auch [1]). Als besondere Untersuchungen über die Genauigkeit und Fehlerfortpflanzung bei Längenmessungen ist zu verweisen auf [7]—[12]; weitere Literatur gibt [1]. — Als allgemeiner Ausdruck für die Genauigkeit kann gelten, daß bei wiederholten Messungen von Polygonseiten mit Längen von 100—200 m bei genauer Maßvergleiche die Abweichungen im Maximum nicht über einige Zentimeter hinausgehen sollen und daß bei den sonstigen Linienmessungen etwa die folgenden Fehlergrenzen bestehen: bei 50 m: 3—20 cm, bei 100 m: 4—30 cm, bei 200 m: 5—40 cm, bei 500 m: 8—80 cm, sowie daß in ganz besonderen Fällen bei Messung längs gespannten Schnüren und entsprechend sorgfältigem Verfahren (vgl. oben) die Fehler noch innerhalb eines Zentimeters gehalten werden können. Weiterhin ist als bemerkenswert anzugeben, daß die Lattenmessung im allgemeinen der Bandmessung überlegen und daß bei schwächeren Neigungen die Anwendung der geneigten Meßlage mit Neigungsbestimmung, bei stärkeren Neigungen dagegen die Staffelmessung günstiger ist.

Literatur: Ausführliche Behandlung in den beim Art. Geodäsie genannten Lehr- und Handbüchern, besonders in [1] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2, 6. Aufl., bearbeitet von Reinhertz, Stuttgart 1904. — [2] X, Anweisung, betreffend die Einrichtung des Vermessungswesens u. f. w., Berlin 1881. — [3] VIII, Anweisung für das Verfahren bei Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters, 3. Aufl., Berlin 1906. — [4] Zeitschr. für Vermessungswesen: Meßlattenreduktor von Krayl, 1896, S. 665; Lattenreiter von Schulze, 1901, S. 549; Staffellapparat von Puller, 1903, S. 342; Neigungsmesser von Wimmer und Kracke, 1905, S. 537. — [5] Ebend., 1873, S. 77. — [6] Wilki, Einführung in die trigonometrischen bezw. Ausgleichsrechnungen, Liegnitz 1883, S. 16. — [7] Zeitschr. für Vermessungswesen, Reinhertz, Ergebnisse der Messung der Bonner Basis mit Meßlatten und Meßband, 1896, S. 7. — [8] Ebend., Abendroth, Genauigkeit der Lattenmessung, 1899, S. 449. — [9] Ebend., 1903, Artikel über Stahlbandmessung, -elastizität, Anreihvorrichtungen, Genauigkeit, Haubmann, S. 161; Löfchner, S. 165; Reinhertz, S. 176. — [10] Lorber, Genauigkeit der Längenmessungen, Wien 1877. — [11] Löfchner, Genauigkeitsuntersuchungen für Längenmessungen, Hannover 1902. — [12] Kopf, Ueber die Genauigkeit der Längen- und Winkelmessungen, Rostock 1904. († Reinhertz) Hillmer.

Längenmeßmaschine, für Kabel, Litzen, Seile, Bindfaden, Draht u. f. w., besteht aus zwei Trommeln von je 1 m Umfang, zwischen denen das Material hindurchbewegt wird und die je mit einem Zählwerk in Verbindung stehen; f. die nebenstehende Figur (von Paul Reiß in Berlin).



Die Maschine ist nach jeder Richtung hin ohne Aenderung der Säulenstellung drehbar, und der Durchlauf kann in der Höhe verstellt werden. Das obere Rad sitzt an einem Scharnierhebel. An der An- und Ablauftelle sind Führungsrollen angebracht. Die Trommeln sind aus einer harten Aluminiumlegierung hergestellt und ihre Achsen laufen in Kugellagern. Zuweilen wendet man auch Längenmeßmaschinen mit nur einer (oberen) Meßtrommel an, die auf das Kabel u. f. w. aufgedreht wird.

A. Widmaier.

Längenprofil, auch Höhenplan genannt, zeichnerische Darstellung eines der Längsachse einer Eisenbahn, einer Straße, eines Flusses, eines Kanals u. f. w. folgenden senkrechten Schnitts mit Längeneinteilung (Längenvermessung). Da die Abmessungen der Höhen im Verhältnis zu denen der Längen in der Regel klein sind, so werden die Höhen, um sie besser zur Darstellung zu bringen, beinahe stets in größerem Maßstab aufgetragen als die Längen; Längenprofile sind daher beinahe immer verzerrte Bilder. Die Ueberhöhung nimmt man je nach dem Gelände bei Eisenbahnen und Straßen meist 10- oder 20fach, bei Flüssen und Kanälen 50- oder 100fach an.

Im Längenprofil werden dargestellt: das Gelände samt Wasserläufen unter Angabe der Wasserstände (Hoch-, Mittel-, Niederwasser), die Neigungsverhältnisse (f. d.) des Objekts unter Angabe der Neigungen und ihrer Länge, die Kunstbauten unter Angabe des Zwecks, der lichten Weite und der lichten Höhe, wie sie nach der senkrechten Achsfläche geschnitten werden; außerdem Längsgräben, Längswege in der Projektion auf die Achsfläche. Ferner kann zur Darstellung der Krümmungsverhältnisse ein Kurvenband beigegeben werden, d. h. eine auf die Länge jeder Krümmung (im Längenmaßstab) unterbrochene gerade Linie unterhalb des Längenprofils, deren einzelne hierdurch entstehenden Strecken durch Bogen nach der Seite, nach der die Krümmung konkav ist, verbunden werden. Die Längeneinmessungen der Anfänge und Enden der Krümmungen, ihre Längen und Halbmesser sowie die Längen der Geraden sind anzugeben. Kübler.

Längenprofil der Flüsse, die Abwicklung der je in der Richtung des Flußlaufes geführten Vertikalschnitte; hierbei ist die Wasserpiegellinie allein die Gefällskurve.

In das Längenprofil, das gewöhnlich nach dem Stromtriche genommen wird und sonach auch die größte Wassertiefe bzw. den Talweg aufweist, werden in der Regel auch die Uferlinien, die allfälligen Deichkronen und die Brücken eingetragen. Da das Gefälle von oben nach unten im großen ganzen mehr oder minder stetig abnimmt, so gleicht das Längenprofil eines Flusses von der Quelle bis zur Mündung beiläufig einer nach oben hohlen Kurve, die theoretisch für geschiebeführende Flüsse in [1] festgestellt ist. Unregelmäßigkeiten in einem solchen Längenprofil sind natürlich sehr häufig. Sie werden durch die Verschiedenartigkeit des Flußbettes, durch das Gerinne überquerende, gewissermaßen Grundwehre bildende Barren, vielfach Ueberreste ehemaliger Gebirgszüge, durch Schuttkegel (f. Wildbäche) einmündender Nebenflüsse, durch dem Flusse eigne Sand- und Schotterbänke (f. Sinkstoffe) u. dergl. verursacht. Normalmäßige Anfertigung von Längenprofilen für Oesterreich f. [5].

Literatur: [1] Sternberg, H., Untersuchungen über Längen- und Querprofil geschiebeführender Flüsse, Erbkams Zeitschr. für Bauwesen, 1875, S. 483. — Darstellungen von Flußlängenprofilen: [2] Franzius, Der Wasserbau, 1. Abt., 1. Hälfte, 3. Aufl., Leipzig 1892. — [3] Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 5. — [4] Riedel, Die Wasserverhältnisse in Schlesien, Wien 1881, Taf. III. — [5] Vorschrift über die Verfassung u. f. w. der Situations-, Längenprofils- und Querprofilpläne der Binnengewässer; vom k. k. hydrogr. Zentralbureau, Wien 1896.

Längenprofile (Höhenpläne) der Straßen entstehen, wenn eine die Mittellinie der Straße enthaltende, lotrecht stehende Fläche in eine Ebene ausbreitet wird.

Um die bisweilen nur geringen Höhenunterschiede im Längengefälle der Straßen und im Geländeprofil deutlich ersichtlich zu machen, wird das Längenprofil in lotrechtem Sinne verzerrt aufgetragen, indem der Längenmaßstab gleich demjenigen des Lageplanes (1:1000 bis 1:5000), der Höhenmaßstab dagegen als ein Vielfaches desselben (nach der preußischen Instruktion 25 mal größer) angenommen wird. Die Haupt- und Zwischenprofile erscheinen als Ordinaten, an denen die Höhenzahlen des betreffenden Geländepunktes schwarz, diejenigen der Mittellinie der zu entwerfenden Straße rot anzuschreiben sind. Diese Höhenzahlen werden auf die Höhe eines bestimmten Fixpunktes bezogen (z. B. auf den Amsterdamer oder Berliner Pegel u. f. w.) und von einem in bestimmter Höhe über diesem Fixpunkt belegenden Normalhorizont aufgetragen. Die Straßenmittellinie kann nun, je nach den Gelände- und Steigungsverhältnissen, bald über, bald unter der Geländelinie liegen, wodurch die Auftrag- bzw. Abtragstrecken sich kenntlich machen und zur Erhöhung der Deutlichkeit rot bzw. braun oder schwarz angelegt werden. Ferner sind in geeigneter Weise die Längen der mit verschiedenem Gefälle behafteten oder in Krümmungen liegenden Strecken einzuschreiben; die Sohle der Seitengräben ist blau einzutragen; für die den Straßenentwurf durchschneidenden oder berührenden Gewässer sind die niedrigsten und höchsten Wasserstände anzugeben; die zu errichtenden Bauwerke und die im Straßenzuge liegenden Ortschaften sind kenntlich zu machen und die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen einzutragen. Die Art der Eintragung und Darstellung der genannten Dinge wird in den verschiedenen Ländern durch besondere Bestimmungen festgelegt.

L. v. Willmann.

Längenteilung, -teilmaschine, f. Teilmaschine.

Längsgefälle, die Neigung der Mittellinie einer Straße oder Eisenbahn

gegen die Wagerechte. Es wird durch die trigonometrische Tangente des Neigungswinkels gemessen oder in Prozenten zur Länge ausgedrückt; f. Straßensteigungen.

Längsquartier (Riemstück, Riemchen, Riemenstein), auch Kopfstück genannt, ist ein Backsteinstück von der vollen Steinlänge und halben Breite (f. Backsteine, Backsteinverband).

L. v. Willmann.

L. v. Willmann.

Längsriß, der Längenschnitt eines Schiffes; f. Schiffszeichnung.

Längsfaling, am Top des Mastes befestigte Längshölzer, welche den Fuß der Stenge stützen; f. Bemaftung.

Längschott eines Schiffes, zur Unterteilung des Schiffsrumpfes notwendige, wasserdicht hergestellte Wände in der Längsrichtung des Schiffes, im Gegensatz zu Querschott.

T. Schwarz.

Längschubspannung, f. Biegung, Bd. 1, S. 798.

Längspannt, der zur Versteifung des Schiffsbodens und als Längsverband eines Schiffes dienende Bauteil des Schiffsrumpfes; f. Schiffbau.

Längsträger, f. Fahrbahngerippe.

Lärche, f. Nutzhölzer.

Lärchenrinde, f. Gerbstoffe, Bd. 4, S. 401.

Läufer, im Bauwesen jeder Stein, der seiner Länge nach parallel zur Mauer liegt.

L. v. Willmann.

Läufer, ein zum Scheren von Taljen oder Takeln verwendetes Tau.

Läufer (Rotor), f. Motor, elektrischer.

Läufer (Läuferstein), f. Mahlgang.

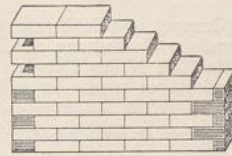
Läuferfchicht, eine Mauerfchicht, bei welcher in der Gefichtsfläche der Mauer nur Läufer (f. d.) sichtbar sind.

L. v. Willmann.

Läuferstein, f. Läufer.

Läuferverband (Schornsteinverband) bildet sich bei einer Mauerstärke von einer Steinbreite oder einem halben Stein Dicke durch Verschieben der Schichten um eine halbe Steinlänge (f. die Figur).

Die Verzahnung ist eine gleichmäßig um einen halben Stein ein- greifende, die Abtreppe eine ebenfalls gleichmäßige mit halben Stein breiten Stufen. Die Endigung der Mauer geschieht jede zweite Schicht durch halbe Steine (f. die Figur, links) oder durch Ein- quartiere (f. d.) und Drei quartiere (f. d.) (f. die Figur, rechts), je nachdem die Mauerlänge einer ganzen Anzahl halber Steine oder einer solchen, vermehrt um einen Viertelstein, entspricht.



L. v. Willmann.

Läuteinduktoren, f. Lütewerke im Eisenbahnwesen.

Läuter, f. v. w. Lutter, f. Spiritusfabrikation.

Läuterapparate, f. Bierbrauerei, Preßhefe.

Läutern, in der Aufbereitung, f. v. w. Abläutern (f. d.).

Lütewerke im Eisenbahnwesen werden zu verschiedenen Zwecken und in diesen entsprechenden Ausführungsarten verwendet.

1. **Elektromagnetisches Lütewerk**. Diese Einrichtung soll den Bahnwärtern die Abfahrt der Züge von den Stationen anzeigen, also die durchlaufenden Linien signale übermitteln. Sie besteht im allgemeinen aus einem Glockenschlagwerk, dessen Hämmer von einem Uhrwerk mit Gewichtsantrieb bewegt werden, sobald die Hemmung desselben ausgelöst wird, was auf elektromagnetischem Wege erfolgt. Bei jeder Auslösung gibt das Werk eine bestimmte Anzahl von Schlägen und hemmt sich alsdann selbsttätig, bis wieder eine neue Auslösung erfolgt.

Als Beispiel für eine dieser im übrigen verschiedenartig ausgeführten Konstruktionen ist nachstehend das sogenannte Univerfallütewerk von Siemens & Halske beschrieben, von dem diese Firma bis zum März 1907 rund 28000 Stück für die verschiedensten Bahnen Europas und teilweise auch fremder Erdteile geliefert hat. — Fig. 1 zeigt die äußere Ansicht eines solchen Lütewerks. Die ganze Einrichtung ist der einfacheren Aufstellung wegen in einem zylindrischen Gehäuse von Eisenblech untergebracht, auf dessen Dach sich die Glocken mit den Hämmern befinden. Die Werke werden aus unten näher angegebenen Gründen ein-, zwei- und dreiglockig ausgeführt. Fig. 1 stellt die zweiglockige Läutebude dar. Im Innern der Bude ist auf einem Aufsatzbrett das Univerfallütewerk (Fig. 2) aufgestellt, dessen Einrichtung, wie der Name andeutet, mit unwesentlichen Abänderungen für alle drei Arten von Läutebuden dieselbe ist. — In Fig. 2 bedeutet a_1 die Achse der Trommel, welche mittels Gewichts und Drahtschnur angetrieben wird. Sie überträgt ihre Drehung mittels des Rades Z und eines Triebes auf die Zwischenachse a_2 und von dieser mittels einer weiteren Räderüberfetzung auf die Achse a_3 des die Bewegung regulierenden Windfanges. Im Ruhezustande wird der Hemmungshebel H durch die Klinke k , welche von dem Anker des Elektromagneten E ausgelöst werden kann, in der

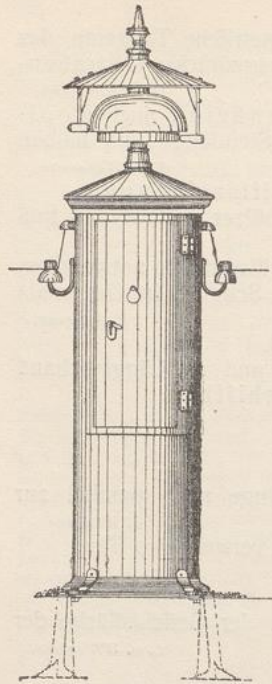


Fig. 1.

gezeichneten Stellung gehalten, und die Welle w deselben hemmt die Bewegung, da der auf der Zwischenwelle a_2 sitzende Winkelhebel W sich mit dem einen Arm gegen w legt. Bei der Auslösung der Klinke k durch den Elektromagneten dreht sich der Hebel H unter der Wirkung seines Gegengewichtes G so weit, daß die halb durchgefeilte Welle w den Winkelhebel W freiläßt, worauf das Werk in Gang kommt. Die auf der Stirnseite des Rades Z sitzenden Rollen r setzen hierbei den kurzen Arm des Winkelhebels V in Bewegung, von dessen längerem Arm ein Drahtzug zu dem Glockenhammer geführt ist. Besitzt das Werk mehrere Glocken, so wird die entsprechende Anzahl von Winkelhebeln in das Gestell eingesetzt, die von denselben Rollen nacheinander bewegt werden.

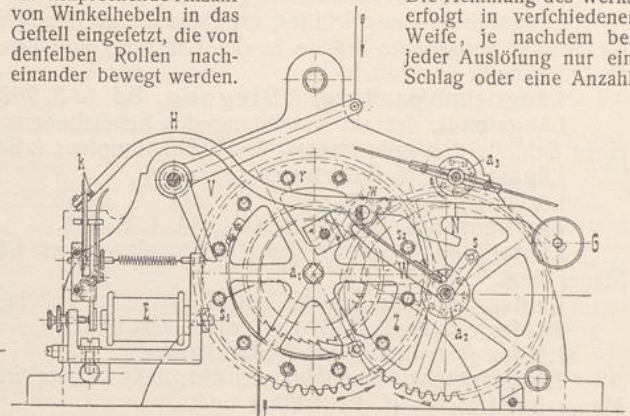


Fig. 2.

(Gruppe) von Schlägen gegeben werden soll (Gruppenschläger). Im ersteren Falle flößt bei jedesmaliger Umdrehung der Zwischenwelle a_2 der Stift s des auf ihr sitzenden Winkelhebels W gegen die Nafe N des Hebels H , wodurch letzterer wieder zurückgedreht und in die Klinke k eingeschlagen wird. Im andern Falle wird dagegen die Hemmung in ähnlicher Weise durch die verlängerten Rollenstifte s_1 und s_2 auf dem Rade Z bewirkt. Je nach der Zahl dieser Stifte und der Anzahl der Rollen r kann sonach eine größere oder geringere Anzahl von Schlägen bei jeder Auslösung gegeben werden.



Fig. 4.

- Leitung.
- Läutwerk mit einer Glocke.
- ⊙ Läutwerk mit zwei Glocken.
- Läuteinduktor mit einer Drucktafte.
- ⊞ Läuteinduktor mit zwei Drucktaften.
- ⊥ Erdleitung.

Die Werke werden für Gruppen von einem bis zu zwölf Schlägen ausgeführt. — Gewöhnlich werden die Buden nur mit einer Glocke, das Werk also nur mit einem Hammer ausgerüstet.

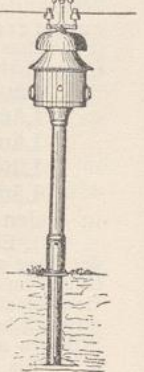


Fig. 3.

Jede der Rollen r bewirkt alsdann einen Schlag. Wenn jedoch mehrere Bahnlirien nebeneinander laufen oder sich kreuzen, kann es notwendig werden, die verschiedenen Linien-signale voneinander zu unterscheiden, und zu diesem Zweck verwendet man alsdann noch zwei- und dreiglockige Buden, in deren Werken jede der Rollen r zwei bzw. drei Hämmer in Bewegung setzt, also einen Doppel- bzw. Dreifschlag bewirkt. Für einfachere Zwecke verwenden Siemens & Halske die in Fig. 3 dargestellte Läute-fäule mit sogenanntem Spindelläutewerk, von welcher Einrichtung bis März 1907 rund 12500 Stück ausgeführt wurden. Die Säule, in der sich das Gewicht bewegt, trägt ein das Werk umschließendes Gehäuse, auf dessen Dach die Glocke aufgesetzt ist. Das Schlagwerk selbst besitzt nur ein Rad nach Art der Schwarzwald-wecker, dessen Knaggen den um eine vertikale Spindel drehbaren Hammer gegen die gegenüberstehenden Seiten der Glocke hin und her werfen, so daß durch jede Knagge ein Doppelschlag bewirkt wird. Läßt man den Hammer nur einseitig anschlagen, so erhält man einfache Schläge. Die Auslösung und Hemmung wird in ähnlicher Weise bewirkt wie beim Univerfalläutewerk. Die Werke werden für Gruppen von 1—18 Schlägen ausgeführt, die Säulen ein- oder zweiglockig. In letzterem Falle schlägt der Hammer abwechselnd gegen die beiden Glocken. Näheres f. unter [1]—[6]. Die beschriebenen Läutewerke sind gewöhnlich für Arbeitsstromauslösung mit Elektromagneten von 10 Ohm Widerstand eingerichtet; in besonderen Fällen auch für Ruhestromauslösung. Im ersteren Falle wird die Auslösung gewöhnlich durch Läute-induktoren mit gleichgerichteten Induktionsströmen bewirkt, kleine magnetelektrische Maschinen, gewöhnlich mit Siemenschem Doppel-T-Anker, welche durch Handkurbel und Räder-vorgelege betrieben werden. Vereinzelt werden auch Wechselströme angewendet, für welchen Zweck der Auslösungsmechanismus eine etwas andre Gestalt erhält. Näheres f. unter [1] und [2]. Die Ströme werden den Läutewerken durch die Läuteleitung zugeführt, die von einer Station

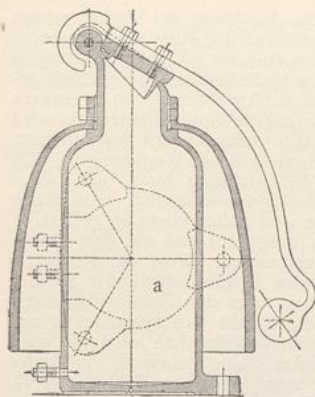


Fig. 5.

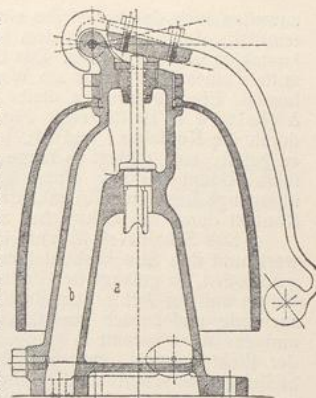


Fig. 6.

zur andern führt und in welche die Werke hintereinander geschaltet sind (f. Fig. 4).

Einrichtung der Läutwerke für elektromagnetische Hilfssignale. Um diese Signale zur Herbeiführung von Hilfe von den Stationen von der Strecke aus zu geben, erhalten die beschriebenen Läutwerke häufig eine Zusatzeinrichtung, die in nachstehender Weise angeordnet ist: Auf einer der Achsen des Läutwerkes wird eine dem zu gebenden Signal entsprechende Knaggscheibe aufgesteckt, deren Knaggen auf einen in die Läuteleitung eingeschalteten Unterbrechungstaster wirken.

In der Leitung fließt beständig ein konstanter Batteriestrom von einer solchen Stärke, daß die Elektromagnete der Läutwerke durch ihn nicht beeinflußt werden. Beim Auslösen des Läutwerkes von Hand wird derselbe durch die den Unterbrechungstaster bewegenden Knaggen nach Maßgabe der Länge dieser letzteren auf längere oder kürzere Zeit unterbrochen, wodurch auf den beiden benachbarten Stationen ein in die Läuteleitung eingeschalteter Wecker zum Ertönen gebracht und das betreffende Signal auf akustischem Wege übermittelt wird. Für den Fall, daß es notwendig oder zweckmäßig erscheint, das Signal auch schriftlich aufzunehmen, wird auf den Stationen beim Ertönen des Weckers dieser letztere aus- und ein Morsetelegraph eingeschaltet, auf dessen Papierstreifen alsdann das Signal in Morsezeichen erscheint. Für den Fall, daß die Läuteleitung zugleich als Sprechleitung dient (f. Bahntelegraphen), wird das Signal natürlich durch die ständig eingeschalteten Morseapparate aufgenommen. — Die durch diese Einrichtung übermittelten Signale bestehen aus zwei Begriffen, von denen der erstere den Ort der Aufgabe, also die Nummer der betreffenden Läutebude angibt, während der zweite die Art des Unfalls oder der zu sendenden Hilfe näher kennzeichnet; f. a. [2]—[4].

2. Dampfbläutwerke. Um auf Nebenbahnen ohne Bahnbewachung, namentlich mit unbewachten Wegübergängen, Unglücksfälle zu vermeiden, sind die Lokomotiven solcher Bahnen mit Läutwerken auszurüsten [7], da der Ton der Dampfpeife die Pferde häufig scheu macht. — Die früher gebräuchlichen Handglocken sowie auch die Läutwerke, welche durch befondere kleine Hubdampfmaschinen betätigt wurden, sind auf deutschen Bahnen größtenteils durch die in Fig. 5 und 6 dargestellten Dampfbläutwerke von Latowski in Breslau verdrängt worden. In die Kammer *a* wird beim Läuten durch ein Rohr von geringem Querschnitt ständig Dampf eingelassen, unter dessen Ueberdruck sich die die Kammer nach oben abschließende Klappe in Fig. 5 bzw. das Ventil in Fig. 6 mit dem darauf lastenden Hammer hebt, wodurch eine derartige Ausflußöffnung für den Dampf entsteht, daß der Druck in der Kammer rasch sinkt. Die Klappe bzw. das Ventil fällt infolgedessen mit dem Hammer herab und letzterer bringt die die Kammer umgebende Glocke zum Ertönen, worauf durch den ständig in die Kammer strömenden Dampf von neuem Ueberdruck hergestellt und ein neues Spiel des Hammers eingeleitet wird. — Bei der Anordnung in Fig. 5 entweicht der Dampf durch die Klappe in die freie Luft, wodurch unter Umständen die Aussicht des Lokomotivführers beschränkt wird. Dieser Uebelstand wird bei der Anordnung in Fig. 6 vermieden, indem der aus dem Ventil ausströmende Dampf durch den Kanal *b* und ein an denselben anschließendes Rohr in den Schornstein oder in die Wasserkästen der Lokomotive abgeleitet wird.

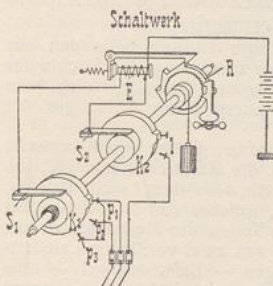


Fig. 7.

3. Läutwerke für Wegübergänge, Wegübergangssignale, dienen bei unbewachten Wegübergängen über Eisenbahnen dazu, dem Publikum Nachricht vom Herannahen eines Zuges zu geben. Sie kommen insbesondere auf eingleisigen Nebenbahnen zur Anwendung und bestehen gewöhnlich aus einem am Wegübergang aufgestellten elektromagnetischen Läutwerk, welches von dem die Strecke begehenden Wärter in regelmäßigen Zwischenräumen aufgezo-gen, wohl auch durch eine elektrische Batterie betätigt wird. Beim Ingangsetzen des Werkes wird

zuweilen auch durch daselbe ein sichtbares Zeichen gegeben. Die Auslösung des Werkes erfolgt selbsttätig durch den sich dem Uebergang nähernden Zug, und zwar mit Hilfe von Schienenkontakten oder Radtafern. Das Läutwerk wird nach einer entsprechenden Anzahl von Schlägen mittels eines unmittelbar am Wegübergang befindlichen weiteren Radtafers durch den Zug gehemmt. Eine Läuteanlage dieser Art für eine eingleisige Bahn in der Ausführung von Siemens & Halske in Berlin zeigt Fig. 7. Das am Wegübergang aufgestellte Spindelläutwerk wird durch die Kontakte I und III, je nachdem der Zug von der einen oder andern Seite kommt, ausgelöst, und schlägt so lange, bis der Zug es durch den Kontakt II am Wegübergang stillstellt. Damit der Zug hinter sich durch den dritten in der Fahrtrichtung hinter dem Wegübergang liegenden Kontakt das Läutwerk nicht nochmals unnötigerweise auslöst, wird dieser Kontakt durch ein elektrisches Schaltwerk auf eine angemessene Zeit außer Wirkung gesetzt.

Das Schaltwerk ist auf einer der benachbarten Stationen aufgestellt und mit dem Läutwerk und den Streckenkontakten durch elektrische Leitungen verbunden. Wird der Kontakt I geschlossen, so gelangt der Batteriestrom über den Elektromagneten E , die Schleiffeder S_1 , die isoliert auf der Achse sitzende Kontaktscheibe K_1 , den Kontakt p_1 und den Schienenkontakt I zur Erde und zurück zur Batterie. Der Elektromagnet hebt die Klinke des Sperrades R aus und das Werk kommt in Gang. Da hierbei der Kontakt p_1 sofort unterbrochen wird, so wird der Elektromagnet unmagnetisch und das Sperrad beim nächsten Zahn gehemmt. In dieser Stellung des Schaltwerkes gelangt der Strom von der Batterie unmittelbar zur Schleiffeder S_2 und geht über die Kontaktscheibe K_2 zum Kontakt I und das Läutwerk zur Erde. Das Läutwerk wird also ausgelöst. Gleichzeitig ist die Kontaktscheibe K_1 mit dem Kontakt p_2 und dem Schienenkontakt II am Wegübergang in Verbindung getreten. Wird letzterer überfahren, so findet der Strom über den Elektromagneten E , S_1 , K_1 , p_2 und II einen Weg zur Erde. Die neue Auslösung des Schaltwerkes löst zunächst den Kontakt I und setzt sodann das Läutwerk durch Selbsthemmung still. Weiter tritt K_1 mit dem Kontakt p_3 und damit mit den Schienenkontakten I und III in Verbindung. Bei dieser Stellung des Schaltwerkes wird dieses letztere durch den dritten Zahn des Sperrades gehemmt. Ueberfährt der Zug jetzt den Kontakt III, so gelangt der Strom über E , S_1 , K_1 , p_3 , III zur Erde und es erfolgt die dritte Auslösung des Schaltwerkes, welches jetzt langsam (in etwa $1\frac{1}{4}$ Minuten) in die Ruhelage zurückkehrt. In dieser Zeit hat auch der längste Zug unter gewöhnlichen Verhältnissen den Schienenkontakt verlassen, so daß bei eingetretener Hemmung das Werk nicht mehr von demselben Zuge ausgelöst werden kann; vgl. a. [3] und [6].

Literatur: [1] Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, 6. Aufl., Braunschweig 1888. — [2] Röll, Encyklopädie des gesamten Eisenbahnwesens, Wien 1891, Bd. 3. — [3] Kohlfürst, Die elektrischen Telegraphen und Signalmittel auf der Frankfurter internationalen elektrotechnischen Ausstellung 1891, Stuttgart 1893. — [4] Grahwinkel und Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, 6. Aufl., Berlin 1900. — [5] Schubert, Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetrieb, Wiesbaden. — [6] Der Eisenbahnbau der Gegenwart, 4. Abschn., Signal- und Sicherungsanlagen, Wiesbaden 1904. — [7] Eisenbahnbau- u. Betriebsordnung vom 1. Mai 1905, Berlin, § 36 (8) u. 58. Köchy.

Läutwerke, elektrische, f. Alarmvorrichtungen, Haustelegraphen.
Lävalose, Bezeichnung für den Fruchtzucker, welche dessen Linksdrehung zum Ausdruck bringen sollte (f. Kohlehydrate, Fruktose).

Lafettierung, Lafette. Lafettierung bedeutet die Anbringung der Lafette. Die Lafette eines Geschützes ist das Gestell, auf welchem das Geschützrohr lagert und welches dazu dient, den Rückstoß des Geschützes aufzunehmen sowie das Richten und eventuell den Transport desselben zu ermöglichen.

Die **Schiffslafetten** für die glatten Geschützrohre mit geringer Ladung bestanden aus einfachen hölzernen Gestellen, welche mittels des Brooktaues zur Hemmung des Rücklaufes an der Schiffswand befestigt waren. Erst mit Einführung der gezogenen Geschütze ging man zu Eisen als Konstruktionsmaterial und zu besonderen Bremsvorrichtungen zur Aufnahme des Rückstoßes über.

In England führte zuerst Armstrong die Bügelkompreffe, später die Kompreffe mit Stellscheibe oder die Lamellenbremse ein und so entstand die **Rahmenlafette** [2], [5], [6], [10], Fig. 1. Dieselbe besteht in der Hauptsache aus der Oberlafette oder dem Lafettenkörper, in welcher das Geschützrohr gelagert ist, und dem Lafettenrahmen, welcher das Fundament für die Oberlafette bildet und dieselbe führt, während zwischen beiden Teilen der Mechanismus zur Hemmung des Rücklaufs eingeschaltet ist. Die Oberlafette besteht aus zwei vertikalen Lafettenwänden mit den Schildzapfenlagern, welche durch Querverbindungen — Lafettenriegel — miteinander verbunden sind und sich mittels Rollen auf den Gleitschienen des Rahmens bewegen. Beim Rücklauf werden diese Rollen durch exzentrische Lagerung ihrer Achse meist gehoben, so daß die Oberlafette auf dem Rahmen nur gleitet und so mehr Reibung entsteht. Der Lafettenrahmen trägt ein Lager für den Pivotbolzen sowie Laufräder, welche auf entsprechend geformten, in Deck eingelassenen Schienen rollen, und kann durch ein Schwenkwerk um den Pivotbolzen zur Erzielung der Seitenrichtung gedreht werden.

Befindet sich der Pivotbolzen vor dem Rahmen und wird derselbe mit dem meist in dem Geschützportendremmel gelagerten Pivotbolzen durch die Pivotklappe verbunden, so nennt man die Lafette eine **Schwenkrahmenlafette**. Für Batteriegeschütze, bei denen der Decksraum meist beschränkt ist, wird der Rahmen bisweilen kürzer gemacht und die Oberlafette legt alsdann mit dem Schwanzende ihren Rücklauf auf dem Deck zurück. Diese Lafetten führen den Namen **Halbrahmenlafetten**. Auf Kasemattschiffen sind die Rahmenlafetten bisweilen für Pfortenwechsel eingerichtet und sind für diesen Zweck besondere Schienenanlagen und Pivots erforderlich.

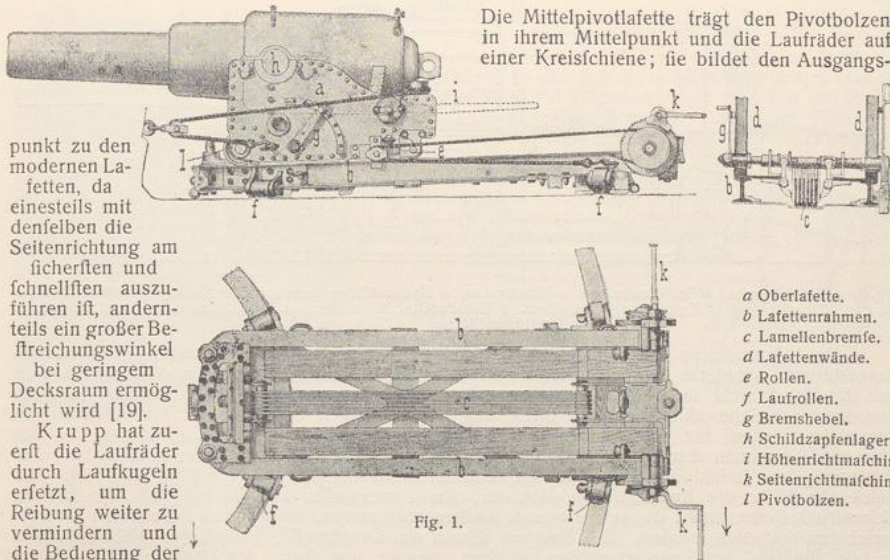


Fig. 1.

punkt zu den modernen Lafetten, da einesteiis mit denselben die Seitenrichtung am sichersten und schnellsten auszuführen ist, anderntheils ein großer Befreichungswinkel bei geringem Decksraum ermöglicht wird [19].

Krupp hat zuerst die Laufräder durch Laufkugeln ersetzt, um die Reibung weiter zu vermindern und die Bedienung der Seitenrichtmaschine mit der Hand auch für die schwereren Geschütze zu ermöglichen. Das Mittelpivot besteht dann aus einem Winkelring bzw. Rohr, welches mit der unteren Kugelbahn ein Stahlgußstück bildet und in welches der Rahmen mit rohrförmigem Sockel und angeöffneter oberer Kugelbahn hineinragt. Bei den neueren Lafetten ist das rohrförmige Pivot für die zentrale Munitionszuführung eingerichtet. Für die Höhenrichtung dient die Zahnbogenrichtmaschine, welche durch Vavasseur dahin vervollkommen wurde, daß die Bedienung derselben bis

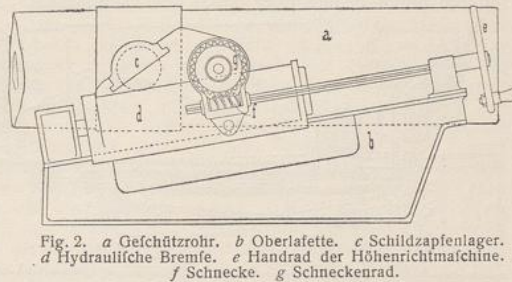


Fig. 2. a Geschützrohr. b Oberlafette. c Schildzapfenlager. d Hydraulische Bremse. e Handrad der Höhenrichtmaschine. f Schnecke. g Schneckenrad.

zum Abfeuern der Geschütze ohne Gefahr für den Zielenden erfolgen konnte, wobei durch Einschalten einer Lamellenbremsskupplung Beschädigungen des Getriebes durch den Rückstoß vermieden wurden (Fig. 2) [10]. Die weitere Entwicklung der Schiffslafette entsprach dem nunmehr auftretenden stetigen Wachsen der Geschützkaliber und der Rohrgewinde sowie dem Steigen der Geschosßgeschwindigkeiten, wodurch einesteiis die Mechanismen zur Begrenzung des Rücklaufs vervollkommenet, anderntheils die Zahl der schweren Geschütze eingeschränkt wurde und die Aufstellung derselben in Türmen erfolgen mußte. Die ersten **Panzertürme** wurden für Monitors und Turmschiffe nach dem System von Ericson und Coles erbaut. Mit dem Wachsen der Geschützkaliber bis zu 42 cm bei einem Rohrgewicht von 110 t ging man in England zu besonderen Turmkonstruktionen über. Der geschlossene Panzerturm ruht mittels eines Rollenkranzes von konischen Rollen auf einem entsprechenden Unterbau, welcher mit den Bewegungsmechanismen durch eine gepanzerte Zitadelle geschützt ist. Das Turmfundament bildet den Unterbau für die Oberlafette, welche anfänglich in Anlehnung an die Rahmenlafette konstruiert wurde. Die Drehung des Turmes erfolgt mittels Zahnkranz durch ein Rädergetriebe, welches mit der Hand oder durch eine Dampfmaschine betätigt wird.

Die bedeutenden Gewichte der geschlossenen Panzertürme — bis zu 400 t —, die geringe Höhe des Geschützstandes, die geringe Depression und Elevation der Geschütze, die Beschränkung des Gesichtsfeldes für das Richten der Geschütze und die Verunreinigung der Luft in den geschlossenen Türmen durch die Pulvergase für die Bedienungsmannschaft führte in Frankreich zum Bau der Barbetttürme, oben offenen Panzerwällen, über welche die Geschütze über Bank feuern. Bei diesen Türmen bildet die innerhalb der Panzerwand gelagerte Drehscheibe den Rahmen, auf welchem meist zwei Oberlafetten für zwei Geschütze mit parallelen Rohrachsen aufgestellt sind (Drehscheibenlafette). Die Lagerung sowie die Bewegung der Drehscheibe erfolgt in ähnlicher Weise wie bei den geschlossenen Panzertürmen. Doch hatten auch den Barbetttürmen ernste Mängel an; vor allem geringer Schutz der Bedienungsmannschaft und der Lafette, wozu meist eine an der Drehscheibe befestigte Schutzhaube dient, die alsdann den Vorteil des freien Gesichtsfeldes beseitigt; ferner ein umständlicher Munitionstransport zu den Geschützen, da durch die Einführung der langen Hinterlader ein besonderer Panzerfach für den Munitionstransport erforderlich wurde und das Laden der Geschütze nur in der Längsachse des Schiffs erfolgen konnte (Fig. 3).

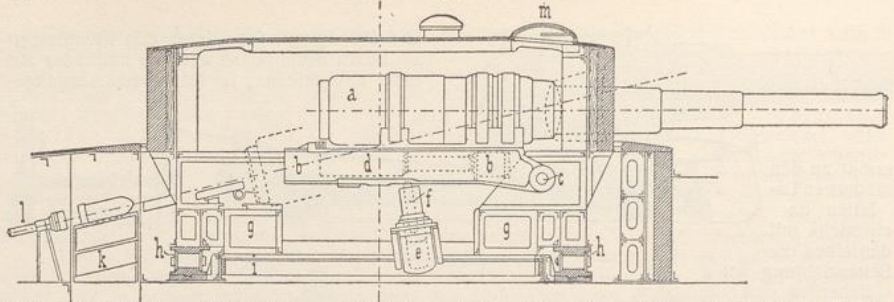


Fig. 3. *a* Geschützrohr. *b* Schlittenbalken. *c* Pivotbolzen. *d* Hydraulischer Bremszylinder. *e* Hydraulischer Zylinder für die Höhenrichtung. *f* Kolbenfange deselben. *g* Unterlafette. *h* Rollenkranz. *i* Zahnkranz. *k* Munitionsaufzug. *l* Hydraulischer Setzer. *m* Zielkappe.

Das Manövrieren mit den schweren Geschützen sowie mit den schweren geschlossenen Panzertürmen erforderte stetig wachsende Kräfte, welche für einen schnellen und sicheren Betrieb mit der Hand nicht mehr zu bewältigen waren. Es wurden hydraulische Motoren zu Hilfe genommen, welche allmählich zur Bedienung der wichtigen Lafetten- und Geschützrohrteile verwendet wurden, für das Nehmen der Höhen- und Seitenrichtung des Geschützes, für das Ein- und Ausrennen des Geschützes in Verbindung mit der Rücklaufbremse, zum Laden, zur Bewegung des Verschlusses sowie für den Munitionstransport [7], [8], [10], [14], [16], [18]. Die Betriebskraft für die hydraulischen Motoren, das Druckwasser von 60 bis 100 Atmosphären Ueberdruck liefern meist doppelt wirkende Differentialpumpen, welche von besonderen Dampfmaschinen betrieben werden. Die Pumpen führen das Druckwasser besonderen Akkumulatoren zu oder sie sind mit Regulierventilen versehen, welche den Gang der Dampfmaschine derart regeln, daß im Druckwasser Schwankungen über 6–8 Atmosphären ausgeschlossen sind [17], [18]. Die Betriebsmaschinen der Pumpen arbeiten kontinuierlich und wird ihre Arbeitsleistung je nach dem Verbrauch des Druckwassers vom Akkumulator oder vom Regulierventil selbsttätig reguliert. Es werden meist zwei Pumpenanlagen vorgesehen, welche einzeln imstande sind, alle hydraulischen Motoren zugleich zu speisen, so daß eine Pumpenmaschine als Reserve zu betrachten ist. Die Akkumulatoren erhalten kleine Dimensionen und die Belastung erfolgt nicht durch Gewichte, sondern durch Federn oder durch den Dampfdruck. In den kupfernen oder stählernen Rohr-

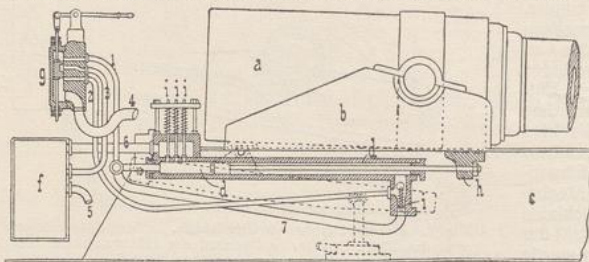


Fig. 4. *a* Geschützrohr. *b* Ober-, *c* Unterlafette. *d* Hydraulische Rücklaufbremse. *e* Hydraulischer Zylinder für die Höhenrichtung. *f* Hilfsreservoir. *g* Schieberkasten mit Schieber. *h* Ansatz des Schlittens. *i* Federventile. 1 Rohr zum Ausrennen, 2 Rohr zum Einrennen des Geschützes, 3 Ausströmungsrohr ins Reservoir, 4 Rohr vom Akkumulator, 5 Rücklaufrohr, 6 Ablaufrohr von den Ventilen, 7 Verbindungsrohr der beiden Zylinderenden.

geführten für den Anlaßschieber [7]. Viekers verwendet neuerdings für die Zu- und Abführung des Druckwassers schwingende Rohre, bestehend aus zwei beweglichen Armen mit zwei festen Endstutzen, von welchen der eine an dem festen Unterbau, der andere an dem drehbaren Lafettenunterbau befestigt ist (Fig. 5) [20]. — Die Seitenrichtmaschinen bestehen entweder aus zwei einfach wirkenden hydraulischen Zylindern, deren Kolben durch Kettenübertragung die Trommel des Lafettenrahmens bewegen [7], [14], oder neuerdings aus besonderen hydraulischen Rotationsmaschinen mit Umsteuerung [10], [20], welche mittels Zahnradübersetzung auf den an der Drehscheibe bzw. am Turm befestigten Zahnkranz einwirken. Die Höhenrichtung erfolgt bei den schweren Geschützen durch einfach wirkende hydraulische Zylinder. Dieselben greifen entweder am Schwanzende des Geschützrohres an und drehen das Rohr um die Schildzapfen (Fig. 4), oder sie wirken auf besondere Schlittenbalken, auf welchen das Geschütz mittels eines Schlittens, an welchem es mit Kammzapfen befestigt ist, gleitet (Fig. 3). Die Schlittenbalken tragen vorne horizontale Pivotbolzen, welche dicht unterhalb der Geschützpforte gelagert sind, und werden am hinteren Ende in kugelförmigen Lagern durch die Kolbenfange des hydraulischen Zylinders gestützt. Letzterer enthält meist einen Trunkkolben. Zur Senkung der Geschützöffnung wird in den Zylinder Druckwasser geleitet, während zur Erhöhung

rohrstutzen mit besonderen Ringkanälen in Anwendung gekommen, welche in der Achse der Drehscheibe bzw. des Drehturmes gelagert und derartig konstruiert sind, daß während der Drehung der Lafette ein ständiger Zu- und Abfluß des Druckwassers stattfinden kann. Die hohle Achse des Rohrstutzens dient für den Fall, daß die Wasserfäulenmaschinen nicht im Turm aufgestellt werden, zur Aufnahme des

rohrs mit besonderen Ringkanälen in Anwendung gekommen, welche in der Achse der Drehscheibe bzw. des Drehturmes gelagert und derartig konstruiert sind, daß während der Drehung der Lafette ein ständiger Zu- und Abfluß des Druckwassers stattfinden kann. Die hohle Achse des Rohrstutzens dient für den Fall, daß die Wasserfäulenmaschinen nicht im Turm aufgestellt werden, zur Aufnahme des

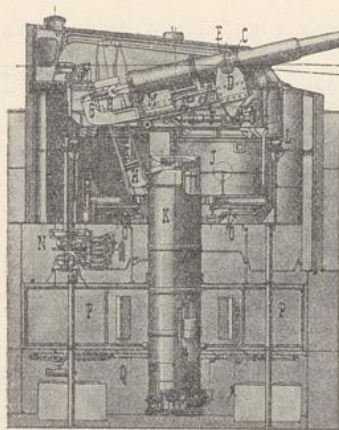


Fig. 5. 30,5 cm-Doppelturm von Vickers-Maxim. A Schlittenbalken. B Schlitten. C Kammringe. D Backen. E Schildzapfen. F Hydraulische Höhenrichtmaschine. G Kettenanleger. H Zwischenaufzug. J Umladekammer. K Hauptaufzug. L Rollenkranz. M Rücklaufbremse. N Hydraulische Turmdrehmaschine. O Druckwasserzu- und -abführung. P Kartufchkammer. Q Granatkammer.

der Elevation das Ablaufrohr freigegeben wird. Die Schlittenlafette bietet den großen Vorzug, daß der Rücklauf des Geschützes in der Feuerlinie erfolgt, so daß die Rücklaufbremse in der Hauptfäche den Rückstoß aufnimmt; auch läßt sich durch die Drehung der Schlittenbalken um eine in der Nähe der Pforte gelagerte Achse eine minimale Geschützpforte erzielen (Fig. 3). Bei den neuesten Turmlafetten für schwere Geschütze wird der Drehpunkt des Schlittens in die Seelenachse des Geschützrohres und zwar in den Schwerpunkt des zu drehenden Systems verlegt, so daß das Geschütz mit Lafette für alle Richtungswinkel ausbalanciert ist und demnach das Nehmen der Höhenrichtung auch mit der Hand zur Reserve ermöglicht wird (Fig. 5). Die Schlittenbalken sind dann mit Backen versehen, welche am oberen Ende je einen Schildzapfen tragen, mit dem die Schlittenrahmen in zwei auf der Drehscheibe befestigten Ständern gelagert sind, während am unteren Ende die gemeinschaftliche Kolbenfange zweier hydraulischer Zylinder mittels Gelenkfange angreift [20]. Die Vorrichtungen zum Ein- und Ausrennen der Geschütze sind meist mit der hydraulischen

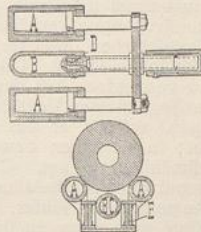


Fig. 6. A Rücklaufbremse. B Ausrennzylinder. C Einrennzylinder. D Rückschlagventil. E Schlittenbalken.

Bremse verbunden (Fig. 4). Die beiden Bremszylinder sind auf dem Lafettenrahmen bezw. auf den Schlittenbalken fest gelagert, während die Kolbenfängen an der Oberlafette bezw. dem Schlitten befestigt sind. Der massive Kolben erhält von beiden Seiten Druckwasser, und beide Zylinderräume stehen durch besondere Rohrleitungen miteinander in Verbindung. Beim Rücklauf sind dieselben durch einen Schieber voneinander abgeschlossen; um den Schieber nicht von feinem Sitz abzuheben, ist eine zweite Rohrleitung zwischen beiden Zylindern eingeschaltet und mit einem Federventil versehen, so daß bei erhöhtem Druck die Flüssigkeit hinter den Kolben entweichen kann. Ferner sind für diesen Fall besondere Ueberdruckventile vorgesehen, durch welche die Flüssigkeit in den Sammelbehälter abfließen kann. Nach dem Rücklauf wird die große Kolbenfläche mit dem Ausströmungskanal, die kleinere Seite mit dem Druckkanal verbunden, so daß das Geschütz für die Ladefüllung vollkommen einrennt. Nach dem Laden wird der Schieber so bewegt, daß das Druckwasser auf beide Kolbenflächen tritt; infolge der hinteren größeren Kolbenfläche bewegt sich der Kolben mit dem Geschütz nach außen [7]. Zurzeit erfolgt das Ausrennen der schweren Geschütze automatisch mit Hilfe von zwei hydraulischen Zylindern, welche zwischen den Schlittenbalken angeordnet, mit diesen verbunden sind und mit der gemeinschaftlichen Kolbenfange auf eine Traverse wirken, welche mit dem Schlitten sich bewegt (Fig. 6). Die hohle Kolbenfange besitzt am hinteren Ende ein Rückschlagventil, welches für einen etwas höheren Druck als in der Druckwasserleitung eingestellt ist, so daß beim Rücklauf das Wasser aus dem Ausrennzylinder in den Einrennzylinder übertreten kann. Nach dem Schuß drückt dann das Druckwasser der Leitung bei geschlossenem Ventil den Kolben und damit den Schlitten nach vorne [20]. Der hydraulische Setzer zum Laden ist meist teleskopartig konstruiert [7], [10], [14], während zum Bewegen des Verschlusses einfach oder doppelt wirkende hydraulische Zylinder dienen [7], [10], [14]. — Die hydraulischen Munitionsaufzüge (f. Munitionstransport) stehen mit der Lafettierung insofern eng in Verbindung, als zur Sicherstellung des Betriebes die Betätigung derselben von der Lage des Geschützrohres abhängig ist. Diefem Zweck dienen besondere automatische Sperrvorrichtungen, welche den Gang des Geschützmanövers genau vorschreiben [7], [14]. Die hydraulischen Anlagen für Geschützbedienung sind vorzugsweise in England von Armstrong, in Frankreich von Farcot und Canet ausgebildet und vervollkommenet.

Das Bestreben, neben den Kraftbetrieben als Reserve auch Handbetrieb für die Bedienung der schweren Geschütze vorzusehen, führte zu der Verwendung des elektrischen Antriebs für die Seiten- und Höhenrichtmaschinen und für die Munitionsaufzüge (f. Elektrizität im Schiffbau). Der elektrische Antrieb für das Richten erfordert jedoch besondere Zwischengetriebe und Feinregulierungen. Da zum Ausrennen des Rohres bei elektrischem Betrieb kein Preßwasser zur Verfügung steht, so erfolgt das selbsttätige Ausrennen durch Federzylinder oder durch Luftzylinder, welche beim Rücklauf unter Spannung oder Druck gesetzt werden. Da man für die Rücklaufbremsen auf die hydraulische Kraft nicht verzichten kann, so ist man dazu übergegangen, auch die hydraulischen Geschützantriebe für Handbetrieb einschaltbar zu machen [18], [19], [20]. Die Rücklaufbremsen bilden den wichtigsten Teil der Lafettenkonstruktion, da von ihrer Wirkungsweise die Haltbarkeit und Sicherheit der Lafette nebst Unterbau abhängt; sie haben zur Aufgabe, den Rücklauf des Geschützes derart zu begrenzen, daß letzteres ohne merklichen Stoß zur Ruhe kommt, bezw. die einzelnen Teile der Lafette und des Unterbaus vor Stößen bewahrt werden. Je höher die lebendige Kraft des Geschosses gesteigert wurde, um so mehr stiegen die Anforderungen an diese Bremsen, besonders als man davon Abstand nahm,

die Größe des Kalibers und somit das Gewicht des Geschützrohres in gleicher Weise anwachsen zu lassen [2], [3].

Die Hauptbedingungen, welche eine **Geschützbremse** erfüllen muß [9], [10], sind folgende: 1. sie muß selbsttätig wirken; 2. sie muß die Bewegungen des Geschützes zum Ein- und Ausrennen desselben ermöglichen lassen und die Oberlafette im Seegang in jeder Stellung festhalten können; 3. der Widerstand der Bremse muß der Kraft, welche den Rücklauf verurteilt, möglichst proportional fein und mit derselben sich ändern, damit Stöße auf die Lafette und das Deck vermieden werden; 4. sie muß gestatten, den Rücklauf zu regulieren bei Aenderung der Pulverladung und der Geschosse [19], [10]. Die ersten Rücklaufbremsen, welche bis auf den Punkt 3 (weil die Reibungskoeffizienten sich stetig ändern) diesen Bedingungen entsprachen, waren die Lamellenbremsen von Armstrong (Fig. 1). Mit dem Steigern der Geschützkaliber und Geschößgeschwindigkeiten reichten jedoch diese Bremsen nicht mehr aus, und es wurde zuerst von Vavasseur die hydraulische Bremse allgemein eingeführt [10]. Um während des ganzen Rücklaufs einen möglichst gleichmäßigen Druck zu erhalten, wurden von den einzelnen Lafettenkonstrukteuren verschiedene Wege eingeschlagen. Vavasseur verfäh den Kolben mit einem Drehschieber, welcher beim Zurückgehen des Kolbens die Durchgangsöffnungen in demselben allmählich schloß. Canet verbesserte diese Bremse durch Einschaltung eines Federventils, um zu vermeiden, daß das Geschütz mit heftigem Stoß das Ausrennen beendet. Krupp wendete anfänglich eine Ventillbremse an, welche in jeder Stellung des Kolbens bedient werden konnte; später ersetzte er das Ventil durch eine zentrale Bohrung und fertigte die Kolbenflange hohl an; in derselben bewegt sich eine Gegenflange, welche beim Rücklauf die zentrale Bohrung allmählich verengt. Canets neueste Bremse verbindet letztere Konstruktion mit einem Ringventil mit Federbelastung; die in der hohlen Kolbenflange eingeschlossene Flüssigkeit wirkt beim Ausrennen als Puffer. Die neuen Lafetten von Krupp besitzen meist gezogene Bremsen, deren Züge nach vorne zu flacher werden [3], [20], mit massivem Kolben. Viekers verwendet massive Kolben mit Kolbenflangen nach beiden Seiten, so daß die Menge des Druckwassers im Zylinder konstant bleibt (Fig. 7). Der Kolben erhält eine rechteckige Durchlaufsöffnung mit glatten abgerundeten Ecken, welche über einen an der Zylinderwandung befestigten Keil gleitet. Dadurch, daß der Keil an beiden Seiten Aushöhlungen von abnehmender Tiefe besitzt, wird dem Druckwasser allmählich der Uebertritt von einer Kolbenseite zur andern erschwert [20]. Neben der Konstruktion der hydraulischen Bremsen ist auch die Anordnung dieser Bremse zwischen Ober- und Unterlafette von Wichtigkeit. Anfänglich ordnete man in Anlehnung an die Lamellenbremse nur eine hydraulische Bremse in der Höhe des Pivotzapfens innerhalb des Lafettenrahmens an. Naturgemäß traten beim Rücklauf bei höheren und kürzeren Oberlafetten bedeutende kippende Momente auf, welche ein Bucken der Oberlafette um die hintere Kante begünstigten. Man mußte daher die Oberlafette möglichst niedrig machen, ihr eine möglichst große Basis geben und den Angriffspunkt der Bremse möglichst weit nach vorn verlegen, so daß die Gesamtlänge der Lafette erheblich wuchs, abgesehen davon, daß die Mündungen der Geschützrohre nur wenig aus der Bordwand hervorragen konnten. Um das Bucken der Oberlafette zu beseitigen, brachten Vavasseur und Canet die hydraulischen Bremsen paarweise in Höhe der Schildzapfen an (Fig. 2), fertigten dieselben mit dem Schildzapfenlager aus einem Guß und ließen sie auf der geneigten Bahn der Unterlafette gleiten. Obgleich nun das System der geneigten Gleitbahnen den Vorteil hat, daß die Geschütze nach dem Rücklauf durch ihre eigne

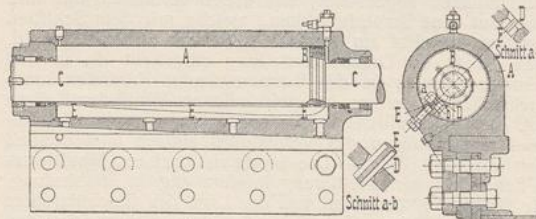


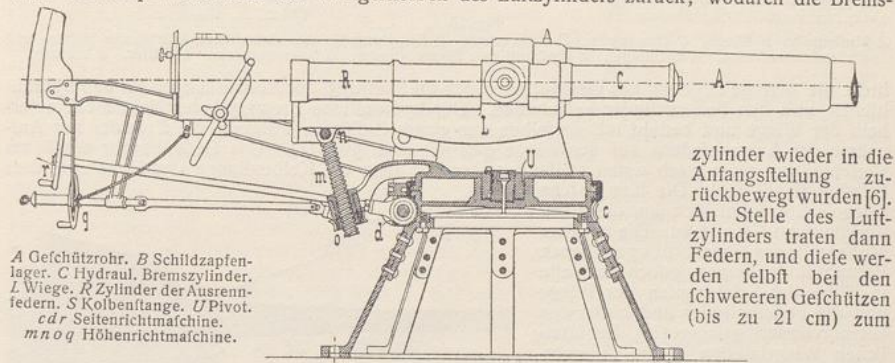
Fig. 7. A Bremszylinder. B Bremskolben. C Kolbenflangen.
D Durchlaufsöffnung. E Rippenkeil.

von Rollen für das Gleiten der Oberlafette eine Neigung der Gleitbahnen von 10° erforderlich ist, um das Geschütz bei aufrechter Lage zum Ausrennen zu bringen, so ergibt sich bei schlingendem Schiff mit Neigungen bis zu 12° für Elevationen des Geschützes von 30° eine Neigung desselben von $42-45^\circ$ zur Gleitbahn.

Wenngleich nun bei der modernen Mittelpivotlafette der Rückstoß auf eine größere Fläche verteilt wird, so gab die erhebliche Beanspruchung der Unterlafette und des Decks zu weiteren Verbesserungen der Lafettenkonstruktion Veranlassung. Andererseits brachte das Streben, das Zielen bei den Schnelladekanonen dadurch zu vereinfachen, daß man bei den schnell aufeinander folgenden Schüssen das Ziel stetig im Auge behalten kann, sowie der Wunsch, die Geschütze nebst Bedienungsmannschaft bei möglichst großem Bestreichungsfeld gegen die Geschosse der feindlichen Schnelladegeschütze nach Möglichkeit zu schützen und demnach die Oefnung für die Schießcharte im Schilde bzw. der Panzerung zu verringern, weitere Aenderungen mit sich und führte zu der modernsten Schiffslafette, der sogenannten **Wiegelafette** [9]–[12], [19], [6], [10]. Bei der Wiegelafette erfolgt der Rücklauf des Geschützes in der Feuerlinie desselben, so daß die Bremsen den ganzen Stoß aufnehmen; außerdem wird das Bucken der Lafette, welches leicht das Schußresultat beeinträchtigt, beseitigt. Dagegen müssen besondere

Schwere selbsttätig wieder ausrennen, so hat diese Anordnung doch bedeutende Nachteile. Abgesehen davon, daß besondere Vorkehrungen getroffen werden müssen, um die Ausrennungsgeschwindigkeit zu regulieren — Vorlaufbremsen —, so wird durch die geneigten Gleitbahnen im besonderen bei größerer Elevation ein bedeutender Stoß auf die Unterlafette und das Deck übertragen, so daß dieselben mit besonderen Unterbauten und Verstärkungen versehen werden müssen [16], [19]. Da selbst bei Verwendung

Vorkehrungen eingeschaltet werden, um das Geschütz selbsttätig in die Schußstellung zurückzubringen. Das Prinzip des Rücklaufs in der Feuerlinie kam zuerst bei den schweren Turmgeschützen, bei den sogenannten Schlittenlafetten, zur Anwendung. Für die leichten Schnellladegeschütze war diese Konstruktion jedoch zu umständlich und platzraubend. Bei der Wiegelafette ruht das Geschützrohr frei beweglich in einer Wiege und ist zwischen Wiege und Geschütz die hydraulische Bremse eingeschaltet. Um dem Geschütz Höhenrichtung zu geben, ist die Wiege um eine horizontale Achse drehbar eingerichtet, während die Seitenrichtung durch die Unterlafette erfolgt. Canet, dem die Wiegelafette zu verdanken ist, konstruierte die Wiege zuerst mit zylindrischen Gleitbahnen, die in zwei entsprechenden, mit der Unterlafette verbundenen Ständern gelagert waren. Die hydraulischen Bremsen lagen zur Seite des Rohres. Um daselbe zum Ausrennen zu bringen, verwendete Canet zuerst komprimierte Luft. Die Bremszylinder standen durch Rohrleitungen mit einem Luftzylinder in Verbindung, in dem die Luft beim Rücklauf des Geschützes komprimiert wurde. Nach Beendigung des Rücklaufs drückte dann die komprimierte Luft den Plungerkolben des Luftzylinders zurück, wodurch die Brems-



A Geschützrohr. B Schildzapfenlager. C Hydraul. Bremszylinder. L Wiege. R Zylinder der Ausrennfedern. S Kolbenstange. U Pivot. c d r Seitenrichtmaschine. m n o q Höhenrichtmaschine.

zylinder wieder in die Anfangsstellung zurückbewegt wurden [6]. An Stelle des Luftzylinders traten dann Federn, und diese werden selbst bei den schwereren Geschützen (bis zu 21 cm) zum

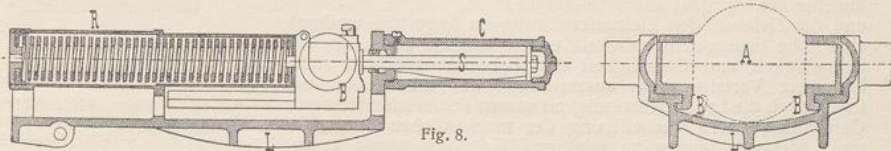


Fig. 8.

Ausrennen der Geschütze verwendet. Armstrong und Krupp benutzen Spiralfedern, Canet meist Scheibenfedern (sogenannte Belleville-Federn). Die Lage und Anordnung der Bremszylinder sowie der Ausrennfedern ist eine mannigfache. Anfänglich ordnete Hotchkiss die hydraulischen Zylinder in Höhe des Schildzapfens an und lagen die Federn in Verlängerung der Achse der hydraulischen Zylinder (Fig. 8). Canet verlegte die hydraulische Bremse anfänglich um das Geschützrohr, welche Anordnung sehr gedrungen wurde, und die Federn unterhalb des Rohrs. Hotchkiss verlegte auch die Ausrennfeder um das Geschützrohr und bildete die Wiege als Zylinder aus, in welchem in dem vorderen Teil die Flüssigkeit, in dem hinteren die Feder Platz fand, während das Geschütz mit aufgeschraubtem Ring den Bremskolben bildete (Fig. 9). Neuerdings baut Canet die Wiegelafette nach folgendem System (Fig. 10). Mit dem Geschützrohr ist ein Muffenrohr durch Ringe fest verbunden, an dem an der unteren Seite der hydraulische Bremszylinder angegossen ist. Die Wiege, ein oszillierender Schlitten, besteht aus zwei Längsträgern, auf welchen das mit entsprechenden Führungen versehene Muffenrohr gleitet. Die Längsträger der Wiege sind vorn durch eine Querverbindung, hinten durch eine Traverse verbunden, an der die Bremskolbenstange befestigt ist. Die Wiege ruht mittels Schildzapfen auf den Lafettenwänden, die mit dem Lafettenboden zu einem Stahlguß vereinigt sind. Die Oberlafette ruht auf einer Kugelkranzbahn nach dem System von Krupp. Höhen- und Seitenrichtung können durch Schneckenradgetriebe mit der Hand oder auf elektrischem Wege betätigt werden [6], [9]—[11]. Armstrong gibt der Wiege die Form eines Rohres, in dem das Geschütz sich frei bewegen kann. Um ein Drehen des letzteren infolge des Dralls vorzubeugen, sind in der Wiege Flachkeilbahnen vorgesehen. Neuerdings läßt Armstrong diese fort und

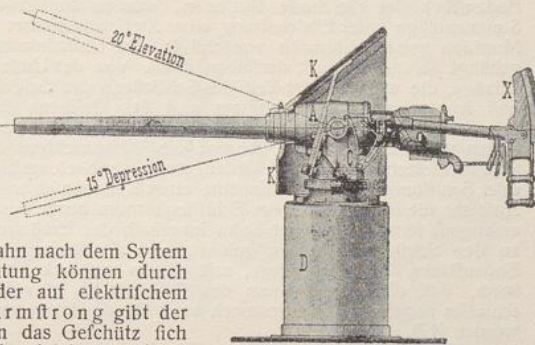


Fig. 9. A Wiege. C Pivotgabel. D Unteroau. K Schutzschild. X Schutzschild.

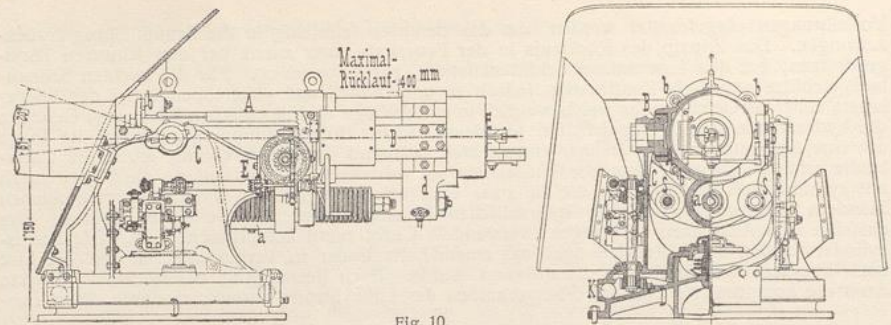


Fig. 10.

A Muffenrohr. B Wiege. C Oberlafette. D Unterlafette. E Kupplung für den elektrischen Antrieb der Höhen- und Seitenrichtmaschine. K Laufkugel. a Hydraulischer Bremszylinder. S Ausrennfedern. b Puffer. d Traverse.

fucht die geringe Drehung des Geschützes durch die Führung der Kolbenflangen für den hydraulischen und den Federzylinder aufzuheben. Der hydraulische Bremszylinder liegt meist unterhalb der Wiege und besteht mit derselben aus einem Gußstück, während die Zylinder zur Aufnahme der Ausrennfedern auf der Wiege gelagert sind (Fig. 11). Das Geschützrohr erhält am Verchlußring einen nach unten weisenden Arm, an dem die Kolbenflange des Bremszylinders

befestigt ist [6], [10]. Die Kruppsche Wiegelafette lehnt sich an die Konstruktion von Canet an. Die mit dem Muffenrohr aus einem Stück gegossenen Bremszylinder liegen jedoch zur Seite in Höhe der Schildzapfen der Wiege und die Federzylinder sind hinter den Bremszylindern gelagert [19]. Bei sämtlichen Wiegelafetten ist die Visiereinrichtung an der Wiege befestigt, so daß dieselbe am Rücklauf nicht teilnimmt und der Zielende den Zielpunkt ständig im Auge hat, wodurch eine hohe Feuergeschwindigkeit erzielt werden kann, da die Schnelligkeit und Genauigkeit des Abkommens erhöht wird.

Um diese Vorteile weiter auszunutzen, war man ferner bestrebt, auch die Ladegeschwindigkeit namentlich bei den schweren Geschützen durch Verbesserung der mechanischen Transport- und Ladevorrichtungen zu erhöhen [17]. Auch wurde es zur Notwendigkeit, ein Laden der Geschütze in jeder Backrichtung bewirken zu können, und so trat an Stelle der früheren Taljen zum Heißen der Munition von den Munitionskammern nach dem Geschützdeck und der nach dem System der Fahrtröhle konstruierten Munitionsaufzüge, die meist für mehrere Geschütze die Munition beförderten, für jedes Geschütz eine zentrale Geschößführung. Diese ist zuerst von Canet für die schweren Turmgeschütze eingeführt worden; sie steht meist in Verbindung mit der Aufstellung der Geschütze in einem Drehturm und bildet alsdann die hohle Pivotfäule, die das Geschütz nebst Turm auf einem hydraulisch gelagerten Pivotzapfen trägt, den Schacht für den Munitionstransport, der anfänglich nach Art der Paternosterwerke ausgeführt wurde (s. Munitionstransport). Der gepanzerte Unterbau für den Geschützturm bildet zugleich auch den Panzerschutz für den Munitionstransport. Die bisher gebräuchlichen Hauptmunitionsaufzüge, die Geschosse und Kartuschen mit langem Aufzugsweg direkt aus den Munitionskammern vor das Bodenstück der Geschosse förderten, werden zur Erhöhung der Ladegeschwindigkeit durch Stufenaufzüge unter Einschaltung einer Zwischenkammer als Umladekammer ersetzt (Fig. 5). Die Munition gelangt hiernach zunächst in eine Umladekammer, die an der Geschützplattform angehängt ist und sich mit derselben dreht. Von der Umladekammer führen dann kurze Zwischenaufzüge, die während der Zeit des Schließens des Geschützverschlusses, des Abfeuerns, des Ein- und Ausrennens des Geschützes und des Öffnens des Verschlusses eine neue Chargierung herauschaffen. Das Rohr kann daher auch während des Ladens auf den Gegner gerichtet gehalten werden. Um auch während des Weiterrichtens der Höhe nach die Achse des mechanischen Ansetzers stets in der Verlängerung der Seelenachse nach hinten zu haben, ist der Wiege- oder Schlittenkörper zur Aufnahme eines Kettenansetzers nach hinten verlängert derart, daß der Ansetzer die Bewegungen des Schlittenkörpers bzw. des Rohres mitmacht. Der obere Zwischenaufzug ist ferner mit seiner Bahn innerhalb der Erhöhungsgrenzen des Geschützes konzentrisch zu den Schildzapfenachsen geführt, und der Aufzug wird, wenn das Geschöß in Höhe des Bodenstücks des Rohres liegt, mit diesem verblockt, wobei das Rohr weitergerichtet werden kann. Auf diese Weise kann das Geschütz in kürzester Frist nach dem Schließen des Verschlusses abgefeuert und demnach auch für die schweren Geschütze ein Schnellfeuer ermöglicht werden [17], [20].

Die Lafetten der Küstenartillerie sind für die Geschütze der Seefronten und Landfronten verschieden; die Lafetten der Seefrontgeschütze sind denen der Schiffgeschütze ähnlich; sie sind wie diese für feste Aufstellung eingerichtet, besitzen jedoch eine größere Feuerhöhe. Die

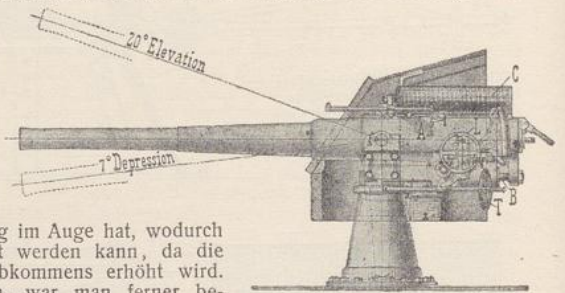


Fig. 11. A Wiege. B Hydraulischer Bremszylinder. C Ausrennfedern. L Höhen-, T Seitenrichtmaschine.

Minimalfaharten- und Verschwindelafetten sowie die Mörferlafetten zeigen besondere Formen (s. Küstenartillerie). Die Lafetten der Landfrontengeschütze lehnen sich ebenso wie die Lafetten der Festungsgeschütze an die Konstruktion der Belagerungslafetten an; sie sind vornehmlich mit großer Feuerhöhe und beträchtlicher Höhenrichtbarkeit als Radlafetten ausgebildet und besitzen eine beschränkte Beweglichkeit; doch sind auch bei diesen Geschützen die Anforderungen an schnelle und genaue Richtbarkeit stetig gesteigert.

Die Feldlafetten kennzeichnen sich durch eine leichte Beweglichkeit auch auf schlechten Wegen und schwierigem Gelände; sie bilden mit der Protze zur Aufnahme der Munition ein vierräderiges Fahrzeug, mit der Feldlafette als Hinterwagen und der Protze als Vorderwagen; beide Teile werden beim Auf- und Abprotzen mit Hilfe des Protzenhakens und der Protzenöse verbunden oder entkuppelt. Die Feldlafetten erfordern geringes Gewicht, große Stabilität und demnach geringe Feuerhöhe. Die Räder bestehen aus einer metallenen Nabe mit Speichen und Felgenkranz aus Eichenholz mit eisernem Reifen. Die Speichen sind meist nach außen geneigt; diese Stürzung des Rades beträgt bis zu $4\frac{1}{2}^\circ$. In den Naben sind die stählernen Achsen gelagert und mit Länfen zur Sicherung der Räder gegen Abgleiten versehen [10], [21]. Der Lafettenkörper besteht aus zwei stählernen Lafettenwänden, welche nach dem Lafettenschwanz zusammenlaufen und durch Riegel sowie Stahlbleche verbunden sind; er trägt über der Radachse die Schildzapfenlager für das Geschütz. Im schußbereiten Zustand ruht der Lafettenkörper mit seinem Schwanzende auf der Erde und gibt in Verbindung mit den Rädern dem Geschütz die erforderliche Standfestigkeit; auch übertragen die Räder und der Lafettenschwanz den Rückstoß des Geschützes auf den Erdboden. Bei den älteren Feldlafetten erzeugte der Rückstoß einen beträchtlichen Rücklauf der Radlafette auf dem Erdboden und wurde derselbe durch Bremsvorrichtungen an den Rädern, welche teils an der Nabe, teils an dem Radkranz angriffen, eingeschränkt. Da dieser Rücklauf die Bedienung des Geschützes erschwerte, suchte man denselben dadurch weiter zu hemmen, daß man den Lafettenschwanz mit einem spatenförmigen Sporn verfäh, welcher sich beim Rückstoß in den weichen Boden eingräbt. Zu gleichem Zweck benutzte man zwei Pflugspaten, welche unterhalb der Radachse in den Boden gesteckt und mit dem vorderen Teil der Lafette durch Zugstangen und Federn verbunden werden. Dieselben haben vor dem Schwanzsporn den Vorteil, daß die Lafette günstiger beansprucht und eine Aenderung der Seitenrichtung weniger erschwert wird [21], [22]. Die Seitenrichtung erfolgt im allgemeinen durch Verschieben des Lafettenschwanzes mit Hilfe des Richtbaums oder durch Handspaken, während für die Höhenrichtung zwischen Geschütz und Lafettenkörper eine Richtschraube oder eine Zahnbogenrichtmaschine eingeschaltet ist [22].

Nach Einführung der Schnellfeuergeschütze für die Feldartillerie genügten die Einrichtungen zur Aufnahme des Rückstoßes nicht mehr. Man mußte Bedacht darauf nehmen, die Feldlafette während des Feuerns möglichst unbeweglich zu machen. Mit Hilfe des Schwanzsporns sowie von zwei Pflugspaten oder durch Hemmschuhspaten an den Rädern wurde die Lafette an drei Punkten am Erdboden festgehalten, während der Rücklauf nach dem Vorbild der Schiffslafetten durch eine Wiegelafette aufgenommen wurde unter Verwendung einer hydraulischen Bremse für den Rücklauf und von Ausrennfedern oder eines Luftzylinders für den Vorlauf des Geschützes nach dem Schuß. Die moderne Feldlafette besitzt daher während des Feuerns fast keine Beweglichkeit; das Geschütz läuft während des Schusses in der Wiege zurück und nach demselben selbsttätig in die Schußstellung vor; dabei sitzt die Bedienungsmannschaft, welche die Richtmaschine und den Verschluss betätigt, während des Schießens auf zwei am Lafettenkörper befestigten Sitzen, so daß der Richtende das Ziel ständig im Auge behalten kann; auch vermehren beide Leute durch ihr Gewicht die Standfestigkeit der Lafette. Um die Beanspruchung der Radlafette zu mildern, besitzen die Rücklaufbremsen einen großen Hub und sind teilweise als Teleskopbremsen ausgebildet. Zur Ermöglichung einer geringen Seitenrichtbarkeit ist die Wiege auf der Radachse verschiebbar eingerichtet, so daß eine Adjustierung der Seiten- und Höhenrichtung erst nach einer größeren Schußzahl erforderlich ist. Das nach diesen Grundlagen gebaute französische Feldgeschütz ist in Fig. 12 wiedergegeben [22]. Bei den englischen schweren Feldgeschützen ist die Wiege in einem Pivot auf dem Lafettenkörper gelagert und mit Schneckengetriebe für die Seitenrichtung wie bei den Schiffslafetten versehen. Die von Schneider-Creuzot eingeführten Feldgeschütze mit federndem Lafettenschwanz, bei welchem der Rückstoß durch eine den Lafettenschwanz ersetzende hydraulische Bremse in Verbindung mit einem kräftigen spatentartigen Sporn aufgenommen wird, so daß die Lafette nebst Geschütz und Rädern beim Schuß über den festen Lafettenschwanz sich verschiebt und zurückläuft und nach demselben durch die komprimierte Luft in dem Luftzylinder wieder vorbewegt wird, haben keinen allgemeinen Eingang gefunden, denn die Grundlagen für ein Schnellfeuer fehlen, weil die Bedienungsmannschaft, um Platz für die Be-

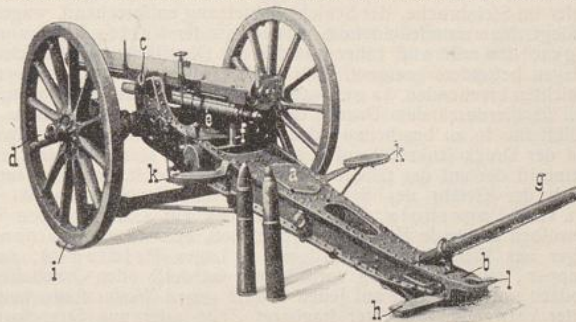


Fig. 12. a Lafettenkörper, b Lafettenschwanz, c Schildzapfenlager, d Radachse, e Rücklaufbremse, f Richtschraube, g Richtbaum, h Schwanzspaten, i Hemmschuhspaten, k Sitze, l Protzenöse.

wegung der Lafette zu lassen, seitlich stehen muß [22]. Ehrhardt-Düffeldorf verwendet neben der Wiegelafette einen teleskopartigen Lafettenschwanz in Form eines Rohres, welcher für die Schußstellung ausgezogen wird und auf diese Weise der Lafette eine größere Standfestigkeit und geringere Neigung zum Bucken verleiht [23].

Literatur: [1] Müller, Die Entwicklung der preußischen Küsten- und Schiffsartillerie von 1860—1878, Berlin 1879. — [2] Rendel, Gun-carriages and mechanical appliances for working heavy guns, London 1874. — [3] Canet, Théorie des freins hydrauliques, Paris 1879. — [4] Die Schiffs- und Küstengeschütze der deutschen Marine, Berlin 1876. — [5] Galster, Die Schiffs- und Küstengeschütze der deutschen Marine, Berlin 1885. — [6] Dredge, Modern French artillery, London 1892. — [7] Ledieu und Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [8] Haufer, Cours de construction navale, Paris 1886. — [9] Jedliczka, Ueber Schnellfeuerkanonen großen Kalibers, Mitteilungen aus dem Gebiet des Seewesens 1892. — [10] Lloyd und Haddock, Artillery, its progress and present position, Portsmouth 1893. — [11] Notes on the year's naval progress, Washington 1894. — [12] Braffey, The naval annual, Portsmouth 1896—1907. — [13] Schwanda, Elektrische Geschützsanlagen, Mitteilungen aus dem Gebiet des Seewesens, Pola 1894. — [14] Derf, Hydraulische Geschützsanlagen französischer Schiffe, ebend. 1893. — [15] Le génie civil, Tourelles à manoeuvre électrique, Paris 1896. — [16] Croneau, Canon torpilles et cuirasse, Paris 1906. — [17] Nauticus, Artillerie und Panzer, Berlin 1905, S. 147. — [18] Neudeck, Die Bewaffnung von Kriegsschiffen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898. — [19] Leitfaden für den Unterricht in der Artillerie, Berlin 1902. — [20] Propelling and ordnance machinery of warships, Mc Kechnie Engineering 1907, S. 377. — [21] Wille, R., Waffenlehre, Berlin 1905. — [22] Modern field artillery, Engineering, 1900, I. — [23] Dawson, Modern artillery, ebend. 1901, I. *T. Schwarz.*

Lagemessungen, diejenigen Vermessungen, welche nur auf die Darstellung der Horizontalprojektion Rücksicht nehmen. S. Geodäsie und die dort genannten weiteren Artikel. († Reinherz) Hillmer.

Lagenbau, f. v. w. Lagenerschüttung (f. d.).

Lagenerschüttung, die zuverlässigste Herstellungsweise der Dammbauten, weil die den ganzen Damm wagerecht oder angenähert wagerecht durchsetzenden Schichten keine Veranlassung zu Abrutschungen geben und die unteren Schichten durch die höheren und durch das Befahren derselben gedichtet werden.

Die einzelnen Lagen sind je nach dem Material 50 cm bis 1 m hoch. Eine besondere Dichtung der Schichten durch Stampfen ist in den meisten Fällen überflüssig, Einwässerung der Schichten nur bei unlöslichen Bodenarten (f. d.) — Sand, Kies u. f. w. — anwendbar. Die Schiebkarrenförderung ist für die Bodenbeförderung hier, ganz besonders bei steilen Förderbahnen, geeignet. Man beginnt damit, daß am Dammfuß ein Wall angelegt wird; hat dieser eine gewisse Höhe und Breite erreicht, so benutzt man ihn für die Karrenbahn und schüttet seitwärts auf die ganze Dammbreite die Schicht durch, bis an der andern Dammseite wieder zunächst mit einem Wall die zweite Lage begonnen wird. Kippkarren eignen sich für Lagenerschüttung weniger, während Schienengleise mit Seitenkippern dann anwendbar sind, wenn das Gefälle von der Entnahmestelle nicht zu groß ist. In letzterem Fall wendet man Bremsberge (f. d.) oder aus Rundholz gezimmerte Sturzgerüste an, die entweder im Damm stecken bleiben oder nachträglich herausgezogen werden. Gerüste ergeben allerdings nur bis zu einer gewissen Höhe eine Lagenerschüttung; hat der Damm diese Höhe erreicht, so rutscht die hinabgeworfene Erde auf seinen Seitenflächen ab und bildet nicht mehr wagerechte, sondern geneigte Lagen, ähnlich wie bei der Seitenerschüttung (f. d.). S. a. Damm (mit Literatur), Bodenbeförderung, Erdförderwagen und Gerüstschüttung. L. v. Willmann.

Lageplan, Situationsplan, eine für spezielle Zwecke hergestellte geometrische Karte großen Maßstabes, etwa 1:100 bis 1:2500. S. a. die Art. Geodäsie sowie Karte, Kartierung. († Reinherz) Hillmer.

Lager hat in der Technik verschiedene Bedeutung; in Betracht kommen:

1. Fläche des natürlichen Steins der geschichteten Formationen, mit welcher dieser im Steinbruche, der Schichtenabsetzung entsprechend, wagerecht oder in schiefer Richtung aufliegt. Man unterscheidet ein unteres oder hartes Lager und ein weiches oder Oberlager; das erstere ist zäher und für die Oberfläche von Türschwällen, Treppentritten, Bodenbelagen besonders geeignet. Für die Verwendung im Mauerwerk gilt als Regel, daß die in Schichten brechenden, lagerhaften Steine auf das Lager bzw. die Lagerfläche gelegt werden, weil sie hierdurch dem Drucke der Last am besten widerstehen. Ebenso sind die Bogen- und Wölbsteine so zu bearbeiten, daß das Lager nach dem Mittelpunkte des Bogens gerichtet ist und der Druck senkrecht auf das Lager wirkt. Der Gegensatz zu dem lagerrecht verwendeten Steine ist der auf das falsche Lager gerichtete, d. h. auf das Haupt gestellte Stein, welcher hierdurch der Gefahr des Spaltens durch den Druck ausgesetzt ist. Vgl. a. Lagerflächen.

2. f. v. w. Lagerholz, Bodenrippen des zur Unterlage von Brett- oder Dielenböden über Gewölben dienende Holz. Im Erdgeschoß, besonders in solchem ohne Unterkellerung, sind die Lager aus Eichenholz zu fertigen.

3. Lager (Feldlager), Aufenthalt und Unterkunft von Truppen, ohne Benutzung vorhandener Gebäude oder Ortschaften. Findet dies ohne jegliches Obdach unter Verzicht auf jeden Schutz gegen Wetter statt, heißt es Freilager oder Biwak. Unter Verwendung leichter tragbarer Zelte oder aus Strauchwerk gebildeter Hütten entsteht das Zelt- oder Hüttenlager. Für einen längeren Zeitraum guten Schutz zu gewähren vermögen die aus Holz und Leinwand oder Pappe erstellten zerlegbaren Gebäude (f. d., Bd. 4, S. 314 ff.), fogenannte Baracken. Das hieraus gebildete Barackenlager dient in dieser Form

als Uebungs- oder Friedenslager und ermöglicht, die Bürger von der Last der Einquartierung zu befreien. Unter Anlehnung der obengenannten Anordnungen an Ortschaften, in welchen namentlich bei ungünstiger Witterung oder Jahreszeit die Unterkunft für den Gesundheitszustand der Truppen von Vorteil ist, erhält man das Ortschaftslager. Solche wurden in früheren Jahrhunderten während des Winters bezogen (Winterquartiere) und verchanzt, und damit verchanzte Lager. Die römischen Lager waren immer verchanzt; f. a. Lager in der Geologie, Lager im Maschinenwesen, Auflager und Auflager der eisernen Brücken.

Lager, in der Geologie: schichtenartig auftretendes, von zwei annähernd parallelen Schnittflächen begrenztes Gestein; manchmal auch so viel wie Schichtfläche, Lagerfläche. Bei Schichtgesteinen bedeutet Lager in vielen Fällen selbst so viel wie Schicht. (Erzlager), bei Eruptivgesteinen ein etwa lavaartig erfolgter Erguß oder ein zwischen die Schichten eingepreßtes und diesen folgendes Eruptivmagma. — Vgl. Lagerstätten, Lagerung.

Lager, Lagerung, f. Haufenlager, Speicher und Maffentransport.

Lager im Maschinenwesen, halten Zapfen und Wellen. Sie bilden, neben den Führungen, vorzugsweise die ruhende Unterfützung der Maschinen, folgen aber auch den gefetzmäßigen Bewegungen der Zapfen in Getrieben.

Nach der Zapfenberechnung (f. d.) und Zapfenreibung (f. d.) richtet sich die Art und Größe der Lager. Die gewöhnlichen zylindrischen Traglager nehmen die in der Regel wirkfamen Seitenkräfte auf und mittels Anläufen oder Stellungen auch mäßige Längskräfte; Spurlager (f. d.) und Ring- oder Kammlager (f. d.) vorwiegend Längskräfte. Kegelförmige Lager kommen feltener vor, ausnahmsweise solche für konoidische oder Kugelzapfen. In Rücksicht auf die Reibung gibt man den Gleitlagern besondere Lagerfchalen (f. d.) und legt großen Wert auf die Schmierung (f. d.); auch geht man immer weiter zu Kugel- und Rollenlagern (f. d.) über. Hinsichtlich der Aufstellung unterscheidet man die auf Sohlplatte, Mauerkaften, Lagerbock (f. d.) aufgesetzten Stehlager, überhöhte Bocklager (f. d.), Hängelager (f. d.), Konfollager (f. d.), im Maschinengefelle eingebaute Kurbellager (f. d.), in Pleuellfängen (f. d.) eingelegte Stangenlager, Kipplager (f. d.), Achsbüchfen (f. d.) für Eisenbahnwagen, Drucklager (f. d.) für Schiffswellen u. f. w.

Das einfache Lagerauge Fig. 1, eine zum Zapfen passende Bohrung des Gestells mit Schmierloch, genügt für unterbrochenen Betrieb an Hebezeugen, Werkzeughaltungen. Das Auglager Fig. 2 ist besonders anzufrauben und nach der Achsenlage einzustellen; es kann bei ausreichender Wandstärke nach dem Auslaufen ausgebucht werden. Das Buchslager

Fig. 3 enthält Rotgußbuchfen mit Ringfchmierung; der in der Mitte des Lagers eingefetzte Stelling befindet sich nur in einem der zur Welle (von Schielefchen Ventilatoren) gehörigen Lager. Zapfenlöcher in Schmiedeeifen (Profileifen, Blech, Gelenkstangen in Steuerungen u. dergl.) verfährt man mit Buchfen von Gußeifen, Rotguß

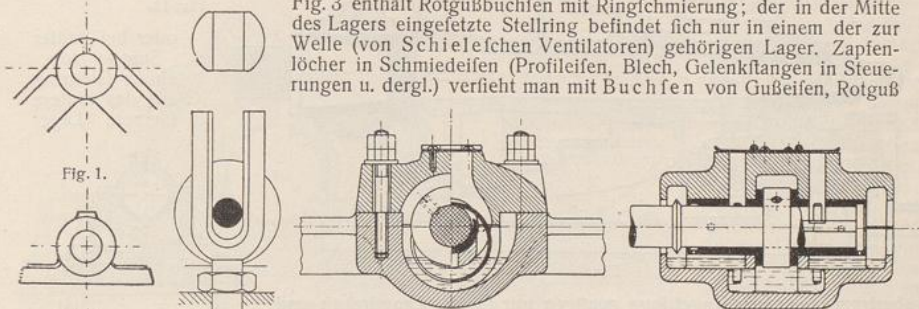


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 3.



Fig. 4.

oder gehärteten und ausgeschliffenen Stahlhülfen. Wenn die Buchfe exzentrisch gebohrt ist, gestattet sie die Verstellung der Achslage, etwa zum richtigen Eingriff von Zahnrädern, und läßt bei starker Exzentrizität die Ausrückung von Zahnradvorgelegen zu, wie es an den Nebenwellen der Spindelstöcke von Drehbänken gebräuchlich ist. Steckt man zwei Buchfen

einander, deren Berührungsfäche z. B. 1 mm exzentrisch liegt (Fig. 4), so kann man den Zapfen nach jeder Richtung bis zu dem doppelten Maße ausrichten. — Lagergabeln (Fig. 5), in denen sich der Zapfen beliebig heben kann, finden sich an leichten Druck-, Farb- und Wickelwalzen; eine in der Gabel gleitende Buchfe könnte das Lager vervollständigen [1]. In den Streckwerken der Spinnereimaschinen (Fig. 6) laufen die Unterzylinder auf schmalen Rotgußfchalen, die Endzapfen der Oberzylinder in fenkrechten Führungen, während ihre Mittelzapfen von oben belafet sind. Auch in Walzwerken (Fig. 7) [5] läßt man in altbewährter Weise die starken Laufzapfen auf und zwischen schmalen Rotguß-

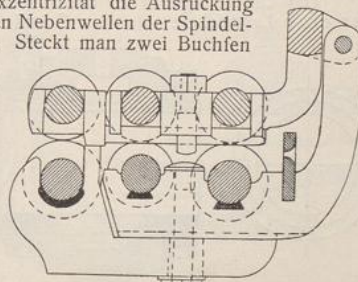


Fig. 6.

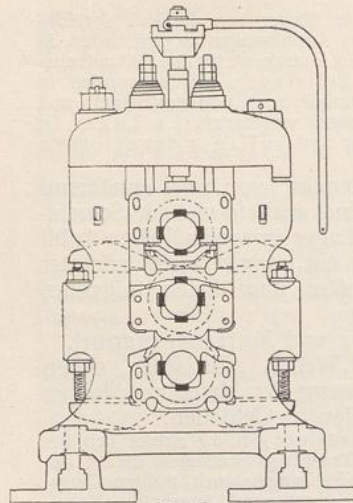


Fig. 7.

S. 80, Fig. 86). Die Seitenverschiebung der Spindelachse mit kegeligem Zapfen ist nur halb so groß wie bei der Nachstellung eines Lagers mit zylindrischem Zapfen. Der axiale Spindel-
druck darf nicht auf die Kegelfläche wirken, sondern muß durch die gehärtete Druckschraube am Spindelende von dem hier eingefetzten gehärteten Stahlblock aufgenommen werden

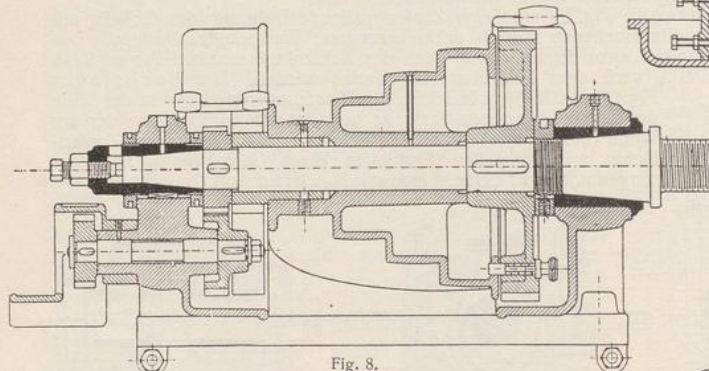


Fig. 8.

übertragen werden; Kugerringe genügen nur für das Langdrehen und Bohren, nicht aber für glattes Plandrehen. Die einseitig geschlitzte Buchse (Fig. 9) schmiegt sich beim Nachziehen in das kegelige Gehäuse dichter um den Zapfen; die Oelung erfolgt von oben durch die Fuge, deren Enden mit Holz ausgefüllt werden, oder auch nur von unten durch eine Filzeinlage (f. Bd. 3, S. 80, Fig. 87).

Das Lager (Fig. 10) für ein Wasserrad mit stets nach unten gerichteter Druckkraft enthält nur eine Lagerchale, die am Grunde durch einen Dübel gehalten und durch den Keil von unten auf richtige Höhe ein- und nachgestellt wird.

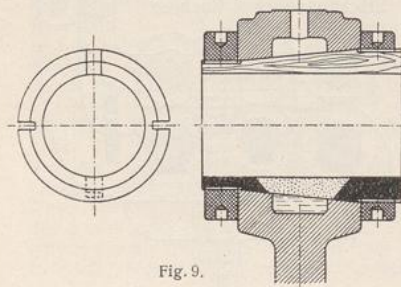


Fig. 9.

schalen laufen, schmirt sie mit Talg, Fett oder Petroleumteer und kühlt sie durch Wasserberieselung. — Zum Zweck der Nachstellung von Buchsen benutzt man axiale Verschiebung in einer Kegelfläche. Der Unterschied der Durchmesser an den Enden beträgt ein Fünftel bis ein Zehntel der Länge. An dem Spindelstock (Fig. 8) von Lorenz in Ettlingen wird die mit kegeligen Zapfen versehene Drehbankspindel durch einen gesicherten Schraubring mit feinem Gewinde am vorderen rechten Lager passend eingestellt und die hintere Lagerbuchse mit zwei Schraubringen nachgezogen und festgestellt. Statt dessen gibt man auch dem hinteren Zapfen zylindrische Form (f. Bd. 3,

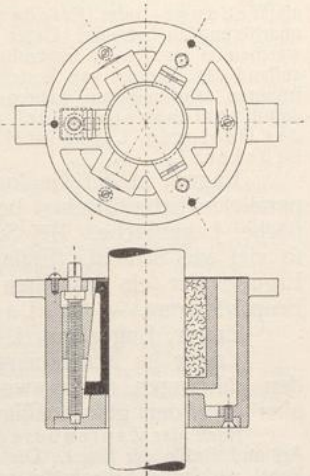


Fig. 11.

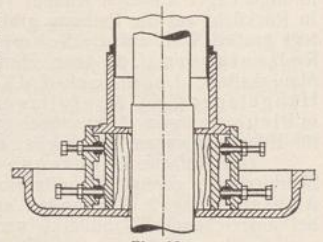


Fig. 12.

oder bei hohler Spindel von einem Gleitring auf das hintere kleinere Lager

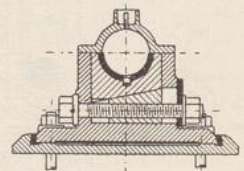


Fig. 10.

Das Lager (Fig. 10) für ein Wasserrad mit stets nach unten gerichteter Druckkraft enthält nur eine Lagerchale, die am Grunde durch einen Dübel gehalten und durch den Keil von unten auf richtige Höhe ein- und nachgestellt wird. Den Zapfen überdeckt ein leichter gußeiserner Deckel mit Dichtschmierung. Die Nachstellkeile, die auch in Kreuzköpfen, Kurbel- und Stangenlagern sowie in Spurlagern vielfach angewendet werden, erhalten einen Anzug von einem Achtel bis zu einem Viertel; die Stellschrauben werden entsprechend für ein Achtel bis ein Viertel des Lagerdruckes auf Zug mit 250 kg/qcm Spannung im Kern berechnet und sind stets zu sichern. Die Mühlsteinbuchse (Fig. 11) von Ganz & Co. enthält drei Rotgußbacken mit Keilverstellung und dazwischen Schmierkissen von mit Talg getränktem Werg, darüber eine staubdichte Abdeckung. Daneben zeigt Fig. 12 eine Schraubenverstellung für vier oder sechs

dicht um eine Turbinenwelle im Leitradboden angeordnete Pockholzklotze mit Wasserföhmierung.

Zweiteilige Lager bieten den Vorteil, daß man Wellen und Achsen unmittelbar einlegen und die Schalen nachstellen kann. Die Fuge zwischen Lagerkörper und Deckel liegt gewöhnlich wagrecht (Fig. 13—15), nur bei starkem Seitendruck schräg (Fig. 16). Eigentlich sollte die Nachstellung, die mit Hilfe der Deckelschrauben senkrecht zur Fuge erfolgt, in der Richtung der Abnutzung, also annähernd in der Krafrichtung geschehen; die hieraus abgeleitete Regel, daß in der Krafrichtung keine Fuge liegen darf, gilt nicht allgemein (vgl. Kurbel-lager Fig. 4). Die Nachstellbarkeit ist maßgebend für die Lagerfchalen (f. d.). — Der Lagerkörper wird in der Regel durch befondere Fußschrauben auf einer Sohlplatte befestigt (Fig. 15), nachdem er ausgerichtet und an beiden Seiten durch Holzbeilagen zwischen den Nafen der Sohlplatte eingestellt ist. Die Deckelschrauben, die meist um 3 mm schwächer als die Fußschrauben sind, werden leichter angezogen und sind durch eine Schraubenficherung (f. d.) fest zu stellen. Im fogenannten Rumpflager gehen die Deckelschrauben bis in die Sohlplatte (von Hängeböcken) durch, zur Verkürzung der Lagerbreite. Der Lagerdeckel ist als Träger zu berechnen. Man kann etwa annehmen, daß die Lagerdruckkraft je zur Hälfte um $\frac{1}{4}d$ rechts und links von der Mittellinie den Deckel belafet, während die Schrauben mit der Entfernung e das Widerlager bilden. Das Moment $\frac{1}{2}Q(\frac{1}{2}e - \frac{1}{4}d)$ cmkg beanprucht den mittleren Teil des Deckels auf Biegung, wobei $s=200$ für Gußeifen und 400 für Schmiedeeifen angefetzt werden mag.

Das Lager von Freitag (Fig. 13) enthält Rotgußschalen und mitten in der Unterschale ein als Docht wirkendes Lamellenstückchen von Messingblech, das von einer Feder fanft nach

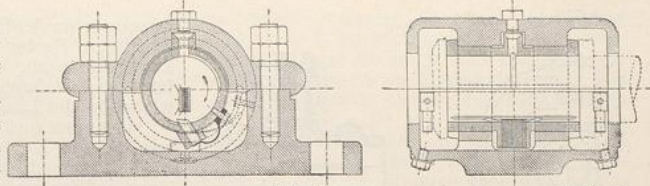


Fig. 13.

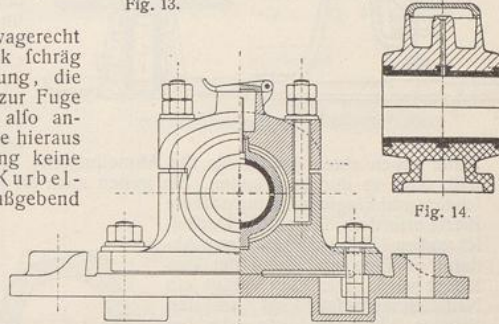


Fig. 14.

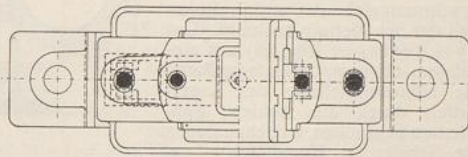


Fig. 15.

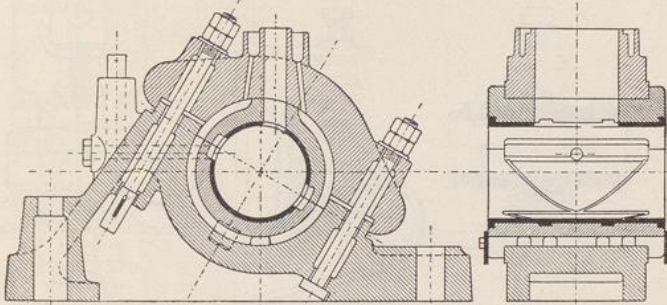


Fig. 16.

oben gedrückt wird und das Oel durch breite Schmiernuten an den Zapfen abgibt. Im Lager Fig. 14 ist Weißmetall unmittelbar in die beiden Lagerhälften eingegoffen, während das Lager Fig. 15 [9] herausnehmbare Schalen von Gußeifen mit Weißmetall enthält, beide Lager mit Dochtschmierung. In dem Lager Fig. 16 lassen sich die Schalen von außen mit Wasser kühlen, das von oben zufließt und unten austritt. Die Schmierung mit Fett geschieht von der Seite her unter der Wirkung eines Druckkolbens und aushilfsweise durch einen breiten Schlitz von oben. Die Aus-

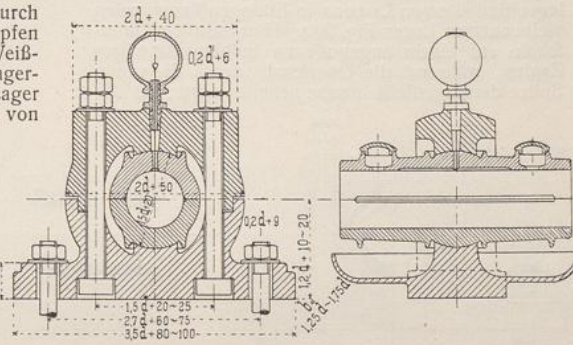


Fig. 17.

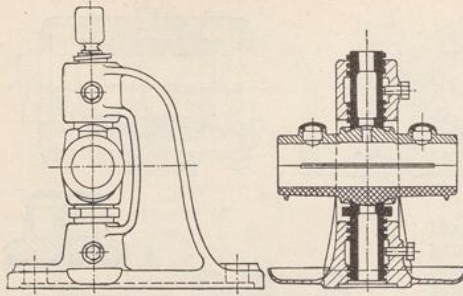


Fig. 18.

Maße geben einen Anhalt für die Abmessungen, will, ohne es durchzuarbeiten. Sie gelten auch für Rotgußlager, während Lager mit Weißmetall-

schalen und Ringschmierung größere Breite erfordern, so daß die Deckelschrauben $1,7d + 25$ bis 40 mm Abstand erhalten und auch der Fuß länger wird. Das Lager trägt ein Nadelschmiergefäß und an den Schalen Näpfe für Talg, der bei Erwärmung schmilzt und in diesem Fall der Schmierung nachhilft. Das Spindellager (Fig. 18) mit einteiligem offenem Gehäuse gestattet die Höheneinstellung des Lagermittels durch die hohlen, gußeisernen Schrauben, zwischen denen die Schalen in Kugelflächen gehalten sind. Fig. 19 zeigt die Schmierung der Kugelschalen von Nagel in Karlsruhe-Mühlburg durch ein längs der Fuge liegendes, in der Mitte fest abgechnürtes Bündel von Baumwoll-

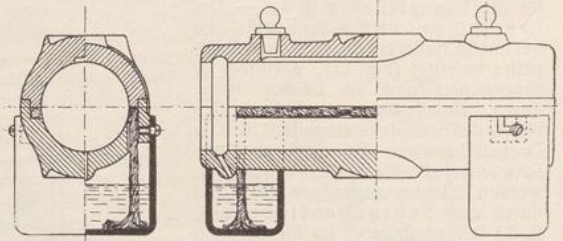


Fig. 19.

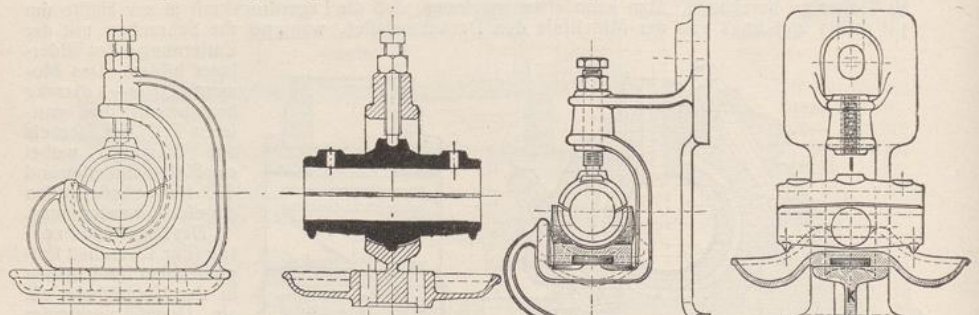


Fig. 20a.

Fig. 20b.

fäden, dessen Enden in die angehängten Ölbehälter hinabreichen. Einfacher und billiger als die Sellerslager sind die von Lorenz in Ettlingen stammenden vielbenutzten Lager Fig. 20 a. Hier ruht die Unterschale auf einem angegossenen halbkugelförmigen Zapfen, während die Oberschale durch die runde Spitze der Lagerstellschraube gehalten wird; bei der

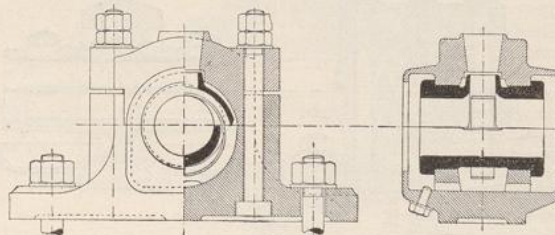


Fig. 21.

Neigung der Welle verschieben sich die Schalen an der Fuge gegeneinander. An dem Lorenzischen Schaukellager (Fig. 20 b) stellt der zur Tropfschale ausgebildete Untersatz ein richtiges Kreuzgelenk dar mit einem lotrechten und zwei wagerechten Zapfen.

Die Ringschmierung wird gegenwärtig für alle Arten von Gleitlagern bevorzugt, weil sie den Zapfen reichlich schmiert und im Ölverbrauch sparsam ist. Die

Füllung eines Lagers braucht erst nach 2—6 Monaten ersetzt zu werden. Das Oel steht in einer Kammer bis dicht unterhalb des Wellenzapfens und wird durch den eintauchenden, lose auf dem Zapfen hängenden Ring nach oben auf diesen übertragen, von da durch oben offene Rinnen am Rande der Unterschale aufgefangen und durch Schmiernuten in die Lauffläche verteilt, aus der es in den Behälter zurückfließt. Dabei schwimmt der Zapfen in Oel, so daß alle Unreinigkeiten fortgespült und am Boden des Behälters abgelagert werden [3] und [8]. — Fig. 21 zeigt ein Stehager mit Rotgußschalen für Ringschmierung von H. Füllner in Warmbrunn. Das Lager der Walzenstühle von Ganz & Co. (Fig. 22) fängt das Oel nur bei einseitiger Drehrichtung des Zapfens richtig auf, nämlich an der tieferen Seite der schrägen Lagerfuge, wie es dem Betrieb entspricht. An dem in einen Elektromotor eingebauten Lager (Fig. 23) [4] hängt der Schmierring einseitig in der Rotgußbuchse.

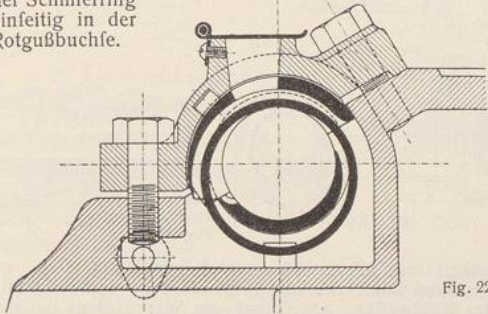
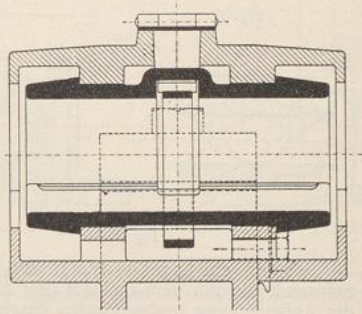


Fig. 21.



Der Ring besteht aus Bronze oder Gußeisen, seitlich abgefrägt, damit er an den Schnittflächen der Oberschale nicht haften bleibt. Muß er geteilt sein, so wird er mit den Enden verzapft und mit Draht von außen umschlungen; geteilte oder verbogene Ringe bleiben leicht

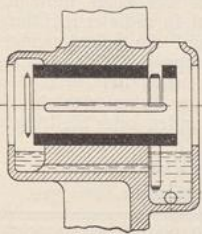


Fig. 23.



Fig. 24.

hängen. Die Unterschale ist so weit auszapfen, daß der Ring in seiner Ebene etwas ausschlagen kann. An langsam laufenden Wellen läßt sich statt des Ringes eine kleine Kette (Fig. 24) überhängen; doch macht hierbei die Einführung des Oeles vom Zapfen in die Lauffläche Schwierigkeiten. Sicherer wirkt ein fester Schmierring (Fig. 25), wie ihn das Eifenwerk Wülfel anwendet, als einteiligen Stellring oder zweiteilig mit Federanpressung, die den Ring mitnimmt, aber der Welle noch Verschiebungen in der Längenrichtung ermöglicht. Das am Ringe haftende Oel geht oben auf das Abstreichblech über, das zur Drehrichtung passend einzustellen ist, und fließt seitwärts durch Kammern und Bohrungen der Oberschale in die Lauffläche. Beim Abheben des Deckels wird der Oelumlaufl sichtbar.

Die folgenden Lager verbinden die Ringschmierung mit der Kugelbewegung der Schalen und sind als Triebwerkslager besonders zu empfehlen. Fig. 26 zeigt ein Gußschalenlager von Wülfel mit festem Schmierring, der oben an einer festen schmalen Abstreifleiste bei jeder Drehrichtung das Oel in die Kammern der Oberschale abgibt. Das Deffauer Sparlager (Fig. 27) [2] von der Berlin-Anhaltischen Maschinenfabrik fördert das Oel mit zwei Schmierringen in die Lauffläche der Gußschalen, aus denen es an den Enden und in der Mitte zurückfließt. Der Oelbehälter der Unterschale von Grob in Leipzig-Eutritzsch (Fig. 28) ist in der Mitte so ausgepart, daß die Lagerhöhe nicht größer als die der Sellers-Lager ist. Im Lager von Piat (Fig. 29) [3] befindet sich der Oelvorrat im Lagerkörper; die mit Weißmetall ausgegossenen zusammengeschraubten Schalen liegen in der Kugelfläche ringsum an. Die außerhalb der Schalen auf der Welle sitzenden Schmierseiben Fig. 30 von Staeding & Meyfel Nachfolger in Niederfedlitz bei Dresden geben das Oel oben durch ein- oder zweiseitige Abstreichbleche seitwärts in die Oberschale ab [6]. — Für starke Dynamowellen mit hoher Umlaufzahl baut Alioth [7] in einem Gehäuse Doppellager mit Balancierstützung mit je einem Ring und Preßöleinführung in die Unterschale.

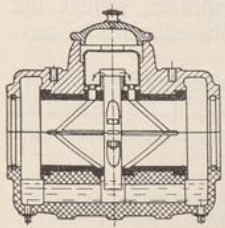


Fig. 25.

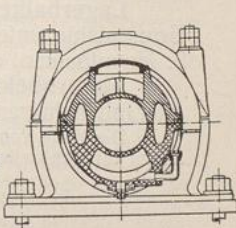
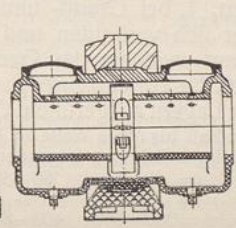
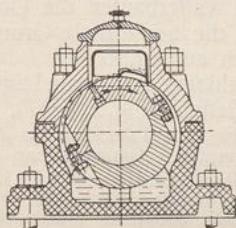
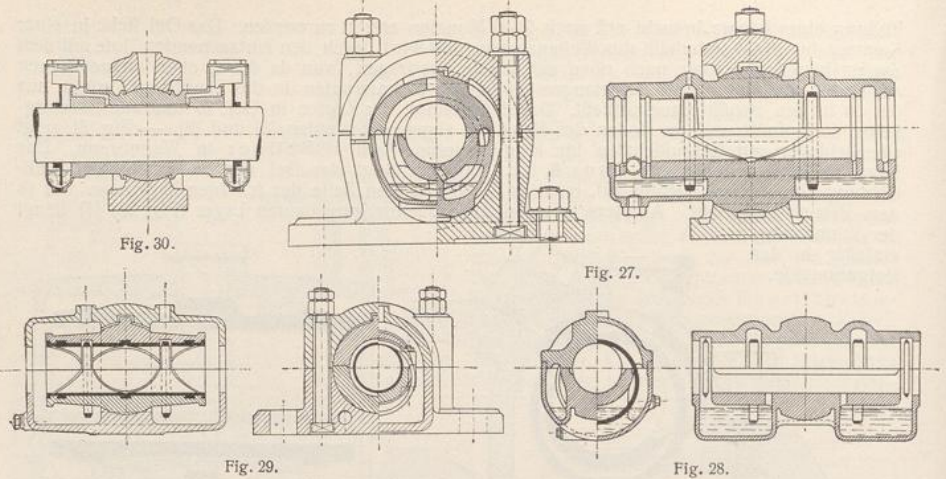


Fig. 26.



Wenn ein Lager warmläuft, lockert man die Schalen, führt reichlich Oel zu, gibt Schwefelblüte mit dem Oel auf den Zapfen und kühlt das Lager mit Waffer, vermeidet aber die Abschreckung heißer Zapfen durch das Kühlwaffer. Als Grund des Warmlaufens bei richtigen Konfruktionsverhältnissen hat man zu suchen, ob die Schmierung ungenügend oder unterbrochen ist, ob Staub oder Späne eingedrungen sind, ob der Zapfen nur an einzelnen Flächen-teilen aufliegt, etwa nur an den Rändern, oder ob er unrund ist, so daß er in gewissen Drehlagen sich klemmt. Auch die ungleiche Ausdehnung von Zapfen und Schale bei einer normalen Erwärmung kann eine Klemmung und das Heißlaufen hervorrufen; fowohl in radialer Richtung, weil die Schale in einem festen Gehäuse liegt und nach innen wachsend die Schmierficht verdängt, als auch in axialer Richtung; wenn z. B. ein Zapfen von l m Länge bei t^0 Erwärmung sich um $0,012 lt$ mm streckt, die Rotgußschale aber um $0,018 lt$ mm, so wird bei $l=0,33$ m und $t=50^0$ der Unterschied $0,1$ mm betragen, d. i. ungefähr die Dicke der Schmierficht, so daß also der Zapfen infolge unzureichenden Spielraumes zwischen den Bunden oder Stellungen sich festlaufen kann.

Abmessungen und Preise von Lagern (in Millimetern und Mark).

d = Lagerbohrung. l = äußere Schalenlänge. h = Achsenhöhe. a = Fußlänge. b = Fußbreite. P = Preis.

$d =$	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	200	250		$d =$	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	200	250	
$l =$	120	160	200	240	280	320	360	400	480					$l =$	200	240	280	320	360	400	460						
$h =$	55	75	82	95	110	110	125	140	160					$h =$	90	100	110	120	135	150	180						
$a =$	190	220	260	310	350	350	400	450	516					$a =$	265	290	340	380	405	440	470						
$b =$	75	90	105	125	140	140	165	190	220					$b =$	75	85	100	110	125	140	160						
$P =$	11	14	19	25	37	37	52	71	100					$P =$	26	32	38	46	55	65	78						
$l =$	100	130	160	200	230	260	300	330	390					$l =$	150	200	240	280	330	390	460	520					
$h =$	60	80	100	120	140	160	180	200	240					$h =$	80	90	100	110	130	150	180	200					
$P =$	8	9	10	12	16	22	30	45	65					$a =$	190	220	260	310	350	350	400	450	516				
$l =$	245	270	300	330	360	415	515	620	740					$b =$	75	90	105	125	140	140	165	190	220				
$h =$	100	110	125	140	150	170	210	260	330					$P =$	19	23	28	36	46	46	62	86	120				
$a =$	270	310	330	360	395	430	550	700	850					$a =$	350	380	445	535	610	610	690	760	850	950			
$b =$	130	145	160	180	200	220	280	360	440					$b =$	85	100	115	135	155	155	180	205	235	270	345	400	
$P =$	68	82	93	98	110	185	315	520	720					$P =$	5	6	8	11	15	15	21	30	42	57	104	144	

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 231. — [2] Ebend. 1902, S. 1341. — [3] Ebend. 1902, S. 1841. — [4] Ebend. 1903, S. 311. — [5] Ebend. 1903, S. 264 ff.; 1904, S. 1403. — [6] Ebend. 1904, S. 106. — [7] Ebend. 1906, S. 219. — [8] Ebend. 1907, S. 855. — [9] Riedler, Maschinenzeichnen, Berlin 1896, S. 36 ff.

Lagerart, f. Erze, Bd. 3, S. 507.

Lagerbalken, 1. bei Grund- und Wafferbauten die Oberhölzer, welche die Grundpfähle unter sich verbinden und die horizontale Grundbefestigung bilden; 2. Hauptbalken, auf welchem das Dach aufsitzt.

Lagerböcke, für ein einzelnes Stehager bestimmte Lagerfühle (Fig. 1, S. 57) oder mit mehreren Lagern ausgerüstete Gestelle (Fig. 2, S. 57). Vgl. a. Lagerstuhl.

Die Höhe vom Fuß bis Mitte Welle in Fig. 1 und der Preis für d mm Lagerbohrung oder D mm für Hohlwellenlager läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

$d =$	30—55	60—80	85—110	115—160 mm
$D =$	—	—	120—170	175—240 "
Höhe =	300—600	400—800	500—900	600—1000 "
Preis =	10—20	20—40	35—70	65—135 M.

Lindner.

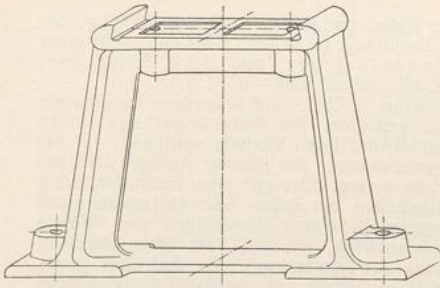


Fig. 1 (zum Art. Lagerböcke).

Lagereifen, Bezeichnung für Liegamboß; f. Amboß.

Lagerentfernung, an Transmissionswellen, ist gleich der Hälfte der Pfeilerteilung des Gebäudes oder ist umgekehrt für diese von vornherein bestimmend.

Stärkere Wellen vertragen auch größere Lagerentfernung, so daß man $lm = \sqrt{d}$ cm annehmen kann, wenn die Riemenscheiben dicht neben die Lager zu sitzen kommen; andernfalls vermindere man die Lagerentfernung auf $0,8\sqrt{d}$ cm, nämlich 2—3,5 m. *Lindner.*

Lagerflächen, bei Mauern, die zur Hauptdruckrichtung ganz oder angenähert senkrechten Steinflächen, das sogenannte Lager (f. d.) der Mauersteine.

Die Abweichung darf bei doppelter Sicherheit gegen Gleiten nicht mehr wie 18° betragen. Bei Steinen aus geschichteten Formationen nennt man die aus der Linie des Streichens und Fallens gebildete Ebene das natürliche Lager. *L. v. Willmann.*

Lagerfugen werden durch die Schnittlinien der Lagerflächen (f. d.) mit der Außenfläche einer Mauer gebildet; f. Quaderverband, die verschiedenen Backsteinverbände, Gewölbe und Fugendicke. *L. v. Willmann.*

Lagergänge, f. Erzlagerstätten.

Lagerhäuser (Speicherbauten), Gebäude zur Lagerung und Aufbewahrung von größeren Warenmengen, fowohl Stückgütern als Bodenerzeugnissen, wie Wein, Oel, Getreide u. f. w., ferner von zollpflichtigen Waren vor deren Einfuhr (zollfreie Lager). S. a. Bodenspeicher, Massentransport, Silospeicher.

Sie werden an Fluß- und Seehäfen, wo sie in engste Verbindung mit dem Eisenbahnverkehr zu setzen sind, entweder von der Bahn- oder Hafenverwaltung oder besonderen Lagerhausgesellschaften errichtet, welche die Aufbewahrung der Waren gegen Entgelt übernehmen. Ihrem Zwecke entsprechend liegen sie in der Nähe der Umschlagshallen oder Schuppen, die dem Verkehr zwischen Bahn und Schiff dienen, nur durch Gleise oder Straßen getrennt, so daß ein freier Verkehr stattfinden kann. In einfachen Fällen bilden sie die Obergeschosse vorgenannter Schuppen. In der Gesamtanlage bilden sie langgestreckte und vielgeschossige Bauten (z. B. im Freihafen zu Hamburg), doch kommen auch solche um einen inneren Hof vor (Packhof in Berlin). Ist genügendes Gelände vorhanden, so kann für einfache Fälle die Anlage von eingeflossigen, barackenartigen Holzbauten, die so nahe zusammengerrückt werden, als es die Feuerficherheit gestattet, erfolgen. In den meisten Fällen aber wird das Baugelände ein engbegrenztes und wertvolles sein und hiernach die Ausnutzung des Raumes nach der Höhe erfolgen müssen. Ist der Baugrund ein schlechter, wie dies an den Seehäfen meistens der Fall ist, so wird zur Vermeidung zu großer Baulast der Hauptaufbau in Holz erstellt werden. Wird aber auf Feuerficherheit des Gebäudes Wert gelegt, so ist ein Steinbau mit Einbau in Beton-eisenbau (f. Bd. 1, S. 738) zu errichten. Die Gebäudetiefe wird auf 20—28 m bemessen, mit Zwischenstützen in etwa 4 m Entfernung. Auch sind Brandmauern in 20—30 m Entfernung durchzuführen. Außer dem Kellergeschoße für Wein, Oel u. dergl. mit 1,8—3 m lichter Höhe und dem Erdgeschoß (4,5—4,8 m hoch) mit den Geschäftszimmern und Aufzugmaschinen werden Obergeschosse (2,8—3 m hoch) in 3—6 Stockwerken angeordnet. An geeigneten Orten liegen Steintreppen und Aufzüge mit genügenden Vorplätzen und feuerficherer Ummauerung; doch ist hierbei zu erwähnen, daß unmittelbare Verbindung der Stockwerke unter sich durch einarmige Treppenläufe bequemer und zeiterparender sind; für freie Gänge zwischen den Warenflapeln wird ein Drittel bis ein Viertel der Grundfläche zu bemessen sein. Für gute Beleuchtung und Lüftung der Lagerräume durch eine genügende Anzahl von Fenstern ist Sorge zu tragen; ebenso muß aber auch eine vollständige Absperrung von Luft und Licht (durch Läden) stattfinden können. Durch Blitzableitungen ist für Erhöhung des Feuer-schutzes zu sorgen. Die Zwischenunterstützungen sind bei einfacheren Bauten eichene Pfosten, gehobelt und verdoppelt, oder aber gußeiserne Säulen oder genietete kasten-artige Stützen, beide letztere mit Monierummantelung. Diese Stützen der einzelnen Stockwerke dürfen nicht durch zwischengelegte Unterzüge unterbrochen sein, sondern sind direkt

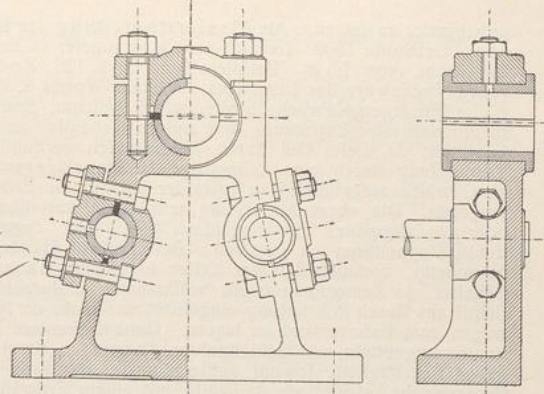


Fig. 2 (zum Art. Lagerböcke).

aufeinander zu fetzen. Als Maximalbelastung für Keller und Erdgefoß find 2000 kg, für obere Gefchoffe 1500—1800 kg pro Quadratmeter in Rechnung zu ftellen. Dies entfpricht einer Lagerhöhe von 1,5 m. Beispiele f. Bd. 2, S. 129, Bodenfpeicher, und Bd. 4, S. 457, Getreidefpeicher; das Lagerhaus der Stadt Worms a. Rh., erbaut 1890—93, f. [1].

Für feuergefährliche Stoffe, wie Petroleum, Spiritus u. f. w., find befondere Lagerhäufer in hinreichender Entfernung von andern Gebäuden zu errichten. Für Petroleumlager ift zu beachten: da diefes Oel durch Wärme rafch verdunftet und fomit Verlufte entfiehen, ift der Verdunftung durch eine kellerartige Anlage entgegenzuwirken. Bei kleiner Anlage wird der als Gewölbe aufgeführte Bau entweder halb in die Erde verlegt oder mit einer Erdaufschüttung umgeben. Die obere Abdeckung würde am vorteilhafteften ein Rafen- oder Holzzementdach oder ein doppeltes Hohlziegeldach fein. Der Zugang ift wegen Eindringen der Wärme durch Doppeltüren zu fchützen. Bei großem Handelsbetrieb, wie z. B. am Rheinhafen zu Mannheim, kommen ftatt der Keller fogenannte Tanks zur Anwendung. Es find dies große Behälter, in Zementmauerwerk vollkommen undurchläffig erfteht, in die das Petroleum vom Schiff aus durch Rohrleitung eingeführt wird, um da bis zur Abfüllung in Fäffer oder in Tankwagen zum Bahnverland zu lagern. Ganz befondere Vorficht ift anzuwenden bei den Lagern von Sprengmitteln, wie Schießpulver, Dynamit u. dergl. Sie find als leichte Gebäude, gefchützt gegen Feuchtigkeit, fowohl aufsteigend aus der Erde als von außen eindringend, und gegen Feuersgefahr aufzuführen, teilweise mit einem Erdwall zu umgeben und dürfen nur in weiter Entfernung (800—1000 m) von Gebäuden u. f. w. erfteht werden [2]. S. a. Pulverturm.

Literatur: Außer der in Bd. 2, S. 132, bei Bodenfpeicher gegebenen, f. [1] Zeitfchr. des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver., 48. Jahrg., Wien 1896, Nr. 48 und 49, S. 625 und 639; über Speicher und Umschlagseinrichtungen von P. Körtz. — [2] Klafen, L., Grundrißvorbilder, 6. Abt.: Gebäude für Handelszwecke, Leipzig 1884, S. 593.

Weinbrenner.

Lagerhaft nennt man die Bruchfteine, welche aus dünnen, der Schichtenhöhe des Mauerwerks entfprechenden Bänken gewonnen werden und mit dem Hammer zum Vermauern leicht zuzurichten find.

Lagerhölzer (Polfterhölzer in Oesterreich), f. Fußbodenlager und Dielungen.

Lagerkeller, f. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 22, und Keller.

Lagermetalle, geeignet zur Lauffläche in Lagern.

Name der Legierung	Zusammenfetzung	Spez. Gew.	Preis pro kg M.	Zugfestigkeit kg/qmm	Dehnung %
Rotguß	85 % Kupfer, 15 % Zinn	8,65	1,5—2	20—25	5—15
Phosphorbronze	90 % „ 10 % „ „ 0—1 % Phosphor	8,7	1,8—2,5	25—40	10—20
Aluminiumbronze	90 % „ 10 % Aluminium	7,65	1,5—2	50—65	10—20
Weißmetall	85 % Zinn, 10 % Antimon, 5 % Kupfer	7,3	1,5—2,5	7—8	—
Magnoliametall	5 % „ 15 % „ 79 % Blei 1/2 % Graphit, 1/4 % Wismut, 1/4 % Silber oder Aluminium.	10,1	1,0—1,5	5—6	1—2

Rotguß, Mafchinenbronze, wird angewendet für gewöhnliche Lager in Mafchinen, für stoßweife belastete Lager in Mafchinen und Triebwerken von mäßiger Gefchwindigkeit, für fchwingende Zapfen wie Kreuzkopfbolzen, auch für Stangenlager wegen der geringen Schalenfärke hinsichtlich Größe und Gewicht der Stangenköpfe. Die härtere Phosphorbronze, die durch einen Zufatz von Phosphorkupfer gereinigt ift, wird an fehnell laufenden Stahlzapfen bevorzugt, z. B. in elektrifchen Mafchinen und Achsbüchfen; auch die feftere Aluminiumbronze, die aber ftark fchwindet und fchwarz anläuft.

Weißmetall, Komposition, verurfacht vergleichsweise mehr Reibung als Bronze [1], läuft weniger leicht warm, weil es fich dem Zapfen better anpaßt; beim Warmlaufen fchmilzt es (bei etwa 250 °) aus, fo daß der Betrieb abgefteht werden muß, läßt aber den Zapfen unverfehrt. Mit einem warmgehenden Bronzelager kann man unter reichlicher Oelzufuhr den Betrieb wohl noch fortfetzen, doch frißt es beim Heißlaufen Riefen in den Zapfen. Weißguß wird angewendet für fchwer und leichter, aber ziemlich gleichmäßig belastete, fehnell oder langfamer umlaufende Zapfen und Wellen, wo nicht better Rotgußfchalen einzubauen find, oder Gußeifenfchalen für Triebwerke ausreichen. Der Preis steigt mit der Härte der Legierung. Billiger find die Hartbleilegierungen, die in verfchiedener Zufammenfetzung als Lagermetall, auch für Achsbüchfen benutzt werden, wie Magnolia- (nach D.R.P. Nr. 55697), ferner Myrtle- und Glycometall (f. Lagerfchalen). Nach Unterfuchungen über Härte und Struktur hat Weißmetall harte Kristalle in weicherer Grundmafse, Bronze Kupferkörner in härterer Mafse [2].

Gußeifen von befonderer Weichheit eignet fich für gewöhnliche Triebwerkklager mit langen verftehbaren Schalen.

Gehärteter Stahl kommt bei Spurfpannen, Buchfen für Gelenkbolzen, Pfannen für Wageschneiden zur Anwendung.

Von andern Lagermaterial ift Pockholz zu erwähnen, das mit Eifen oder Bronze im Waffer ohne weitere Schmierung mit Flächendruck bis 25 kg/qcm läuft und bei Turbinen und Schiffswellen benutzt wird.

Literatur: [1] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1902, S. 1932. — [2] Ebend. 1898, S. 1300. — [3] Stahl, Metallgießerei, Freiberg i. S. 1906.

Lindner.

Lagerplatten, f. Auflager der eifernen Brücken, Bd. 1, S. 360.

Lagerfchalen, längsgeteilte Einlagen in Lagern (f. d.) mit Laufflächen von Lagermetall (f. d.).

Rotgußfchalen bekommen, wenn der Zapfen nicht schon eine bestimmte Länge hat, $1,5 d$ oder $1,25 d + 25$ mm Länge und (nach Fig. 1 und 2) durchschnittlich $0,05 d + 5$ mm Stärke. Fig. 1 zeigt nach dem Rande hin verjüngte Schalen mit Holzeinlagen in dem freien Fugenraum, Fig. 2 auflitzende, konzentrisch gedrehte Schalen, die beim Nachstellen abgefleilt werden müssen.

Bei der Bearbeitung werden erst die Fugen gehobelt, dann zusammen gelötet, die äußeren Mantelflächen und Stirnränder abgedreht, die Schalen wieder getrennt, an den Zapfen gedreht, in das ausgedrehte und gehobelte Gehäuse eingeflagen und (mit Fugein-

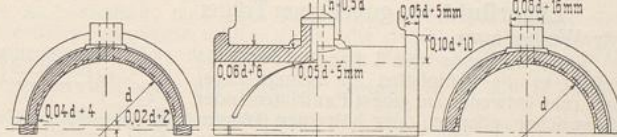


Fig. 1.

Fig. 2.

lagen von $0,04 d + 4$ mm Stärke) innen ausgedreht, schließlich mit Schmiernuten versehen, entweder von Hand mit dem Meißel oder mit besonderen Maschinen. Die Nuten und Abfaltungen der Fugenränder sollten die Lauffläche rechtwinklig schneiden, um den Schlamm zurückzuhalten (Fig. 1 und 2 und Lager, Fig. 16 [1]). — Zur Sicherung gegen Verdrehung erhalten die Schalen gewöhnlich einen zylindrischen Zapfen in der Mitte der Länge, wobei die Mantelfläche nur so weit abgedreht werden kann, daß der Drehstuhl eben noch am Zapfen vorbeigeht. Den freitragenden Teil setzt man ab, um den Stahl auslaufen zu lassen; man kann ihn aber auch in größerer Wandstärke stehen lassen [1]. Wenn die Schalen an der Fuge aufeinander sitzen, genügt es, nur die Oberschale mit einem Zapfen einzusetzen, der jedenfalls so dicht sitzen muß, daß das Öl nicht nach außen tritt.

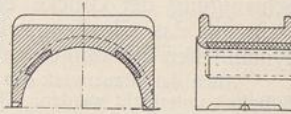


Fig. 3.

In Fig. 4 ist ein besonderer, fest eingeleiteter Dübel angegeben, der die durchgehende Bearbeitung der Sitzfläche zuläßt; auch genügen in die Schale eingeschraubte Schmierrohre sowie Metalleinlagen in der Fuge (f. Lagerbock, Fig. 2). Außen eckige Schalen kommen an Stangenlagern und Achsbüchsen vor (Fig. 3). Rotgußfchalen für Lokomotiven erhalten zuweilen je zwei Weißmetallpiegel (Fig. 3), deren Ausfchmelzen den Betrieb nicht hindert, besonders wenn das Öl nicht ausfließen kann.

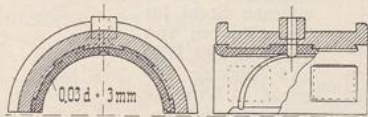


Fig. 4.

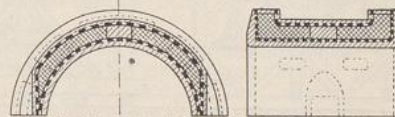


Fig. 5.

Weißgußfchalen (Fig. 4) erhalten, wenn nichts andres bestimmend ist, die Länge $2,5 d$ oder $2 d + 50$ mm. Das Weißmetall wird in den Lagerkörper und Deckel, meist aber in besondere Schalen eingegossen und hält sich in schwalbenschwanzförmigen Rillen oder radialen Bohrungen. Die Weißgußstärke beträgt etwa $0,03 d + 3$ mm, die Rillentiefe nahezu ebensoviel, die Breite das Doppelte; die Stärke der Schalen, einschließlich Rillentiefe, in Gußeisen $0,12 d + 12$ mm, in Stahlguß $0,09 d + 9$ mm, in Bronze für leichte Stangenlager $0,08 d + 8$ mm. Die Rillen werden der Länge nach gehobelt und im Umfang gedreht, auch gefräst, oder gegossen und mit Salzsäure metallisch rein gebeizt, für wichtige Lager vor dem Ausgießen verzinkt. Man kann das Metall über den angewärmten Lagerzapfen selbst gießen, besser über ein ihm fast gleiches Modell von Eisen, das mit Öl oder Graphit mit Spiritus bestrichen ist und mit Randscheiben die Lagerenden abschließt und sich zentriert. Um beide Schalen zugleich zu gießen und sie dann leicht trennen zu können, legt man in die Fuge einen Blechstreifen mit vielen kleinen Ausschnitten. Will man die Schalen einzeln gießen, so dämmt man die Enden mit Lehm ab, gießt die Unterschale, ebnet die Fugenfläche, bestreut sie mit etwas Holzasche oder deckt sie mit Blech ab und gießt die Oberschale. Durch Schaben, besser durch Ausreiben mit einer Reibahle, läßt sich das Lager dem Zapfen gut anpassen [2], [3].

Glycometall wird in Skelettlagern (nach D.R.P. Nr. 133 883 und 188 923) in kurzen Abständen von je 15 mm festgehalten, entweder nach Fig. 5 mit gelochten Blechen von Eisen oder Metall außerhalb und innerhalb eines Guß- oder Stahlgußkerns, oder ohne diesen, am besten nur innerhalb eines gelochten, verzinkten Bleches für kleine Stangen- und Buchslager sowie in einer mit dem Blech vergossenen Gußeisenschale.

Gußeiserne Lagerfchalen erhalten $4 d$ oder $3 d + 50$ mm Länge und an den Enden $0,05 d + 5$ mm Stärke, die nach der Mitte auf das Anderthalbfache anwächst (f. Lager, Fig. 17).

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1890, S. 931 ff. — [2] Ebend. 1897, S. 720 ff. — [3] Usher-Elfers, Moderne Arbeitsmethoden, Berlin 1900.

Lindner.

Lagerfchicht, eine Lage flach gelegter Steine, im Gegensatz zur Rollfchicht (f. d.).

L. v. Willmann.

Lagerfchwelle, 1. Schwelle für die Bodenlager (vgl. Lager); 2. Träger eines Joches.

Lagerstätten, in der Geologie und beim Bergbau die natürlichen Anhäufungen von nutzbaren Mineralien oder Gesteinen. Man teilt die Lagerstätten ihrer Gestalt nach ein in Gänge, Lager, Stöcke. Der nutzbare Inhalt der Lagerstätten kann bestehen aus Brennstoffen, Erzen, Salzen, Baumaterialien, Erden und Sanden, Schmuck- und Edelsteinen.

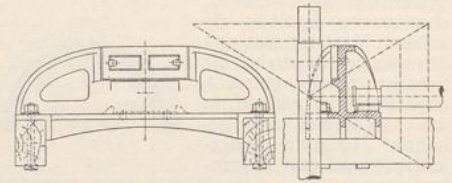
Leppia.

Lagerstock, f. Erzlagerstätten, Bd. 3, S. 510.

Lagerstuhl, ein gußeiserner Träger für Wellenlager.

Im Gegensatz zum Lagerbock (f. d.) enthält er die Sohlplatten für mehrere Lager und ruht entweder auf einem Fundament oder ist zwischen eisernen oder hölzernen Trägern eingebaut (f. die Figur) oder sitzt konfolartig an einer Wand. Er findet besonders bei Kegelradtrieben, z. B. über Turbinen, Anwendung.

Lindner.



Lagerstuhl (Glockenstuhl). Lagerstühle, die dazu bestimmt sind, Kirchenglocken zu tragen, heißen Glockenstühle. Ein Glockenstuhl muß die freie Schwingung der Glocke ermöglichen, dabei aber so fest gebaut sein, daß er nicht nur das Glockengewicht, sondern auch die beim Schwingen auftretenden dynamischen Wirkungen mit Sicherheit aushalten kann.

Auch das Mauerwerk des Turmes, der den Stuhl trägt, muß in manchen Fällen auf seine Festigkeit untersucht werden. Um die Beanspruchung des Mauerwerks abzuschwächen, verlegt man den Stuhl häufig in den unteren Teil des Turmes und verbindet ihn nur lose oder gar nicht mit dem Mauerwerk. Hölzerne Stühle erhalten vielfach einen aus zwei bis drei Balkenlagen bestehenden Roß. Für große Glocken werden in der Regel eiserne Stühle verwendet, die leichter sind und weniger Raum einnehmen als Holzkonstruktionen. Die Fig. 1 und 2 stellen einen hölzernen Glockenstuhl für zwei kleinere Glocken dar.

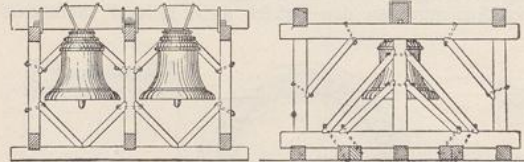


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3 und 4 veranschaulichen einen eisernen Stuhl für fünf Glocken von 440, 700, 990, 1720 und 3400 kg Gewicht. — Wird die Glocke in Schwingung versetzt, so

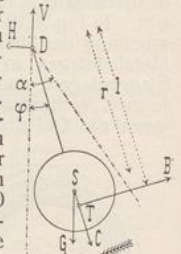


Fig. 5.

ändert sich der Zapfendruck beständig nach Größe und Richtung. Meistens genügt es, den größten lotrechten und den größten wagerechten Zapfendruck zu bestimmen und damit die Dimensionen des Stuhles und die im Mauerwerk auftretenden Spannungen zu berechnen. Es sei G das Gewicht der schwingenden Glocke, m ihre Masse, r der Abstand ihres Schwerpunktes vom Drehpunkte und α ihr größter Ausschlagswinkel (Fig. 5).

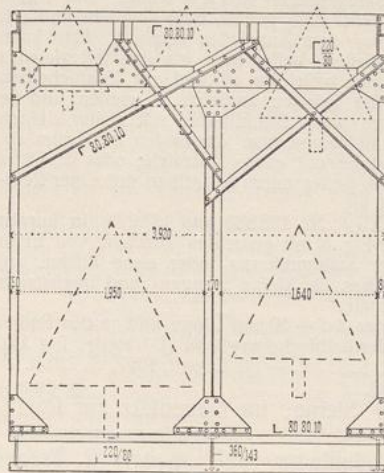


Fig. 3.

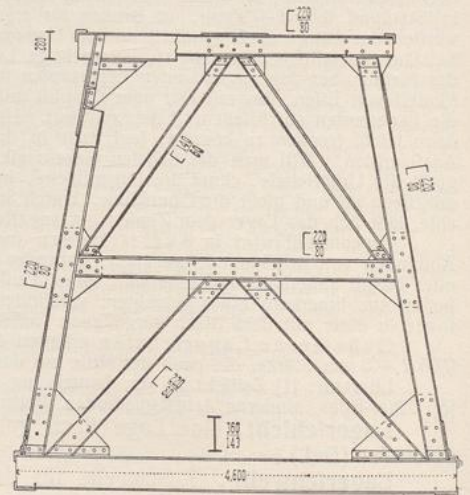


Fig. 4.

dann ist für den Ausschlagswinkel φ das Antriebsmoment $M = Gr \sin \varphi$. Bezeichnet l den Abstand des Schwingungsmittelpunktes vom Drehpunkte, so ist das Massenträgheitsmoment $J = mrl$ und die Winkelbeschleunigung $\beta = M : J = G \sin \varphi : ml$. Ist ω die Winkelgeschwindigkeit, so ist bekanntlich nach der Theorie rotierender Körper $\omega = -\frac{d\varphi}{dt}$ und $\beta = \frac{d\omega}{dt}$, folglich

$$\omega \cdot d\omega = -\beta \cdot d\varphi, \text{ woraus folgt } \omega^2 = -2 \int_a^\varphi \beta \cdot d\varphi = \frac{2G}{ml} (\cos \varphi - \cos \alpha).$$

Um die Reaktionen H und V am Aufhängezapfen zu bestimmen, muß nach dem d'Alembert'schen Prinzip die Fliehkraft $C = \omega^2 m r$ und die Beschleunigungskraft $B = \beta m r$, die durch den Schwingungsmittelpunkt T geht, angebracht werden. Aus dem zwischen den Kräften G, C, B, V und H bestehenden Gleichgewichte ergibt sich nun der lotrechte Zapfendruck $V = \frac{G(l-r)}{l} + \frac{Gr}{l} \cos \varphi (3 \cos \varphi - 2 \cos \alpha)$ und der wagerechte Zapfendruck $H = \frac{Gr}{l} \sin \varphi (3 \cos \varphi - 2 \cos \alpha)$. V erlangt seinen größten Wert stets für $\varphi = 0$, also wenn die Glocke durch die Senkrechte geht, und zwar ist dann $V_{\max} = G + \frac{2Gr}{l} (1 - \cos \alpha)$. Das Maximum von H ist schwieriger zu bestimmen. Bei kleinen α (bis 30°) wird der wagerechte Zapfendruck am größten, wenn die Glocke am weitesten ausschwingt, und zwar ist dann $H_{\max} = \frac{Gr}{l} \sin \alpha \cos \alpha$, bei $\alpha = 30^\circ$ beispielsweise gleich $0,433 \frac{Gr}{l}$. Bei größeren α dagegen erreicht H schon vorher seinen größten Wert. Beträgt der größte Ausschlagswinkel beispielsweise 90° , so wird H am größten bei $\varphi = 45^\circ$ und zwar gleich $1,5 \frac{Gr}{l}$.

Um die Kräfte V und H und damit die Beanspruchung des Stuhles sowie des Mauerwerks abzufschwächen, hängt man große Glocken zuweilen derart auf, daß der Drehpunkt in der Nähe des Schwerpunktes liegt (System Pozdech); dann wird r und damit auch das Maximum von V und H bedeutend kleiner.

Literatur: Deutsches Bauhandbuch, Berlin 1903, Bd. 1, 1. Teil, S. 559; Berechnung der schmiedeeisernen Glockenstühle, Zeitschr. d. Hannov. Arch.- u. Ingen.-Ver. 1872, S. 635; Diagramm der Achsendrücke schwingender Glocken, Deutsche Bauztg. 1875, S. 426; Schweizer. Bauztg. 1897, Bd. 29, S. 44; Süddeutsche Bauztg. 1904, S. 89.

(W. Ritter) Mörjsch.

Lagerung, die Stellung der Schichten im Raum oder die Form der Gesteinskörper als Ganzes.

Die normale und ursprüngliche Lagerung der Schichtgesteine ist die horizontale oder föhliche. Liegt eine Schicht parallel auf der oberen Fläche einer andern Schicht gleichförmig auf, so besteht zwischen beiden Schichten eine Konkordanz der Lagerung. War dagegen die untere Schicht in ihrer Lage gestört, als sich die obere auf sie ablagerte, oder sind die Schichtenflächen beider Schichten nicht einander parallel, so ist eine Diskordanz vorhanden. Greift eine Schicht über das Ende (Ausgehende) der nächsttieferen hinaus auf noch tiefere mit ihrer Auflagerfläche hinüber, so bezeichnet man dies als Transgression oder Uebergreifen der Schichten. Dies gilt nicht bloß für die einzelne Schicht, sondern für ganze Schichtenreihen und Formationen. Ist eine aus ihrer normalen Lage verrückte Schicht in eine senkrechte (saigere) oder vertikale Lage gebracht, so steht sie „auf dem Kopf“. Geht die Drehung der Schicht noch über 90° hinaus, so daß also die Oberfläche einer Schicht zu unterst liegt und umgekehrt, so nennt man diese Lage „überkippt“ oder „überstürzt“. Durch seitlichen oder tangentialen Druck in der Erdrinde werden die Schichten vielfach gebogen und gefaltet wie die Blätter eines Buches (Faltung). Sind die Schichten nach unten gebogen, so nennt man diese Form eine „Mulde“. Eine die tiefsten Punkte einer Mulde verbindende Linie, die Muldenlinie oder Synklinale, scheidet die Mulde in zwei Flügel. Sind die Schichten aber nach oben gebogen, so spricht man von einem „Sattel“. Die Linie der höchsten Punkte, die Sattellinie oder Antiklinale, trennt die beiden Sattelflügel. Mulde und Sattel zusammen bilden eine „Falte“. Die Falte steht senkrecht, wenn die durch die Mulden- oder Sattellinie symmetrisch zu den Flügeln gelegte Ebene senkrecht steht; sie ist liegend, wenn diese Ebene schief steht. Solche Falten nennt man auch Isoklinale. Ist von einer Schichtenfalte die Sattelbiegung durch Erosion abgetragen worden, so daß man ihre Form im Querschnitt nur dann wiederherstellen kann, wenn man diesen abgetragenen Teil in der Luft ergänzt, so spricht man von „Luftfattel“. Man nennt den Teil einer Falte, welcher Mulden- und Sattelflügel zugleich ist, den Mittelfaltenkel. Ist eine liegende Falte in diesem zerrissen längs einer ihm annähernd parallelen Gleitfläche und ist alsdann der aufliegende Teil der Falte nach oben geschoben, so entsteht eine „Uberschiebung“, indem die älteren Schichten im Kern des überschobenen Falteanteils (Sattels) auf die jüngeren Schichten in dem unterliegenden Falteanteil (Mulde) zu liegen kommen. Vgl. a. Eruptivgesteine und Gebirgsstörungen.

Literatur: Margerie, E. de, und Heim, A., Die Dislokationen der Erdrinde, Zürich 1888; Credner, H., Elemente der Geologie, 9. Aufl., 1902; Lapparent, A. de, Traité de géologie, 4. Aufl., Paris 1900; Gürich, G., Das Mineralreich, Neudamm 1897.

Leppia.

Lagosöl, f. Palmöl.

Lagranges zweite Art der Bewegungsgleichungen, f. Bd. 2, S. 763.

Lahngold (Raufgold), sehr dünnes Messingblech.

Lahnphosphorit, f. Apatit.

Laibung (Leibung), die dem Innern einer Oeffnung oder eines hohlen Raumes zugekehrte Begrenzungsfläche (vgl. Fenster, Gewölbe, Türen u. f. w.).

Laift, f. Sinkwerksbau.

Laktalbumin (Milchalbumin) ist ein dem Serumalbumin ähnlicher, in geringer Menge in der Milch enthaltener Eiweißkörper, von schwächerer Linksdrehung als das Serumalbumin. Es koaguliert bei 67–72° C. je nach der Konzentration und dem Salzgehalte feiner Lösung. Bujard.

Lalande-Element, f. Galvanismus, Bd. 4, S. 244.

Lama, ein Gewebe, glatt (leinwandartig), zuweilen aber auch geköpert und selbst klein gemuffert, dünn und lose, sehr wenig gewalkt, auf der rechten Seite etwas gerauht und nur wenig geschoren, so daß eine mäßige Haardecke das Gewebe völlig erkennen läßt, wie beim Flanell, der dem Lama überhaupt sehr ähnlich ist.

Mitunter gibt man den Namen auch besseren Stoffen, die gewöhnlich Napolitaine heißen. In Italien bezeichnet man auch reichere feidene Stoffe mit Lama, die aus Organfinkette und Tramtschuß unter Benutzung von echtem Gold und Silber gewebt werden (ganzreiche tutta lama, halbreiche mezza lama). E. Müller.

Lambic, f. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 25.

Lambrechts-Hygrometer, f. Feuchtigkeitsmesser, Bd. 3, S. 760.

Lambrequin, kurze, ausgezackte Behänge an Fenstervorhängen, Türen, Himmelbetten u. f. w.; vielfach im Barockstil zu architektonischen und kunstgewerblichen Dekorationen angewendet. — In der Heraldik bedeuten sie f. v. w. Helmdecken.

Lambris, innere Wandbekleidungen der Wohnräume aus Marmor, Stuck, am häufigsten aus Holz hergestellt. Neben der Zweckmäßigkeit, die Wände vor Beschädigungen zu schützen, können sie auch viel zur Verschönerung der Zimmer beitragen (f. Fußlambris, Bd. 4, S. 224 und S. 219, Fig. 6, sowie Tafelung).

Lamellenbremse, f. Ankerspinn (Bd. 1, S. 217) und Lafettierung.

Lamellenmagnet, f. Magnetismus.

Lamellenräder, Reibräder (f. d.) mit axial gepreßten Ringen.

Lamellenwechsel, f. Telegraphie.

Lamésche Funktionen, die ganzen Funktionen n -ten Grades und „ p -ter Ordnung“ V , welche Integrale der Differentialgleichung

$$4\psi(z)\frac{d^2V}{dz^2} + 2\psi'(z)\frac{dV}{dz} + \varphi(z)V = 0$$

sind, unter ψ und φ ganze Funktionen bzw. von den Graden $p+1$ und $p-1$ verstanden.

Die Funktion φ kann auf $\frac{(n+1)(n+2)\dots(n+p-2)}{(p-1)!}(2n-p-1)$ Arten so bestimmt werden, daß die Differentialgleichung wirklich eine ganze Funktion n -ten Grades als Integral hat. Die Laméschen Funktionen spielen in der Potentialtheorie und in der Wärmelehre eine Rolle.

Literatur: [1] Lamé, G., Leçons sur les fonctions inverses des transcendents et les surfaces isothermes, Paris 1857. — [2] Derf., Leçons sur la théorie analytique de la chaleur, Paris 1861.

Wölffing.

Lametalack, mit Teerfarbstoffen gefärbte Schellacklösung zum Ueberziehen von papierdünnem Weißmetall. Andés.

Lamingsche Maffe, f. Reinigungsmaffe.

Laminierstuhl (Streckmaschine), f. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 608.

Lammfelle, f. Leder.

Lampas, ursprünglich gemalte ostindische Seidenstoffe; jetzt reichgemufferte, damastartige Seidenstoffe zu Möbeln, Tapeten, Kirchenornaten u. f. w. E. Müller.

Lampen, Lampenfabrikation. Lampen sind Einrichtungen, in welchen brennbare Stoffe oder feltene Erden, Metalle u. f. w. zum Glühen und zur Lichtentwicklung gebracht werden behufs Beleuchtung von Wohn- und Fabrikräumen, Theatern, Kirchen, Straßen, Höfen, Plätzen, ausnahmsweise auch zur Erwärmung von Räumlichkeiten und Kochgefäßen oder zum Schmelzen (Lötlampe) u. f. w.

Im wesentlichen gehören hierher: 1. Acetylenlampen, f. Acetylenbeleuchtung im Art. Acetylen, Bd. 1, S. 60; 2. Elektrische Lampen, f. Beleuchtung, elektrische, und Bogenlampen (in diesen Hauptform-, Nebenfluß-, Differentialbogenlampen, Dauer-

brandlampen, Effektbogenlampen, Queckfilberbogenlampen, Queckfilberdampflampen), Glühlampen (in diesen Kohlenfaden-, Nernst-, Osram-, Tantal-, Wolfram-, Zirkonlampen); 3. Gaslampen (f. d.) und Gasbeleuchtung, Gasglühlicht; 4. Oellampen (f. d.) und Geleucht, Feuerfchutz (Bd. 3, S. 787), Petroleumglühlicht; 5. Spirituslampen (f. d.) und Spiritusglühlicht. In den betreffenden Artikeln ist, soweit erforderlich, durch Beschreibung bzw. Literaturnachweise die Fabrikation erörtert; vgl. a. Bunfenbrenner, Gasblaubrenner, Kerzen, Bahnhöfe, Eifenbahnwagen (Bd. 3, S. 339) und Theaterlampen für Photographie, f. Stickstoffoxyde.

Lampenablefung, f. Meßinstrumente, elektrische.

Lampenglocken, gläserne Umhüllungen leuchtender Flammen zur Milderung oder Färbung des Lichts oder — wie bei elektrischen Bogenlampen — mit Drahtgeflecht umspannen, zum Schutz gegen Feuersgefahr. Lichtverlust bei Alabasterglas 15%, Milchglas 30—60%, Opalglas 20%.

Lampenruß (Lampenschwarz), f. Ruß.

Lampenschacht (Lampenloch), f. Kanalifation der Städte und Ortschaften, Bd. 5, S. 345.

Lampenschirme, die zum Reflektieren oder auch Dämpfen des Lampenlichtes verwendeten, meist runden, auf die Lampe gefetzten Decken.

Als Rohmaterial werden die verschiedensten Papiergattungen, vom gewöhnlichen Schreibpapier bis zum Karton, weiß, gefärbt, mit Ornamenten bedruckt, gepreßt, gefantzt, undurchsichtig oder durchscheinend, marmoriert, geprenkelt u. f. w. verwendet. Zu den großen Luxuschirmen wird heutigestags mattgefärbtes Krepppapier in Anwendung gebracht und der Schirm mit Papier- oder sonstigen Spitzen garniert. Auch Gewebe der verschiedensten Gattung werden verwendet. Der Form nach sind die Schirme meist konisch, glatt oder gefaltet, zeigen aber auch die mannigfaltigsten Abweichungen von dem einfachen Konus.

Bei den meisten Erzeugnissen besteht die eigentliche Herstellung bloß aus dem Ausschneiden des Schirmes und dem Zusammenkleben oder Zusammenheften der Kanten; bei den großen gefalteten Schirmen aber werden, um eine Gleichförmigkeit der Arbeit zu sichern, Faltschablonen in Verwendung gebracht, von welchen eine aus Fig. 1—4 ersichtlich ist. Der zu faltende Schirm wird zwischen zwei schon in regelmäßige Falten gelegte, vorläufig aber glattgebreitete

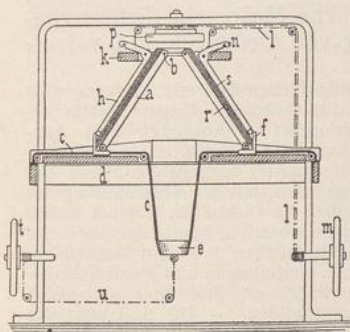


Fig. 3.

eine, untere, dieser Schienensysteme besteht aus den radial gestellten Schienen *a* (Fig. 1, 3 und 4), die an ihren inneren Enden durch den Drahtring *b*, an den äußeren Enden mit kleinen Schlitten durch ein Scharnier verbunden sind. Durch eine gleichzeitige radiale Bewegung dieser Schienen kann das ganze System in die Höhe gestellt, zu einem Konus geformt werden. Die Bewegung wird durch die Riemen *c* erreicht, die sämtlich an dem Ring *e* befestigt sind, der wieder durch eine Drehung des Handrades *t* mittels der Kette *u* nach abwärts gezogen werden kann und dadurch die Aufstellung der Schienen bewirkt. Die gleichförmige Bewegung



Fig. 4.

der Schlitten wird dadurch gesichert, daß alle durch je einen zweiten Riemen mit dem gemeinschaftlichen, die ganze Maschine umfassenden Ring *d* verbunden sind, der beim Aufstellen gehoben werden muß. — Das über den Schablonen befindliche Schienensystem besteht aus ebenförmigen radial gestellten Schienen *h*, die jedoch so angeordnet sind, daß sie, wie Fig. 4 zeigt, auf die Zwischenräume der Schienen *a* entfallen und so die einspringenden Kanten des Schirmes bilden, während den Schienen *a* die Bildung der auspringenden Kanten zufällt. Beim

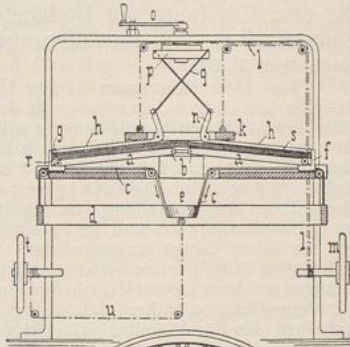


Fig. 1 und 2.

Aufstellen zum Konus stützen sich diese oberen, in Fig. 2 direkt sichtbaren Schienen mit einem Querstück gegen zwei Zapfen *f*, die auf den vorerwähnten Schlitten befestigt sind. Mit dem andern inneren Ende bewegen sich diese Schienen in an dem Ringe *k* (Fig. 1—3) angeordneten Scharnieren. Um nun die Schablonen samt dem zu faltenden Schirm in die Maschine einlegen zu können, muß dieses obere Schienensystem in die Höhe gehoben werden. Zu diesem Behufe kann der Ring *k* mit Hilfe zweier Schnüre *l* mittels des Handrades *m* gehoben werden, während man die gleichzeitig nötige horizontale Lage der Schienen dadurch erzwingt, daß das über die Scharniere hinaus winkelhebelartig verlängerte Ende *n* dieser Schienen (Fig. 1 und 3) durch Schnüre *g* mit einer durch Kurbel *o* drehbaren Scheibe *p* angezogen wird. Durch Drehen dieser Kurbel und des Rades *m* wird das obere Schienensystem gehoben, dann das Papier zwischen den beiden Schablonen auf das untere Schienensystem aufgelegt, das obere Schienensystem hierauf gefenkt; beide Systeme werden dann samt Schablonen und dazwischen liegendem Schirm durch Drehung des Rades *t* in die Höhe gestellt (Fig. 3).

Kraft.

Lampenschwarz, f. Ruß.

Lamprophyr, ein in Gängen auftretendes, dunkles, körniges, namentlich aus Feldspat, Glimmer und Hornblende bestehendes Gestein, das häufig noch etwas Quarz und Augit enthält. Die nicht sehr häufigen Gesteine sind nahe verwandt mit den Kerfantiten und kommen nur in älteren Formationen (in kristallinen Schiefen, Silur, Devon, Kulm) vor. Ihre Anwendung ist die gleiche wie diejenige der Kerfantite (f. d.).

Leppla.

Lancashirekessel, f. Dampfkessel, Bd. 2, 563.

Lancier, f. Weberei.

Lancierrohr, Kanone zum Lancieren oder Ausstoßen der Torpedos; f. Torpedoarmierung.

T. Schwarz.

Landauer (Landulet), f. Motorwagen.

Landesaufnahme, f. Landesvermessung.

Landeskultur. Im allgemeinen werden alle zur Förderung der Landwirtschaft dienenden Einrichtungen als Maßnahmen der Landeskultur bezeichnet. Im engeren technischen Sinn versteht man unter Landeskultur jene Unternehmen, die eine Erhöhung der Bodenerträge durch technische Maßregeln (Feldbereinigungen, Ent- und Bewässerungen, Urbarmachung von Oedungen u. f. w.) erreichen wollen.

Das Zustandekommen solcher Unternehmen liegt im öffentlichen Interesse. Darum wird daselbe seit einigen Jahrzehnten in den deutschen Staaten und in Oesterreich-Ungarn staatlicherseits sowohl durch Ausbildung geeigneten technischen Personals zur Anregung und Ausführung der Anlagen als auch durch Spezialgesetze und Geldzuschüsse unterstützt. Je nach den Aufgaben, die man sich stellt, wird in diesen Dingen verschiedenartig vorgegangen. Bei der Ausführung von **Feldbereinigungen** (f. d.) ist es meistens geboten, mit der Neueinteilung der Grundstücke die Herstellung von regelrechten Wegen und Gräben zu verbinden. Darum haben auch, insbesondere wo man die Bereinigung schon früh systematisch betrieb, häufig die Geometer sich um solche Dinge angenommen. Dies vollkommener auszugestalten hat man deshalb an technischen Mittelschulen besondere Kurse für Kulturtechnik, d. h. Vorlesungen und Konstruktionsübungen aus dem Gebiet der obengenannten Gegenstände, eingerichtet, und sucht hier namentlich die Vermessungstechniker gleichzeitig zu Kulturtechnikern auszubilden. — Oft sind aber die Aufgaben der Landeskultur schwieriger und lassen sich nur mit Zuhilfenahme der eigentlichen Ingenieurwissenschaften lösen. Größere Bewässerungs- oder Entwässerungsanlagen mit größeren Stauwehren verlangen für Dimensionierung der Bauwerke oder Berechnung des Einflusses auf benachbarte Wasserwerke, Beurteilung der Rechtsfragen, Brückenkonstruktionen u. f. w. umfassende Kenntnisse. Aus diesem Grunde haben in neuerer Zeit auch technische Hochschulen die Landeskultur unter die Ingenieurfächer aufgenommen, und es werden jetzt vielfach Kulturingenieure, die in allen Zweigen der Ingenieur- und der Bodenmeliorationswissenschaften theoretisch und praktisch ausgebildet sind, mit den genannten Arbeiten betraut. So hat sich ein neues Feld der Tätigkeit für Privat- und Staatstechniker ausgebildet.

Eigene Landeskulturbehörden werden von seiten des Staats oder von Korporationen bestellt und sorgen für die Anregung und Ausführung der in dieses Gebiet fallenden Unternehmen. Ihre Tätigkeit ist aber damit keineswegs abgeschlossen. Eine Hauptaufgabe besteht dann noch in der Beaufsichtigung der Instandhaltung der Anlagen. Ein solches Eingreifen des Staates ist gerechtfertigt. Einerseits dringt das Verständnis für diese immerhin noch neuen Dinge nur langsam und schwer in die bäuerliche Bevölkerung ein; daselbe muß meist erst geweckt werden, und weil dies im staatlichen Interesse liegt, müssen auch Sachverständige da sein, die Gemeinden und Private unentgeltlich beraten und bei denen gleichzeitig der Verdacht ausgeschlossen ist, als ob sie aus eigenem Interesse handeln. Andererseits übt überall der Staat durch besondere Gesetze einen gewissen Zwang zum Zustandekommen sowohl von Feldbereinigungen (Bd. 3, S. 676) als auch von Ent- und Bewässerungen auf parzelliertem Gelände aus. Wenn die Mehrheit der Eigentümer der Grundstücke, über die ein solches Unternehmen sich erstrecken soll, sich für dessen Ausführung entschlossen hat, so muß die Minderheit es nicht nur dulden, sondern sie muß sich ihm vollständig anschließen, die auf sie fallenden Beiträge bezahlen und sich in eine Ordnung über die spätere Unterhaltung fügen. Sowie der Staat aber derartig vorgeht,

so muß er auch die Interessen der Minderheit schützen. Zwingt er diese, sich an einem solchen Unternehmen zu beteiligen, so übernimmt er auch bis zu einem gewissen Grad die Verpflichtung, dafür zu sorgen, daß daselbe einschließlich der Kostenumlegung korrekt ausgeführt und später zweckentsprechend benutzt und unterhalten wird. Ganz daselbe ist er sich selbst schuldig, wenn er Beiträge zu solchen Anlagen gibt. Diese Aufgabe wird er aber am besten durch besondere ständige Behörden erfüllen.

Literatur: Staatslexikon, Freiburg i. B. 1901, Bd. 3, S. 958, mit reicher Literaturangabe.

Lübberger.

Landestriangulierung, f. Landesvermessung und Triangulierung.

Landesvermessung. Ihre Aufgabe ist die Beschaffung und Erhaltung der im öffentlichen Interesse für mannigfache Zwecke erforderlichen Kartenwerke und sonstigen geodätischen Grundlagen. Sie besteht aus der Landestriangulierung, dem Landesnivellement, der geometrischen und der topographischen Spezialvermessung.

1. **Ergebnisse**. Von den mannigfachen Zwecken, die in jedem Kulturstaate eine sorgfältige Landesvermessung erforderlich machen, mögen genannt werden die staatswirtschaftlichen, wie die Sicherung des Grundeigentums, die Grundsteuererhebung und die Statistik, die militärischen, wie die Landesverteidigung und die Truppenübungen, die technischen, wie Land- und Fortwirtschaft, Landeskultur, Bergbau, Industrie, Verkehr, Straßen-, Eisenbahn-, Strom- und Kanalbau, und die wissenschaftlichen, wie geodätische, geologische, geophysische und andre Untersuchungen. Die Landesvermessung soll, soweit dies technisch möglich ist, alle im öffentlichen Interesse erforderlichen geodätischen Unterlagen unmittelbar liefern, so daß besondere Vermessungen nicht nötig oder doch möglichst eingeschränkt werden. Die für den öffentlichen Gebrauch bestimmten Ergebnisse der Landesvermessung sind zuverlässige Karten verschiedener Art. Für die genannten Zwecke sind erforderlich: geometrische Spezialkarten in Maßstäben, die zwischen 1:100 und 1:10000 liegen können, topographische Spezialkarten in den Maßstäben von 1:10000 bis 1:50000 und topographische Uebersichtskarten in den Maßstäben von 1:100000 bis 1:500000. Aus diesen topographischen Uebersichtskarten werden noch geographische Landeskarten hergestellt durch entsprechende Verallgemeinerung. Weiteres f. Karte, Kartierung und Kartenvervielfältigung. Neben diesen für den öffentlichen Gebrauch bestimmten Ergebnissen dienen für den besonderen Gebrauch der mit der Landesvermessung und ihrer Fortführung betrauten Behörden die aus den Vermessungen gewonnenen zahlenmäßigen Ergebnisse, die in Abrissen, Koordinaten-, Höhen- und Flächenverzeichnissen, Handrissen u. s. w. niedergelegt sind. Die topographischen Karten sind allgemein durch Druck vervielfältigt und daher bequem zugänglich. Die geometrischen Spezialkarten sind dagegen bisher nur in einzelnen Staaten veröffentlicht. Auch die übrigen, wesentlich für den Gebrauch der Vermessungsbehörden bestimmten Ergebnisse sind nur teilweise durch Drucklegung allgemein zugänglich gemacht worden. Ueber die Ergebnisse der deutschen Landesvermessungen bis 1882 f. [1], über den Stand des Kartenwesens des außerdeutschen Europa f. [2].

2. **Landestriangulierung**. Sie besteht aus einem das ganze Staatsgebiet überspannenden System von Dreiecken. Hat das Staatsgebiet eine erhebliche Ausdehnung, so wird es durch Dreiecksketten in Teile zerlegt. Diese von Ketten umrahmten Teile werden durch Dreiecksnetze ausgefüllt. Eine Abstufung der Triangulierung in Haupt-, Zwischen- und Kleintriangulationen gestattet eine günstige Ausgleichung der Beobachtungsfehler und eine Vereinfachung der Rechenarbeiten. Der Punktabstand in den Ketten und Netzen, die der Haupttriangulation angehören, beträgt 50—60 km, wohl auch noch mehr. Der Punktabstand wird stufenweise in der Zwischentriangulation auf 20—10 km und in der Kleintriangulation für den Anschluß der Spezialvermessungen auf einige Kilometer bis 0,5 km verringert. Die Triangulierung liefert im Gelände dauerhaft bezeichnete Systeme von Punkten, deren Orte auf der mathematischen Erdoberfläche durch Koordinaten (f. d.) genau bestimmt sind. Durch diese Punktsysteme ist der Platz für die bei den Spezialvermessungen aufzunehmenden Gegenstände im voraus bestimmt. Demnach können die der Natur der Sache nach allmählich fortchreitenden oder je nach Bedürfnis auf beliebigen Gebietsteilen vorzunehmenden geometrischen und topographischen Spezialvermessungen selbständig und in sich abgeschlossen ausgeführt werden. Weiteres f. Triangulierung. Uebersichtliche Darstellungen finden sich auch in [3] und [4].

3. **Das Landesnivellement**, ein geometrisches Präzisionsnivellement, schafft das Landeshöhenetz. Dieses ist ein das ganze Staatsgebiet überziehendes System von Nivellementslinien, die längs den Landstraßen, Eisenbahnen und Flüssen angeordnet werden. Für eine große Anzahl von Festpunkten werden die Höhen über dem Landeshorizont (f. Höhe) durch genaue Nivellement ermittelt, so daß diese Festpunkte für alle weiteren Höhenmessungen als Grundlagen dienen können. Weiteres f. Nivellement. Die Zahl der Höhenfestpunkte wird noch vermehrt bei Ausführung der Kleintriangulation durch Bestimmung der Höhen der trigonometrischen Punkte durch trigonometrisches Nivellement. Die trigonometrisch gewonnenen Festpunkte gehören dem eigentlichen Landeshöhenetze zwar nicht an, unterscheiden sich auch von den Punkten dieses Netzes durch eine geringere Genauigkeit, werden aber im Anschluß an diese Punkte bestimmt und geben eine geeignete Unterlage für die topographische Spezialvermessung. Weiteres f. Höhenmessungen.

4. Die **geometrische Spezialvermessung** wird an die Kleintriangulation durch die Polygonisierung als Bindeglied angeschlossen. Sie heißt Stückvermessung und ist eine unmittelbare Linienvermessung, durch welche alle aufzunehmenden Gegenstände auf die übergeordneten Systeme bezogen werden, so daß für das ganze Staatsgebiet ein zusammenhängendes Vermessungswerk entsteht. Diese Spezialvermessung wurde in den einzelnen Kulturstaaten allgemein zunächst für die Anlage eines Grundsteuerkatasters ausgeführt; sie wird daher auch Katastervermessung

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. VI.

genannt. Bei den älteren Landesvermessungen ist an Stelle der unmittelbaren, eine zahlenmäßige Darstellung liefernden Linienmessung die zeichnerisch vorgehende Meßtischaufnahme angewendet worden (f. Meßtisch). Unter bestimmten Verhältnissen kann auch ein tachymetrisches Verfahren eingeschlagen werden. Ueber eine tachymetrische Vermessung im Berner Oberland aus jüngster Zeit f. z. B. [5]. Weiteres f. a. Tachymetrie. Wegen der technischen Anordnung des Verfahrens bei den geometrischen Spezialvermessungen f. Kataster sowie die dort genannte Literatur; ferner f. a. Stückvermessung. Durch die fortschreitende Veränderung der Bodenoberfläche infolge Kulturwechsels, Bebauung, Verkehrsanlagen u. f. w. sowie besonders durch den Grundstücksverkehr und die steigenden Anforderungen an die Sicherung des Grundeigentums wird eine stete Erneuerung der Vermessungen erforderlich. Da eine einheitliche Neumessung eines ganzen Staates eine lange Zeitdauer beansprucht, wird dem jeweiligen Bedürfnis dadurch Rechnung getragen, daß den verfügbaren Mitteln des Staates entsprechend eine stetig fortschreitende stückweise Erneuerung der älteren Vermessungen vorgenommen wird. Grundbedingungen für ein derartiges Verfahren sind das Vorhandensein einer einheitlichen Landestriangulation und die Festsetzung einer nach einheitlichen Gesichtspunkten durchgebildeten Messungsmethode durch amtliche Vorschriften.

5. Die **topographische Spezialvermessung**. Werden bei der geometrischen Spezialvermessung die Höhenverhältnisse des Geländes mitbestimmt und auf die gewonnenen Spezialkarten übertragen, so sind alle erforderlichen Unterlagen für die Herstellung der topographischen Karten gegeben. Diese können dann durch eine mechanische Reduktion der geometrischen Karten nach sachgemäßer Auscheidung unwichtiger Einzelheiten aus denselben gewonnen werden. Dieser Weg zur Durchführung einer einheitlichen Landesvermessung, der sich aus ihrem natürlichen Zusammenhange ergibt, ist aber nur dann möglich, wenn die geometrische Spezialvermessung abgeschlossen vorliegt, sobald das Bedürfnis nach topographischen Karten auftritt. Ein solches Bedürfnis machte sich in fast allen Staaten in erster Linie vornehmlich für militärische Zwecke geltend, während die grundlegende Bedeutung der geometrischen Spezialvermessung erst viel später in den Vordergrund trat. Aus diesem Grunde ist die topographische Aufnahme in fast allen Staaten der geometrischen Spezialvermessung vorausgegangen oder doch getrennt von ihr durchgeführt worden. Die topographisch-militärischen Aufnahmen liegen ihrer Entwicklung gemäß in den Händen der Militärverwaltungen. Die staatswirtschaftlichen geometrischen Spezialvermessungen werden dagegen durch die Zivilverwaltungen vorgenommen und zwar durch die Katasterbehörden der Finanzverwaltungen, da zunächst das Bedürfnis nach geometrischen Karten für die Grundsteuerveranlagung zu befriedigen war. Erst in neuerer Zeit wird bei topographischen Neubearbeitungen zu dem obengeführten einheitlichen Verfahren nach und nach übergegangen, insofern ihm zuverlässige geometrische Spezialkarten zugrunde gelegt werden können. — Die selbständige topographische Vermessung erfolgt im Anschluß an die Landestriangulation und das Landeshöhennetz in der Regel nach dem Meßtischverfahren, bei dem die Kippregel mit Distanzmesser und Höhenkreis benutzt wird (f. Topographie). Die tachymetrische Zahlenmethode hat bis jetzt weniger Verwendung gefunden (f. Tachymetrie). Bei den Höhenmessungen in unebenem Gelände wird neben der tachymetrischen Nivellierung vielfach die Höhenmessung mit Federbarometern erfolgreich angewendet (f. Höhenmessungen). Auch die photogrammetrischen Aufnahmen kommen neuerdings, insbesondere in unzugänglichen Gebirgsgegenden zur Geltung (f. Phototachymetrie). — Die Ausführung der topographischen Vermessung eines großen Staates erfordert einen bedeutenden Aufwand an Personal, Zeit und Kosten. In Preußen wurde diese Vermessung zunächst durch den Generalstab der Armee vorgenommen. Ihre Ausführung ging dann auf eine 1875 organisierte, dem Generalstabe zugeordnete besondere Vermessungsbehörde, die Kgl. Landesaufnahme, über. Diese wendet zurzeit für Landestriangulation, Nivellierung, topographische Aufnahmen und Kartographie jährlich mehr als 1 000 000 M. auf. Eine neue topographische Vermessung wurde 1865 begonnen und später durch die Landesaufnahme rege gefördert, wird aber erst nach einigen Jahren zum vollständigen Abschluß gebracht werden. Schon jetzt macht sich infolge der bei Besprechung der geometrischen Spezialvermessung bereits erwähnten Veränderung der Bodenoberfläche in vielen Gebietsteilen das Bedürfnis nach einer durchgreifenden Revision oder gar vollständigen Neubearbeitung der bestehenden Karten geltend. Eine solche Neubearbeitung wird neben der wieder erreichten Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit auch einen Fortschritt gegen die älteren Aufnahmen aufweisen, der den gesteigerten Anforderungen und der Weiterentwicklung des Aufnahmeverfahrens Rechnung trägt.

Der Zustand der Landesvermessung ist abhängig von dem Kulturzustande des Landes. Exakte geometrische und topographische Landesvermessungen sind nur in den westeuropäischen Kulturstaaten, in einzelnen Teilen von Nordamerika und in einigen Kolonien ausgeführt worden, während im übrigen nur mehr oder weniger allgemeine Aufnahmen vorliegen (f. Routenaufnahme). Als Beispiele für im Zusammenhang durchgeführte Spezialvermessungen können genannt werden die ältere Landesvermessung in Bayern, eine reine Meßtischaufnahme, und die in Württemberg, eine Verbindung von Meßtisch- und Linienmessungsmethode. — Die beste Auskunft über das Landesvermessungswesen in Deutschland gibt [1]. Ueber den Stand der grundlegenden Arbeiten, Landestriangulation und Nivellierung, in den Staaten, welche der internationalen Erdmessung angehören, wird berichtet in [6]. Die umfassendsten Literaturangaben sind enthalten in [7] und [8].

Literatur: Von einer eingehenden Literaturangabe muß zur Vermeidung von Wiederholungen abgesehen werden. Die wesentlichsten Werke sind bei den angeführten einzelnen Artikeln angegeben, außerdem noch unter Erdmessung und Geodäsie. — [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] Stavenhagen, Skizze der Entwicklung und des Standes des Kartenwesens des außerdeutschen Europa, Ergänzungsheft Nr. 148 zu Petermanns Mitteilungen, Gotha 1904. — [3] Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 3: Landesvermessung und Grundaufgaben der Erdmessung, 5. Aufl., bearbeitet von Reinhertz, Stuttgart 1907. — [4] Hegemann, Lehrbuch der Landesvermessung, Berlin 1906. — [5] Zeitschr. für Vermessungswesen 1906, S. 233. — [6] Protokolle, Verhandlungen u. f. w. der internationalen Erdmessung u. f. w., f. Erde, Erdmessung. — [7] Internationale Erdmessung, geodätische Literatur, zuletzt von 1889, zusammengestellt von Börsch, Berlin 1889. — [8] Gore, A Bibliography of Geodesy, 2. Ed., Treasure Department U. S. Coast and Geodetic Survey, Report for 1902, App. Nr. 8, Washington 1903.

(† *Reinhertz*) *Hillmer*.

Landfeste, ein Tau, mit welchem ein Schiff am Kai fest gemacht wird.

Landhaus, Villa, frei stehendes Wohnhaus, welches in einem Garten, in der Vorstadt oder auf dem Lande erbaut, zu ständigem oder zu sommerlichem Aufenthalt meist nur einer Familie dient.

Die Gesamtanordnung ist entweder symmetrisch und streng architektonisch, bei einem Aufbau im klassischen Stile oder aber malerisch gruppiert mit Erkern und Türmen bei mittelalterlicher Architektur auszubilden. Im kleinsten Umfange enthält ein Landhaus in einem Stockwerke mehrere Wohn- und Schlafräume, Gastszimmer und Küche mit Zubehör. Große Landhäuser, wohl selten mehr als zweistöckig, enthalten im Erdgeschoß die Empfangs- und Gesellschaftszimmer sowie die Aufenthaltsräume für den Tag, im Obergeschoß die Schlafzimmer für Familie und Gäste. Küche und Wirtschaftsräume befinden sich in einem abgeforderten Teil, am besten in einem Anbau nach englischem Vorbild. Die Verbindung zwischen Wohnung und Garten ist daher durch Hallen und Lauben mit bequemen Freitreppen zu vermitteln. Erstere sind so anzuordnen, daß sie für die verschiedenen Tageszeiten dienlich sind, am besten zwei. Die Umgebung des Gebäudes, wenn tunlich mit schönem Ausblick in die Ferne, bestehe in Blumenbeeten mit Terrassen und Springbrunnen, entfernten Baumgruppen und Gebüsch. Der Charakter der äußeren Erscheinung sei heiter und anmutig; im Innern herrsche trauliche Behaglichkeit.

Literatur: Diese ist eine sehr umfangreiche; außer den älteren Werken über italienische [1—6], englische [7a, 8a] und französische Musteranlagen [8—10] früherer Zeit wächst die Zahl der Veröffentlichungen über neuzeitliche Landhäuser in Deutschland, Oesterreich und den übrigen zivilisierten Ländern mit jedem Jahre; besonders haben hier die Fachzeitschriften [20—21] reiche Auswahl. Genannt seien [1] Palladio, A., Quattro libri dell'architettura (1570), 2. Aufl., Vicenza 1776—83, deutsch von Böcker, Nürnberg 1698. — [2] Famin, A., Grandjean, A., Architecture toscane, Paris 1806. — [3] Gauthier, Edifices de Gènes, Paris 1845. — [4] Letarouilly, P., Edifices de Rome moderne, Paris 1860. — [5] Scamozzi, O. B., Le fabbriche di Andrea Palladio u. f. w., Bd. 4, Vicenza 1796. — [6] Sacchi, A., L'abitazioni, Milano 1878. — [7] Paine, J., Plans of gentlemen's houses, London 1767. — [7a] Chambers plans of the gardens and buildings, London 1763. — [8] Viollet-le-Duc und Narjoux, Habitations modernes, Paris. — [9] Daly, Césaire, L'architecture privée au 19. siècle, Paris. — [10] Derf., Revue générale de l'architecture 1842 ff. — [11] Geul, A., Die Anlage der Wohngebäude, Leipzig 1885. — [12] Nicolai, H., Architektonische Entwürfe, Berlin ohne Jahreszahl. — [13] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884. — Ferner folgende von den Architekten- und Ingenieur-Vereinen herausgegebene Werke: [14] Dresden und seine Hochbauten 1878. — [15] Frankfurt und seine Bauten 1886. — [16] Köln u. f. w. 1888. — [17] Hamburg und seine Bauten 1890. — [18] Berlin und seine Bauten 1896. — Weiter [19] Dresdener Architekturalbum ohne Jahreszahl. — [20] Förster, Allgem. Bauztg., Wien 1860 ff. — [21] Erbkam, Zeitschr. f. Bauwesen, Berlin 1850 ff. — [22] Deutsche Bauztg., Berlin. — [23] Architektonische Rundschau von Eifenlohr & Weigle, Stuttgart. — [24] The Builder, London. — Für moderne Anordnungen: [25] Villen und Landhäuser, Sammlung von kleineren ländlichen Wohnhäusern, Berlin 1885. — [26] Rückwardt, H., Villenneubauten der Umgegend von Berlin 1. bis 3. Serie, Berlin 1892. — [27] Die deutsche Villa, Entwürfe u. f. w., Berlin 1889. — [28] Heßling, E., Die Villenkolonie Grunewald, Berlin 1899. — [29] Bourgeois, Th., La villa moderne, Paris 1899. — [30] Lambert & Stahl, Moderne Villen und Landhäuser in Holz und Stein, Stuttgart 1898. — [31] v. Kaufmann, A., Moderne Landhäuser, Stuttgart 1899. — [32] Hartmann, A., Grunewaldvillen, Berlin 1899. — [33] Lux, J. K., Das moderne Landhaus, Wien 1903. — [34] Gros, Jacques, Skizzen für Wohn- und Landhäuser in Holzarchitektur, Ravensburg 1900. — [35] Schlicht, H., Moderne Villenbauten, Dresden 1904. — [36] Schutte, K., Malerische Landhäuser, Ravensburg 1904. — [37] Moderne Villen, Ausgewählte Entwürfe des Wettbewerbs Villen der Heimstätten, A.-G. Berlin, Leipzig ohne Jahreszahl.

Weinbrenner.

Landkarte, f. Karte und Kartenprojektion.

Landkartendruck, f. Kartendruck.

Landmarken, f. Seezeichen.

Landmessung (Feldmessung), f. Geodäsie.

Landfchneckenkalk, dem Miocän angehörige, meist tuffige, zellige, erdig zerreibliche, mergelige, undeutlich geschichtete Kalksteine, welche sich durch Einschluß von Landfchnecken (Helix) als Ablagerungen des süßen Wassers kennzeichnen. Sie dienen zur Mörtelbereitung.

Leppla.

Landstraßen bezeichnen außerhalb der Ortschaften liegende Straßen mit

befestigter Fahrbahn, und diese Bezeichnung gilt fowohl für Haupt- als auch für Vizinalstraßen (f. d.).

L. v. Willmann.

Landtagsgebäude, f. Parliamentshaus.

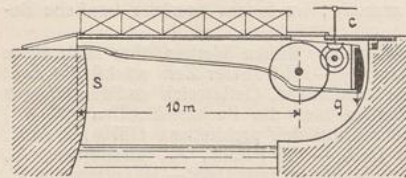
Land- und Seewinde, periodische, Tag und Nacht miteinander abwechselnde Winde, die an Meeresküsten durch den Temperaturgegensatz von Wasser und Land hervorgerufen werden, in niederen Breiten im ganzen Jahre auftreten, in höheren Breiten mehr und mehr auf die warme Jahreszeit beschränkt bleiben.

Da die Erwärmung der unteren Luftschichten am Morgen über dem Festlande schneller als über dem Meere erfolgt, so steigen die Flächen gleichen Luftdruckes von der Küste nach dem Innenlande hin an, und es tritt ein Abfließen der Luft in der Höhe vom Lande nach dem Meere hin ein, das seinerseits zur Ausgleichung der hierdurch hervorgerufenen Luftdruckunterschiede in den unteren Luftschichten eine Strömung vom Meere nach dem Lande zur Folge hat, den am Morgen einsetzenden Seewind, der während des Tages anhält. Sinkt nach Sonnenuntergang die Temperatur über dem Festlande schneller als über dem Meere, so fließt umgekehrt in der Höhe die Luft vom Meere nach dem Lande, und die hier eintretende Anhäufung von Luft ruft dann den in der Nacht vom Lande nach dem Meere wehenden Landwind hervor. Vgl. Hann, J., Handb. d. Klimatologie, 2. Aufl., Stuttgart 1897.

Großmann.

Landungsbrücke stützt sich stets mit einem Ende auf das feste Ufer (eventuell ein festes Gerüst) und mit dem andern Ende entweder direkt auf das anlandende Fahrzeug oder auf einen schwimmenden Kai.

Jede derartige Brücke ist eine Klappbrücke, welche am Ufer auf kegelförmigen oder zylindrischen Zapfen aufliegt, am unteren Ende auf Rollen gelagert wird. Direkt auf das anlandende Fahrzeug niederzulassende Brücken bestehen aus einer Klappe (f. die Figur), welche auf dem Schiff *s* anlegt, durch ein Gegengewicht *g* ausbalanciert ist und mittels des Triebwerks *c* aufgerichtet werden kann. Derartige Einrichtungen finden Verwendung, wenn es geboten ist,



zeitweise alle über die Ufermauer in das Wasser überragende Objekte zu entfernen. Ruht die Landungsbrücke auf Pontons, so erfolgt ihre Konfruktion entsprechend den im Art. Landungsvorrichtungen (f. d.) gegebenen Skizzen. An großen Landungsplätzen werden auch eine Reihe von Pontons gekuppelt und zu einem schwimmenden Kai gefaltet. Die Pontons sind in diesem Falle wasserdicht geschlossene Gefäße mit einem der eventuellen Belaftung des Kais entsprechenden Auftrieb. Eine Reihe solcher in kurzen Ent-

fernungen nebeneinander befindlichen Pontons wird so verbunden, daß man drei starke eiserne Längsträger mit denselben verschraubt und dadurch eine Tragkonfruktion für eine Holzbalkenabdeckung herstellt. Quer über die eisernen Längsträger werden sodann kräftige Deckbalken gelegt; auf diese kommt das nach oben konvexe Deck aus in der Regel zwei starken Bohlen-schichten, deren oberste kalfatert werden muß. Die Landungsbrücken sind sodann in größerer Zahl zwischen dem schwimmenden und dem festen Kai angeordnet (f. a. Anlandevorrichtung, Landungsvorrichtungen, Seehäfen).

Landungsgeschütze oder Ausschiffungskanonen an Bord der Kriegsschiffe, Bootskanonen (bis zu 6 cm Kaliber) oder neuerdings Maschinengewehre System Maxim oder Hotchkiß in Verbindung mit einer der Feldlafette ähnlichen Landungslafette.

Sie werden für Landungsmanöver verwendet. Für Marschzwecke wird die Landungslafette mit einer Protze verbunden, und dieselbe ist, da die Fortbewegung des Geschützes nur durch Menschenkraft erfolgt, möglichst leicht gebaut.

Literatur: Galfster, Die Schiffs- und Küstengeschütze der deutschen Marine, Berlin 1885.

T. Schwarz.

Landungslafette, f. Lafettierung.

Landungsvorrichtungen an Flüssen. Für das Anhalten von Flößen und Frachtschiffen an den besonderen Landeplätzen oder Länden sind dafelbst gewöhnlich nur Haltepfähle hergerichtet. Um diese wird ein vom Fahrzeuge ausgeworfenes Tau einigemal gefchlungen und derart lose gehalten, daß es, teilweise am Pfahle abgleitend, das Schiff allmählich zum Stillstand bringt; oder es ist das Tau am Ufer befestigt und wird um einen am Kahne angebrachten Pflock (den fogenannten Poller) gefchlungen und in gleicher Weise wie oben gehandhabt, d. h. „gefiziert“. — An Flußfähren, wo auch Wagenverkehr vorkommt, ist jedenfalls und so zumeist auch für das Anlegen von Passagierschiffen die Anordnung von Landungsbrücken, Anlandebrücken, nötig. Diese werden in der Regel am zweckmäßigsten mit dem einen Ende *a* landseits auf die Zufahrtswegrampe gelegt (Fig. 1) oder auf eine Gerüstbrücke (Fig. 2) bezw. auf einen Steg gestützt, während man das flußseitige Ende *b* von einem Ponton oder Stehschiffe tragen läßt. Im Falle der einfachsten Konfruktion Fig. 1 wird bei starkem Sinken oder Steigen des Wasserstandes das Ganze weiter in den Fluß geschoben bezw. ans Ufer herangezogen. Bei fester Lagerung von *a* (Fig. 2), welches Ende hier im Bedarfsfalle mittels der Schraubenpindel *c* gehoben oder gesenkt werden kann, muß noch die Länge *ab* der Landungsbrücke so bemessen sein, daß beim tiefsten Stande die Neigung *ab* bei Wagenverkehr höchstens 1:15, bei bloßem Flußverkehr aber höchstens 1:5 werde. Manchmal findet man flatt der erwähnten Stehschiffe

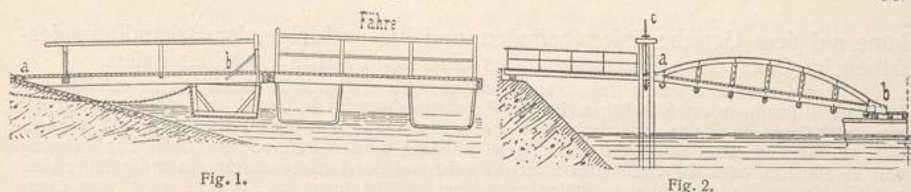


Fig. 1.

Fig. 2.

Schwimmer, Zylinder aus Eisenblech, in einfacheren Fällen selbst nur eine Reihe von Petroleumfässern angewendet. Ausnahmsweise, bei seltenem Schwanken des Wasserstandes, genügt es, das Ende *b* beiderseits vermittelst Schraubenspindeln (wie in *c*, Fig. 2), Flachenzügen oder dergl. an feste Gerüstpfähle aufzuhängen.

Langbau, ein Kirchenbau mit vorwiegender Ausdehnung der Länge nach, im Gegensatz zum Zentralbau. Näheres f. Basilika, Bd. 1, S. 555 ff.

Langbinder, f. v. w. Läufer (f. d.).

Langeisen-, Langholzwagen, f. Eisenbahnwagen, Bd. 3, S. 345.

Langes Holz, f. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 652.

Langform, Langformmaschine, f. Papierfabrikation.

Langgeschoß, f. Munition.

Langhaus, das Mittelschiff sowie die Seitenschiffe einer Kirche, während das Querhaus sowie der Chor nicht dazu gerechnet werden (f. Basilika, Kirche).

Langholz, 1. lange Balken und Stämme zum Wand- und Dachholz, im Gegensatz zu Sägeklötzen für Schnittwaren, Bretter, Latten u. dergl.; 2. Längensholz, der Länge nach, d. i. in der Richtung der Längsfasern, durchschnittenen Holz, im Gegensatz zu Hirnholz (f. d.).

Langholz oder **Langbaum**, in der Luftschiffahrt, bei Luftschiffkonstruktionen eine unter dem länglichen Ballonkörper angebrachte lange Stange.

Sie dient dazu, den Druck der an ihr hängenden Last des Luftschiffes auf dessen Horizontalachse gleichmäßig zu verteilen. Der Langbaum wird neuerdings ersetzt durch leichte Gitter- und durch Flächenkonstruktionen, die unter dem Ballonkörper angebracht werden.

Literatur: Taschenbuch für Flugtechniker und Luftschiffer, Berlin 1904.

Moedebeck.

Langholzrampe, f. Laderampen.

Langloch, Langlochbohrer. Mit Langloch bezeichnet man eine Vertiefung, deren Grundriß aus zwei durch Halbkreise verbundenen Parallelen besteht. Der Langlochbohrer besitzt, im Gegensatz zu den gewöhnlichen Bohrern, Schneiden, welche senkrecht zur Drehachse des Bohrers stehen, damit der Grund der Vertiefung eben wird. Ueber die Herstellung der Langlöcher f. Nut, Nuten, Nutmaschinen.

A. Widmaier.

Langlochbohr-, Langlochfräsmaschinen, f. Nut, Nuten, Nutmaschinen.

Langreihe, eine aus sehr langen Maschen bestehende Maschenreihe in Wirkware f. Wirkerei.

Langfahling (Längsfahling), f. Bemastung.

Langsamfahrtsignal, f. Bahnzustandssignale.

Langschermaschine, f. Tuchfabrikation.

Langschwellen, f. Oberbau und Rost, liegender.

Langsiebmaschine, f. Holzzeug.

Langtennen, f. Scheunen.

Languettenstich, f. Sticken.

Lanolin, f. Fettschweiß.

Lanthan La, Metall, Atomgew. 138,9, spez. Gew. 6,15. Das dem Cer ähnliche Metall wird aus Cerit gewonnen.

Lanzettbogen, überhöhter Spitzbogen in der englischen Frühgotik.

Lapidarstil, der Stil der alten römischen Inschriften mit ihrer kurzen, bündigen Ausdrucksweise.

Lapilli (Rapilli), f. Auswürflinge, vulkanische.

Lapisdruck bezweckt die Erzeugung des sogenannten Lapisartikels in der Art, daß auf das weiße oder hellblau vorgefärbte baumwollene Gewebe eine Reserve gedruckt wird, welcher verschiedene Beizen wie Blei-, Aluminium-, Eisenbeize beigemischt sind, die sich nach erfolgter Ausfärbung in der Indigo-

küpe auf dem Gewebe fixiert befinden und bei nachfolgender Behandlung desselben im Bade eines Beizenfarbstoffes eine neue Farbe entstehen lassen.

Druckt man z. B. einen Reservepapp, welcher die Bestandteile der Rotbeize enthält, und färbt nach genügendem Verhängen in der Oxydationskammer in der Küpe, wäscht, kuhkottet zur Befestigung der Beize und färbt in Alizarin aus, so erhält man rote Muster auf blauem Grunde. Drückt man andererseits einen gewöhnlichen weißen Reservepapp unter Hinzufügung von essigsaurem oder salpetersaurem Blei, so wird bei der Passage durch die Indigoküpe eine gewisse Menge Bleioxyd niedergeschlagen werden. Führt man das Gewebe nach dem Blaufärben durch ein Bad von Schwefelsäure, darauf durch Kalk, um das durch den Kalk der Küpe gefällte und hierauf in schwefelsaures Blei umgewandelte Bleioxyd zu regenerieren, färbt schließlich in einem Bade von Kaliumbichromat ohne oder mit Zusatz von Kalk aus, so erhält man an Stelle der weißen Zeichnungen gelbe oder orange, welche von Blau vollkommen eingefaßt sind.

Literatur: Perfoz, Traité de l'impression, Paris 1846, Bd. 4, S. 319 ff.

R. Möhlau.

Lapislazuli, f. v. w. Lafurstein (f. d.).

Lapislazuliblauf, f. Lafurstein, Ultramarinblau.

Laplace'sche Gleichung, f. Lotabweichung.

Laplace'scher Determinantenatz, f. Determinanten, Bd. 2, S. 723.

Laplace'scher Punkt, f. Lotabweichung.

Lappen, der Teil an Tür- und Fensterbändern, der in das Holz eingelassen, eingesteckt oder auf dasselbe aufgeschraubt wird (f. Bänder, Bd. 1, S. 453).

Lappingmaschine (Wickelmaschine), f. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 606.

Lardoll, f. Schweinefett.

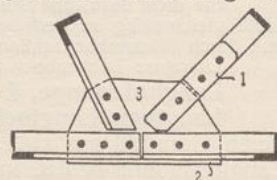
Larixolin, f. Terpentinöl.

Lartigue-Bahn, einschienige Reitwagenbahn (f. d.).

Lasch, Verbindungsstelle zweier Hölzer; f. Schiffbau (Holzschiffbau).

Laschen, Deckungsbleche oder -winkel, bewirken die Verbindung zweier stumpf zusammenstoßenden Bleche, Träger oder Fassoneisen, können an einer Seite oder an beiden Seiten angebracht sein. Die eigentliche Verbindung der Teile wird durch Nietens oder Schrauben bewirkt. In gewissem Sinne gehören nicht nur die eigentlichen Laschen 1 und 2 (f. die Figur), sondern auch die Knotenbleche 3 zu den Laschen.

Julius Hoch.



Laschen, zur Verbindung der Eisenbahnschienen, f. Oberbau.

Laschene (Lefene), f. Lifene.

Last, die unteren Räume im Schiff zum Verstauen von Proviant, Segeln, Tauwerk u. f. w.

Last, 1. Hohlmaß: in Preußen = 60 Scheffel (für Kohlen = 72 Scheffel = 18 Tonnen), in Hamburg = 32,977, Bremen 29,642, Lübeck 33,306, England 29,078, den Vereinigten Staaten 28,1897 hl. — 2. Schiffsfrachtgewicht: in Deutschland = 2 Tonnen = 2000 kg; in Hamburg, Bremen und Lübeck wird die „Kommerziallast“ zu 3000, in Schleswig-Holstein zu 2600, in Belgien zu 1000, in Holland zu 1976,36 kg (4000 Pfund) gerechnet. — 3. Feldmaß: in Lübeck = 24 Tonnen zu 4 Scheffeln Ausfaat, in Mecklenburg = 6000 Quadratruten zu 21,678 qm. — 4. Gewicht für verschiedene Waren: z. B. in Oesterreich für Kupfer, Eisen, Blei = 40, Wolle u. f. w. 20 Ztr.

Plato.

Lastäquivalente, Lastgleichwerte oder Belastungsäquivalente, Belastungsgleichwerte, nennt man in der Ingenieurmechanik diejenigen gleichmäßig verteilten Verkehrslasten pro Längeneinheit der verkehrsbelafteten Strecke eines Trägers oder auch pro Quadratmeter Brückenbahn (Straßenbrücken), welche gleiche Beanspruchungen B (Momente, Vertikalkräfte, Stabkräfte u. f. w.) wie die wirklichen Lasten (Lokomotiven, Bahnzüge, Fuhrwerke u. f. w.) ergeben. Häufig werden solche Lastäquivalente p an Stelle konzentrierter Lasten bei Bestimmung der Grenzwerte (f. d.) von B verwendet, da hiermit die Annahmen leichter vergleichbar und die Berechnungen einfacher als bei Zügen mit verschiedenen konzentrierten Lasten und Radständen sind. Doch setzt dies voraus, daß man die maßgebenden gleichmäßig verteilten Lasten kennt oder die verwendeten p jedenfalls keine günstigeren Beanspruchungen als die wirklichen Verkehrslasten liefern (vgl. Dimensionenberechnung, Grenzwerte). Es zeigt sich, daß die einem gegebenen Lastzuge entsprechenden p auch bei einem bestimmten

Träger für verschiedene Größen B und selbst für die beiden Grenzwerte einer bestimmten Größe B verschieden ausfallen können [2], [10] Beispiele 7, 8, 29 u. f. w.

Für einen durch Lokomotiven befahrenen gewöhnlichen Balkenträger (Bd. 1, S. 519) beispielsweise lassen sich zwar die größten Angriffsmomente M_x in allen Querschnitten x genügend genau mit dem gleichen Werte p berechnen, nicht aber die Grenzwerte der Vertikalkräfte V_x . In Fig. 1 sind für einen solchen Träger die in einem Beispiele [10] B 7 berechneten p als Ordinaten bei ihren Querschnitten x aufgetragen. — Die p für die M_x nehmen von den kleinsten Spannweiten l an mit wachsendem l zunächst verhältnismäßig rasch ab und nähern sich dann

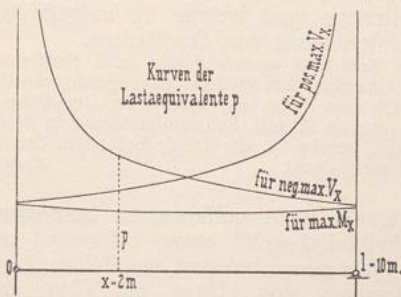


Fig. 1.

asymptotisch einem festen Werte, wie dies in Fig. 2 einem Beispiele [10] B 8 entsprechend angedeutet ist. Für die V_x gilt der Satz: Bei bestimmtem Lastzug sind für gewöhnliche Balkenträger aller Spannweiten l die Lastäquivalente p zur Berechnung der

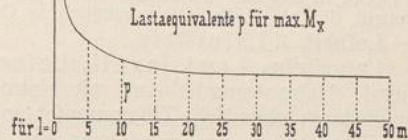


Fig. 2.

pos max V_x in allen Querschnitten von gleichen $l-x$ gleich groß, und ebenso die p zur Berechnung der neg max V_x in Querschnitten von gleichen x . Beispielsweise entspricht der größten Stützenreaktion bei 0 (= pos max V_x für $x=0$, f. Bd. 1, S. 522) eines Trägers der Spannweite l daselbe p wie dem pos max V_x in demjenigen x eines Trägers der Spannweite L , für welchen $L-x=l$ ist, [4], [10], S. 37. — Ueber Werte der p in wichtigen Fällen gibt die unten angeführte Literatur Aufschluß. Ausdrücke der p als Funktion der Spannweite l und sonstiger Verhältnisse f. [8], [9], [12]. Zu beachten ist, daß mit Zunahme der Gewichte der Fahrzeuge (Lokomotiven, Straßenwalzen u. f. w.) auch die äquivalenten p gewachsen sind

Literatur. [1] Heinzerling, Belastungsäquivalente zur Bestimmung der durch fortschreitende Eisenbahnzüge erzeugten größten Vertikalkräfte in Brückenträgern von 10—150 m Stützweite, Zeitschr. f. Bauwesen 1875, S. 509. — [2] Fränkel, Ueber die ungünstigste Belaftung von Bogenträgern mit zwei Gelenken, Civilingenieur 1875, S. 585. — [3] Laible und Schübler, Der Bau der Brückenträger, I, Stuttgart 1876, S. 114, 127. — [4] Schäffer, Vergleich der Brückenbelastungen durch Lokomotivzüge mit gleichförmig verteilten Belastungen, Deutsche Bauztg. 1876, S. 348. — [5] Kleitz, Note sur la substitution dans les calculs de stabilité de travées métalliques supportants de voies de terres, de surcharges uniformément réparties à celles qui résultent du passage des plus lourdes voitures, Annales des ponts et chaussées 1877, II, S. 549. — [6] Engeffer, Belastungsäquivalente bei Eisenbahnbogenbrücken, Deutsche Bauztg. 1879, S. 322. — [7] Landsberg, Stellvertretende gleichmäßig verteilte Belaftung für die Ermittlung der Querkräfte bei Brücken, Zentralbl. der Bauverwalt. 1883, S. 190. — [8] Winkler, Ueber die Belaftungsgleichwerte der Brückenträger, Festschrift der Technischen Hochschule zu Berlin, 1884, S. 83 (Auszug: Zentralbl. d. Bauverwalt. 1884, S. 460, 465). — [9] Derf., Theorie der Brücken, I. Heft, Wien 1886, S. 326. — [10] Weyrauch, Beispiele und Aufgaben zur Berechnung der statisch bestimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888 (Aufgaben 11, 29, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 48 und die am Schlusse von Aufg. 29 erwähnten Beispiele); Theorie der statisch bestimmten Träger u. f. w., Leipzig 1887, S. 38, 90. — [11] Collignon, Note sur la détermination des limites de l'effort tranchant dans les poutres droites, Annales des ponts et chaussées 1889, XVII, S. 125, und XVIII, S. 331. — [12] Seefehlner, Beiträge zu den bei eisernen Balkenbrücken vorkommenden Berechnungen, Allgem. Bauztg. 1893, S. 51. — [13] Hoffmann, Bestimmung der Belaftungsgleichwerte für gerade Straßenbrücken, Zeitschr. f. Bauwesen 1893, S. 331. — [14] Engeffer, Was für Verkehrsbelastungen sind der Berechnung eiserner Bahnbrücken zugrunde zu legen? Deutsche Bauztg. 1894, S. 141. — [15] Collignon, Note sur la méthode des deux surcharges continues pour le calcul des ponts métalliques à poutres droites, Annales des ponts et chaussées 1895, II, S. 5. — [16] Hauger, Belaftung und Berechnung eiserner Brücken, Allgem. Bauztg. 1896, S. 111. — [17] Johnson, Modern framed structures, 1897, S. 101. — [18] Podhajsky, Beitrag zur Lehre von den Belaftungsäquivalenzen mit Rücksicht auf gleichmäßige Verordnungslasten, Zeitschr. des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1897, S. 377, 393. — [19] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1901, S. 22, 28, 33, 34, 302. — [20] Offenfeld, Technische Statik, Leipzig 1904, S. 65. — S. a. Dimensionenberechnung, Grenzwerte, Verkehrslast. Weyrauch.

Lasten, konzentrierte und stetig verteilte, gefetzmäßig und gleichmäßig verteilte, feste und bewegte, f. Belaftung der Träger, Eigengewicht, Verkehrslast, Lastäquivalente, auch Grenzwerte, Dimensionenberechnung u. f. w. Weyrauch.

Lastenaufzüge, f. Aufzüge, Krane, Winden.

Lastenmaßstab, Kurve der Gewichte des verdrängten Waffers eines Schiffes; f. Schiffsberechnung.

Luftgleichwerte, f. Luftäquivalente.

Luftigkeit, f. Schiffsberechnung.

Lufting, dunkelfarbige Kammgarnewebe.

Luftseile, f. Aufzüge, Förder-, Draht- und Hanfseile.

Luftzug (Radluftzug), f. Grenzwerte, auch Verkehrslast, Luftäquivalente, Belastung der Träger, Belastungsprobe.

Lafurblau, f. Lafurstein, Ultramarinblau.

Lafurfarben, durchsichtige, die Unterlage, auf welche sie aufgetragen werden, nicht verdeckende Farben, zum Unterschiede von Deckfarben.

Sie werden nur in außerordentlich dicken Schichten undurchsichtig (z. B. Pariferblau, Karminlacke). Deckfarben können je nach ihrem Charakter bei größerer oder geringerer Verdünnung mit dem Bindemittel lasierend wirken. Ob eine Farbe als Lasier- oder Deckfarbe zu gebrauchen ist, hängt auch von dem Bindemittel ab; so ist z. B. Schweinfurtergrün in Wasser eine Deck-, in Oel eine Lafurfarbe, eine Eigenschaft, welche bei der Kreide besonders deutlich hervortritt, die, als Wasserfarbe vorzüglich, in Oel nicht deckt. *Andés.*

Lafurit, f. Lafurstein.

Lafurstein, Lapislazuli, Lafurit, ein nicht vollkommen homogenes Mineral, Natronerdesilikat mit Natronkalksulfat nebst etwas Eisenoxyd und Schwefelkies; chemische Zusammensetzung nicht genau bekannt, weil schwankend; nach Bäckström und Brögger ein Gemenge von Hauyn mit Ultramarin. Kristallisiert regulär, selten deutlich; meist derb und in feinkörnigen Aggregaten eingeprengt. Dunkelblau, weiße Flecken durch Kalkspat, gelbe durch Schwefelkies; glas- bis fettglänzend, kantendurchscheinend bis undurchsichtig. Bruch muschelartig bis uneben. Härte = $5\frac{1}{2}$. Spez. Gew. 2,38—2,42.

Verliert beim Erhitzen seine schöne blaue Farbe und schmilzt vor dem Lötrohr zu einem weißen Glas. Manche Lafursteine werden beim Erhitzen (Rotglut) dunkelblau oder grünlichblau. Salzsäure zerlegt ihn unter Abscheidung von Kieselsäure und Freiwerden von Schwefelwasserstoff. Die wichtigsten Fundorte sind Badakshan am Oberlauf des Amu Darja in Afghanistan, dann bei Talaja am Westende des Baikalsees in Sibirien, an beiden Orten im Kalk. Im Altertum als Schmuckstein und zum Gravieren (Kamee) sehr beliebt. Die dunkelblauen, möglichst reinen Steine werden auch jetzt noch zu Schmucksteinen verarbeitet, entweder in tafelförmigen oder kugelförmigen, nie in Brillantformen oder in Fassetenschliff. Weniger reine Steine werden zu Luxusgegenständen (Schwersteine, Leuchter, Vasen, Schalen u. f. w.), auch zum Belegen von Metall (Furnier) und zu Mosaik verwendet. Die Verwendung zur Darstellung von natürlicher Ultramarinfarbe ist durch das künstliche Ultramarin überholt. Der Stein kann mit einer kupfernen Säge und Schmirgel zerlegt werden; man schleift ihn auf einer Bleischeibe mit Schmirgel und poliert mit Tripel auf einer Zinnplatte. Die Politur hält nicht lange vor. Preis der reinen dunkelblauen Steine pro Kilogramm 300—600 μ ; blaß- und grünlichblaue Steine sind billiger.

Literatur: Bauer, Edelsteinkunde, Leipzig 1895; Gürich, G., Das Mineralreich, Neudamm 1897. *Leppia.*

László-Amalgamator, f. Aufbereitung.

Lateinisches Segel, f. Befegelung, Bd. 1, S. 724.

Latente Wärme (verborgene Wärme) nannte man früher allgemein solche Wärme, welche verborgen schien, weil sie durch das Thermometer nicht mehr nachweisbar war.

So bleibt die Temperatur eines unter konstantem Drucke verdampfenden Körpers trotz fortwährender Wärmezufuhr konstant, und ebenso ändert sich die Temperatur eines bei konstantem Drucke schmelzenden Körpers während der Wärmezufuhr nicht. Man spricht in diesen Fällen noch heute mitunter von latenter Verdampfungswärme und latenter Schmelzwärme anstatt einfach von der Verdampfungswärme (f. d.) und der Schmelzwärme (f. d.). In andern Fällen, z. B. beim Ausfluß von Gasen und Dämpfen ohne Wärmezufuhr, verschwindet zwar keine augenblicklich zugeführte Wärme, aber man erkennt den Wärmeverlust an einer Temperaturerniedrigung. Vgl. a. Adiabatische Zustandsänderung, Gase, gasförmige Körper (Verflüchtigung derselben) und Kältemaschine. Der Name latente Wärme kam mehr und mehr ab, als man erkannt hatte, daß die fragliche Wärme nicht verborgen, sondern wirklich verbraucht ist, daß sie in andre Formen der Energie (f. d.) verwandelt wurde. In den beiden ersterwähnten Fällen war insbesondere die gegenseitige Einwirkung der Körperteilchen zu überwinden, im letzten Falle mußte der Druck der äußeren Luft gegen den austretenden Strahl auf gewissen Wegen überwunden werden (beim Ausfluß atmosphärischer Luft in den luftleeren Raum beobachteten Gay-Lussac, Joule u. a. nach Eintritt des Gleichgewichts keine Temperaturänderung oder doch nur eine solche, wie sie durch die geringe Wechselwirkung der Gasteilchen allein erklärlich war). In allen drei Fällen war also Arbeit zu leisten, wofür Wärme verbraucht wurde (f. Wärmeäquivalent, mechanisches). Sollte die letztere auch fernerhin latente Wärme heißen, so könnte man ebenförmig die bei der Reibung, beim Stoß u. f. w. verschwindende Arbeit latente Arbeit nennen. In diesem Sinne würde die Lehre von der latenten Wärme und von der latenten Arbeit das ganze Gebiet der mechanischen Wärmetheorie umfassen. Geschichtliches über die latente Wärme (nach-

gewiesen 1754 von de Luc) f. Gehlers Physikalisches Wörterbuch, Bd. 1, Abteilung 1, Leipzig 1841, S. 836.

Lateralkanal (Seitenkanal), ein neben einem Flusse hergestellter Schifffahrtskanal; f. Kanalisierung.

Lateralfekretion, f. Gang, Bd. 4, S. 256.

Laterit, ein fehr eisenreicher rotbrauner Lehm, welcher sich vorwiegend in den tropischen Gegenden als Verwitterungsboden feldspathaltiger und toniger Gesteine (Gneis, Tonfchiefer u. f. w.) bildet, aber auch selbständige Ablagerungen bilden kann. Vgl. Schenk, Zeitschr. d. D. Geol. Gef. 1890, XL, 610.

Laterna magica, Zauberlaterne, Pinakoskop, Skioptikon, Wunderkamera, Megaskop, Sonnenmikroskop, elektrische Laterne, f. Projektionsapparate.

Laterne hat verschiedene Bedeutungen:

1. Ein aus einem zum Teile durchsichtigen Materiale hergestelltes Gehäuse, das die Flamme einer eingeschlossenen Oel-, Kerzen- oder Gaslampe gegen Wind und Regen zu schützen hat und das Herabfallen von Funken verhindert. Nach dem Zweck der Laternen erhalten sie fehr mannigfaltige Formen und werden auch aus verschiedenen Materialien hergestellt (vgl. Gasbeleuchtung, Bd. 4, S. 274, und Geleucht). 2. In der Baukunst werden auch Dachaufsätze Laternen genannt, welche die Aufgabe haben, Licht in das Innere einfallen zu lassen und zur Ventilation zu dienen. Sie finden sich namentlich bei Fabrikanlagen. 3. Auch die monumentalen Kuppelbauten erhalten einen Aufsatz (Laterne), der mit Fenstern versehen ist (vgl. Dach, Bd. 2, S. 497, 499, und Kuppel).

Im Eisenbahnwesen dienen Laternen zur Signalisierung oder zur Beleuchtung. Zu den ersten gehören die Handlaternen der Wärter, die Lokomotiv-, Schluß-, Oberwagenlaternen, Laternen an Signalmasten, bei Weichen, Wasserkränen, für Streckensignale u. f. w. Um das in der Regel weiße Licht einer Signallaterne rot, grün erscheinen zu lassen oder nicht sichtbar zu machen, werden entsprechend farbige oder undurchsichtige Blenden verwendet. Die an den Zügen anzubringenden Signallaternen werden auf besonderen Stützen aufgesteckt. Ihre Anwendung im einzelnen f. Bahnzustandssignale, Rangierensignale, Weichensignale, Zugsignale. Zu Beleuchtungszwecken (f. a. Beleuchtung der Eisenbahnwagen, Bd. 3, S. 339) dienen die Laternen in den Wagen, auf der Lokomotive bei den Wassergläsern, beim Manometer, in Bahnhöfen (f. d., Abschnitt Beleuchtung), bei Wegefchranken u. f. w.

Laternenblenden, in eiserne Rahmen gefaßte farbige Glasscheiben, welche beim Vorfchieben das weiße Licht der Signallaterne rot oder grün erscheinen lassen. Soll das Licht ganz verschwinden, so wird eine volle Scheibe vorgefchoben (f. Bahnzustandssignale, Signalmaß).

Laternenstützen, f. Signalstützen.

Latrinewagen dienen zur Abfuhr der in Gruben angefammelten Fäkalstoffe.

Die Latrinewagen werden stark gehalten, zwei- oder vierräderig gebaut und befonders mit soliden Rädern, Bremse und durchgehendem Vorderwagen versehen, letzteres, um bei beschränktem Raum kurz wenden zu können. Auf dem Wagen selbst ist das hölzerne oder eiserne Transportgefäß, bei zweiräderigen Latrinewagen 7—9, bei vierräderigen 12—25 hl haltend, montiert (f. Fig. 1). Da befonders in Städten großer Wert auf geruchlose und reinliche Beseitigung der Fäkalien zu legen ist, so wird der Inhalt der Gruben entweder durch Pumpen in das Faß befördert oder, weil auf diese Weise eine geruchlose Entleerung, befonders auch des Bodensatzes, unmöglich ist und die Ventile bald undicht werden, durch atmosphärische Pressung, nachdem man mittels Luftpumpe in dem Faß einen luftverdünnten Raum hergestellt hat (f. Fig. 2, S. 74). Zur Entleerung der Latrinewagen ist neben Oeffnung des doppelten Verschlusses auch eine solche des auf dem oberen Faßstutzen befindlichen Lufthahns oder der Luftschraube nötig, um im Innern des Faßes die atmosphärische Pressung wiederherzustellen.

Bezugsquellen: einige Pumpen- und Maschinenfabriken, wie Eugen Klotz in Stuttgart, Gust. Ewald in Küftrin.

Latroni, f. Soda.

Latfche (Krummholzkiefer), f. Nutzhölzer.

Latfchenöl, f. Terpentinöl.

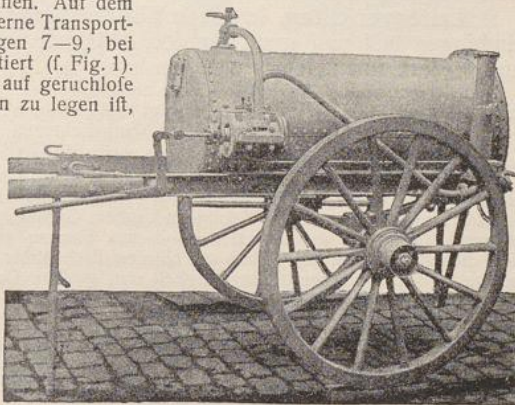


Fig. 1. Eiserne Tonne mit seitlich anmontierter Luftpumpe von Eugen Klotz in Stuttgart.

Wrobel.

Latte, ein langes, dünnes, prismatisches Holzstück, welches verschiedenen Bauzwecken dient.

In Stärken von 25 bis 30 mm Dicke, 50–60 mm Breite und Längen von 4 bis 4,5 m werden die Latten in der Sägemühle nach Maß geschnitten. Früher kamen auch geriffene oder gefaltene Latten (sogenannte Stroh- oder Spalllatten) vor. Diese wurden aus jungen, sogenannten Lattflämmen, die mit der Lattenaxt in zwei Hälften geteilt wurden, gewonnen und dienen zur Auflage der Stroh- und Schilfdächer. Heute unterscheidet man folgende Arten: a) Dachlatten von oben angegebenem Maße; b) Doppellatten, 50–60 mm stark; c) Spalierlatten, 20 bis 30 mm stark; d) Gipslatten, 10–20 mm stark, für Gipsdecken und Wände als Unterlage des Gipsputzes. Vgl. Bauholz.

Latteibrett (Sims- oder Fensterbrett), meist aus Eichenholz, deckt die innere Fensterbrüstung ab.

Daselbe ist am Fensterfutter mit geradem oder schwalbenschwanzförmigem Spunten eingeschoben und auf das Brüstungsgetäfer aufgeschraubt. Zu beiden Seiten greift es in den Wandputz der Laibungen ein (f. Fensterrahmen, Bd. 3, S. 698, Fig. 7, und S. 699, Fig. 9). Latteholz; f. v. w. Kämpferholz, Querriegel einer Türe oder eines Tores mit Oberlicht. Entweder ist das Holz mit dem Futter oder mit der Mauer verbunden und wird, soweit freiliegend, zur Verflärkung mit Gefirnsgliedern verkleidet (f. Fensterrahmen, Bd. 3, S. 697, Fig. 1).

Lattenbrücken, f. Brücken, hölzerne, Bd. 2, S. 343.

Lattenfußböden, gesperrte, f. Rindvieh-, Schaf-, Schweinefalle.

Lattenmessung, f. Längenmessung.

Lattenprofile dienen zur Befestigung der Böschungflächen von Einschnitten und Dammschüttungen (f. Damm) während ihrer Ausführung und bestehen aus entsprechend langen, an zwei eingeschlagenen Pfählen in der betreffenden Böschungsneigung befestigten Latten.

Lattenverschlag, leichteste Wandbildung, die Licht und Luft in den Raum eindringen läßt und lomit für den Abschluß und eine Trennung von Speicher- und Kellerräumen, Holz- und Heulegen u. dergl. geeignet ist.

Die Entfernung der Latten sowie die Stärke derselben wird je nach den Zwecken verschieden gewählt. Die Befestigung erfolgt meist in senkrechter Richtung auf wagerechten Riegeln von Rahmholz oder in neuerer Zeit auf Winkelschienen.

Lattenwerk, eine aus Latten erstellte Arbeit:

1. zur Eindeckung des Ziegel- oder Schieferdaches; 2. zum Auftrag von Mörtel- oder Gipsputz an Decken oder Wänden aus Holz; 3. als Gitter oder Gatter zu Einfriedigungen; 4. als Spalier zu freier Wandbildung an Lauben, Gartenhütten [1] zum Ueberpflanzen mit Schlingpflanzen. Während die Arbeiten 1.–3. aus Tannen- oder Föhrenholz bestehen, sind die Latten für 4. am besten aus altem Eichenholz zu erstellen, mit welchem bei geringstem Querschnitt Tragfähigkeit und größere Dauer erzielt wird.

Literatur: [1] Reiche Auswahl von Vorbildern in dem Musterhefte von K. Schließmann, Kassel bei Mainz.

Latthammer, Hammer mit Spitze zum Verfenken von Nägeln und mit Nagelauzieher; f. die Figur.

Lattierbaum, f. Pferdeställe.

Lattung ist die Art und Weise, wie die zur Aufnahme der Dachdeckung bestimmten Latten auf den Sparren befestigt und angeordnet sind; f. Dachdeckung, Bd. 2, S. 506, und Biberichwänze, Bd. 1, S. 770. Literatur bei Dachstuhl (Holzdachstühle), Bd. 2, S. 518.

Lattzaun, leichte hölzerne Einfriedigung aus senkrecht stehenden Latten. Näheres f. Einfriedigung, Abf. 6, Bd. 3, S. 236.

Latun, f. Messing.

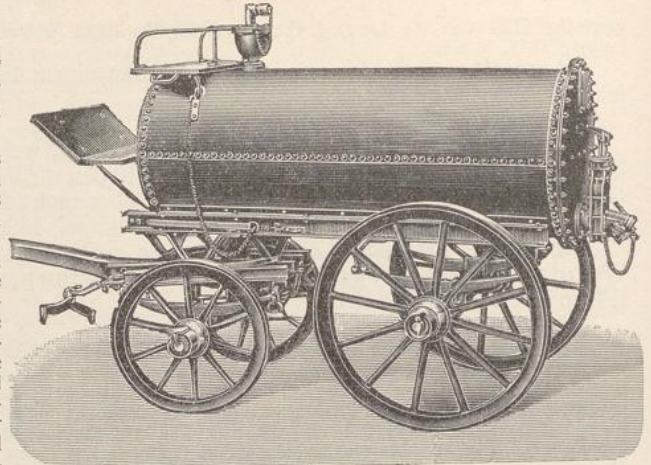


Fig. 2. Eiserner gefederter Latrinewagen von Eugen Klotz in Stuttgart (S. 73).

Weinbrenner.

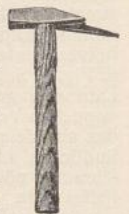
Weinbrenner.

L. v. Wiltmann.

Weinbrenner.

Weinbrenner.

A. Widmaier.



Laube, 1. ein in Gärten aus Holz und Latten hergestellter Gang oder Häuschen, die durch Blatt- und Schlingpflanzen überdeckt sind und so Schutz vor Sonne und Wind gewähren; 2. die überwölbten, nicht vorpringenden Gänge im Erdgeschoß der Wohnhäuser, namentlich wenn solche ganze Straßen entlang führen; sie finden sich in vielen alten deutschen Städten, dann auch in Bologna, Bozen, Prag u. f. w.; 3. am Rhein pflegt man auch Erker Lauben zu nennen. S. a. Loge.

Weinbrenner.

Laubgrün (Chromgrün), f. Chromfarben.

Laubfäge, Laubfägemaschinen. Den Laubfägen und Laubfägemaschinen (Ausfchneid-, Decoupier-, Schweiffägen) ist ein dünnes, schmales Sägeblatt mit feiner Zahnung eigentümlich; sie eignen sich deshalb zum Ausfägen beliebig gefchweifter Figuren (Laubwerk) aus Holz, Bein, Horn, Celluloid, Metallen u. f. w.

Die Sägeblätter für Laubfägebogen haben im allgemeinen eine Länge von 125—130 mm, diejenigen für die Laubfägemaschinen eine solche von 130—300 mm. Die Breite der 0,2—0,6 mm dicken Sägeblätter beträgt für Holz 0,5—5 mm, für Metall 1,5—4 mm; der Querschnitt ist entweder rechteckig oder an der Rückseite verjüngt und abgerundet. Die Anzahl der Zähne schwankt zwischen etwa 3 bis 20 auf 1 cm Länge; es gibt auch Sägeblätter mit ausgesetzten Zähnen (Rapidfägen). Die Maschinenfägeblätter kommen mit ungeführten, geführten und gefeilten Zähnen im Handel vor. Die einfache Laubfäge zum Sägen von Hand besteht aus einem U-förmigen Bogen, der

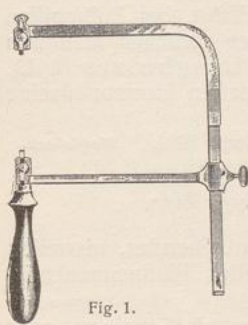


Fig. 1.

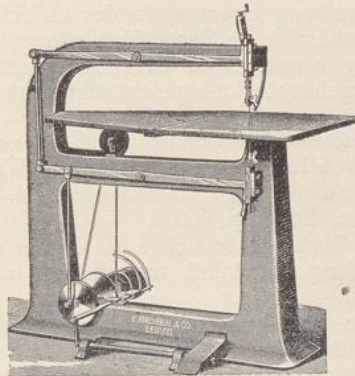


Fig. 2.

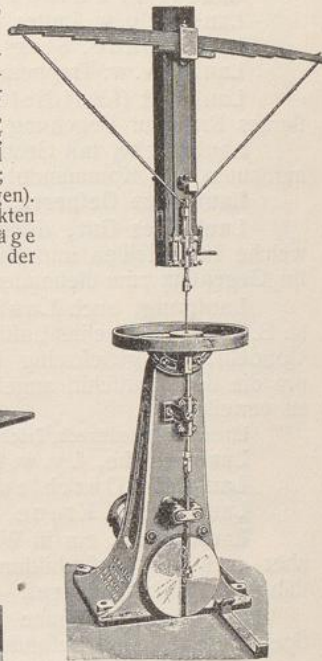


Fig. 4.

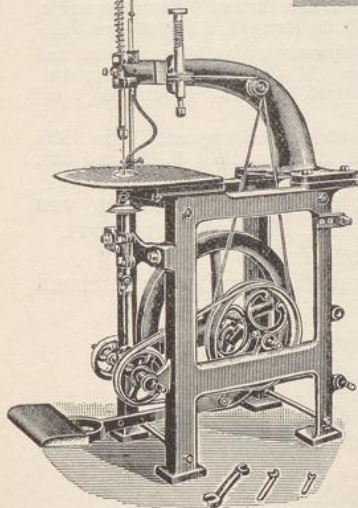


Fig. 3.

entweder aus einem Stück oder zum Verstellen für verschieden lange Sägeblätter aus zwei Teilen (Fig. 1) gebildet ist.

Die Laubfägemaschinen können in zwei Gruppen eingeteilt werden: a) mit Rahmen, b) mit Federspannung (ohne Rahmen). Sie werden für Hand-, Fuß- und Kraftbetrieb eingerichtet. Maschinen, die für Holz und Metall bestimmt sind, haben bisweilen veränderliche Geschwindigkeiten; auch findet man die Maschinen mit einer Bohrvorrichtung (und eventuell einem Fräsapparat) ausgestattet. Die Auf- und Abbewegung des Sägeblatts erfolgt durch das Kurbelgetriebe. Der Tisch für die Auflage der Arbeitsstücke ist häufig schräg einstellbar. Damit die Zeichnung immer sichtbar bleibt, besitzen die Maschinen vielfach eine Vorrichtung zum Wegblasen der Späne.

Bei den Laubfägemaschinen mit Rahmen bildet das Sägeblatt zusammen mit dem Rahmen entweder ein starres System, das in Führungen senkrecht auf- und abbewegt wird [2], S. 89, oder (selten) das im Bogen um einen festen Punkt (z. B. um die Mitte der kurzen Seite des Rahmens) auf- und abschwingt. An Stelle des starren Rahmens findet man auch Maschinen mit beweglichen Rahmenteilern (Fig. 2). Hierbei sind die beiden Hängestangen des Rahmens je in ihrer Mitte drehbar am Gestell der Maschine befestigt und

je am Ende gelenkig einerseits durch das Sägeblatt, andererseits durch eine Zugflange verbunden. Bei den Laubfägemaschinen mit Federspannung (ohne Rahmen) ist das Sägeblatt durch Führungsflangen unten mit dem Kurbelgetriebe und oben mit einer Bogen- oder Spiralfeder in Verbindung, welche das Sägeblatt stets gespannt erhält. Die obere Führung kann entweder mit dem Gestell der Maschine (durch einen weit ausladenden Bügel) in Verbindung sein (Fig. 3) oder sie wird — unabhängig vom Gestell — an der Decke der Werkflätte mit Stützen oder Spannflangen befestigt, so daß unbegrenzt große Werkstücke bearbeitet werden können (Fig. 4). Bei der Decoupiersäge (Fig. 4) ist der Kurbelzapfen mit der unteren Führungsflange durch einen Riemen verbunden. Der Sägenhub ist verstellbar; die Spannung der Sägeblätter kann ihrer Stärke entsprechend verändert werden. Die obere Sägenführung ist durch Kurbel und Zahnflange einstellbar, so daß verschieden lange Sägeblätter verwendet werden können.

Literatur: [1] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, Bd. 2, Berlin 1901. — [2] Ledebur, A., Die Verarbeitung der Holze auf mechanischem Wege, Braunschweig 1881. *A. Widmaier.*

Laubwerk, f. Blattwerk.

Lauer, f. v. w. Lutter, f. Spiritusfabrikation.

Lauf (Bühne, Steg), f. Fahren, Tragewerk.

Lauf, f. v. w. Treppenarm, f. Treppen.

Laufbrett (Laufdielen), auf Gerüsten, Dächern, in Scheunen u. f. w., ein starkes Brett zur Begehung für Arbeiter.

Laufbrücke, mit Geländer versehene Laufstege zur Verbindung von Decksaufbauten und Kommandobrücken auf Schiffen.

Laufendes Gesperre, f. Sperrmechanismen.

Laufendes Gut, diejenigen Tauen der Takelage (f. d.) eines Schiffes, welche zum Heißen und Niederholen der Segel und ihrer Rundhölzer dienen, im Gegensatz zum stehenden Gut.

T. Schwarz.

Laufgang, auch Laufstege genannt, in der Luftschiffahrt, bei Luftschiffen (z. B. Graf v. Zeppelins Luftschiff) ein starrer Verbindungsstege zwischen mehreren Gondeln, der gleichzeitig benutzt wird zum Ersatz des Langholzes (f. d.), um die dem Luftschiff angehängte Last gleichmäßig auf dessen Horizontalachse zu verteilen.

Literatur: Moedebeck, Taschenb. f. Flugtechniker u. Luftschiffer, Berlin 1904. *Moedebeck.*

Laufgetriebe, f. v. w. Planetenradgetriebe, Wattches (f. d.).

Laufgleis (Durchlaufgleis), f. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 477.

Laufkatze, f. Krane, Bd. 5, S. 662 ff.

Laufmasche, ein in Wirkware bisweilen als Fehler entstehendes, bisweilen aber auch zur Musterbildung absichtlich hergestelltes breites Platinenmaschenstäbchen. Vgl. Wirkerei.

Willkomm.

Laufräder für Krane Schiebebühnen u. dergl. werden als Scheiben- oder Speichenräder ohne besondere Radreifen hergestellt.

Man bemißt den Durchmesser D cm und die Lauflflächenbreite b cm für den Raddruck von Q kg nach der Formel $k D b = Q$ und setzt $k = 20$ für Gußeisen, 30 für Hartguß, Stahlguß und Flußeisen, 50 für Flußstahl. Aus $k = \frac{1}{4} \sqrt{s^3/E}$ ergibt sich die Druckspannung s zwischen Schiene und Rolle [1]. Der Widerstand gegen Rollung beträgt ungefähr bis $0,02 Q$, die Zapfenreibung etwa ebensoviele, so daß bis 40 kg Verschiebungskraft auf 1 t Raddruck kommen, gegen 4 kg/t bei den günstigen Verhältnissen der Eisenbahnen. Beispiele f. [2].

Literatur: [1] Tetmajer, L. v., Elastizitäts- und Festigkeitslehre, Leipzig und Wien 1905, S. 276. — [2] Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 470; 1902, S. 1219; 1903, S. 425 und 823; 1906, S. 1611. *Lindner.*

Laufrohre, senkrecht oder schräg liegende Rohre zum Abwärtsleiten von Getreide, Mehl u. f. w. in Mühlen; vgl. Förderrohre, Massentransport.

Lauffeil, das festliegende Seil in Seilbahnen (f. d.).

Laufshus, f. v. w. Zunfthaus oder Rathaus, namentlich ein Haus mit einem großen Saal für Versammlungen.

Lauffpule, f. Weberei.

Lauffälle (Boxen), f. Pferdefälle.

Laufflange, f. Handleiste, Treppen.

Laufftreppe, Dienftreppe, kleine Nebentreppe, die zur Verbindung einzelner Stockwerke zu Wirtschaftszwecken und meist nur für die Dienerschaft bestimmt ist (f. Treppen).

Lauf- und Zeitmiete, f. Eisenbahnbetrieb X.

Laufwerke nennt Reuleaux [1] die Kraftmaschinen, bei welchen die Be-

wegung durch Wasser, Wind, Dampf und andre Gase stetig, also nicht abatzweise, ruckweise oder periodisch bewirkt wird.

Literatur: [1] Reuleaux, Theoretische Kinematik, Braunschweig 1875, S. 486.

Laufwinde, f. Krane, Bd. 5, S. 662 ff.

Lauge, wässrige Lösung eines Alkali oder auch eines Salzes; die gefättigte bei dem Auskrystallisieren von Salzen aus wässrigen Lösungen verbleibende Salzlösung heißt Mutterlauge.

Bujard.

Laugenfilter, f. Strohzeug.

Launhardt-Weyrauchsche Formel, f. Arbeitsfestigkeit, Zulässige Beanspruchung.

Lava, jedes in feurig flüssiger Weise auf der Oberfläche fließende vulkanische Magma, ohne Rücksicht auf seine stoffliche Beschaffenheit. Nach den Erstarrungsformen bezeichnet man die einzelnen Arten als Fladen-, Gekröfe-, Blocklava, nach der Natur des Gesteins spricht man von Basalt-, Andesit-, Trachyt- u. f. w. -Lava. Alle eruptiven Gesteine können Lava bilden, vorzugsweise aber sind es die aus Vulkanen herausgeschickten Magmen, welche als Lavaströme auftreten.

Beim Fließen nimmt das Magma viel Luft auf, die nebst den ihm eignen Gasen wieder entweicht und dabei das Magma oder Gestein besonders an der Unter- und Oberfläche blasig, schaumig und porös macht. Die stoffliche Beschaffenheit der Laven ändert sich bei den Vulkanen und ist fast für jeden eine andre. In der Regel bestehen die heutigen Laven aus einer schlackenartigen, schaumigen bis blasigen, glasartigen Grundmasse, in welcher die früher ausgeschiedenen Kristalle (Augit, Hornblende, Olivin, Leucit, Nephelin, Sanidin u. f. w.) liegen. Auch reine Glaslaven (Glasströme) kommen vor. Die glasige und blasige Beschaffenheit macht Laven zu einem wertvollen, leichten, leicht zu lüftenden, gut bindenden und schwer verwitternden Baustein, der sich indes nur in seltenen Fällen zu feineren Ornamenten behauen läßt. Für Treppenstufen und Bürgersteige eignen sich poröse Laven besonders gut (Niedermendig, Mayen bei Koblenz, Londorf und Kesselbach bei Gießen, Torre del Grecco am Vesuv). Als Lava wird am Vesuv (Neapel) ein dichtes, graues, rotes oder braunes, sehr gleichmäßiges, splittig brechendes Gestein (wahrscheinlich ein Tuff) bezeichnet, das aus Augit, Feldspat, Leucit und Magnet Eisen besteht und bei schöner Färbung zu Dosen, Vasen und allerlei Kunstgegenständen, aber auch zu Schmucksteinen (Intaglien und Kameen) verarbeitet wird. Man schleift es mit Sand und Schmirgel und poliert mit Bimsstein.

Leppla.

Lavaglas, f. Gläser, natürliche.

Lavendelöl, das ätherische Oel aus den Blüten der *Lavandula officinalis* *Chaix*, findet hauptsächlich in der Parfümeriefabrikation Verwendung, auch bei der Porzellanmalerei.

Literatur: Gildemeister und Hoffmann, Die ätherischen Oele, Berlin 1899.

Deite.

Lavesche Träger bildeten die erste Anwendungsform linsenförmiger Träger, und zwar stellte sie Laves zuerst aus zwei gebogenen Holzbalken her, die an ihren Enden miteinander verschraubt und in der Mitte durch zwischenliegende kurze Balkenstücke auseinander gehalten wurden. Die erste Brücke dieser Art wurde 1835 über den Stadtgraben zu Hannover mit 28 m Spannweite erbaut. Diese Holzträger haben sich allerdings nicht bewährt, doch rühren von Laves auch die ersten linsenförmigen eisernen Gitterträger her (1850 Straßenbrücke über die Oker zu Meinerfen).

Melan.

Lavezstein, f. Talk.

Lawinen, Lawinenschutzanlagen. Lawinen sind große Schneemassen, die in den Hochgebirgen an stark geneigten Hängen sich plötzlich ablösen und zu Tal stürzen. Die Bildung einer Lawine ist abhängig von der Neigung und Gestaltung des Hangs, von dem Rauigkeitsgrad seiner Oberfläche, von der Masse (Höhe) des abgelagerten Schnees und von der Witterung. An manchen Oertlichkeiten gehen jedes Jahr, mit Ausnahme schneearmer Winter, Lawinen ein- oder mehrmals nieder, so daß sich ein vollständiges Bett ausbildet, an andern nur in besonders schneereichen Wintern.

Bei jeder Lawine hat man das Anbruchgebiet, den Weg oder Lawinengang, und die Ablagerungsstelle, den Lawinenkegel, zu unterscheiden. Nach Art der Entstehung und Beschaffenheit unterscheidet man: Gletscherlawinen, das Anbruchgebiet liegt auf einem Gletscher, der Gang folgt dem Gletscherbett; Oberlawinen, die Abtrennung der Schneemassen erfolgt nicht auf dem Untergrund, sondern im Schnee; Grundlawinen, der Abbruch erfolgt auf dem Untergrund, die Schneemasse besteht aus schwerem alten Schnee, und Staublawinen, die niedergehende Schneemasse besteht aus losem, trockenem, pulverigem und daher leichtem Schnee, der beim Niedergang hoch aufgewirbelt wird. Staublawinen werden daher mehr im Vorwinter,

Grundlawinen mehr im Nachwinter und Frühjahr, wo der Schnee durch die Zeit und milde Witterung zusammengeessen ist, niedergehen. Eine weitere Art sind die Grundstaublawinen, sie entstehen bei anhaltendem ausgiebigen Schneefalle bei verhältnismäßig mildem Wetter (Flockenschnee). Eine für die Neigung des Geländes zu hohe Schneemasse bricht los und setzt sich als Grundlawine in Bewegung; bei zunehmender Geschwindigkeit löst sich an der Oberfläche immer mehr feiner Schnee los und geht auf der Grundlawine mit außerordentlicher Schnelligkeit als Staublawine, deren Masse sich immer mehr vergrößert, während die der Grundlawine unter Umständen abnimmt, zu Tal, wo sie hauptsächlich durch Luftdruck mehr Schaden anrichten

kann, als wenn die Masse als Grundlawine niedergegangen wäre. Die ersten bei Beginn des Winters niedergehenden Lawinen sind in der Regel klein, füllen die Unebenheiten des Geländes aus, sie erreichen daher vielfach das Tal nicht; sie ebnen aber den späteren Lawinen, die gewöhnlich auch größer sind, durch Ausfüllung der Unebenheiten den Weg. Eine einzige Lawine kann über 100000 cbm Schnee zu Tal bringen; bis zu 2000 cbm heißt eine Lawine noch klein, bis zu 20000 cbm mittel, und große Lawinen haben bis zu 200000 cbm; größere sind nur selten.

Auf die Sicherung einer Bahn oder Straße gegen Lawinen sollte schon beim Entwurf Rücksicht genommen werden. Regelmäßige Lawinengänge sind hierbei, wenn möglich, durch Tunnel zu unterfahren oder durch Brücken in solcher Höhe und Weite zu überfahren, daß jede Lawine, ohne Schaden anzurichten, unter der Brücke hindurch kann. Ist dies nicht möglich, so können folgende Schutzanlagen, die sich teils auf die Ablagerungsfelle, teils auf den Lawinengang, teils auf das Anbruchgebiet erstrecken, in Betracht kommen.

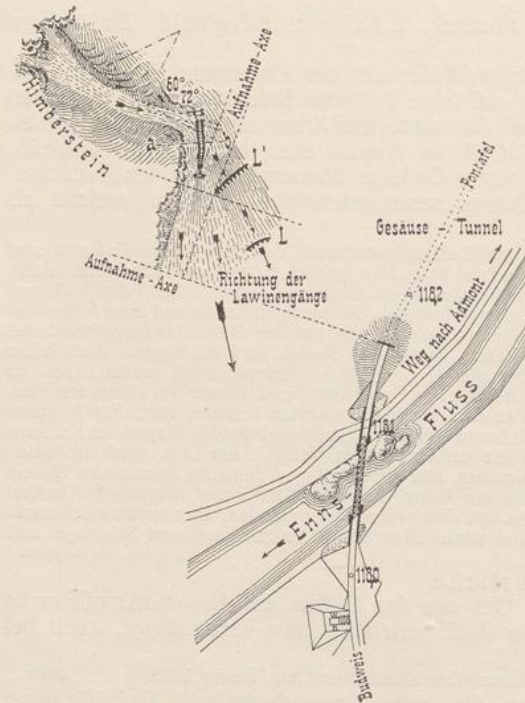


Fig. 1. Lawinenleitwerk am Gefäuetunnel. *ab* Schnittrichtung von Fig. 2. *cd* Ablenkmauer. *LL'* Schneefänge aus Holz.

1. **Erddämme und Ausgrabungen** vor der Bahn, um die niedergehenden Schneemassen zur Ablagerung zu bringen. An der Bahn von Selztal nach Leoben wurden zu diesem Zweck ca. 8 m hohe und mehrere hundert Meter lange Dämme ausgeführt. Das Material zu den Dämmen entnimmt man dem Ablagerungsplatz, wodurch dieser vergrößert wird; die gleiche Wirkung wird erzielt, wenn die Bahn vor dem Lawinengang auf hohem Damm vorbeigeführt werden kann, so daß vor dem Damm ein Ablagerungsplatz entsteht.

2. **Lawinenleitwerke**, Vorrichtungen, um die Lawinen seitlich abzulenken, so daß sie das zu schützende Objekt nicht mehr treffen. An der Albulabahn ist oberhalb Bergün zu diesem Zweck ein einfacher Graben hergestellt; wenn eine Lawine im Graben liegen bleibt, so wird er ausgehauft, damit er wirksam bleibt. Oberhalb des Dorfes Selma im Calancatal (Graubünden) wurde der Lawinengang unterhalb einer Stelle, wo er einen rechten Winkel bildet, durch einen Querdamm abgeschlossen und unmittelbar oberhalb des Dammes ein Einschnitt in Verlängerung des oberen Teils des Lawinengangs hergestellt, so daß die Lawine in gerader Richtung weitergeleitet wird. Anderwärts sind Leitwerke als Mauern oder Holzwände errichtet, die schräg über den Lawinengang weggehen. Damit die Lawine sich am Leitwerk nicht staut und das letztere übersteigt, darf der Winkel zwischen Leitwerk und Lawinengang nicht zu groß sein, ferner muß die Wand des Leitwerks gegen den Lawinengang möglichst steil sein (2:1 bis 5:1). Der Ablenkungswinkel schwankt bei ausgeführten Leitwerken zwischen 20° und 60°; nach Pollack ist 30°



Fig. 2. Schnitt *ab* einer Leitmauer.

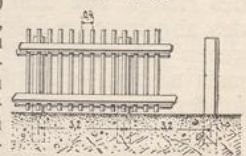


Fig. 3. Schneefang.

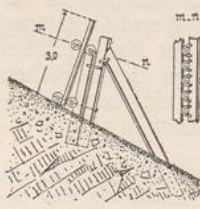


Fig. 4 und 5. Schneefang.

gung weggehen. Damit die Lawine sich am Leitwerk nicht staut und das letztere übersteigt, darf der Winkel zwischen Leitwerk und Lawinengang nicht zu groß sein, ferner muß die Wand des Leitwerks gegen den Lawinengang möglichst steil sein (2:1 bis 5:1). Der Ablenkungswinkel schwankt bei ausgeführten Leitwerken zwischen 20° und 60°; nach Pollack ist 30°

ein brauchbarer Mittelwert. Eine solche Leitmauer ist ausgeführt oberhalb des westlichen Eingangs des Gefälletunnels (Fig. 1—5). Die Leitmauer *cd* ist gegen den Lawinengang mit 60° geneigt. Im Jahr 1888 überfiel eine Lawine die Leitmauer und verfolgte den alten Gang; es wurden deshalb später weiter unten noch zwei Schneefänge *L* und *L'* aus Holz erbaut. Leitwerke aus Holz sind angewendet zum Schutz der Mündung des Tunnels durch den Sonnenstein am Traunsee (Fig. 6). Die fast regelmäßig niedergehende Lawine aus dem Antenwinkel wird durch sie auf einen Bergvorsprung geleitet. Die Konstruktion der Leitwerke ist aus den Fig. 7 und 8 ersichtlich. Bleibt eine Lawine in einem Leitwerk liegen, so ist die Gefahr vorhanden, daß die folgende das Leitwerk übersteigt. Um das Leitwerk wirksam zu erhalten, ist die liegende Lawine auszufahren.

3. Schutzgalerien. Liegt die Bahn im Einschnitt oder im Anfschnitt, so fucht man die Lawine über die Bahn oder Straße wegzuleiten, indem man sie auf die Breite des Lawinengangs tunnelartig überwölbt oder überdacht. Die Stirnen dieser Bauwerke sind über die Bahn der Lawine hinaufzuführen und an Leitmauern oder Dämmen längs des Lawinengangs anzuschließen, um die Lawine zusammenzuhalten und ein seitliches Abfließen von Schneemassen über die Stirne zu verhindern (f. Fig. 9 und 10). Bei gewölbten Galerien erhalten die frei stehenden Widerlager zur Beleuchtung und Lüftung vielfach Oeffnungen, besonders bei Galerien für

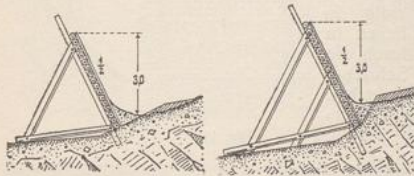


Fig. 7 und 8. Leitwerke, gegen Schienen abgestützt.

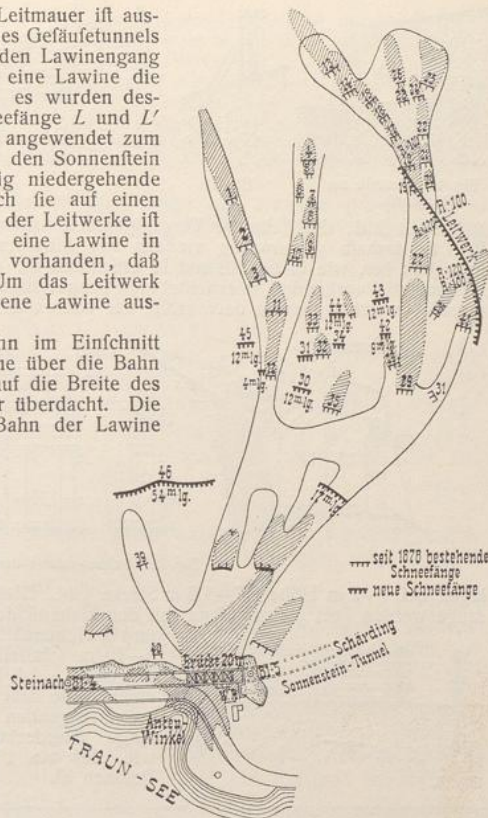


Fig. 6. Lawinenleitwerk am Sonnenstein.

Straßen (f. Fig. 11). An der Arlbergbahn hat man Bahnanschnitte mehrfach durch Pultdächer, die sich an Futtermauern anlehnen, geschützt. Die Konstruktion der Dächer ist aus Fig. 12 ersichtlich. Bei allen Galerien, Gewölben und Dächern ist darauf zu sehen, daß sich die Neigung der Abdeckung möglichst an die des Lawinengangs anschmiegt, so daß das Bauwerk durch die Lawine keinen zu starken Stoß erhalten und dadurch gefährdet werden kann (f. Fig. 9—13).

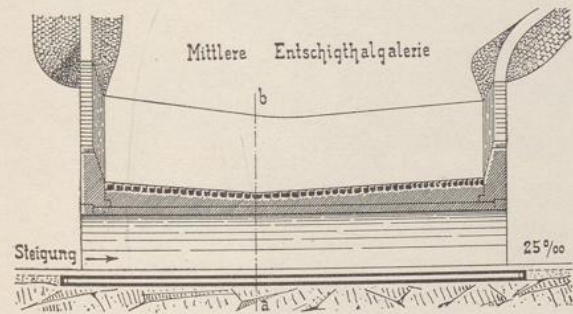


Fig. 9. Schutzgalerie an der Gotthardbahn.

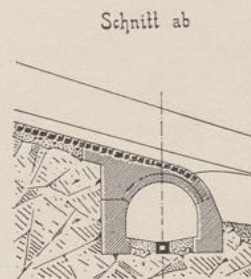


Fig. 10.

4. Abbau im Anbruchgebiete. Lawinenverbauungen haben den Zweck, den Schnee zu halten und dadurch die Entstehung der Lawinen zu verhindern. Der Umfang der Verbauungen ist abhängig von der Neigung und dem Rauheitsgrad des Hangs sowie von der Höhe der Schneeablagerung und der Witterung. Sie beruhen hauptsächlich auf den Beobachtungen von Pollack am Arlberg und kommen auf den Flächen oberhalb der Waldgrenze und an felsigen Hängen in Form von Schneefängen, unterhalb der Waldgrenze in Form von Anpflanzungen mit Verpfählungen zur Anwendung. Die Schneefänge werden aus Stein, Eisen und Holz erbaut. Reine Holzbauten, wie sie in Fig. 3, 4 und 5 sowie in Fig. 14, 15, 16 und 17

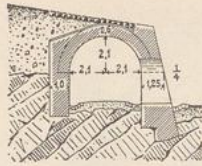


Fig. 11. Galerie am Fluelapaß.

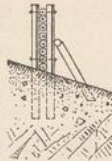


Fig. 14.

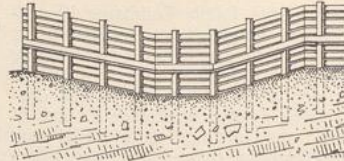


Fig. 15.

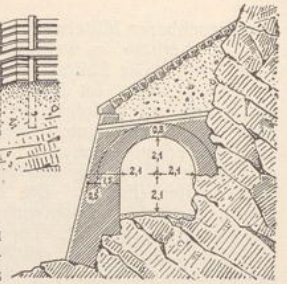


Fig. 13. Schneegalerie über den Schwabentobel.

dargestellt sind, sind sehr der Vergänglichkeit unterworfen. Man stellt sie deshalb gegenwärtig vielfach aus Altschienen und Altschwellen her, wie in Fig. 18 und 19 ersichtlich ist. Ist geeignetes Steinmaterial vorhanden, so errichtet man Schneefänge aus Trockenmauern, welchen man je nach Höhe der vorkommenden Schnee-

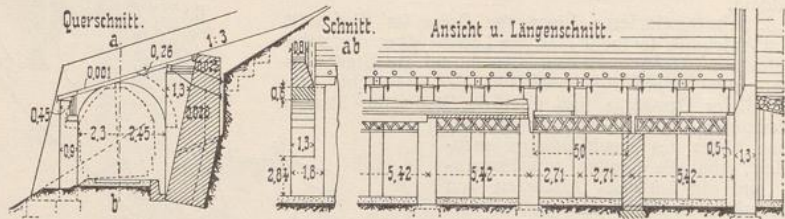


Fig. 12. Schneegalerie der Arlbergbahn.

lagen bei 1—2 m Höhe 0,7—1,5 m Stärke gibt. Diese Schneefänge werden stets gleichlaufend mit den Höhenfichtenlinien und in Höhenabständen von 5—10 m stufenförmig so aufgestellt, daß Lücken in einer Reihe stets durch die nächstliegenden Schneefänge überdeckt werden, wie dies aus Fig. 20 ersichtlich ist.



Fig. 16.



Fig. 17.

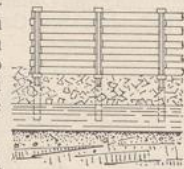


Fig. 18.



Fig. 19.

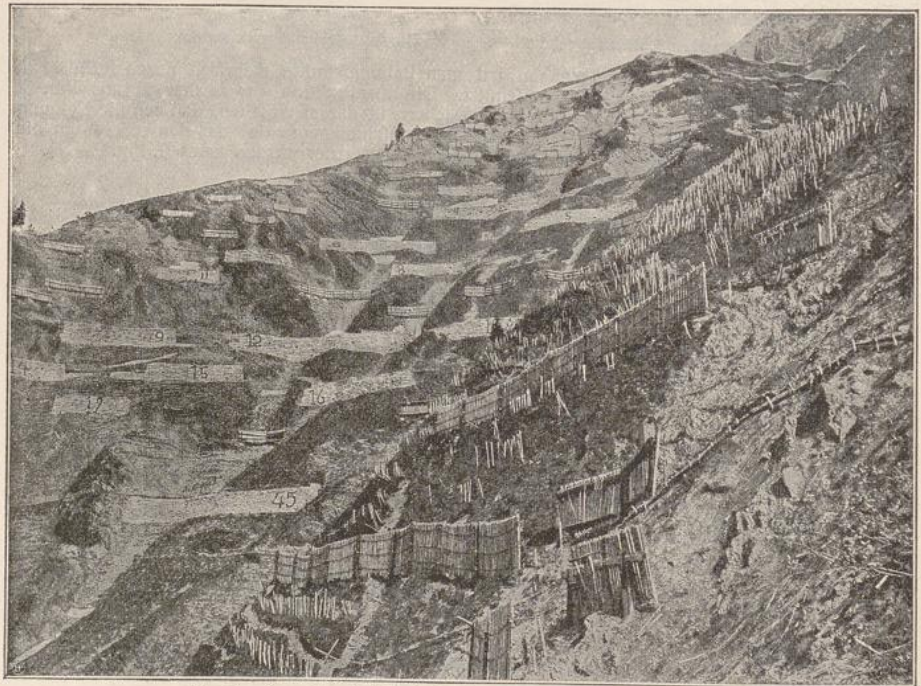


Fig. 20. Benedikter Tobel. Schneefänge und Mauern im oberen Teil.

Das älteste und am meisten als Lawinenschutz angewendete Mittel ist die Anlage von Wäldern. Sie gewähren aber nur dann sicheren Schutz, wenn sie bis ins Anbruchgebiet hinaufgehen. In den Alpen ist die Waldgrenze etwa bei 1800 m; Pollack glaubt aber auf Grund feiner Untersuchungen, daß am Arlberg mit Zirbelkiefern und Bergföhren noch bis etwa 2000 m Aufforstungen möglich sein werden. Im Jahr 1891 wurden Versuche ausgeführt, indem oberhalb der jetzigen Waldgrenze Zirbeln und Bergföhren in vorher ausgeführten Verpfählungen eingesetzt wurden. Wie aus Fig. 20 ersichtlich ist, ist ein Erfolg dort erreicht worden, wo die Verpfählungen ein Abrutschen des Schnees verhinderten; an den andern Stellen hat der abrutschende Schnee die Pflanzen herausgerissen.

Schutzgalerien und Schneefänge werden im Hochgebirge auch zum Schutz von Bahnen oder Straßen gegen Steinflüge, d. h. verwittertes Gestein, welches sich besonders im Frühjahr bei Tauwetter löst und abstürzt, angewendet.

Literatur: Schubert, E., Schutz der Eisenbahnen gegen Schneeverwehungen und Lawinen, Leipzig 1903; Pollack, V., Wochenschrift des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1891, S. 110; Derf., Zeitfchr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1891, S. 21. Kübler.

Lazarett, f. Gebäude, zerlegbare, Krankenhaus.

Lazulith (Blaufpat, Blauftein), ein Mineral, wasserhaltiges Tonerde-Magnesia-Eisenoxydul-Phosphat $MgFeAl_2P_2O_9 + H_2O$ (43–45% P_2O_5); kristallisiert monoklin; außerdem derb und körnig; meist blau, feltener farblos; durchscheinend bis undurchsichtig; Bruch uneben splinterig; Härte $5\frac{1}{2}$; spez. Gew. 3,0–3,12. Entfärbt sich beim Erhitzen unter Wasserabgabe, schmilzt aber auf Kohle nicht. Säuren lösen ihn, aber erst nach dem Glühen. Leppia.

League, englische Seemeile (f. Meilenmaße).

Lebacher Schichten, in der Geologie eine wesentlich aus dunkelgrauen Schiefertönen und hellgrauen Sandsteinen bestehende Schichtenreihe, welche dem unteren Rotliegenden Deutschlands (Saar-Nahe-Gebiet) angehört.

Die Schiefertone enthalten linienförmige Knollen von Toneisenstein, die früher zur Eisengewinnung verhüttet wurden. Die stellenweise sehr mächtigen, gleichmäßig mittel- bis feinkörnigen, an Feldspat oder Kaolin ziemlich reichen, aber nicht sehr festen und auch nicht hervorragend wetterbeständigen Sandsteine sind ihrer zarten, hellgelblichgrauen Farbe und leichten Bearbeitungsfähigkeit wegen als Hochbaumaterial sehr beliebt (Staudernheim a. d. Nahe) und zu Säulen, Ornamenten, Gefüssen und Profilierungen aller Art viel verwendet. Druckfestigkeit des Sandsteins von Staudernheim 222 kg pro 1 qcm. Leppia.

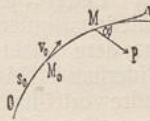
Lebendes Werk eines Schiffes heißt der unterhalb der Wasserlinie liegende Teil des Schiffes, welcher die fogenannten vitalen Teile des Schiffes umschließt, im Gegensatz zum Oberschiff über Wasser, dem toten Werk. T. Schwarz.

Lebendige Kraft (kinetische Energie, Energie der Bewegung) eines Massenpunktes ist das halbe Produkt $\frac{1}{2} m v^2$ aus dessen Masse m und dem Quadrat seiner Geschwindigkeit v . Bei einem Massensystem ist die lebendige Kraft $\frac{1}{2} \sum m_i v_i^2$ die Summe der lebendigen Kräfte sämtlicher Massenpunkte. Die lebendige Kraft ist weder dem Begriff noch der Dimension nach eine Kraft, sie ist auch keine gerichtete Größe, sondern eine stets positive Zahlengröße. Sie steht in nächster Beziehung zur Arbeit der Kraft, als deren Äquivalent sie erscheint (f. Arbeit).

Bei der freien Bewegung eines Massenpunktes unter dem Einflusse einer Kraft P mit den Komponenten X, Y, Z gilt (f. Prinzip der lebendigen Kraft) $X dx + Y dy + Z dz = d(\frac{1}{2} m v^2) = P \cos \alpha ds$, wo ds das zurückgelegte Wegelement, α den Winkel zwischen seiner Richtung und jener der Kraft bedeutet. Ist die Kraft von einer Kräftefunktion U der Koordinaten ableitbar, also $dU = X dx + Y dy + Z dz$, so geht aus der vorigen Gleichung durch Integration über einen endlichen Weg: $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = U - U_0 = \int_{s_0}^s P \cos \alpha ds$ hervor. Diese Gleichung

sagt aus, daß die Differenz der lebendigen Kraft eines Massenpunktes an zwei Stellen seiner Bahn gleich ist der Differenz der Kräftefunktion an diesen Stellen und gleich der Arbeit der wirkenden Kraft auf dem durchlaufenen Wege. Die Gleichung gilt auch dann noch, wenn der Punkt auf einer glatten Fläche oder Kurve läuft, da die Arbeit des von der Fläche oder Kurve ausgeübten Druckes, der senkrecht auf der Bahn steht, Null ist. Schreibt man die vorige Gleichung in der Form: $\frac{1}{2} m v^2 - U = \frac{1}{2} m v_0^2 - U_0 = \text{const.}$, so läßt sie sich auch so aussprechen: Die Summe aus der kinetischen Energie ($\frac{1}{2} m v^2$) und der potentiellen Energie ($-U$) ist im Verlaufe der Bewegung konstant (Satz von der Erhaltung der Energie).

Bei einem Massensystem, das äußeren und inneren Kräften, die von einer Kräftefunktion ableitbar sind, unterworfen ist und zwischen dessen Teilen beliebige (reibungslose, von der Zeit unabhängige) Verbindungen bestehen, gibt es dieselben Beziehungen. Während jeder natürlichen Bewegung eines solchen Systems ist die Differenz der lebendigen Kräfte in zwei Lagen gleich der Differenz der Kräftefunktion in diesen Lagen und gleich der Arbeit, die die Kräfte beim Uebergang zwischen den beiden Lagen leisten, wobei die Arbeit der Verbindungskräfte, weil



verschwindend, außer Betracht bleibt. Auch gilt das Prinzip der Erhaltung der Energie, wonach die Summe aus der lebendigen Kraft (kinetische Energie) und der potentiellen Energie (gleich der negativen Kräftefunktion) im Laufe der Bewegung konstant bleibt. Systeme der genannten Art heißen konservativ; sie behalten ihren Energieinhalt bei und es ist ihre lebendige Kraft (ähnlich wie bei einem einzelnen Massenpunkt) bei gleicher Lage stets gleich, auf welchem Wege auch diese Lage wieder erreicht sein mag. Den Gegensatz hierzu bilden dissipative Systeme, welche infolge von Reibung oder andern Widerständen, die keiner Kräftefunktion genügen, dauernd Energie verlieren.

Die lebendige Kraft eines Massensystems läßt sich mit Hilfe des Massenmittelpunktes (Schwerpunktes) (x_0, y_0, z_0) umformen. Sind x_i, y_i, z_i die Koordinaten von m_i auf das ursprüngliche System, ξ_i, η_i, ζ_i auf ein paralleles durch den Schwerpunkt gehendes System bezogen, so wird

$$\frac{1}{2} \sum m_i v_i^2 = \frac{1}{2} \sum m_i \left\{ \left(\frac{d\xi_i}{dt} + \frac{dx_0}{dt} \right)^2 + \left(\frac{d\eta_i}{dt} + \frac{dy_0}{dt} \right)^2 + \left(\frac{d\zeta_i}{dt} + \frac{dz_0}{dt} \right)^2 \right\} \\ + \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{dx_0}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy_0}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dz_0}{dt} \right)^2 \right\} \sum m_i + \frac{1}{2} \sum m_i \left\{ \left(\frac{d\xi_i}{dt} \right)^2 + \left(\frac{d\eta_i}{dt} \right)^2 + \left(\frac{d\zeta_i}{dt} \right)^2 \right\},$$

da die Summe der doppelten Produkte wegen $\sum m_i \xi_i = \sum m_i \eta_i = \sum m_i \zeta_i = 0$ verschwindet. Es ist also die lebendige Kraft eines Massensystems gleich der Summe der lebendigen Kraft der im Schwerpunkt vereinigten Gesamtmasse und der lebendigen Kraft der Bewegung um den Schwerpunkt. Die lebendige Kraft eines um eine Achse sich drehenden starren Systems ist $\frac{1}{2} \omega^2 \sum m_i r_i^2 = \frac{1}{2} \omega^2 M k^2$, wo ω die Winkelgeschwindigkeit, $\sum m_i r_i^2$ das Trägheitsmoment um die Achse, k den zugehörigen Trägheitsradius und M die Gesamtmasse bedeutet. Die lebendige Kraft eines beliebig starren Systems ist $\frac{1}{2} M (v_0^2 + \omega^2 k^2)$. Hierbei ist v_0 die Geschwindigkeit des Schwerpunktes, k der Trägheitsradius für die durch den Schwerpunkt gezogene Parallele zur Drehachse.

Der Satz vom Zusammenhang der lebendigen Kraft und der Arbeit reicht hin, um die Bewegung eines Systems von einem Freiheitsgrad, z. B. einer Maschine, zu bestimmen, sobald die treibenden und die widerstehenden Kräfte bekannt sind und die Bewegung zu einem bestimmten Zeitpunkt gegeben ist. Bei einem solchen System bestimmt nämlich die lebendige Kraft eindeutig die Bewegung. Um also die Bewegung zu einem späteren Zeitpunkt zu finden, braucht man nur zur lebendigen Kraft der Ausgangszeit die Differenz der Arbeit der treibenden und widerstehenden Kräfte hinzuzufügen und aus der so erhaltenen lebendigen Kraft des späteren Zeitpunktes die Bewegung zu berechnen.

Literatur: Helmholtz, Ueber die Erhaltung der Kraft, Wissensch. Abh., S. 12, und Ostwalds Klassiker, Nr. 1; Jacobi, Vorlesungen über Dynamik, herausg. von Clebsch, Berlin 1866, 4. Vorlesung, S. 18 ff.; Apell, Traité de mécanique rationelle, Paris 1893—96, Bd. 2, S. 92—126; Thomson u. Tait, Handbuch der theoretischen Physik, Braunschweig 1871, S. 229; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 355 ff., und Bd. 2, S. 529—544; ferner gehört hierher die im Art. Energie angeführte Literatur. (Schell) Finsterwalder.

Lebensrad, f. Phänakistoskop.

Leberkies, f. v. w. Markasit (f. d.).

Leberschiefer, in der Geologie, ein dem untern Buntsandstein angehöriger rotbrauner, stark eisen- und manganhaltiger Schieferthon, der bei feiner Verwitterung einen zähen braunen Letten (Leberboden) liefert. Leppla.

Lech, f. Kupfer, Bd. 5, S. 781.

Leck, eine durch Seefchaden oder Havarie entstandene Undichtigkeit oder größere Oeffnung in der Außenhaut des Schiffes.

Leckstein, unreines, minderwertiges Steinsalz, welches zum Lecken für das Vieh verwendet wird.

Lecktuch, ein Segeltuch, welches bei Havarien des Schiffsrumpfes unter Wasser über das Leck unter dem Kiel hindurch gespannt wird, um beim Lenzen der havarierten Abteilung das Nachdringen größerer Wassermengen zu erschweren.

Leclanché-Element, f. Galvanismus, Bd. 4, S. 244.

Lectorium (Lectoria), hohe Lefepulte in den Kirchen, die an Stelle der Ambonen traten.

Leder, jener Teil der tierischen Haut, welcher durch Aufnahme der verschiedenartigsten Dinge, wie pflanzliche Gerbstoffe, Fette, Salze, Seifen u. dergl., aus dem leicht verweslichen Zustand der Rohhaut in einen Zustand größerer Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen übergegangen ist und noch andre vorteilhafte Eigenschaften erlangt hat. Während die Rohhaut durch Trocknen hornartig und durchscheinend wird, bei Gegenwart von Feuchtigkeit leicht in Fäulnis übergeht und beim Kochen mit Wasser Leim bildet, stellt das Leder ein deutlich faseriges, nicht mehr durchscheinendes Gewebe dar und besitzt entweder eine gewisse Weichheit und Geschmeidigkeit (Oberleder, Weißgarleder, Sämilchleder) oder eine gewisse Starrheit und Festigkeit (Sohlleder); es widersteht selbst in der Nässe lange der Fäulnis und liefert beim Kochen mit Wasser überhaupt

nicht oder erst nach einiger Zeit Leim. Derjenige Industriezweig, welcher sich mit der Herstellung des Leders befaßt, wird als Gerberei bezeichnet, und diejenigen Stoffe, welche die tierische Haut in Leder überzuführen vermögen, nennt man Gerbstoffe oder Gerbmaterialeien.

Hinsichtlich der Natur der Gerbstoffe kann man das gesamte Gebiet der Gerberei einteilen in: Rot- oder Lohgerberei; nach diesem Verfahren, bei welchem man als Gerbstoffe die verschiedensten Materialien aus dem Pflanzenreiche verwendet, werden aus den Häuten sehr vieler Tierarten die verschiedenartigsten Leder, wie Sohl-, Vache-, Riemen-, Zeug-, Oberleder, Korduane, Saifiane u. f. w., hergestellt; Sämfischgerberei (Oelgerberei), welche mit Hilfe von tierischen Fetten, namentlich der Trane, die Sämfisch- oder Wafschleder erzeugt; Mineralgerberei, welche die tierische Haut durch Einverleibung von anorganischen Verbindungen wie Alaun, Kochsalz, Chromsalzen, Eisensalzen u. f. w., in Leder überführt; der wichtigste Zweig der Mineralgerberei ist jetzt die Chromgerberei; außerdem ist von Bedeutung die Weißgerberei, welche Alaun und Kochsalz verwendet; als Nebenzweige derselben sind die Glacégerberei und Kidgerberei zu betrachten, welche neben den beiden genannten Gerbstoffen noch Eidotter und Mehl benutzen; Gerberei diverser Lederarten; in diesem Teile sollen alle diejenigen Gerbverfahren zusammengefaßt werden, welche gewissermaßen Kombinationen der drei genannten Gruppen bilden oder bei welchen andre Gerbmaterialeien Verwendung finden; hierher gehört die Herstellung des Fettgarleders, Crownleders, Transparentleders u. f. w.

Nach [1] ist schon vor 2000 Jahren mit Pflanzengerbstoffen Leder erzeugt, jedoch erst in neuerer Zeit sind die chemischen Wirkungen der Gerbstoffe gründlich untersucht worden [2], in der sub [1] und [2] angeführten Literatur läßt sich der historische Teil der Gerberei verfolgen. Wesentliche Fortschritte in dem Gewerbe verdankt man der 1873 gegründeten Chemisch-technischen Versuchsanstalt für Lederindustrie in Wien, dem nach dem Tode von v. Schroeder eingegangenen Gerbereilaboratorium in Tharandt bei Dresden, der im Jahre 1897 errichteten Deutschen Versuchsanstalt für Lederindustrie zu Freiberg i. S. sowie verschiedenen Fachlaboratorien und Fachlehranstalten des Auslandes.

Rohmaterialien und Hilfsstoffe der Gerberei.

Die tierische Haut besteht im wesentlichen aus drei voneinander verschiedenen Schichten, und zwar, von außen nach innen betrachtet, aus Oberhaut (Epidermis), Lederhaut (Corium, Cutis) und Unterhaut. Die Oberhaut setzt sich wiederum aus zwei Teilen zusammen: Hornschicht und Schleimschicht (Malpighischer Schleim). Die Lederhaut besteht aus Bindegewebsfasern, die durch Gabelung vielfach verästelt sind, sich gegenseitig durchkreuzen und sich zu Bündeln vereinigen. Die einzelnen Bestandteile des äußeren Teiles der Lederhaut bilden ein außerordentlich feines Gewebe, welches intermediäre Lederhaut, vom Gerber der Narben oder die Narbe genannt wird. Zur Herstellung von Leder kann nur die Lederhaut dienen, weshalb die Ober- und Unterhaut vor dem Gerben entfernt werden müssen. Die von Oberhaut, Unterhaut, Haaren bezw. Wolle befreite, mit Wasser durchtränkte Lederhaut wird vom Gerber Blöße genannt.

Wenn tierische Haut einige Zeit im Wasser oder an der Luft liegen bleibt, so daß dieselbe anfängt, in schwache Fäulnis überzugehen, oder wenn man sie in schwache Lösungen von Säuren, Alkalien, Erdalkalien oder deren Schwefelverbindungen legt, so wird der Zusammenhang zwischen der Schleimschicht und der Lederhaut aufgehoben und die Oberhaut nebst Haaren (bezw. Wolle) läßt sich leicht von der Lederhaut ablösen. Nach [3] besteht die Lederhaut — abgesehen von Wasser, Mineralstoffen und Fett — aus dem Stoff, welcher die Bindegewebsfasern zusammensetzt und die Bezeichnung Bindegewebesubstanz, leimgebende Substanz, Glutin oder Hautfibrin führt, und der zwischen diesem eingelagerten Substanz, welche Intercellularsubstanz oder Coriin genannt wird. Das Hautfibrin hat nach [3] die Zusammensetzung: $C_{15}H_{23}N_5O_6$ und ist in kaltem Wasser, schwachen Säuren und verdünnten Lösungen von Alkalien und Erdalkalien unlöslich, dagegen löslich in kochendem Wasser, wobei Leim gebildet wird, in konzentrierten Säuren und Alkalilösungen. Das Coriin hat die Formel: $C_{30}H_{50}N_{10}O_{15}$ und ist in verdünnten Säuren, verdünnten Lösungen von Alkalien und Erdalkalien und in 10prozentiger Kochsalzlösung löslich, aber unlöslich in Kochsalzlösung von größerer oder geringerer Konzentration und in Wasser. Beim Trocknen der Blöße verkittet das Coriin die Bindegewebsfasern, wodurch das so erhaltene Produkt, welches man als Hornleder bezeichnet, steif wird. Da man durch wiederholte Behandlung von Blößen mit Kalkwasser immer neue Mengen Coriin erhält, so muß man das letztere als ein Zeretzungsprodukt der Bindegewebesubstanz auffassen. Reimer [3] hat weder in der Bindegewebesubstanz noch im Coriin einen Schwefelgehalt gefunden, während spätere Untersuchungen stets einen, wenn auch nur kleinen Gehalt an Schwefel nachgewiesen haben. Stohmann und Langbein, ebenso Muntz [4] führten die Elementaranalyse der Coriumtrockensubstanz aus und fanden bei derselben im aschefreien Zustande folgende Zusammensetzung:

	Stohmann und Langbein:	Muntz:
Kohlenstoff	49,91 %	51,80 %
Wasserstoff	5,75 „	6,69 „
Stickstoff	18,00 „	18,29 „
Schwefel	0,30 „	— „
Sauerstoff	26,04 „	23,22 „
	100,00 %	100,00 %

v. Schroeder und Päßler [5] haben die Blöße (Lederhaut) verschiedener Tiere eingehend untersucht und hierbei den Gehalt an Wasser, Mineralstoffen, Fett und eigentlicher Hauttrockensubstanz und ferner die Elementarzusammensetzung der letzteren bestimmt. Es ergab sich hierbei hinsichtlich des Gehaltes an Hauttrockensubstanz, daß dieselbe in den verschiedenen Blößen sehr verschieden ist und im allgemeinen um so mehr abnimmt, je mehr die Stärke der Blöße abnimmt und je schwammiger die Textur der Blöße ist; ferner ist auch die Haarlockerungsmethode (Schwitzmethode oder Aeschermethode) von großem Einflusse auf den Gehalt an Hauttrockensubstanz. Starke Rindsblößen sind reicher daran als schwache; Rindsblößen enthalten mehr Hautsubstanz als Kalbsblößen, diese mehr als Schafsblößen. Der stärkere Rückenteil einer Blöße hat einen größeren Gehalt an Hautsubstanz als die zugehörigen Bauch- und Seitenteile; geschwitzte Blößen enthalten mehr Hautsubstanz als geäscherte Häute. Bei diesen Ermittlungen ergaben sich folgende Gehalte an Trockensubstanz und Wasser:

	Trockensubstanz:	Wasser:		Trockensubstanz:	Wasser:
Geschwitzte Rindsblößen	28—31 %	72—69 %	Kalbsblößen	17—20 %	83—80 %
Gekälkte Rindsblößen	21—27 "	79—73 "	Ziegenblößen	ca. 18 "	ca. 82 "
Roßblößen	21—23 "	79—77 "	Schafsblößen	ca. 11 "	ca. 89 "

Die frühere Annahme, daß die verschiedenen Blößen annähernd den gleichen Wassergehalt besitzen, ist demnach unrichtig.

Der Gehalt der Lederhaut an Mineralstoffen ist meist sehr gering und beträgt bei geschwitzten Blößen meist nur etwa 0,2—0,5 % (auf Trockensubstanz berechnet); in geäscherten Blößen ist er etwas höher, etwa 1—2 %. Der Fettgehalt ist je nach Abstammung sehr verschieden; im allgemeinen enthalten die Blößen von Rind, Kalb und Roß wenig Fett (auf Trockensubstanz berechnet etwa 0,6 % im Mittel), während die von Ziege, Schwein und Schaf sich durch einen höheren Fettgehalt, der innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken kann (2—30 %), auszeichnen.

Bei der Ermittlung des Stickstoffgehaltes in einer großen Anzahl von Blößen der verschiedensten Abstammung ergab sich die für die Lederanalyse wichtige Tatsache, daß derselbe (bezogen auf wasser-, asche- und fettfreie Hautsubstanz) bei allen denjenigen Blößen, welche von derselben Tierart herrühren, nur ganz geringen Schwankungen unterliegt und deswegen als eine konstante Größe anzusehen ist. Hinsichtlich des Stickstoffgehaltes kann man die für die Gerberei wichtigen Blößen (die weniger wichtigen sind in Klammern angeführt) in folgende drei Gruppen einteilen: 1. Die Blößen vom Rind, Kips, Kalb, Roß und Schwein mit einem durchschnittlichen Stickstoffgehalte von 17,8 %; 2. die Blößen von der Ziege (Hirsch und Reh) mit einem durchschnittlichen Stickstoffgehalte von 17,4 %; 3. die Blößen vom Schaf (Hund, Katze) mit einem durchschnittlichen Stickstoffgehalte von 17,1 %. Diese Tatsache ist sehr wichtig für die Lederanalyse. Wie später gezeigt wird, werden bei dem Gerbprozesse in den meisten Fällen stickstofffreie Substanzen von der Haut aufgenommen; es kann demnach der Stickstoffgehalt des Leders als Grundlage zur Berechnung der von der Haut absorbierten Gerbstoffmenge dienen. Nach v. Schroeder und Päßler [5] hat die wasser-, fett- und aschefreie Hautsubstanz der obenangeführten Blößen folgende Zusammenfassung:

	Rind, Kalb, Kips, Roß, Schwein	Ziege (Hirsch, Reh)	Schaf (Hund)	(Katze)
Kohlenstoff	50,2 %	50,3 %	50,2 %	51,1 %
Wasserstoff	6,4 "	6,4 "	6,5 "	6,5 "
Stickstoff	17,8 "	17,4 "	17,1 "	17,1 "
Sauerstoff	25,4 "	25,7 "	26,0 "	25,1 "
Schwefel	0,2 "	0,2 "	0,2 "	0,2 "
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Die Gerberei verwendet vorzugsweise Häute vom Rind (Ochsen-, Kuh-, Bullen-, Kipshäute, Kalbfelle u. f. w.), vom Roß, Büffel, Schwein, Schaf und von der Ziege; außer diesen, jedoch seltener, die Häute und Felle von Hirschen, Gemsen, Antilopen, Rentnieren, Rehen, Eseln, Zebras, Hunden, Katzen, Seehunden, Elefanten, Rhinocerosen, Beuteltieren, Krokodilen, Alligatoren, Schlangen, Fröschen u. dergl. Die Felle der verschiedensten Pelztiere werden unter Erhaltung der Haare bzw. der Wolle in der Pelzgerberei verarbeitet. — Der Gerber belegt die Häute der größeren Tiere mit dem Namen Haut, die der kleineren Tiere mit dem Namen Fell.

Im Handel sind die Häute oder Felle in frischem oder konserviertem Zustande erhältlich. Die frischen Häute, welche zur Verhütung der Fäulnis entweder sofort verarbeitet oder konserviert werden müssen, bezeichnet man als Grünhäute oder grüne Häute. Behufs Konservierung werden die Häute bzw. Felle mit Kochsalz (am besten reines Salz oder solches, welches mit Petroleum denaturiert ist) eingefalzen und aufbewahrt (grüngefalzene Häute) oder eingefalzen und etwas aufgetrocknet (trockengefalzene Häute) oder ohne Anwendung von Salz vollständig aufgetrocknet (Trockenhäute); zuweilen werden sie auch geräuchert. Die Beschaffenheit der Rohhaut ist von großem Einfluß auf die Qualität des Leders; im allgemeinen liefert dünne, klapprige Rohware ein schlechtes Leder, während gleichmäßig starke, kräftige, kernige Häute gutes Leder geben. Häute kranker oder gefallener Tiere sind weniger für die Gerberei geeignet als die Häute geschlachteter oder erjagter gesunder Tiere. Ferner ist der Wert der Häute abhängig von Rasse, Alter, geschlechtlicher Tätigkeit, Nahrung und Pflege; beispielsweise liefern Häute von starken, großen männlichen Tieren im allgemeinen ein besseres Leder als Häute von alten weiblichen Tieren, zumal wenn letztere oftmals gekalbt haben. Das Fell eines Tieres, welches schon Heu oder Gras gefressen hat, liefert ein weniger gutes Leder als das Fell eines solchen, das lediglich mit Milch ernährt worden ist.

Die einzelnen Teile ein und derselben Haut sind in ihrer Qualität auch sehr verschieden. Der beste Teil befindet sich in der Mitte der Haut, und zwar vom Schweife bis zum Anfange

des Nackens und seitwärts bis über die Mitte des Bauches hinab; man bezeichnet denselben als Kern oder Croupon und unterscheidet bei ihm zwei Teile: den nach dem Schweife zu liegenden, Schild, und den nach dem Nacken zu liegenden, Rücken genannt. Der Abfall ist derjenige Teil, welcher verbleibt, wenn man aus der Haut den Kern herauschneidet (Crouponnieren); derselbe besteht aus dem Kopfe (den mittleren Teil derselben nennt man Stirnling und die Seitenteile Lafchen), dem Halse, den Vorderklauen, den Flämen oder Schlampen (das sind die weichen lockeren Teile um die Schultergelenke, die Vorderfüße und die sich nach hinten zu anschließenden Teile), den beiden Bauchstreifen und den Hinterklauen. Das Randstück des Schildes mit dem Schweife, Kratze genannt, wird bei Häuten, die zu Sohlleder verarbeitet werden, auch zum Abfall gerechnet. Die besten Abfallteile sind der Hals und die Kratze und die schlechtesten die Flämen.

Die Rindshaut ist unter allen in der Gerberei verwendeten Rohhautorten entschieden die wichtigste. Man unterscheidet hierbei die Zahnhaut und die Wildhaut. Die erstere stammt von dem bei uns als Haustier gezüchteten Rind ab, während die letztere von dem namentlich in Südamerika, Indien, Australien, Ostaßen und Südafrika lebenden Rinde gewonnen wird. Da der europäische Kontinent nicht genügend Rindhäute erzeugt, so werden bedeutende Mengen Wildhäute alljährlich aus den genannten Ländern zu uns importiert. Haupt Stapelplätze dieser im getrockneten oder trockengefalzenen Zustande zum Versand kommenden Häute sind Hamburg, London, Antwerpen und Havre. Wir unterscheiden bei den Zahn- wie bei den Wildhäuten Ochsenhäute, Kuhhäute, Stier- oder Bullenhäute, ferner Kalbinnen, welche von weiblichen Tieren abstammen, die noch nicht gekalbt haben und deswegen ein gutes Leder liefern. Die rothaarigen Häute sind wertvoller als die andersgefärbten. Bei Bullenhäuten ist der Rücken der Haut, welcher bei den übrigen Häuten der stärkste Teil ist, in großer Ausdehnung dünn, während Hals-, Kopf- und Seitenteile eine übermäßige Dicke haben und von loser, schwammiger Textur sind. Der Gerber spricht von der Stellung der Haut und versteht darunter das Verhältnis der Fläche zur Dicke; eine voll- oder gutgestellte Haut weist in allen ihren Teilen eine ihrer Ausdehnung entsprechende Dicke auf, während bei einer schlechten oder abfälligen Stellung der Unterschied in der Stärke der Kern- und Seitenteile ein sehr großer, die Abnahme der Stärke nach den Seitenteilen zu eine bedeutende ist. Das Geschlecht, das Alter und die Ernährungsweise der Tiere üben auf die Beschaffenheit der Rindhäute einen ganz hervorragenden Einfluß aus. Die Haut des weiblichen Rindes besitzt ein feineres, elastischeres, festeres und widerstandsfähigeres Fasergewebe, und dementsprechend zeigt das aus derselben hervorgegangene Leder eine feinere Narbenbildung und einen feineren Schnitt. Die Haut des männlichen Rinds erreicht meist ein höheres Gewicht, eine größere und dabei gleichmäßigere Stärke — das Fasergewebe ist aber gröber und loser und dementsprechend auch die Narbenbildung und der Schnitt. Die Haut des Ochsen (des kastrierten männlichen Rindes) hat eine bessere Beschaffenheit als die Bullenhaut. Die Ochsen, die erst in späterem Alter kastriert worden sind, bezeichnet man als Altschneider und die Häute derselben liegen hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und Qualität zwischen den Ochsenhäuten und den Bullenhäuten. Die Häute jüngerer Tiere sind im allgemeinen feiner in der Fafer und im Narben als die der älteren. Häute von Weidevieh sind besser als solche von Stallvieh. Jede Ernährung, bei welcher eine möglichst starke Entwicklung des Fleisches und großer Fettanatz bezweckt wird, ist ungünstig für die Hautentwicklung; das Mastvieh liefert daher weniger gute Häute. Schlechte Ernährung, Mangel an Bewegung, übermäßige Anstrengung bei der Arbeit und schlechte Pflege üben einen ungünstigen Einfluß auf die Güte der Häute aus. In einem gemäßigten und feuchteren Klima werden die besten Häute erzeugt; ungünstig wirken immer größere Wärme und Trockenheit. Das Gewicht der grünen Zahnhäute schwankt gewöhnlich innerhalb der Grenzen von 15 bis 50 kg, geht in Ausnahmefällen herauf bis zu 80, sogar bis zu 100 kg. Unter den zu uns eingeführten Wildhäuten spielen die südamerikanischen Häute, welche vorzugsweise aus den La-Plata-Staaten und dem südlichen Teile von Brasilien stammen, die bedeutendste Rolle. Die wichtigsten Arten der in den La-Plata-Staaten produzierten Häute sind die Mataderos, Saladeros und Campos. Die Mataderos, welche meist gefalzen, zuweilen aber auch getrocknet in den Handel kommen, sind Häute von Rindern, die in den großen städtischen Schlachthäusern zur Ernährung der Bevölkerung geschlachtet werden, während die Saladeros, welche stets gefalzen werden, aus den großen Fleischextrakt- und Fleischkonservenfabriken der genannten Länder stammen. Beide Hautorten sind wegen ihrer guten Schlachtung im Handel sehr geschätzt. Die Campos, welche von den für den Bedarf der Landbevölkerung geschlachteten Tieren herrühren und stets getrocknet werden, sind im allgemeinen geringwertiger, weil auf das Trocknen meist sehr wenig Sorgfalt gelegt wird. Die Wildhäute werden häufig auch nach dem Ursprungslande oder nach dem Ausfuhrhafen bezeichnet, z. B. Uruguay-, Paraguay-, Entre-Rios-, Montevideo-, Santa-Fé-Häute. Im Handel sortiert man sie in Sommerhäute (mit kurzem Haar) und in Winterhäute (mit langem Haar); ferner erfolgt die Sortierung nach Ochsen und nach Kühen und innerhalb engerer oder weiterer Grenzen nach Gewicht. Die brasilianischen Häute, welche wegen der Ungleichmäßigkeit in der Qualität im Handel weniger geschätzt werden, sind meist nach dem Ursprungslande oder nach dem Ausfuhrhafen benannt, z. B. Bahia-, Parana-, Ceara-, Rio-de-Janeiro-, Pernambuco-Häute. Die Gewichte der gefalzenen Wildhäute schwanken gewöhnlich innerhalb der Grenzen von 15 bis 40 kg und die der trockenen Häute zwischen 8 und 20 kg. — Als Seronen bezeichnet man Teile von Rindhäuten, die als Umhüllung der aus Amerika importierten Tabak- und Erzballen dienen; diese meist aus dem Rücken stammenden Teile werden namentlich zur Herstellung von Sohlleder oder Brandsohlleder verwendet. Unter den asiatischen Wildhäuten sind von größter Wichtigkeit die aus den englischen Besitzungen in Indien über London nach Europa exportierten Kipshäute, die von dem kleinen indischen, mit einem Rückenhöcker versehenen Rinde (Zebu) abstammen und wegen ihres kleineren Gewichtes und ihrer geringeren Stärke meist zu Oberleder

verarbeitet werden. Man unterscheidet bei diesen Häuten, welche stets getrocknet sind, Arfenikkipfe und belegte Kipfe. Die ersteren sind gewöhnlich sehr sorgfältig behandelt und zur besseren Konservierung beim Trocknen mit einer Arfeniklösung getränkt worden. Die belegten Kipfe werden beim Trocknen auf der Fleischseite mit einem mehr oder weniger starken, im wesentlichen aus Kalk und Ton bestehenden Anstrich versehen, dessen Zweck übrigens nicht recht ersichtlich ist; die Beurteilung der Rohware wird durch denselben sehr erschwert. Die Kipfe werden ferner eingeteilt in *slaughtered hides*, das sind Schlachthäute, in *dead hides*, Häute von gefallenem Tieren, und in *rejections*, Ausschubhäute. Sie werden auch nach ihrem Ursprungsorte oder nach dem Ausfuhrhafen näher bezeichnet, z. B. Darbhanga, Patna, Luknow, Dacca, Chittagong, Kalkutta. Die Gewichte der Arfenikkipfe bewegen sich etwa zwischen 2 und 5,5 kg und die der belegten Kipfe zwischen 3 und 6,5 kg. — Die holländischen Besitzungen in Indien liefern auch eine große Menge getrockneter Wildhäute, die, nach der Herkunft benannt, als Java-, Sumatra-, Borneo-, Celebeshäute in den Handel kommen. China und Japan exportieren ebenfalls Wildhäute im getrockneten und auch im gefalzten Zustande, ebenso auch Südafrika (Kaphäute, Sanibarhäute).

Eine Hauptaufgabe des Gerbers ist die richtige Auswahl der Rohhäute für einen bestimmten Zweck, und zwar gilt dies nicht nur für Rindshäute, sondern auch für jede andre Hautsorte. Die Größe, die Dicke, die Stellung der Haut, ihre sonstige Beschaffenheit ist maßgebend für die Lederart, welche daraus hergestellt werden soll, und schließlich auch für die Art und Weise, wie der Gerbprozeß zu leiten ist, weil Häute von verschiedener Beschaffenheit beim Gerbprozeß auch verschieden behandelt werden müssen. Für eine bestimmte Lederart und für ein bestimmtes Gerbverfahren müssen deswegen immer solche Häute ausgewählt werden, die in ihren Eigenschaften möglichst gleich sind.

Die Häute der jungen Rinder von der Geburt bis zum Beginn der Selbsternährung werden als Kalbfelle bezeichnet; die Häute etwas älterer Rinder, welche sich bereits mit gemischtem Futter ernährt haben und bis zu einem Jahre alt sein können, nennt man Heufresser oder Bittlinge. Die Kalbfelle liefern das beste Leder, weshalb dieselben im Preise am höchsten stehen; im Handel kommen sie im gefalzten und im getrockneten Zustande vor und ihr Wert richtet sich namentlich nach der Provenienz und nach dem Geschlechte. Felle von weiblichen Kälbern (Mutterfelle) sind mehr geschätzt als solche von männlichen (Oechschen), rote Felle mehr als anders gefärbte. Die von Maßkälbern stammenden Maßkalbfelle zeichnen sich durch ein höheres Gewicht, aber auch den Kalbfellen gegenüber durch geringere Qualität aus. Die Gewichte der grünen Kalbfelle schwanken, je nach Alter und Rasse der Tiere, etwa zwischen 2 und 7 kg, die der trockenen Felle zwischen 0,8 und 2,5 kg; die Maßkalbfelle sind bis zu 15 kg schwer.

Schweinshäute werden nur in gewissen Gegenden, namentlich in England, Oesterreich und Süddeutschland, in größeren Mengen für bestimmte Zwecke, wie für Sattler- und Buchbinderleder, zu Leder verarbeitet.

Die Roß-, Esel- und Maultierhäute, welche hinsichtlich ihrer Dicke und Festigkeit den Rindshäuten nachstehen, sind ein geeignetes Material für Oberleder. Während früher die Roßhaut ganz vernachlässigt war, spielt dieselbe sowie das Roßleder gegenwärtig eine bedeutende Rolle. Die Häute von einheimischen Pferden sind, weil sie meist von alten, abgetriebenen Tieren stammen, geringer in der Qualität als diejenigen der in den südamerikanischen Prärien eingefangenen wilden und halbwilden Pferde. Charakteristisch für die Roßhaut, ebenso wie für die Haut des Esels, des Maultiers und des Zebras, ist, daß dieselben auf der Fleischseite am hinteren Rückenteile mit zwei über den ganzen Afterteil reichenden, oft miteinander zusammenhängenden, kautschukähnlichen Schichten belegt sind. Diese Teile der Haut, welche der Gerber als Spiegel bezeichnet, sind in gegerbtem Zustande als Schuhvorderteile sehr geschätzt. Bei der Verarbeitung der Häute wird dieser Spiegelteil meist herausgeschnitten und, wie die übrigen Hautteile, für sich gegerbt, da beide verschiedene Verwendungswesen haben; zuweilen kommen diese Teile bereits im rohen Zustande getrennt zum Verkaufe. Die Roßhäute gelangen gefalzen oder getrocknet in den Handel. Die Verarbeitung der Roßhäute zu Leder wird gegenwärtig in großem Umfange betrieben, namentlich in Norddeutschland, England und Dänemark.

Ein sehr gutes Fell für feinere Leder (Luxusschuhe, Buchbinderarbeiten, Handschuhe u. f. w.) liefern die Ziegen. Die Ziegenfelle kommen, meist im getrockneten Zustande, vorzugsweise aus den europäischen Gebirgsländern, ferner aus Afrika, Zentralamerika und in allergrößter Menge aus Ostindien. Die Qualität der Felle hängt wesentlich von dem Alter und der Provenienz ab; die von ganz jungen Tieren stammenden Felle, die man als Zickel- oder Saugziegenfelle bezeichnet, besitzen den höchsten Wert. Die amerikanischen Tampicziegenfelle zeichnen sich vor andern Fellen vorteilhaft durch ihre Größe, Stärke und Festigkeit aus und übertreffen in dieser Beziehung noch die ostindischen Ziegenfelle.

Einen geringeren Wert als die Ziegenfelle besitzen die Schaffelle; geschätzter sind die von jungen Tieren stammenden Lammfelle, welche vorzugsweise zur Herstellung von Glacéleder verwendet werden. Die Qualität der Felle verschiedener Schafrassen ist sehr verschieden; im allgemeinen kann man sagen, daß diejenigen Rassen, welche eine schlechte Wolle liefern, bessere Felle produzieren als solche mit feiner, guter Wolle; es stehen demnach unter der Voraussetzung, daß die Ernährung in beiden Fällen eine gute ist, die Qualität der Wolle und die des Felles im umgekehrten Verhältnisse. Die Schaf- und Lammfelle, welche meist im getrockneten, weniger im gefalzten Zustande in den Handel kommen, stammen namentlich aus Kleinasien, Griechenland, den Balkanländern, Italien, Spanien, Nordafrika und Australien. — Außer den genannten Hautgattungen werden in der Gerberei noch viele andre verwendet, welche eingangs bereits kurz angeführt worden sind, jedoch im übrigen nur geringe Bedeutung haben.

Gerbstoffe. 1. Die Gerbstoffe der Lohgerberei: Pflanzliche Gerbmaterialien. Die Teile vieler Pflanzen (Rinden, Hölzer, Wurzeln, Blätter, Früchte, Samen, vgl. Gerbstoffe,

Bd. 4, S. 400) enthalten organische Stoffe, welche gerbend auf tierische Haut wirken und deswegen Gerbstoffe oder zugleich wegen ihres sauren Charakters Gerbfäuren (Bd. 4, S. 400) genannt werden. Mit Ausnahme des in den Galläpfeln (Bd. 4, S. 237) vorkommenden Gerbstoffs, der als Tannin bezeichnet wird, und des Eichenrindengerbstoffes sind sie nur wenig untersucht; die in der Literatur vorhandenen Angaben über die Gerbstoffe anderer Gerbmateriale beziehen sich meist nicht auf chemisch reine Körper, sondern auf solche, die vermutlich noch Gemische mehrerer Substanzen darstellen. Das Studium dieser Verbindungen wird sehr erschwert dadurch, daß sie nicht kristallisieren und durch Einwirkung der Luft und der meisten Chemikalien leicht verändert werden. Ursprünglich hielt man die Gerbstoffe für Glykoside, was aber durch die neueren Untersuchungen sehr zweifelhaft geworden, für die meisten Gerbstoffe sogar schon widerlegt ist. Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, daß die als Gerbstoffe bezeichneten Substanzen ganz verschiedenen Klassen chemischer Verbindungen angehören. Doch ist eine Anzahl von gemeinsamen Eigenschaften für Gerbstoffe charakteristisch. Hierzu gehören namentlich folgende Reaktionen: sie werden aus ihren Lösungen von tierischer Haut absorbiert, sind Verbindungen säureartiger Natur und geben infolgedessen mit Basen salzartige Verbindungen; sie sind nicht kristallisierbar, geben keine kristallisierenden Verbindungen, besitzen einen zusammenziehenden Geschmack, liefern mit Eisenfalten gefärbte Niederschläge, mit Leim-, Eiweißlösungen oder Alkaloiden amorphe Fällungen. Sie erteilen dem Leder sehr verschiedene Eigenschaften. Rindengerbstoffe liefern z. B. ein andres Leder als Holzgerbstoffe oder Fruchtgerbstoffe; Eichenrindengerbstoff wirkt anders als Mimosenrindengerbstoff u. f. w. Zur Ermittlung des Gehaltes an Gerbstoff sind eine große Anzahl von Methoden ausgearbeitet und vorgeschlagen worden. Wirklich zuverlässige Zahlen liefern bei peinlich genauer Einhaltung der Vorschriften die von Schroeder modifizierte Löwenthal'sche Titrimethode [6] und die indirekt-gewichtsanalytische Methode, die auf den Konferenzen des „Internationalen Vereins der Lederindustriechemiker“ wesentlich präzisiert worden ist. Die erstere liefert Zahlen, welche sich auf Tannin beziehen und erst mit Hilfe besonderer Faktoren in Gewichtsprocente umgerechnet werden müssen. Handelt es sich um eine annähernde Wertbestimmung eines Gerbmateriale, so genügt die von v. Schroeder ausgearbeitete Spindelmethode [7]. Dieses Verfahren beruht darauf, daß man die Dichte des aus einer bestimmten Menge von Material mit einer gleichbleibenden Wassermenge hergestellten Extraktes ermittelt und alsdann in Tabellen, die v. Schroeder aufgestellt hat, den der gefundenen Dichte entsprechenden Gerbstoffgehalt abliest.

Da der Gerbstoff für sich allein Haut nicht in ein brauchbares Leder überzuführen vermag, sondern beim Gerbprozeß auch die aus den zuckerartigen Stoffen durch Gärung gebildeten organischen Säuren von wesentlichem Einflusse sind, so ist der Gehalt an zuckerartigen Stoffen, welche auch als Säurebildner bezeichnet werden, sowie das Verhältnis von Gerbstoff und Säurebildnern von Wichtigkeit. Die wichtigsten gerbstoffhaltigen Materialien sind: Eichen-, Fichten-, Weiden-, Hemlock-, Mimosenrinde, Garouille, Kastanien-, Eichen-, Quebrachoholz, Valoneen, Dividivi, Myrobalanen, Knoppere, Rove, Canaigre und Sumach. Einige dieser Materialien und noch andre gerbstoffhaltige Pflanzenteile werden zur Gewinnung von gerbstoffhaltigen Brühen ausgelaut, worauf man diese Auszüge durch Eindampfen eindickt und flüssig, teigförmig oder fest als Gerbextrakte in den Handel bringt. Es sind hier zu nennen: Kastanienholz-, Eichenholz-, Quebrachoholzextrakt, Fichtenlohextrakt, Hemlockextrakt, Katechu, Gambir und Kino. Von geringerer Bedeutung für die Gerberei sind die Lärchenrinde, Birkenrinde, Mangrovenrinde, Cajotarinde, Scorza rossa oder Pétkos und Snobarrinde. Näheres über Abstammung und Vorkommen vgl. Bd. 4, S. 401.

Bezeichnung des Gerbmateriale	Mittlerer Wasser- gehalt %	Gehalt an Gerbstoff		Mittlerer Gehalt an Zucker (Säurebildner) %	Auf 100 Teile Gerbstoff kommen im Mittel: Zucker
		Mittel %	Grenzen %		
Eichenrinde	13,0	10,1	5—17	2,6	26
Fichtenrinde	14,5	11,6	6—20	3,5	30
Weidenrinde	13,0	10,0	6—18	—	—
Mimosenrinde	14,5	34,0	20—50	0,9	3
Mangrovenrinde	14,5	36,0	25—45	—	—
Malletrinrinde	14,5	42,0	35—55	—	—
Garouille	13,0	25,0	18—30	1,0	4
Valoneen	14,5	28,8	16—38	2,7	9
Trillo (Schuppen der Valoneen)	14,5	43,5	30—50	2,4	6
Myrobalanen	13,0	32,0	20—48	5,4	17
Dividivi	13,5	41,5	30—50	8,4	20
Algarobilla	12,5	43,0	35—52	8,2	19
Quebrachoholz	14,5	18,0	15—26	0,3	2
Knoppere	16,5	30,0	24—38	0,7	2
Rove	15,0	29,0	24—36	1,1	4
Sumach, italienischer	12,0	28,0	24—32	4,5	16
Fichtenlohextrakte	50,0	25,0	—	7,8	31
Eichenholzextrakte	60,0	28,0	—	3,1	11
Kastanienholzextrakte	60,0	30,0	—	2,9	10
Flüssige Quebrachoextrakte	56,0	36,0	—	—	—
Teigförmige Quebrachoextrakte	44,0	48,0	—	—	—
Feste Quebrachoextrakte	19,0	70,0	—	2,4	3

Die vorstehende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der durchschnittlichen Wassergehalte, der niedrigsten, mittleren und höchsten Gehalte an gerbenden Stoffen und der durchschnittlichen Zuckergehalte der wichtigsten Gerbmaterien, wobei die zahlreichen Analysen v. Schroeders zugrunde gelegt sind.

Die pflanzlichen Gerbmaterien bedürfen vor ihrer Verwendung einer Zerkleinerung, damit der Gerbstoff leichter und vollständiger ausgelaugt werden kann. Bei den Rinden und Hölzern ist namentlich eine Zerfasern und bei den meisten andern Materialien eine Zerkleinerung zu Pulver erforderlich. Die Rinden werden meist auf Rindenschneidern vorzerkleinert und dann wie die andern Gerbmaterien auf Steinmühlen, Glockenmühlen, Exzelsiormühlen, Schleudermühlen (Desintegratoren) weiter vermahlen; sie heißen dann Lohen. Zur Zerkleinerung des äußerst festen Quebrachholzes verwendet man Raspmaschinen; bei Quebrachholz unterscheidet man, je nachdem das Abzapfen parallel oder senkrecht zur Längsachse des Stammes erfolgt, Lohschnitt und Hirnschnitt, ferner noch Quebrachpulver.

Die Herstellung von Extrakten aus Gerbmaterien wird in Ostasien zur Gewinnung von Katchu, Gambir und Kino schon mehrere hundert Jahre betrieben. Gegenwärtig stellt man die S. 87 angeführten Extrakte dort her, wo z. B. Eichen- oder Kastanienholz oder deren Abfälle in größerer Menge zu haben sind und wo wegen unvorteilhafter Transportverhältnisse der Versand des Gerbmateriens selbst nicht lohnend erscheint. Die Fabrikation von Extrakten soll nach [8] nur dann lohnend sein, wenn Material von mindestens 4—6% Gerbstoff zur Verarbeitung gelangt. Das heute angewendete Extraktionsverfahren ist dem in der Rübenzuckerfabrikation zur Saftgewinnung dienenden Diffusionsverfahren nachgebildet. Die erhaltenen Brühen werden zur Entfernung der suspendierten Substanzen geklärt (durch Filtrieren oder Abfüßenlassen und nachheriges Dekantieren; durch Niederreißen der suspendierten Substanzen mittels eines in der Lösung hervorgerufenen Niederchlags, wofür Metallsalze, Blut, Leim u. f. w. vorgeschlagen worden sind und wobei stets nicht unwesentliche Mengen an Gerbstoff mit niedergefallen werden). Die Konzentration der geklärten Brühen erfolgt für flüssige, teigförmige und feste Extrakte durch Eindampfen in Vakuumapparaten. Die flüssigen Extrakte haben meist eine Dichte von 20—30° Bé. — Im Handel sind Extrakte häufig als Eichenextrakte angeführt, um den Anschein zu erwecken, als ob sie aus Eichenlohe hergestellt seien, während es Eichenholzextrakte sind und bei der Gerbung sich entsprechend der Wirkungsweise des Eichenholzgerbstoffes verhalten. In neuester Zeit kommen aus Amerika auch Eichenrindenextrakte in den Handel, die aus der Rinde der Kastanieneiche (Chestnut oak, *Quercus prinus*) gewonnen werden; auch kalt- und klarlösliche Quebrachoextrakte werden hergestellt (D.R.P. Nr. 91 603, 103 725; Engl. Pat. 1891, Nr. 25 063; Amerik. Pat. Nr. 734 889). Die Gerbextrakte werden zuweilen durch Zusätze von Melasse u. f. w. verfälscht.

An Stelle der pflanzlichen Gerbmaterien versuchte man auch wohlfeilere Kunstprodukte zu verwenden. Jennings [9] behandelte gepulverten Torf mit Salpetersäure in der Hitze und laugte hierauf zur Lösung des Gerbstoffes mit heißem Wasser aus. Diese Lösung muß zur Entfernung des Farbstoffes zunächst mit etwas Zinnfalz gekocht werden. Skey [10] stellt in ähnlicher Weise durch Einwirkung von Salpetersäure auf Stein- oder Braunkohle einen künstlichen Gerbstoff her. Reinfch (D.R.P. Nr. 37 022) hat festgestellt, daß die Steinkohlen (Anthracit ausgenommen) in wechselnder Menge je nach der Provenienz einen Körper enthalten, der sich mit Alkalien ausziehen läßt und gerbende Eigenschaften besitzt (Pyrofuscine). Diese künstlichen Gerbstoffe haben sich nicht in der Gerberei einzuführen vermocht, weil die damit hergestellten Produkte bei weitem nicht den Anforderungen genügen, die man an ein gutes Leder stellt. Hönig hat ein Patent auf ein Verfahren zur Gewinnung von Gerbextrakten aus den Abfalläugen der Sulfitcellulosefabrikation erhalten (D.R.P. Nr. 132 224). Die nach demselben hergestellten Extrakte lassen sich für Gerbzwecke verwenden, haben sich aber bis jetzt nur wenig eingeführt.

2. Die Gerbstoffe der Sämschgerberei sind die aus dem Tierreiche stammenden Trane (Robben-, Wal-, Seehunds-, Leber-, Fischtrane); die dünnflüssigen Wal- und Fischtrane werden bevorzugt; näheres s. Tran.

3. Die Gerbstoffe der Mineralgerberei. In der Weißgerberei (Glacé-, Kidgerberei) dienen als Gerbmaterien Alaun, Kochsalz, Mehl und Eidotter und in der Chromgerberei werden verwendet Chromalaun, Kochsalz, Kaliumbichromat, Natriumthioisulfat, Salzsäure bzw. Schwefelsäure, Chromoxychlorid oder andre basische Chromoxydsalze. Die Gerbstoffe der Eisengerberei können hier unberücksichtigt bleiben, weil eisengare Leder in der Praxis nicht mehr hergestellt werden. Näheres über die einzelnen Substanzen ist aus den zugehörigen Artikeln zu ersehen. Da der eigentlich gerbende Bestandteil des Alauns die schwefelsaure Tonerde ist, während sich das schwefelsaure Kali indifferent verhält [3], so ist es vorteilhaft, den Alaun durch die wohlfeilere schwefelsaure Tonerde zu ersetzen; die essigsaure Tonerde hat sich jedoch wegen des hohen Preises keinen Eingang verschafft. Zur Erzielung einer reinen weißen Farbe beim weißgaren Leder muß der Alaun bzw. die schwefelsaure Tonerde möglichst eisenfrei sein. Das Kochsalz der Weißgerberei ist entweder rein oder denaturiert; bei der Verwendung von letzterem ist Alaun als Denaturierungsmittel andern Substanzen, wie Petroleum, Eisenverbindungen u. f. w., vorzuziehen. Die Eidotter mußte sich der Weißgerber früher selbst anschlagen, wobei große Mengen Eiweiß als Nebenprodukt erhalten wurden, für welche fast gar keine Verwendung vorhanden war. Gegenwärtig bilden die Eidotter in Form der sogenannten „Faßeier“ einen Handelsartikel. In den Albumin-fabriken erfolgt die Trennung von Eiweiß und Eidotter, wozu letztere mit Kochsalz oder Borax konferviert und in Fässern versendet werden. Enteneier kommen als Faßeier jetzt auch in größeren Mengen, und zwar namentlich aus China und Japan, in den Handel. Als Eidotterersatz wurde

von Jacques und Souval Eibischwurzelschleim (D.R.P. Nr. 3644) vorgeschlagen; dieses Mittel sowie der als Eitnerin empfohlene Dottereratz haben keinen Eingang in die Weißgerberei gefunden. Das Chromoxychlorid (basisches Chromchlorid), welches in der Chromgerberei bei dem Dennis- oder Einbadverfahren in wässriger Lösung als Gerbmateriale angewendet wird, ist entweder in Lösung unter den Bezeichnungen Tanolin, Corin u. f. w. im Handel zu haben oder wird in den Gerbereien selbst hergestellt. In letzterem Falle geht man entweder von dem Chromoxydhydrat oder von dem Chromalaun aus, indem aus letzterem durch Ammoniak oder Soda das Chromoxydhydrat zunächst ausgefällt wird. Das Chromoxydhydrat wird durch Auflösen in Salzsäure in das Chlorid übergeführt, und zur Lösung des letzteren wird so viel Ammoniak oder Sodalösung zugesetzt, bis sich eine geringe Menge Niederschlag bildet, die beim Umrühren nicht mehr oder nur sehr langsam verschwindet. Diese Lösung, welche außer Chromoxychlorid Chlornatrium enthält, kann in der entsprechenden Konzentration als Gerbfähigkeit Verwendung finden. Außer diesem Produkt kommen verschiedene andre basische Chromoxydsalze unter Bezeichnungen wie Chromalin, Chromgerbextrakt u. f. w. in den Handel.

Neben den angeführten Stoffen werden in der Gerberei noch eine Reihe anderer Substanzen als Gerbmateriale verwendet, welche jedoch von geringerer Bedeutung sind, wie z. B. Talg (für Fettgerber), Glycerin (für Transparentleder), Pferdefett (für Crownleder), Rindsgehirn, Butter, Milch u. f. w.

Hilfsstoffe der Gerberei. Einer der wichtigsten Hilfsstoffe für die Gerberei ist das Wasser, welchem man gewöhnlich bei seiner Verwendung während der Vorarbeiten und beim Gerbprozeß selbst einen großen Einfluß auf die Güte des fertigen Leders zuschreibt. Die Gerber nehmen im allgemeinen an, daß sich ein hartes Wasser besser für die Herstellung von Unterleder, ein weiches Wasser mehr für die Oberledergerberei eigne. In Wirklichkeit übt aber weniger die Härte als die Temperatur des Wassers einen bestimmenden Einfluß auf die Qualität des Leders aus. Man soll für Gerberzwecke möglichst reines, an organischen und anorganischen Verbindungen armes, also ein weiches Wasser verwenden; bei der Herstellung von solchem Leder, von welchem man eine gewisse Starrheit und Festigkeit (Sohlleder) verlangt, soll das Wasser eine während der verschiedenen Jahreszeiten möglichst gleichmäßige niedrige Temperatur besitzen, während zur Herstellung weicherer Lederforten (Oberleder) ein Wasser von etwas höherer Temperatur erforderlich ist. Es ist dies ganz besonders während der Vorarbeiten (sogenannte „Wasserarbeit“) und der ersten Stadien des Gerbprozesses zu berücksichtigen; die Rohhaut bzw. die Blöße und die schwach angegerbte Haut hat die Eigenschaft, durch die Einwirkung kalten Wassers aufzuschwellen oder „aufzugehen“, während weniger kaltes Wasser die Haut in den sogenannten „verfallenen“ Zustand überführt. Wird die Haut während der Anfangstadien immer im geschwellten Zustande erhalten, so geht daraus ein starres, festes Leder hervor; ist die Haut dagegen erst verfallen oder nur wenig aufgegangen, so wird das Leder eine größere Weichheit erlangen. Ein an organischen Substanzen reiches Wasser wirkt nachteilig auf die Güte des Leders ein, besonders wenn es während der Vorarbeiten verwendet wird. Die Benutzung eines Wassers von hoher, besonders temporärer Härte hat eine ungünstigere Ausnutzung des Gerbstoffes der pflanzlichen Gerbmateriale zur Folge, weil sich die Bikarbonate der Erdalkalien mit dem Gerbstoff umsetzen und weil die bei der heißen Extraktion ausgefallenen Karbonate der Erdalkalien Gerbstoff mechanisch niederreißen. Eitner schreibt den im Wasser gelösten anorganischen Bestandteilen ebenfalls einen wesentlichen Einfluß beim Gerbprozeß zu, welcher Anlicht nicht ohne weiteres zugestimmt werden kann, weil selbst in den härtesten und mineralstoffreichsten Wässern diese Stoffe in verhältnismäßig nur geringen Mengen vorhanden sind.

Zum Enthaaren der Häute (Aeschern) dient gelöschter gebrannter Kalk; derselbe soll möglichst wenig Magnesia enthalten. Zur Verstärkung der Wirkung setzt man demselben rotes Schwefelarsen (Realgar, vom Gerber „Gift“ genannt) oder Schwefelnatrium zu. Das für die Gerbereien in den Handel gebrachte Schwefelnatrium ist die wasserhaltige Verbindung: $Na_2S + 9H_2O$; dieselbe ist meist durch geringe Mengen Kohle und organische Substanzen verunreinigt, welche die hellgelbe bis dunkelbraune Farbe bedingen. Der Gehalt an Na_2S kann ermittelt werden durch Titrieren mit einer ammoniakalischen $\frac{1}{10}$ -normalen Zinkulfatlösung unter Zuhilfenahme von Kobaltpapier oder durch Titrieren mit einer $\frac{1}{10}$ -normalen Jodlösung vor und nach dem Ausfällen mit Zinkulfatlösung. Früher wurde der in den Leuchtgasfabriken als Nebenprodukt bei der Reinigung des Gases gewonnene Grünkalk oder Gaskalk zum Enthaaren, besonders in der Weißgerberei, benutzt.

Zum Entfernen des Kalkes aus den geäscherten Häuten verwendet man entweder verdünnte Säuren (Salz-, Schwefel-, Essig-, Milch-, Ameisensäure) oder vergorene Aufgüsse von Kleie oder Mehl (Kleienbeizen), welche infolge des Gärungsprozesses Essigsäure und Milchsäure enthalten, oder Kotbeizen. Diese letzteren sind wässrige Aufgüsse von vergorenem Hühner-, Tauben- oder Hundekot.

Weichheit und Geschmeidigkeit der Leder erreicht man durch Imprägnieren mit Fetten, namentlich mit Talg, Tran und Degras (d. i. ein Abfallprodukt der Sämschgerberei); als teilweisen Ersatz für Talg verwendet man Wollfett, Vaseline, Vaselineöl (Vacuum oil) oder Paraffin. Tran und Degras unterliegen häufig Verfälschungen; ersterer wird zuweilen mit billigen Pflanzenölen, Harzölen oder Vaselineölen und letzterer sehr oft mit Vaseline, Wollfett oder Talg vermischt. Die Trane, besonders die Helltrane, haben die Eigenschaft, unter gewissen Bedingungen später aus dem Leder auszuharzen; nach Eitner läßt sich dieser Uebelstand durch Erhitzen der Trane beseitigen. Außer den genannten Substanzen finden in der Gerberei noch eine sehr große Anzahl anderer Hilfsstoffe, besonders bei der Zurichtung des Leders, Verwendung; von diesen sind die wichtigsten: Blauholz und Eisenschwärze (zum Schwärzen des Leders), Leinöl und Kienruß (zum Wichsen des Leders), die zum Färben des Leders erforderlichen Stoffe (f. Lederfärberei), ferner Carrageenmoos, Gummitraganth, Birkenteeröl (Juchtenöl) u. f. w.

Ausführung der Gerberei.

I. Vorbereitende Arbeiten.

a) **Aufbewahrung der Häute und Felle, Wässern und Weichen.** Werden die grünen Häute nicht sofort eingearbeitet, so müssen sie zunächst von Kot, Knochen (Stirnbein, Schweibein) und Unreinigkeiten befreit und zur Verhütung von Fäulnis mit reinem oder denaturiertem Kochsalz konserviert werden. Die gefalzene Häute werden in Bündeln oder zu Stößen aufeinander geschichtet in einem kühlen Raume, am besten in Kellern, aufbewahrt, bis sie zur Einarbeitung gelangen. Eitner [11] hat vorgeschlagen, die Fleischseite mit calciniertem Glaubersalz einzureiben; dieses Verfahren hat ebenfowenig wie die Brydgesche Methode, bei welcher die Häute zur Konservierung mit Kieselgur verpackt werden sollen (D.R.P. Nr. 40 376), Eingang gefunden. Verdünnte Karbolsäure wird nur hier und da zum Konservieren verwendet. Das Räuchern der Häute hat den Nachteil, daß sie beim Einarbeiten nur sehr langsam wieder aufweichen. Getrocknete Häute und Felle (namentlich Schaffelle, wegen des höheren Wertes der Wolle) müssen bei der Aufbewahrung vor Infektenfraß geschützt werden; es geschieht dies durch öftmaliges Lüften der Lagerräume, Umlegen und Ausklopfen der Felle und durch Einstreuen mit Naphthalin, welches man zur Erzielung einer besseren Verteilung mit Schwerpatpulver mischt. Als Einstreumittel werden auch Antiputrin und ähnliches empfohlen.

Den Häuten und Fellen anhaftende Substanzen, die nicht zur Lederbildung geeignet sind, müssen vor dem Gerbprozesse entfernt werden. Hierzu gehören Hörner, Knochen (soweit dieselben nicht schon vor dem Salzen beseitigt worden sind), Klauen, Hufe, Fleisch, Haare bezw. Wolle, Unterhaut, Oberhaut und jede Art von Unreinigkeiten, wie Mist, Blut u. f. w.; ferner muß den konservierten Häuten das Konservierungsmittel wieder entzogen werden und die steifen getrockneten Häute müssen durch Aufnahme von Wasser die Weichheit der rohen Haut wieder erlangen. Die grünen Häute werden zur Beseitigung von Blut u. f. w. in reines Wasser geworfen oder eingehängt und mehrere Stunden darin belassen. Während des Wässerns sollen sie öfters aufgeschlagen und nachher mehrmals abgspült werden. Das Wässern wird entweder in Bächen oder Flüssen oder in besonderen Weichbottichen ausgeführt, in welche beständig Wasser zu- und abfließt oder in welchen das Wasser während des Weichens mindestens einmal vollständig durch reines Wasser ersetzt wird. Gefalzene Häute werden in ähnlicher Weise gewässert; nur ist eine längere Einwirkung des Wassers, etwa 2—3 Tage, und ein wiederholter Wasserwechsel erforderlich, um das Salz vollständig zu lösen und die Häute genügend zu erweichen. Das Wässern in Bächen und Flüssen hat die Nachteile, daß die Temperatur des Wassers während der verschiedenen Jahreszeiten zu sehr wechselt, dementsprechend die Arbeit geregelt werden muß, und daß bei allzu starker Strömung die schwächeren Teile der Haut zu stark gelockert und dadurch geschädigt werden.

Die Operation, durch welche man getrockneten Häuten den ursprünglichen Grad der Weichheit wiedergibt, bezeichnet man als **Weichen**. Dasselbe wird in gleicher Weise wie das Wässern, nur entsprechend länger ausgeführt und bei sehr stark ausgetrockneten Häuten meist durch Strecken mit dem sogenannten Streckeisen auf dem Gerberbaum oder durch Walken in einer Kurbelwalke oder in einem Walkfasse (10—20 Minuten lang) oder in einem andern Apparate (D.R.P. Nr. 15 067, 27 735) befördert. Getrocknete Häute in den sogenannten Stinkbottich, welcher altes faules Weichwasser von den vorhergehenden Operationen enthält, zu bringen empfiehlt sich nicht. Die Häute kommen hierauf ins Wasser zurück, bis sie vollständig erweicht sind; werden ungenügend gewechte Häute weiterverarbeitet, so liefern dieselben stets ein hartes, bleichiges Leder. Die Weichdauer beträgt bei getrockneten Häuten oft 6—8 Tage, zuweilen noch länger. Da während dieser langen Zeit die zuerst erweichten Teile Gefahr laufen, in Fäulnis überzugehen, so setzt man dem Weichwasser Kochsalz (die sogenannte Kochsalzweiche), Karbolsäure, Kreolin u. f. w., zuweilen auch Schwefelnatrium zu; die ersteren wirken hierbei lediglich fäulnishemmend, während das letztere zugleich auch erweichende Eigenschaften besitzt.

Nach vollständigem Wässern bezw. Weichen kommen die Häute mit der Fleischseite nach oben auf den Schabebaum und werden mit dem **Schabeeisen** (Streicheisen) ausgefrichen; hierbei wird die Fleischseite mit der stumpfen Schneide des Schabemeßers, welches sich der bogenförmigen Krümmung des Schabebaumes anpaßt, wiederholt von oben nach unten gefrichen, um die im Innern der Haut befindlichen Unreinigkeiten herauszupressen und anhängende Fleisch- und Fetteile zu entfernen. Diese Operation wird gegenwärtig in manchen Gerbereien mit Hilfe der sogenannten Schab- und Streckmaschinen ausgeführt; es dienen hierzu z. B. die Jullienfche Maschine [12], die Freudenbergfche Maschine (D.R.P. Nr. 50 902) und ähnliche (D.R.P. Nr. 949, 7090, 9554, 21 266, 24 824, 41 086, 43 836, 44 400, 52 301).

b) **Enthaarung und Beseitigung der Oberhaut und Unterhaut.** Hierzu unterwirft man die Häute zunächst denjenigen Operationen, durch welche der Zusammenhang zwischen Oberhaut und Lederhaut gelockert wird, um hierauf die Haare und Oberhaut auf mechanische Weise von der Lederhaut entfernen zu können. Die Beseitigung der Unterhaut erfolgt mit Hilfe eines scharfen Instruments (durch Scheren mit dem Scherdegen u. dergl.). — Die Lockerung der Oberhaut kann auf sehr verschiedene Weise erreicht werden, und zwar durch Einwirkung von Kalk (Kalkmilch), Alkalien (verdünnte Natron- oder Kalilauge), Schwefelnatrium, Calciumfulhydrat, Cyancalcium, durch verdünnte Säuren sowie durch einen mit großer Vorsicht eingeleiteten Fäulnisprozeß, welches letztere Verfahren man als **Schwitzen** bezeichnet. — Die genannten Verbindungen heben in verdünnter Lösung den Zusammenhang zwischen Oberhaut und Lederhaut auf, und zwar die Alkalien in stärkerem Maße als die Erdalkalien; in stärkerer Konzentration wirken die Alkalien auch lösend auf das Bindegewebe der Haut, weshalb dieselben mit großer Vorsicht angewendet werden müssen. Schwefelnatrium und Calciumfulhydrat greifen zugleich die Haarsubstanz stark an, werden also nur unter besonderen Vorichtsmaßregeln oder

nur da zu Hilfe genommen, wo es auf die Erhaltung der Haare oder Wolle nicht ankommt. Der Kalk führt die Haut in einen hohen Grad der Schwellung über und lockert bei längerer Einwirkung das Zellgewebe. Es darf daher Kalk zur Lockerung der Oberhaut nicht da benutzt werden, wo es sich um die Herstellung eines festen und möglichst dichten Leders, wie Sohlleder, handelt. Für diese Fälle empfiehlt sich die Anwendung der Schwitze oder des Schwefelnatriums. Die haarlockernde Wirkung der Schwitze beruht entweder darauf, daß eine gewisse Bakterienart die Malpighische Schicht verflüssigt, oder auf der durch gelinde Fäulnis hervorgerufenen Bildung von Ammoniak, welches die Haut nicht schwellt [13].

Man bezeichnet die Haarlockerung mittels Kalk, wenn die Häute in Kalkmilch zu liegen kommen, als Aefchern oder Kälken, wenn der Kalk in Breiform auf die Fleischseite der Haut aufgetragen wird, als Anschwöden oder Schwöden. Um die Wirkung der Aefcher bzw. Schwöden zu „verschärfen“, gibt man denselben mancherlei Zusätze, wie Soda, Holzafche, Gas- oder Grünkalk, Realgar oder Schwefelnatrium. — Nach v. Schroeder und Schmitz-Dumont [14] wird die haarlockernde Wirkung des Aefchers hervorgerufen durch die alkalische Reaktion des Kalkes und des im Aefcher gebildeten Ammoniaks, aber nicht etwa direkt durch die im Aefcher befindlichen Bakterien. Bei gleichzeitiger Anwendung von Kalk und Schwefelnatrium findet keine Umsetzung dieser Substanzen statt, sondern jede übt ihre spezifische Wirkung für sich aus; gegenüber dem reinen Kalkäfcher ist die Wirkung eine beschleunigte und die Schwellung der Haut eine geringere. Bei einem Zusatz von Schwefelarten zum Aefcher bzw. zur Schwöde bilden sich durch Umsetzung Calciumsulphid, arsenigsaure Kalk, Arsen und eine wahrscheinlich geringe Menge fulfarfenigsaure Kalk. Außer dem im Ueberfluß vorhandenen Kalkhydrat ist nur dem Calciumsulphid eine haarlockernde Wirkung zuzuschreiben, während die übrigen Verbindungen sich vollständig indifferent verhalten.

Nach dem Schwitzverfahren werden namentlich die für schweres Sohlleder bestimmten Häute, feltener die in der Weißgerberei zur Verarbeitung kommenden Häute und Felle für den Enthaarungsprozeß vorbereitet. — Das Schwitzen erfolgt entweder in Gruben oder in Kammern. Bei der ersteren Methode, welche wegen der damit verbundenen Gefahren für die Häute nur mit großer Vorsicht anzuwenden ist, werden die Häute mit der Fleischseite nach innen zusammengefaltet, in Gruben eingeschichtet und mehrere Tage sich selbst überlassen, bis die Haarlockerung erreicht ist. Da die Selbsterwärmung innerhalb der Gruben sehr ungleichmäßig stattfindet, so ist eine sorgfältige Ueberwachung und ein oftmaliges Umlegen der Häute erforderlich. Gegenwärtig führt man den Schwitzprozeß meist in Kammern aus. Man hat hierbei zu unterscheiden: trockene Schwitze, Kaltwasserchwitze und Dampfschwitze. Bei diesen Verfahren werden die Häute an Stangen in den sogenannten Schwitzkammern, welche in den Erdboden eingelassene oder mit dicken Mauern verfehene kellerartige Räume darstellen, frei aufgehängt und dann werden die Kammern gut abgeschlossen und tunlichst vor Temperaturwechsel geschützt. Bei der trockenen Schwitze tritt infolge gelinder Fäulnis Erwärmung der Kammern ein und nach mehreren Tagen sind die Häute haarlos. Bei ungenügender Beobachtung kann das Hautmaterial durch zu weitgehende Fäulnis leicht Schaden erleiden, was bei der Kaltwasserchwitze [15] vermieden wird; bei dieser läßt man beständig kaltes Wasser an den Wandungen der Schwitzkammer herunterfließen, so daß die Temperatur des Schwitzraumes auf 10–15° C. herabgedrückt wird. Auf diese Weise verlängert sich die Schwitzdauer auf 6–12 Tage, zugleich wird aber eine zu weitgehende Fäulnis vermieden. Bei der Dampfschwitze, auch Dunstchwitze genannt, fucht man die Schwitzdauer durch Einleiten von Wasserdampf beim Anfang des Prozesses, wodurch eine Erhöhung der Temperatur auf 20–25° C. stattfindet, abzukürzen, so daß bereits nach 3–5 Tagen die Enthaarung vorgenommen werden kann. Die Dampfschwitze arbeitet sehr schnell, erfordert aber eine sehr sorgfältige Beaufsichtigung. In manchen Gerbereien reibt man die in die Schwitze gelangenden Häute auf der Fleischseite mit Kochsalz ein, wodurch der Eintritt von Fäulnis von der Fleischseite aus erfolgreich vermieden wird.

Nachdem die Haare durch den Schwitzprozeß genügend gelockert sind, kommen die Häute zum Enthaaren, welche Operation man bei geschwitzten Häuten als Peelen oder Pählen bezeichnet.

Das Kälken oder Aefchern, welches durch Einlegen oder Einhängen des Hautmaterials in gemauerte und zementierte, mit Kalkmilch gefüllte Gruben, sogenannte Aefcher, erfolgt, wird bei solchen Häuten und Fellen vorgenommen, welche für die verschiedensten Lederarten, mit Ausnahme der schweren loharen Sohlleder, bestimmt sind. Zur Herstellung der Aefcherbrühe wird gebrannter Kalk zu Kalkbrei gelöst und mit Wasser zu Kalkmilch verdünnt. — Die Mengenverhältnisse zwischen Kalk und Wasser und zwischen Hautmaterial und Aefcherflüssigkeit sind in der Praxis außerordentlich wechselnde; im Mittel kann man zur Herstellung von 1 cbm Aefcherflüssigkeit 6 kg gebrannten Kalk rechnen, und dieses Quantum reicht zum Einhängen von 200 kg Grünhaut. Gewöhnlich verteilt man die angewendete Kalkmenge auch auf mehrere Aefcher, meist drei, und zwar etwa in der Weise, daß auf den ersten zwei Zehntel, auf den zweiten drei Zehntel und auf den dritten fünf Zehntel kommen. Die Häute gelangen zuerst stets in den schwächsten Aefcher und verbleiben darin mehrere Tage, während welcher Zeit man sie mehrmals herausnimmt („aufschlägt“) und die Aefcherflüssigkeit gut aufrührt. Hierauf werden sie in stärkere Aefcher gebracht und erst dann herausgenommen, wenn sie vollständig haarlos sind. Die Aefcherflüssigkeiten können, wenn ein Teil des Kalkes wieder ersetzt wird, mehrmals benutzt werden; nach einiger Zeit entleert man den ersten (ältesten) Aefcher, setzt ihn mit neuer Kalkmilch wieder an („Frischstellen des Aefchers“), wodurch er dritter (frischer) Aefcher wird, und macht den zweiten zum ersten und den dritten zum zweiten Aefcher. Den schwächsten Aefcher, in welchen die Häute zunächst gelangen, bezeichnet man gewöhnlich als faulen Aefcher. Die Aefchertemperatur soll etwa 12–16° C. betragen; durch

Erhöhung derselben kann die Aefcherzeit abgekürzt werden. Die Aefcherdauer richtet sich im übrigen nach dem Hautmaterial und ganz besonders nach der Lederforte, welche man herstellen will; diejenigen Häute, welche zu möglichst festem Leder, wie Halbfohlleder, Brandfohlleder, Maschinenriemenleder, verarbeitet werden, äfchert man möglichst kurz (5—8 Tage), da hierbei im wesentlichen nur Haarlockerung erreicht werden soll. Hautmaterial, aus welchem man Zeugleder, Geschirrlleder, Vachetten u. f. w. herstellt, wird länger geäfchert (8—15 Tage) und Häute, die für Oberleder bestimmt sind, bleiben am längsten im Aefcher (bis zu 25 Tagen), weil man bei diesen durch den Kalk zugleich auch eine Lockerung des Hautgewebes erreichen will. Eine allzulange Aefcherung ist jedoch auch nachteilig, weil die Lederhaut alsdann ein wenig haltbares Leder liefert. — Zur Beschleunigung des Aefcherprozesses sind in neuerer Zeit vielfache Vorschläge gemacht worden, welche im wesentlichen darin bestehen, daß man zeitweilig die Häute im Aefcher (Drehkälke, f. d.) oder die Aefcherflüssigkeit selbst bewegt. Das letztere wird durch die Drehliche Einrichtung (D.R.P. Nr. 76920) und auch durch den Thomannschen Apparat (D.R.P. Nr. 81305) erreicht, bei welchen beiden am Boden des Aefchergefäßes Rührvorrichtungen angebracht sind. — Die verschärften Aefcher werden angewendet, wenn die Aefcherzeit möglichst abgekürzt werden soll oder wenn man ein besonders weiches Leder aus Häuten herstellen will, die sehr stark aufgetrocknet sind, z. B. aus Kipfen. Für derartige Zusätze verwendet man Soda, Holzasche, Realgar und Schwefelnatrium, früher auch den Gas- oder Grünkalk. Man rechnet zur Anstellung dieser Aefcher auf 1 cbm Wasser 6 kg gebrannten Kalk und etwa 2 kg Realgar bzw. 1 kg kristallisiertes Schwefelnatrium. Der Realgar muß in gepulvertem Zustande dem Kalke beim Löschen desselben zugegeben werden, damit er sich mit dem Kalke in der früher angegebenen Weise umsetzen kann. Der Arsenikäfcher wird namentlich bei solchen Häuten, die für Oberleder bestimmt sind, und der Schwefelnatriumäfcher bei solchen angewendet, die zu Sohlleder u. dergl. verarbeitet werden.

Um die Haarlockerung möglichst zu beschleunigen oder um die Haare bzw. die Wolle, welche beim Einlegen in die Aefcherflüssigkeit stark leidet, zu schonen, wird der Kalk auch in Breiform, eventuell mit den obenangeführten Zusätzen, auf die Häute aufgetragen (Schwöden oder Anschwöden genannt). Kommt es lediglich auf die Abkürzung der Zeit, aber nicht auf Erhaltung des Haares an, so erfolgt der Auftrag auf die Haarseite, im andern Falle auf die Fleischseite. Das letztere Verfahren wird namentlich bei Schaf- und Lammfellen ausgeführt, bei welchen die Wolle meist einen höheren Wert als das entwollte Fell besitzt. Zur Herstellung des Schwödebries wird der Kalk mit so viel Wasser gelöscht, daß derselbe eine breiige Konsistenz annimmt und bei der Verwendung nicht von den Häuten herabläuft; soll der Brei mit Realgar oder Schwefelnatrium verschärft werden, so müssen diese Zusätze direkt beim Löschen des Kalkes gegeben werden. Man rechnet auf 6 kg Kalk 0,5—1 kg Realgar bzw. 1—2 kg Schwefelnatrium. Die Schwefelnatriumchwöde wird namentlich in der Schnellgerberei bei den zu Sohlleder bestimmten Häuten und die Kalk- bzw. Arsenikchwöde (Gifschwöde) vorzugsweise in der Weißgerberei bei Schaf- und Lammfellen angewendet. Der Schwödebri wird im ersten Falle auf die Haarseite, möglichst der Haarrichtung entgegen, aufgetragen (die stärkeren Teile, wie Rücken und Kopf, werden mit einer dickeren Breischicht als die schwächeren Teile versehen), worauf die Häute in Kissen zusammengefaltet oder Fleischseite auf Fleischseite, Haarseite auf Haarseite übereinander geschichtet werden. Nach 12—24 Stunden können die Häute bereits gehaart werden. Da hierbei das Haar zerstört wird, so wird in manchen Gerbereien die Schwefelnatriumchwöde auf die Fleischseite aufgetragen, wobei die Haarlockerung natürlich langsamer vonstatten geht. Bei der Kalk- oder Gifschwöde trägt man den Brei meist auf die Fleischseite auf, klappt die Felle zur Hälfte derart zusammen, daß die Haare bzw. die Wolle nach außen kommen, und legt sie hierauf in Bottiche oder Gruben ein, welche entweder trocken stehenbleiben oder mit einer ganz dünnen Kalkmilch gefüllt werden. Nach 4—20 Tagen, je nach der Stärke und sonstigen Beschaffenheit der Felle, sind die Haare bzw. die Wolle und das ganze Zellgewebe so weit gelockert, daß die Enthaarung erfolgen kann.

Im Handel werden unter volltönenden Namen eine Reihe von Enthaarungsmitteln angepriesen, die meist konzentrierte Lösungen der gewöhnlichen Mittel, wie Alkalien, Schwefelalkalien, Calciumsulfhydrat, darstellen. Auf mehrere Enthaarungsmittel bzw. Enthaarungsverfahren, die sich jedoch nicht auf die Dauer in die Gerberei eingeführt haben, sind Patente genommen worden. — Chesnay (D.R.P. Nr. 15736) legt die Häute in eine Mischung von Ammoniak und schwefliger Säure oder bestreicht die Fleischseite mit Ton, welcher mit dieser Flüssigkeit getränkt ist. Moret (D.R.P. Nr. 14508) benutzt eine Lösung von Pottasche und Kaliumpermanganat, während Etcheverry (D.R.P. Nr. 21297) behufs Haarlockerung die Häute mit Wasser von 80° C. behandeln will; Townsend (D.R.P. Nr. 42526) behandelt die Häute zunächst mit Natrium- oder Kaliumaluminatlösung und nachher mit einer Borfäurelösung, welche zugleich konservierend wirken soll. Myers [16] legt die Häute in mit Kohlenensäure gesättigtes Wasser ein, und Palmer (D.R.P. Nr. 27971) setzt dieselben abwechselnd der Einwirkung von frischem Wasser und von Luft aus, bis genügende Haarlockerung erreicht ist. Andersen [17] rührt frischgebrannte Holzkohle mit Wasser zu einem Brei an und legt die Häute hinein, bis sie sich nach 4—8 Tagen haaren lassen.

Nachdem die Haare bzw. die Wolle nach einem der angeführten Verfahren genügend gelockert sind, werden die Häute zur Entfernung von Kalkbrühe, Schwödebri u. f. w. zunächst in nicht zu kaltem Wasser gespült (in manchen Gerbereien erfolgt diese Operation in Walk- oder Hapelfässern bei zu- und abfließendem Wasser); alsdann kommen sie mit der Haarseite nach oben auf den Haarbaum und werden mit Hilfe eines stumpfen Messers (Haareifen) von Haaren und Oberhaut befreit, worauf sie wieder in Wasser gespült werden. — Zum Zwecke der Enthaarung sind mehrere Maschinen konstruiert worden, z. B. von Volkerfen und Molinier (D.R.P. Nr. 949), von Charpentier (D.R.P. Nr. 7090), von Janfen (D.R.P. Nr. 21266), von

Vaughn (D.R.P. Nr. 24829, 43836), neuerdings wiederholt verbessert, und die von C. und E. Chapal frères (D.R.P. Nr. 75800), ferner D.R.P. Nr. 120176.

An die Enthaarung schließt sich die Entfernung der Unterhaut und des an ihr sitzenden Fleisches an (Scheren, Ausfleischen). Häute, die für Sohl-, Halbsohlleder und ähnliche Zwecke bestimmt sind, werden mit der Fleischseite nach oben auf den Baum gelegt, und hierauf wird mit Hilfe des scharfen Scherdegens (Schereifen, Firneifen), an dessen Stelle in manchen Gegenden die scharfgeschliffene Senfe verwendet wird, die Unterhaut entfernt (die abfallenden Späne und Hautteile liefern das sogenannte Leimleder, welches zur Leimfabrikation dient); bei Häuten für Geschirr-, Zeug-, Verdeckleder u. dergl. ersetzt man das Scheren durch das Falzen, bei welcher Operation man die Haut auf den Falzbock legt und außer der Entfernung der Unterhaut auch eine Egalisierung der stärkeren Hautteile vornimmt. Bei schwächeren Häuten und Fellen, namentlich bei solchen für Oberleder, werden nur der Kopf und die stärkeren Teile geschoren; im übrigen werden dieselben auf dem Baume mit dem bogenförmig gekrümmten, scharfen Schabeifen geschabt. — Zur Entfernung der Unterhaut u. f. w. bedient man sich in größeren Gerbereien auch der sogenannten Entfleisch- oder Schabmaschinen (D.R.P. Nr. 9554, 16714, 28824, 41086, 44400, 50902, 52301).

c) **Reinmachearbeiten.** Nach den obenbeschriebenen Operationen müssen die Häute, welche von jetzt an bis zum Beginne des Gerbprozesses die Bezeichnung „Blößen“ führen, von den feinen Grundhaaren und diejenigen, welche durch Aefchern oder Anschwöden enthaart worden sind, von dem in der Haut befindlichen Kalke befreit werden.

Die geschwitzten Häute werden zunächst gewässert, zur Entfernung der Grundhaare auf dem Baume mit dem Putzeifen (Streicheifen) geputzt oder gefrichen und gelangen hierauf zur Gerbung. In manchen Gerbereien werden stärkere Rindhäute, die zu Vachetten, Oberleder oder dergl. verarbeitet werden sollen, in diesem Stadium mit Hilfe von Spaltmaschinen der Fläche nach in zwei Teile gespalten (Spalten aus dem Kalke), wovon der eine Teil Narbenteil, der andre, weniger wertvolle Teil Fleischteil oder Spalt genannt wird. Jeder der beiden Teile wird für sich weiterverarbeitet.

Die gekälkten Häute werden zur Erzielung eines glatten Narbens auf dem Baume mit dem Glättsteine geglättet, wozu man sich auch der für diesen Zweck konstruierten Glättmaschinen bedient. Beim Glätten wird die Narbenseite der auf dem Baume liegenden Haut wiederholt mit dem Glättsteine, welcher aus einem 2—3 cm dicken, mit Handhabe versehenen Sandsteine besteht, ausgefrichen. Die gekälkten Häute enthalten trotz Auswässerns in ihrem Innern noch Kalk, welcher teilweise frei, teilweise an Kohlenäure und Fettäure gebunden ist. Zur Entfernung dieser Verbindungen werden die Häute dem Entkalken oder Beizen unterworfen. Entweder wird die Blöße aus dem prallen, geschwollenen Zustande nach dem Aefchern in einen schlaffen, verfallenen Zustand übergeführt, in welchem sich die im Innern befindlichen Kalkverbindungen und sonstigen Unreinigkeiten durch mechanische Prozesse, wie z. B. durch Ausstreichen auf dem Baume, entfernen lassen, oder die Kalkverbindungen werden durch Einwirkung chemischer Agenzien, also durch Ueberführung der schwerlöslichen bezw. unlöslichen Kalkverbindungen in leichtlösliche, in Lösung gebracht. — Zu der ersten Gruppe gehören diejenigen Entkalkungsverfahren, bei welchen die Häute bezw. Felle in lauwarme Aufgüsse von Hunde-, Hühner- oder Taubenkot (Hunde-, Hühner-, Taubenkotbeize) oder von Haferstroh (Strohbeize), oder in warmes Wasser eingelegt bezw. mit diesen Flüssigkeiten gehäpelt oder gewalkt werden. Früher schrieb man diesen Flüssigkeiten eine chemische Wirkung auf die Kalkverbindungen zu. Popp und Becker haben nachgewiesen, daß das Verfallen der Haut bei der Kotbeize namentlich auf die Lebenstätigkeit mehrerer Bakterienarten zurückzuführen ist, und haben sich auf Grund ihrer Beobachtungen ein Verfahren, welches auf der Verwendung von Aufgüssen der Reinkulturen der betreffenden Bakterienarten als Ersatz für die Kotbeizen beruht, patentieren lassen (D.R.P. Nr. 86335). Nachdem die Häute eine gewisse Zeit (12—24 Stunden) in einer dieser Beizen gelegen haben, werden sie in warmem Wasser gespült und dann auf dem Baume mit dem scharfen Streicheifen ausgefrichen, wobei die Kalkverbindungen und sonstigen Unreinigkeiten in Form einer schleimigen, schmutzigen Flüssigkeit aus den Poren der Haut heraustreten. Diese Beizen werden namentlich bei solchen Häuten und Fellen angewendet, die zur Herstellung von lohgerem Oberleder (Fahlleder, Kalbleder) und von feinerem, weißgerem Leder (Glacé, Kidleder) dienen. — Zu der zweiten Gruppe der Entkalkungsmittel gehören alle diejenigen Substanzen, welche infolge ihres sauren Charakters die Kalkverbindungen in lösliche Körper überführen, z. B. sehr verdünnte Salzsäure und Schwefelsäure, Beizen, bei welchen durch Vergärung zuckerartiger Stoffe sich organische Säuren gebildet haben, wie Kleienbeize, Gerstenschrotbeize (ein mit Sauerteig versetzter, wässriger Aufguss von Kleie oder Gerstenschrot), rote Schwellbeize (mehrmals gebrauchte Gerbrühen, die arm an Gerbstoff, aber reich an organischen Säuren sind). — Bauer und Gyiketta schlagen als Entkalkungsmittel das Borol vor, welches durch Zusammenschmelzen von Borflure mit Natriumbifullat erhalten wird. Turnbull empfiehlt die Entfernung des Kalkes mit Hilfe von schwachen Zuckerlösungen [18], welches Verfahren vereinzelt in der Praxis angewendet wird. Wirbel & Co. (D.R.P. Nr. 16871) entkalken mit einer Substanz, die die Bezeichnung Phosphobutyratine führt, und ein Doppelsalz (erhalten aus butterfauerm und fauerm Phosphorfaurem Kalk) darstellt. Nesbit (D.R.P. Nr. 39265) will die Entkalkung durch Behandeln mit Kohlenäure herbeiführen. Hauff (D.R.P. Nr. 46643, 50480 und 85933) ließ sich seine Verfahren auf Verwendung von Salzsäure, Krefotinsäure, Oxynaphthoensäuren und Krefotinsulfosäuren (Anticalcium) zum Entkalken patentieren.

Bei diesen sämtlichen Verfahren werden die Häute mehrere Stunden in die Lösungen eingelegt, gewässert und schließlich in der obenbeschriebenen Weise vollständig rein gemacht, wonach sie zum Gerben fertig sind. Bei den sauren Beizen ist zu berücksichtigen, daß dieselben

nicht nur entkalkend, sondern zugleich auch schwellend wirken. Da bei manchem Hautmaterial ein zu starkes Schwellen vermieden werden muß, so ist der Beizprozeß mit entsprechender Vorrichtung zu leiten.

Zur Kontrolle des Einkaufs und des Betriebs ist es wichtig, das Gewicht der Blößen in dem Zustande, in welchem sie zum Gerben fertig sind (Weißgewicht), zu ermitteln. Es wird hierdurch bei Verarbeitung von grüngelbten Häuten, welche nach dem vom Käufer nicht mehr kontrollierbaren Gewicht der ungelbten rohen (grünen) Haut (fogenannte „Grüngewicht“) gehandelt werden, eine Kontrolle ermöglicht, indem bei reellem Gebaren seitens des Händlers aus einem gewissen Grüngewicht immer annähernd dasselbe Weißgewicht erhalten werden muß. Die Zahl, welche angibt, wieviel Blöße aus 100 Gewichtsteilen Rohhaut erhalten werden, bezeichnet der Gerber als Blößenrendement. Die Bestimmung dieser Zahl gibt außerdem Aufschluß darüber, wie er hinsichtlich der Schlachtung (man versteht darunter die Beschaffenheit der Rohhaut in bezug auf Vorhandensein von Teilen, die nicht zur Lederbildung geeignet sind, wie Horn, Knochen, Klauen, Kot, Schmutz u. f. w.; man spricht deswegen von schlechter und von guter Schlachtung, je nachdem mehr oder weniger von diesen Bestandteilen an der Haut vorhanden ist) bedient worden ist und wie die Waffer- und Reinmachearbeiten ausgeführt wurden. Als Normen (Mittelzahlen und Grenzwerte) für die verschiedenen Rohhautforten kann man nach den Ermittlungen v. Schroeders die in der folgenden Zusammenstellung aufgeführten Zahlen annehmen, wobei als Voraussetzung gilt, daß die Bestimmung des Weißgewichts der Blößen erfolgt ist, nachdem dieselben einen halben Tag im Waffer gelegen und dann zum Abtropfen 2 Stunden über dem Bock gehangen haben.

Grüne Rindshäute mit Horn und Schweif und gefalzene Rindshäute, bei welchen das Grüngewicht angegeben ist.

Blößenrendement	im Mittel	in Grenzen
Geschwitzte Blößen { geringe Schlachtung	69	60—78
{ gute	74	
Geäfcberte Blößen { geringe	78	68—88.
{ gute	84	

Gefalzene Wildhäute (in Packen), fogenannte grüngelbte Häute (ohne Horn und Schweif).

Blößenrendement	im Mittel	in Grenzen
Geschwitzte Blößen	98	85—115
Gekälkte	110	96—130.

Trockene Rindshäute, starke Wildhäute (auch Seronen).

Blößenrendement	im Mittel	in Grenzen
Geschwitzte Blößen { geringe Schlachtung	177	170—210
{ gute	190	
Geäfcberte Blößen { geringe	200	190—235.
{ gute	215	

Für trockengefalzene Wildhäute können die Mittel der Zahlen aus gefalzenen Wildhäuten und trockenen Rindshäuten genommen werden. Bei den folgenden Rohhautforten handelt es sich nur um geäfcberte Blößen.

Blößenrendement	im Mittel	in Grenzen
Arfenikköpfe	220	195—235
Kleine, trockene Wildhäute	200	180—220
Belegte Köpfe	160	140—180
Trockene Kalbfelle (ohne Entfernung der Köpfe)	195	180—210
(mit)	165	150—180
Roßhäute (grün)	70	60—80
(trocken)	195	180—210.

Das geringere Blößenrendement bei geschwitzten Blößen hängt nicht etwa mit Hautsubstanzverlusten beim Schwitzprozesse zusammen, sondern ist darin begründet, daß, wie oben bereits gezeigt wurde, dieselben einen geringeren Wassergehalt als die gekälkten Blößen besitzen.

II. Rot- oder Lohgerberei.

Beim loharen Leder läßt sich der von der Haut aufgenommene Gerbstoff nur zu einem sehr geringen Teile durch Auslaugen mit Waffer wieder entfernen; er wird sehr hartnäckig von der Haut zurückgehalten. Die Gewichtsmenge des vegetabilischen Gerbstoffs, die tierische Haut im Maximum zu absorbieren vermag, ist nach den Untersuchungen von v. Schroeder und Päßler gleich der Gewichtsmenge der Hauttrockensubstanz; dieses Maximum kann nur erreicht werden, wenn die Haut zunächst in gerbstoffarme und erst nach und nach in immer gerbstoffreichere Lösungen gebracht wird. Namentlich im Anfang dürfen nicht zu starke Gerbstofflösungen angewendet werden und auch nicht zu rasche Steigerungen im Gerbstoffgehalte der Gerbbrühen stattfinden, weil sonst der äußere Teil der Haut plötzlich sehr stark angegerbt wird und die Gerbbrühe alsdann nicht mehr in den innern, noch ungegerbten Teil der Haut eindringen kann; der Gerber bezeichnet diesen Zustand als „totgegerbt“.

Wird tierische Haut lediglich mit reinen Gerbstofflösungen gegerbt, so geht ein Produkt hervor, das der Pappe ähnelt und ohne jeden „Griff“ ist; der Gerber bezeichnet es als leer und bleich. Die in den Gerbbrühen vorhandenen, aus den zuckerartigen Stoffen der Gerbmateriale gebildeten organischen Säuren (Eßig- und Milchsäure) sind es, die bewirken, daß die gegerbte Haut die gewünschte Beschaffenheit und die Eigenschaften annimmt, die man von einem guten Leder verlangt; es kommt daher den Säuregehalten der Gerbbrühen eine wesentliche Bedeutung beim Gerbprozesse zu. Ein hoher Säuregehalt wirkt auf die Haut, besonders in den ersten Stadien des Gerbprozesses, stark aufquellend (schwellend) und hat zur

Folge, daß das Leder fest und steif wird; man wird deswegen da, wo es auf die Erzielung eines solchen Produkts ankommt, wie beim Sohlleder (besonders beim geschwitzten), anfangs stark faure Brühen (fogenannte Schwellbrühen, Schwellfarben) anwenden, während man bei andern Lederarten im Säuregehalte um so mehr heruntergehen muß, je weicher das Leder werden soll. Das geringe Schwellen der Häute, wie es bei solchen für Oberleder u. f. w. erforderlich ist, bezeichnet man als „Aufgehen“. Die Blöße ist namentlich im Anfang des Gerbprozesses am empfindlichsten gegenüber der Einwirkung von Säuren; in den späteren Stadien ist der Säuregehalt von geringerem Einflusse auf die Starrheit des Leders.

Entsprechend den verschiedenen Säuregehalten der Brühen unterscheidet man faure und süße Gerbung; unter letzterer ist jedoch nicht etwa eine solche unter vollständigem Ausschluß von Säuren, sondern eine Gerbung unter Verwendung gerbstoffreicher Brühen von mittlerem Säuregehalte zu verstehen. Die neueren Gerbverfahren, die den Gerbprozeß in wesentlich kürzerer Zeit mit Hilfe von gerbstoffreichen, aber an Säurebildnern armen Gerbmaterialeien durchführen, gehören zur süßen Gerbung.

Bei der Lohgerberei kann man zwei Hauptmethoden unterscheiden, und zwar das Veretzen in Lohgruben (Grubengerbung) und das Einhängen oder Bewegen in Gerbbrühen, die durch Extraktion von Gerbmaterialeien erhalten worden sind (Brühengerbung, Schnell- oder Extraktgerberei). — Bei der ersten, ursprünglichen Methode werden die Blößen, nachdem sie zuvor in Sauerbrühen (säurereiche, gerbstoffarme Brühen) genügend geschwellt (bei geschwitzten, für Sohlleder bestimmten Häuten) oder in dünnen Gerbbrühen aufgegangen und schwach angegerbt sind (bei allen andern, nicht für schweres Sohlleder bestimmten Häuten), mit dem zerkleinerten Gerbmaterial in Gruben eingeschichtet, mit Wasser oder Sauerbrühen übergossen und so mehrere Monate belassen (erster Satz). Hierauf werden die Häute herausgenommen und nochmals mit frischem Gerbmaterial „versetzt“ (zweiter Satz); man wiederholt dies so oft, bis die Leder durchgerberbt (gar) sind (dritter Satz u. f. w.). Meist genügen hierzu drei Sätze. Vollständige Durchgerbung wird auf diese Weise bei schweren Häuten erst nach 1½—2 Jahren Gerbzeit erreicht; in manchen Gerbereien dehnte man früher den Gerbprozeß zuweilen auf 4—5 Jahre aus. — Bei der Schnellgerberei werden die Blößen in Gerbbrühen, die durch Extraktion von Gerbmaterialeien oder durch Auflösen von Gerbextrakten erhalten werden, eingehängt oder in denselben bewegt (gewalkt) und nach und nach in immer stärkere Brühen gebracht, bis die Leder vollständig gar sind, was hier in wenigen Monaten oder sogar Wochen, bei sehr schwachen Häuten und Fellen in einigen Tagen oder bei gleichzeitiger Anwendung mechanischer Mittel (Einwalken) sogar in wenigen Stunden erreicht werden kann. Die in Gruben verletzten Leder übertreffen die „brühengaren“ Leder an Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit. Zur Erzielung eines guten, haltbaren Leders wie zur wesentlichen Verkürzung der Gerbdauer wird jetzt meist die alte Grubengerbung mit der Brühengerbung derart kombiniert, daß man die Häute erst in Brühen gut angerbt und alsdann in den Gruben zu Ende gerbt, wobei man zum Abtränken der Gruben nicht Wasser oder schwache Gerbbrühen, sondern gerbstoffreiche Brühen verwendet („kombinierte Gerbung“).

Als Hauptforten von lohgerem Leder sind zu unterscheiden: 1. Sohlleder (geschwitzt); 2. Halbsohlleder (Vacheleder), Brandsohlleder; 3. Maschinenriemenleder; 4. Geschirr-, Zeug-, Blankleder; 5. Wagenverdeckleder, Vachetten; 6. Oberleder (Fahlleder, schwarzes Rind-, Kalb-, Roßleder); 7. Lackleder; 8. Saffian-, Corduan- und Marokkoleder; 9. Lederspezialitäten (wie Juchten u. f. w.). Diese verschiedenen Lederforten unterscheiden sich voneinander hinsichtlich ihrer Herstellung namentlich durch das Hautmaterial, das Gerbmaterial, die Leitung des ganzen Gerbprozesses und diejenigen Arbeiten, mittels welcher das Leder nach Vollendung des Gerbprozesses auf mechanischem Wege in eine feiner Verwendung entsprechende Form gebracht wird. Diese Arbeiten bezeichnet man als die „Zurichtung“ des Leders.

1. **Sohlleder** (geschwitzt). Hierzu verwendet man die Häute von Ochsen und starken Kühen. Da Sohlleder in besonders guter Qualität in den Rheinlanden hergestellt wird, so bezeichnet man daselbe häufig als „rheinisches Sohlleder“ und das dabei angewendete System als „rheinisches System“. Die geschwitzten Blößen werden durch Einwirkung von säurereichen Lohbrühen (Sauerbrühen, Schwellfarben, Rotbeize), die durch kalte Extraktion der gebrauchten Loh vom dritten Satz erhalten wird, in den geschwellten Zustand übergeführt. Die Blößen kommen zu diesem Zwecke erst in eine verdünnte Sauerbrühe, in der sie 1—2 Tage verbleiben, dann in immer stärkere Sauerbrühen und schließlich in die unverdünnte Sauerbrühe, in der sie den richtigen Grad der Schwellung erreichen, was je nach dem Säuregehalte der Brühen und nach der Beschaffenheit des Hautmaterials im ganzen 6—10 Tage dauert. Das System der verschiedenen Konzentrationen der Sauerbrühen bezeichnet man als einen „Schwellfarbengang“ und die schwächste Sauerbrühe als „Stinkfarbe“. Nach den Schwellfarben erhalten die Häute eine Stichfarbe oder Versteck; man bringt hierbei außer starker Sauerbrühe auch noch Lohe (Eichen- oder Fichtenlohe) in das betreffende Gefäß. Wenn hierdurch nach einigen Tagen eine schwache Angerbung erreicht ist, kommen die Häute in die Versteckgruben, das sind große in das Erdreich eingelassene Holzgefäße oder mit Zement verputzte, gemauerte Behälter. Beim Veretzen streut man auf den Boden der Grube Eichenlohe; dann wird auf derselben eine Haut flach ausgebreitet, auf die Eichenlohe unter Beobachtung gewisser Regeln (z. B. erhalten die stärkeren Hautstellen eine dickere Schicht Lohe) aufgestreut wird; auf diese Lohschicht kommt wieder eine Haut und in dieser Weise wird fortgefahren, bis die Grube gefüllt ist. Zuletzt gibt man eine dicke Schicht Lohe, bedeckt die Oberfläche mit Brettern und beschwert diese mit Steinen. Hierauf läßt man direkt auf die Grube oder durch ein in einer Ecke der Grube befindliches Rohr, das bis auf den Boden reicht (Pfaffen), Wasser oder Sauerbrühe laufen, bis die oberste Lohschicht von Brühe durchtränkt ist (Abtränken des Satzes). In dieser Grube bleiben

die Leder 3—10 Monate stehen (erster Satz); sie werden dann „gezogen“ und kommen in eine andre Verfetzgrube, in der sie in gleicher Weise wie vorher verletz werden (zweiter Satz). Je nach der Stärke der Häute erhalten dieselben drei bis fünf Sätze, meist genügen drei. Zum Abtränken des zweiten Satzes verwendet man die Brühe vom ersten Satz und zum Abtränken des dritten Satzes die Brühe vom zweiten Satz. Wenn die Häute aus dem letzten Satze gezogen werden, müssen sie vollständig „gar“ sein, d. h. die dicksten Stellen müssen beim Anfschneiden gleichmäßig durchgegerbt sein und dürfen im nassen Zustande in der Mitte keinen lichten, noch ungegerbten Streifen besitzen. Ist die richtige Gare erreicht, so werden die Leder getrocknet und zugerichtet. Die nach dieser Methode hergestellten Leder sind von sehr guter Qualität, beanspruchen jedoch eine sehr lange Gerbdauer. In manchen Gegenden wird an Stelle der Eichenlohe ausschließlich Fichtenlohe verwendet.

Zur Abkürzung der Gerbdauer und zur gleichzeitigen Verbilligung des Verfahrens (Ersatz der teuren Eichenlohe durch billigere Gerbmateriale) verletz man in vielen Gerbereien die Leder nicht direkt nach der Stichfarbe, sondern gibt ihnen erst noch ein oder zwei Verfenke. Hierbei wird eine Verfetzgrube zur Hälfte mit Sauerbrühe, die eventuell mit käuflichen Extrakten oder mit frischen Brühen (durch Extraktion von Eichen- oder Fichtenlohe) verstätkt worden ist, gefüllt; man wirft eine Haut flach auf die Oberfläche der Flüssigkeit, streut etwas Eichen- oder Fichtenlohe darauf, breitet darauf wieder eine Haut aus und fährt so fort, bis die Grube gefüllt ist. In einem derartigen Verfenke bleiben die Häute 2—4 Wochen; sie kommen dann in ein weiteres Verfenk, bei dem die Brühe stärker als bei dem vorhergehenden sein muß, oder direkt in den ersten Satz. Die Abtränkebrühen erhält man durch Verstätken der Sauerbrühen mit käuflichen Extrakten oder mit starken Brühen, die durch zweckmäßige Extraktion von frischem Gerbmaterial hergestellt sind. Als billigere und gerbstoffreichere Materialien zum Verfetzen bzw. zur Extraktion oder zum Verstätken kommen in Betracht: Fichtenlohe, Mimosenrinde, Valonea, Knoppeln, Dividivi, Quebrachholz, Eichen- und Kastanienholzextrakt. Als Regel hat hierbei zu gelten, daß der Gerbstoffgehalt der Abtränkebrühen und der durchschnittliche Gerbstoffgehalt der in den einzelnen Sätzen benutzten Gerbmaterialgemische von Satz zu Satz steigt und daß diejenigen Gerbmateriale, die dem Leder eine unerwünschte Farbe oder sonstige ungünstige Eigenschaften erteilen, möglichst in den ersten Sätzen zu verwenden sind, damit diese Nachteile durch die in den letzten Sätzen zur Anwendung kommenden Gerbmateriale wieder verdeckt werden. Man wird demnach dort, wo es auf Erzielung einer möglichst guten Qualität ankommt, Fichtenrinde, Quebrachholz, Dividivi, Myrobalanen in den ersten Sätzen und Eichenlohe, Mimosenrinde, ganz besonders aber Valonea in den letzten Sätzen vorwalten lassen. Auf diese Weise läßt sich geschwitztes Sohlleder von sehr guter Qualität etwa in 9—12 Monaten herstellen.

Die Ausnutzung der Gerbmateriale ist sowohl bei dem alten wie bei dem neuen System eine sehr ungenügende, wenn die Lohe aus den Sätzen (Verfetzzeug, Streumaterial) nur kalt zur Gewinnung von Sauerbrühe ausgelaugt wird; der kalten Extraktion muß eine solche mit heißem Wasser folgen. Die so erhaltenen Brühen werden nach dem Erkalten zum Kaltauslaugen von anderm Verfetzzeug verwendet.

In Oesterreich werden die Blößen zur Herstellung von starkem Sohlleder (dort Pfundleder genannt) mit der sogenannten Weißbeize, die durch Vergärung eines mit Sauerteig verletzten Aufgusses von Gerstenschrot erhalten wird, geschwellt und nachher in Gruben mit Valonea oder mit Knoppeln oder mit einem Gemisch der beiden (neuerdings auch unter Zusatz von Myrobalanen) gegerbt.

Statt der reinen Brühengerbung wird zur Herstellung von starkem Sohlleder in großem Maßstab — Amerika und England ausgenommen — vielfach ein kombiniertes Verfahren angewendet. Diese Methode wird namentlich in Norddeutschland, besonders in der Hamburger Gegend, gehandhabt, und man nennt sie auch das norddeutsche System bzw. die danach hergestellten Produkte norddeutsche, zuweilen auch Hamburger Sohlleder. Hierbei verwendet man nicht geschwitzte, sondern mit Kalk und Schwefelnatrium enthaarte Häute; beim Schwellen nimmt man Mineralsäure, meist Schwefelsäure, zu Hilfe, da die Gerbebrühen hier wegen der Verwendung andrer Gerbmateriale, die arm an Säurebildnern sind, zu wenig Säure enthalten. Man bringt die rein gemachten Blößen zunächst in schwache Gerbbrühen, welchen nach und nach steigende Mengen Schwefelsäure zugesetzt werden, und hängt sie nach genügender Schwellung auf 6—10 Tage in einen Farbengang ein, dessen einzelne Farben im Gerbstoffgehalte zunehmen; hierauf erhalten die Häute noch vier bis fünf Verfenke in der früher beschriebenen Art, wobei auch der Gerbstoffgehalt der Verfenkebrühen von Verfenk zu Verfenk zunimmt. Die Brühen des Farbenganges werden durch Extraktion des gebrauchten Verfetzzeuges und die Verfenkebrühen durch Extraktion von frischem Gerbmaterial erhalten. Als Gerbmateriale kommen bei diesem System vorzugsweise in Betracht: Quebrachholz, Valonea, Myrobalanen und Dividivi. Die Gerbdauer beträgt etwa 3—4 Monate.

Nach beendeter Gerbung werden die nach einem der genannten Systeme gegerbten Leder durch Klopfen und Abkehren von der anhaftenden Lohe befreit und an der freien Luft, in luftigen Räumen oder in besonderen heizbaren Trockenräumen getrocknet. Hierauf erfährt das Sohlleder, um ihm eine möglichst große Dichte und Festigkeit zu geben, noch eine leichte Zurechtung durch Hämmern oder Walzen mit Hilfe von einfachen oder doppelten Handwalzen, von Karrenwalzen, Lederhämmern, Pendelwalzen, die durch Maschinenantrieb bewegt werden (D.R.P. Nr. 2882, 6950, 19587, 37026, 42659, 43114, 51366, 55777, 79593) u. f. w.

Zum Sattgerben von 100 kg geschwitzter Blöße zu Sohlleder sind etwa 350—400 kg Eichenlohe (mit ca. 10% Gerbstoff) und zur Herstellung von 100 kg Sohlleder etwa 500—600 kg Eichenlohe erforderlich. Bei Verwendung gerbstoffreicherer Materialien werden natürlich geringere Gerbmaterialmengen, entsprechend dem höheren Gerbstoffgehalte, gebraucht. Die Aus-

beute an Sohlleder wechselt sehr stark und richtet sich nach der Qualität des Rohhautmaterials (namentlich nach der Schlachtung), nach dem Gerbmateriale, nach der Gerbdauer und vor allen Dingen nach der Gerbmethode. Im Mittel kann man annehmen, daß aus 100 kg Rohhaut (grün) beim alten rheinischen System (Eichenlohe oder Eichen- und Fichtenlohe) 42–48 kg, beim neueren System (Verwendung von gerbstoffreichen Materialien, Abtränken der Sätze mit stärkeren Brühen) 46–52 kg und beim norddeutschen System 50–56 kg Sohlleder erhalten werden. Die durchschnittliche Zusammenfassung der nach den drei Systemen gegerbten Sohlleder ist nach den v. Schroeder'schen Analysen folgende:

		Sohlleder		
		nach rheinischem System	nach neuem System	nach norddeutschem System
		%	%	%
Durch Wasser auslaugbar Leder- substanz	Wasser	18,0	18,0	18,0
	Mineralstoffe	0,5	0,8	0,6
	Fett	0,4	0,6	0,4
	Gerbstoff	3,5	5,6	5,3
	Nichtgerbstoff	2,3	2,9	4,0
	Gebundener Gerbstoff	30,5	31,1	32,6
	Hautsubstanz	44,8	41,0	39,1
		100,0	100,0	100,0
Stickstoff in der Ledersubstanz		10,6	10,1	9,7

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß bei den neuen Systemen das Lederrendement höher als bei dem alten System ausfallen muß.

2. Halbfohlleder (Vacheleder), Brandfohlleder. Diese Lederforten dienen entweder als Sohlleder für leichteres Schuhwerk (Damen- und Kinderschuhe, feinere Herrenschuhe) oder zur Herstellung der inneren Sohle (Brandfohle). Man verwendet hierzu schwächere Ochsenhäute oder vorzugsweise Kuhhäute, die von guter äußerer Beschaffenheit (möglichst ohne Narbenverletzungen) sein müssen, während für Brandfohlleder minderwertiges Rohmaterial benutzt wird. Der Gerbprozeß wird bei beiden Lederarten nach den gleichen Prinzipien durchgeführt; für Brandfohlleder verwendet man gern die billigsten Gerbmateriale, wie Fichtenrinde, Quebracholz, Myrobalanen. Bei Vacheleder wird auf die Zurichtung eine größere Sorgfalt als bei Brandfohlleder verwendet. Die rein gemachten Blößen kommen zum Anfärben und Angerben zunächst in die Farben (Bd. 3, S. 611), deren man gewöhnlich sechs bis acht gibt und deren Gerbstoffgehalt von Farbe zu Farbe steigt. Durch Zugabe von frischer Eichen- oder Fichtenlohe in die Farben wird dafür gesorgt, daß der Gerbstoffgehalt in jeder einzelnen Farbe immer auf derselben Höhe bleibt. In der ersten Farbe (Eintreibfarbe) bleiben die Häute 2–4 Tage und in jeder folgenden 4–8 Tage; während dieser Zeit werden zur besseren Durchmischung der Brühen und zur Erzielung einer gleichmäßigen Angerbung die Häute täglich ein- bis zweimal herausgenommen und wieder hineingeworfen, was man als das „Aufschlagen“ der Leder bezeichnet. Nach genügender Angerbung in diesem Farbengange werden die Häute in gleicher Weise wie beim geschwitzten Sohlleder in Gruben verlegt. Zur Erzielung einer vollständigen Durchgerbung gibt man je nach der Stärke der Häute zwei bis drei Sätze.

Da bei der Herstellung von Vache- und Brandfohlleder ursprünglich nur Eichen- oder Fichtenlohe angewendet wurde, so dauerte der Gerbprozeß meist 10–12 Monate und zuweilen noch länger. In neuerer Zeit ist zur Abkürzung der Gerbdauer dieses Gerbverfahren in ähnlicher Weise wie die Sohlledergerbmethoden abgeändert worden. Man wendet jetzt eine größere Anzahl von Farben an, deren Gerbstoffgehalt regelrechter gesteigert wird, und zwar entweder durch Zugabe von Lohe oder durch Zusatz von starken Gerbbrühen; ferner hängt man jetzt die Häute in die Farben (Hängefarben) ein, gibt nach denselben ein oder zwei Verfenke, und dann reicht meistens ein Satz vollständig aus; als Streumaterial verwendet man für diesen die gerbstoffreichen Materialien in anteiliger Weise.

In Amerika und England stellt man diese Vacheleder (Vacheleder nach englischem System) sehr häufig in reiner Brühengerbung oder nach einem kombinierten System her. Man gibt die Häute zunächst in einen Farbengang von zehn bis zwölf Farben („shifts“), deren Gerbstoffgehalte sehr regelmäßig steigen; alsdann erhalten sie drei bis fünf sehr lockere Verfenke („duster“, viel Brühe und wenig Streumaterial) und hierauf noch ein bis zwei etwas festere Verfenke („layer“), wonach der Gerbprozeß, der im ganzen je nach der Stärke der Häute 3–5 Monate dauert, beendet ist. Die in den Verfenken benutzten Brühen sind außerordentlich stark, etwa 7–8° Bé.

Die in Oesterreich nach dem alten Verfahren hergestellten Sohlleder, die unfertigen Halbfohl- bzw. Vacheleder entsprechen, bezeichnet man als Terzen und unterscheidet in Rücklicht auf das hauptsächlichst verwendete Gerbmateriale Fichtenlohe, Knoppere, Valoneen- und neuerdings auch Myrobalanenterzen.

Trocknung und Zurichtung erfolgen in der gleichen Weise wie beim Sohlleder; nur verwendet man beim Vacheleder auf die Zurichtung größere Sorgfalt. Zu diesem Zwecke werden die Vacheleder, die übrigens ebenso wie die Brandfohlleder nach dem Gerbprozeße zunächst in zwei gleiche Hälften vom Kopfe nach dem Schwanz zu geschnitten werden, mehrmals mit Wasser gewaschen, alsdann zur Erzielung eines hellen, glatten und zarten Narben und einer gleichmäßigen Färbung der ganzen Haut auf einer großen Zinktafel mit Bürste, Glättstein und Stoßeisen bearbeitet, wodurch auch die im Innern des Leders befindlichen Unreinigkeiten entfernt werden. Hierauf kommen die Häute zum Trocknen; im halbtrockenen Zustand werden sie wieder durch Wasser gezogen und alsdann auf der Tafel mit dem Stoßeisen („Schlicker“) nochmals gestoßen, wodurch die kleinsten Eindrücke auf der Narbenseite beseitigt werden und

dieselbe ein vollständig reines Aussehen erhält. Nach dem vollständigen Trocknen erfolgt noch das Walzen oder Hämmern, wozu man sich derselben Maschinen wie beim Sohlleder bedient.

Zur Gerbung von 100 kg Blöße zu Vache- bzw. Brandföhlleder sind im Mittel 300 kg Eichenlohe mit 10% Gerbstoff erforderlich. Der Minderverbrauch an Gerbmaterial hierbei im Vergleich mit geschwitztem Sohlleder hängt nicht, wie früher angenommen wurde (Courtiers Theorie), damit zusammen, daß bei der Herstellung dieser Lederart weniger Gerbstoff von der Haut aufgenommen wird und das fertige Leder infolgedessen weniger Gerbstoff enthält, sondern damit, daß die gekälkten Blößen an und für sich wasserreicher bzw. ärmer an Hauttrocken-substanz sind und daß außerdem für diese Lederart schwächere Blößen, die stets ärmer an Hauttrocken-substanz sind, verwendet werden. Früher nahm man an, daß der Charakter eines Leders, wie die Festigkeit, Starrheit u. f. w. derselben, namentlich von der Menge des aufgenommenen Gerbstoffs abhängt, und man glaubte, daß die festesten Leder (Sohlleder) am meisten, die weichsten und geschmeidigsten Leder (Oberleder) am wenigsten Gerbstoff enthalten; die Tatsache, daß die ersteren die größten Gerbmateriamengen, die letzteren die kleinsten Mengen zu ihrer Gerbung beanspruchen und daß bei den letzteren ein geringeres Lederrendement als bei den ersteren erzielt wird, sollte ein Beweis für die Richtigkeit dieser Theorie sein. Die Untersuchungen von v. Schroeder und Päßler [19] haben jedoch gezeigt, daß die verschiedenen Lederforten im wesentlichen gleich zusammengesetzt sind, also gleichviel Gerbstoff enthalten und daß die verschiedenen zur Gerbung erforderlichen Gerbmateriamengen in den verschiedenen Hauttrocken-substanzgehalten der Blößen begründet sind.

Die Ausbeute an Leder (Lederrendement) ist von denselben Faktoren wie beim Sohlleder abhängig; man kann im Mittel annehmen, daß aus 100 kg Grünhaut beim alten System (hierzu gehören auch die Lohterzen) 42—48 kg, beim neueren System (Verwendung von gerbstoffreichen Materialien und starken Abtränkebrühen) 46—52 kg, beim englischen System 50—56 kg und bei den Knopperr- und Valoneenterzen 52—58 kg Leder erhalten werden. Die durchschnittliche Zusammenfassung dieser nach verschiedenen Systemen gegerbten Leder ist folgende:

Vacheleder bzw. Brandföhlleder						
	nach altem System	nach neuem System	n. englisch. System	Lohterzen	Knopperr- und Valoneenterzen	
	%	%	%	%	%	
Wasser	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
Mineralstoffe	0,7	1,2	0,9	0,7	1,1	
Fett	0,7	1,0	1,8	0,7	1,0	
Durch Wasser auslaugbar {	Gerbstoff	3,4	5,3	8,6	4,9	7,4
	Nichtgerbstoff	2,6	3,3	5,5	3,3	6,6
Ledersubstanz {	Gebundener Gerbstoff	30,2	30,9	27,4	27,4	29,4
	Hautsubstanz	44,4	40,3	37,8	45,0	36,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Stickstoffgehalt in der Ledersubstanz	10,6	10,1	10,3	11,1	9,0	

Die höheren Lederrendements bei den nach neuem und englischem System gegerbten Vacheledern und bei den Knopperr- und Valoneenterzen sind teils auf bessere Durchgerbung, teils auf einen höheren Gehalt an auswaschbaren Stoffen zurückzuführen.

3. **Maschinenriemenleder** wird in ähnlicher Weise wie Vacheleder hergestellt. Man verwendet hierzu kräftige, gutgefellte Rindhäute (vorzugsweise Ochsenhäute), die zum Zwecke der Enthaarung möglichst kurz im Aescher bleiben, damit durch eine zu kräftige Einwirkung des Kalkes die Widerstandsfähigkeit nicht leidet. Nach dem Enthaaren sind die Häute sorgfältigst zu reinigen und vom Kalk zu befreien. Die Gerbung ist genau so wie beim Vacheleder. Man arbeitet jetzt nach altem und auch nach neuem System. Nach beendigtem Gerbprozeß kommen die Leder zur Zurichtung; zunächst werden sie zur Entfernung aller im Leder befindlichen Unreinigkeiten auf der Tafel oder im rotierenden Walkfasse bei zu- und abließendem Wasser ausgewaschen; hierauf erfolgt ein weiteres Auswaschen auf der Tafel mit Bürste, Glättstein und Stoßeifen, welche Arbeit jetzt vielfach mit Hilfe von Auswaschmaschinen ausgeführt wird. Es werden dadurch alle Falten im Leder beseitigt und der Narben wird geglättet. Die Leder werden alsdann getrocknet und schließlich gefettet (geschmiert), wobei zwei Methoden zu unterscheiden sind. Bei der ersten (Handschmiermethode) werden die Leder wieder durch Wasser gezogen, mit der Fleischseite nach oben auf einer Tafel glattgestoßen und mit einer Mischung von Talg, Tran und Degras bestrichen; die Leder werden in einem schwach erwärmten Raum zum Trocknen aufgehängt, wobei das Fett zum größten Teile in das Leder einzieht. Bei dem zweiten Verfahren, das man als Einbrennen bezeichnet, wird die Fleischseite des Leders auf einer Tafel mit geschmolzenem, auf 100—120° erhitztem Talg bestrichen. Zuweilen wird das Einwalken des Fettes in Walkfässern mit Heizvorrichtung vorgenommen. Nach dem Fetten und Trocknen wird das Leder zur Entfernung des nichteingezogenen Fettes, das man als Abstoßfett bezeichnet, auf der Fleisch- und Narbenseite gestoßen, mit einer grobhaarigen Bürste aufgebürstet, vollständig getrocknet, mit einem Glase geglätt und schließlich mit einem Lappen abgerieben.

Das Maschinenriemenleder wird meist crouponiert, da nur der gleichmäßig dicke Kern (Croupon) der Haut zur Herstellung von Maschinenriemen Verwendung finden kann. Das Crouponieren wird entweder am fertig gegerbten, aber noch nicht zugerichteten Leder oder, wie es meist geschieht, während der Gerbung, und zwar aus den Farben oder nach dem ersten oder nach dem zweiten Satz vorgenommen; der Abfall wird für sich weitergegerbt und meist zu Brandföhlleder verarbeitet. Der fertig zugerichtete Kern wird als Riemenroupon bezeichnet. Vgl. Lederriemen.

Die Ausbeute an Leder aus 100 kg Rohhaut ist von den bereits angeführten Faktoren und von der Fettmenge, die man in das Leder bringt, abhängig und beträgt bei mittlerer Durchgerbung 47–52 kg ungefettetes und bei mittlerem Fettgehalt 53–57 kg gefettetes Riemenleder. Bei starker Fettung können diese Lederrendements natürlich noch bedeutend steigen. Die durchschnittliche Zusammenfassung von Riemenleder in ungefettetem und gefettetem Zustande ist folgende:

		Riemenleder		
		ungefettet	gefettet	
		%	%	
	Wasser	18,0	15,7	
	Mineralstoffe	0,4	0,4	
	Fett	0,8	12,8	Grenzen: 3–30%
Durch Wasser auslaugbar	Gerbstoff	3,9	3,4	
	Nichtgerbstoff	1,8	1,6	
Ledersubstanz	Gebundener Gerbstoff	30,0	26,4	
	Hautsubstanz	45,1	39,7	
		100,0	100,0	
Stickstoff in der Ledersubstanz		10,7	10,7	

Das in den Spinnereien zur Herstellung des Kratzenbeschlages erforderliche Kratzenleder ist entweder Brandföhleder oder sehr schwach gefettetes Riemenleder.

4. **Geschirrleder, Zeugleder und Blankleder**, welche in der Sattlerei und im Wagenbau Verwendung finden, haben hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Herstellung große Ähnlichkeit untereinander; man verlangt von denselben eine gewisse Milde, zugleich aber auch eine große Widerstandsfähigkeit gegen das Zerreißen. Man nimmt dazu mittlere und leichte Rindshäute, die möglichst narbenrein und auf der Fleischseite frei von Schnitten fein follen. Die Vorbereitung und Gerbung erfolgt im wesentlichen genau so wie beim Maschinenriemenleder; nach dem Enthaaren wird bereits für eine möglichst vollständige Egalisierung der Fleischseite geforgt, indem man nicht nur mit dem Scherdeggen schert, sondern auch auf dem Falzbocke mit dem scharfen Falze arbeitet und gleichzeitig die dickeren Stellen durch Wegnehmen von Hautspänen egalisiert. Auf die Ausführung der Reinnacharbeiten muß sehr große Sorgfalt verwendet werden; zum Entkalken wendet man an Stelle der Kotbeize häufig die Haferstroh- oder Kleienbeize an. Zur vollständigen Durchgerbung genügen nach einem guten Farbengange und einem Verfenke ein bis zwei Sätze; man stellt diese Lederarten gegenwärtig auch vielfach in reiner Brühengerbung her. Nach der Gerbung werden die Leder durch Auswaschen im Walkfasse und auf der Tafel sorgfältig gereinigt, meist in zwei Hälften, vom Kopfe zum Schwanz, geschnitten, mit Talg, Tran und Degras auf der Fleischseite, mit Tran oder Leinöl schwach auf der Narbenseite geschmiert; durch mehrmaliges Bearbeiten auf der Tafel mit dem Stoßeisen wird der Narben vollständig geglättet und die Haut in eine glatte, ebene Façon gebracht. Nach dem Trocknen wird die Fleischseite mit feinem Talkpulver eingerieben.

Diejenigen Blankleder, welche ihre Naturfarbe behalten sollen, werden nach dem Gerben zunächst aufgehellt; es geschieht dies durch Einlegen in eine Sumachbrühe während der Dauer von 1 bis 2 Tagen oder in stark verdünnte Schwefelsäure während einiger Minuten oder dadurch, daß man die Leder abwechselnd durch Bleizuckerlösung und durch stark verdünnte Schwefelsäure zieht.

Die für „schwarz“ bestimmten Leder werden nach dem Einziehen des Fettes auf der Narbenseite geschwärzt (Näheres hierüber beim Schwärzen des Oberleders) und dann wie oben behandelt. Die für „farbig“ bestimmten Zeugleder werden nach dem Gerben in der oben beschriebenen Weise gebleicht, gereinigt, gestoßen und vollständig fertig gemacht, worauf dieselben erst im getrockneten Zustande gefärbt werden (f. Lederfärberei).

5. **Wagenverdeckleder und Vachetten** werden namentlich im Wagenbau, in der Portefeuillerie und als Koffer- und Möbelleider verwendet und ähneln hinsichtlich ihrer Eigenschaften schon mehr dem Oberleder, indem man von denselben einen gewissen Grad von Weichheit und Geschmeidigkeit verlangt. Man nimmt hierzu mittlere und leichtere, narbenreine Rindshäute, und zwar mit Vorliebe große, flache, und verfährt bei der Herstellung dieser Lederart meist etwas anders als beim Riemen- und Zeugleder. Da die fertigen Leder ziemlich dünn fein follen, werden sie entweder nach dem Haaren entsprechend ausgefalzt oder neuerdings auf Spaltmaschinen gespalten (Bandmesserpaltsmaschine und Unionpaltsmaschine). Das Spalten wird entweder an der Blöße („aus dem Kalke spalten“), an dem halbgaren Leder („aus den Farben spalten“) oder an dem vollständig garen Leder vorgenommen. Der hierbei als Abfall erhaltene Spalt wird für sich weitergegerbt und zugerichtet; er findet im fertigen Zustande als Futterleder, leichtes Oberleder oder dergl. Verwendung.

Der Gerbprozeß wird beim Verdeckleder und bei den Vachetten in der Hauptsache in Farben, etwa 10–16, durchgeführt; man kann zum Schluß noch ein Verfenk oder einen leichten Satz geben. Das Reinnachen, Stoßen, Schmieren und Trocknen erfolgt in der gleichen Weise wie beim Blankleder. Die Vachetten werden meist nach dem Trocknen gefärbt. Die Wagenverdeckleder werden geschwärzt und die Vachetten entweder geschwärzt oder in irgend einer beliebigen Farbe ausgefärbt (f. Lederfärberei). Nach dem Färben und Trocknen werden die Leder, um den Narben mehr hervortreten zu lassen und ihm ein gleichförmig gekörntes Aussehen zu geben und um außerdem das Leder weich, mild und geschmeidig zu machen, mit dem Krispelholze gekrispelt (f. Krispeln, Bd. 5, S. 708) oder mit dem Pantoffelholze pantoffelt (Narbenseite auf Narbenseite). Das Krispelholz besteht aus einer Holzplatte mit kreissegmentförmigem Querschnitte, welche auf der gekrümmten Fläche mit tiefen, parallel laufenden Holzkerben versehen ist; auf der oberen ebenen Seite ist ein Riemen angebracht, an

welchem das Werkzeug bei feiner Benutzung angefaßt wird. Das Pantoffelholz unterscheidet sich von dem Krispelholz nur dadurch, daß an Stelle der Kerben eine starke, glatte Korklage angebracht ist. Man bedient sich zum Krispeln jetzt auch zuweilen der Krispelmaschine. Soll das Leder nicht den Naturnarben, sondern einen beliebigen künstlichen Narben erhalten, so wird derselbe vor dem Pantoffeln mit Hilfe von Handrollen oder mit Maschinenkraft bewegten Rollen (Chagriniermaschinen), auf welche der Narben eingraviert ist, eingepreßt. Um das Leder vollständig zu egalifizieren und der Fleischseite ein helles, gleichmäßiges Aussehen zu geben, wird letztere blanchiert. Man verwendet hierzu das Blanchiereisen, mit dessen umgelegten gratförmigen Schneiden die zu dicken und rauhen Stellen durch Wegnahme von dünnen Lederpänen (Blanchierpäne) egalifiziert werden. Nach dem Krispeln werden die Leder pantoffelt, und zwar Fleischseite auf Fleischseite („unter sich ziehen“), wodurch das Leder noch weicher wird und der Narben außerdem die erforderliche Feinheit erlangt. Zuletzt gibt man noch einen Leim- oder Eiweißganz, indem man auf die Narbenseite eine schwache Leim- oder Eiweißlösung aufträgt, und glaßt die Oberfläche mit dem Glaße, d. i. einem in einem Holzhefte sitzenden, an der Längsseite rund abgeschliffenen Stück Spiegelglas, oder glänzt die Narbenseite mit Hilfe einer Glanzmaschine (f. d.).

6. **Oberleder** heißen im Gegensatz zu Sohlleder alle diejenigen Lederorten, die zur Herstellung des oberen Teiles des Schuhwerks benutzt werden. Man verlangt von denselben, daß sie mehr oder weniger dünn, geschmeidig und weich sind, und verwendet hierzu namentlich leichte Rindshäute, die für diesen Zweck als Blößen oder im halbgetrockneten Zustande auf der Spaltmaschine gespalten werden, feiner Kipfe, Roßhäute und Kalbfelle. Aus diesen verschiedenen Rohhäuten stellt man eine Reihe von Oberlederorten her, die sich weniger durch die Gerbung als vielmehr durch die Zurichtung voneinander unterscheiden.

Bei den Vorarbeiten der Oberledergerberei ist es dringend notwendig, daß die Häute und Felle in der Weiche und im Aescher genügend erweicht werden. Nach dem Enthaaren werden die Häute zur Entfernung der Unterhaut mit dem Schabmesser geschabt. In manchen Gerbereien ist es üblich, nach dem Enthaaren die Häute nochmals in einen frischgestellten Aescher, den sogenannten Schwelläescher, zu bringen. Nach dem Schaben werden die Häute auf der Narbenseite mit dem Glättstein geglättet (hierzu verwendet man auch Glättmaschinen), gewässert und zur Entfernung des Kalkes nach einem der früher angegebenen Verfahren gebeizt, alsdann gefrichen und zur Gerbung fertiggemacht.

Die Gerbung wird in einer Reihe von Farben begonnen, deren Gerbstoffgehalt allmählich steigt und deren Säuregehalt nur gering sein darf. Die Häute bezw. Felle werden entweder eingeworfen oder an Stangen in die Farben eingehängt; der Gerbstoffgehalt der Brühen wird durch Zugabe frischer Lohe („frisch machen“ oder „frisch stellen“) oder starker Gerbbrühen, die durch Extraktion frischen Materiales hergestellt werden, geregelt. In der ersten sogenannten „Eintreibfarbe“, in welcher die Blößen 1—3 Tage verbleiben, ist es zur Erzielung einer gleichmäßigen Angerbung notwendig, daß das Hautmaterial öfters mit Hilfe eines in die Brühe zum Teil eintauchenden, in Bewegung gesetzten Haspelrades („Haspelfarbe“) oder mit Hilfe des Zieh- oder Treibbrettes bewegt wird. In den übrigen Farben werden die Häute entweder täglich ein- bis zweimal getrieben oder ebensooft aufgeschlagen. Nach der vierten oder fünften Farbe werden die Kalbfelle zur Entfernung der letzten Reste der Unterhaut auf dem Baume ausgestoßen und die Rindsleder werden in dem gleichen Stadium gefalzt oder gespalten. Man macht die Häute bezw. Felle hierauf in den Farben vollständig gar oder schließt noch ein Verfenk und einen Satz oder lediglich ein Verfenk an. Nach erfolgter Gerbung werden die Leder von der anhaftenden Lohe befreit und zur Entfernung überschüssigen Gerbstoffes und der im Leder befindlichen Säure sorgfältig ausgewaschen („windieren“), was entweder im Walkfasse oder auf der Tafel erfolgt; bis zum Einfetten wird die Zurichtung genau wie beim Zeugleder und Blankleder ausgeführt. Das Einfetten („Schmieren“) erfolgt entweder in derselben Weise wie beim Zeugleder durch Auftragen des Fettes auf die Fleischseite des halbfeuchten („windtrockenen“, „abgelüfteten“) Leders oder bei denjenigen Lederorten, die nicht geschwärzt oder anderswie gefärbt werden sollen, durch Einwalken des Fettes in heizbaren Walkkäffern (D.R.P. Nr. 31 440, 56 062, 64 271, 72 363, 80 757). Zum Schmieren verwendet man vorzugsweise Talg, Tran und Degras; in manchen Gerbereien benutzt man anteilig Mineralfette (Vaseline, Vafelinöle), Wollfett (namentlich die gereinigten Neutralwollfette) und zuweilen Pflanzenfette.

Nach dem Schmieren ist die Zurichtung der verschiedenen Oberleder je nach der Art derselben verschieden; wir haben hierbei zu unterscheiden braunes Oberleder (die braunen d. h. naturfarbigen Rindsleder nennt man Schmal- oder Fahllleder und die Kalbfelle braune Kalbfelle oder Wichskalbfelle), schwarzes Oberleder (bei diesem ist die Narbenseite geschwärzt; man trennt hierbei wieder in genärbtes und glattes oder fatiniertes Leder) und schwarz gewichenes Leder (bei diesem ist die Fleischseite geschwärzt — gewich). Zur Herstellung des braunen Oberleders (aus Rindshäuten, Kipfen und Kalbfellen), welches bei der Verwendung mit der Fleischseite nach außen getragen wird, verwendet man auch narbenbeschädigtes Hautmaterial. Nach dem Gerb- und Schmierprozeß werden die getrockneten Leder schwach angefeuchtet, zur Entfernung des nicht eingezogenen Fettes auf der Narben- und Fleischseite gestoßen („degraffiert“) und dann blanchiert. Auf die Fleischseite wird zur Erzielung eines hohen Grades von Glätte Seifenschmiere (eine Emulsion von Talg, Tran und Seife in Wasser) aufgetragen; nach dem Eintrocknen derselben werden die Leder gekrispelt, pantoffelt und unter sich gezogen, an den Rändern beschnitten, auf der Fleischseite mit Talk eingerieben und schließlich noch gegläßt.

Das schwarze Oberleder, für welches möglichst narbenreine Rohware verwendet werden muß, wird meist nach dem Schmieren, welches nur in geringem Maße von der Fleischseite aus stattfinden soll, geschwärzt und dann nochmals mit Talg und Degras oder reinem Tran auf der

Das schwarze Oberleder, für welches möglichst narbenreine Rohware verwendet werden muß, wird meist nach dem Schmieren, welches nur in geringem Maße von der Fleischseite aus stattfinden soll, geschwärzt und dann nochmals mit Talg und Degras oder reinem Tran auf der

Narbenseite gefettet. Soll das Leder einen Chagrin erhalten, so wird das Chagriniere nach dem Schwärzen und Trocknen ausgeführt, zuweilen auch vor dem Schwärzen. Genarbetes bzw. chagriniertes Leder wird nach dem zweiten Fetten im trockenen Zustande degraffiert, blanchiert, gekrißpelt, aufpantoffelt, beschnitten, auf der Narbenseite mit einem Glanz versehen und schließlich geglätt. Das Schwärzen erfolgt in der Weise, daß die Narbenseite zunächst mit einer Blauholzabkochung (Grund) und dann mit einer Eisenzalzlösung (Schwärze), wie Eisenvitriollösung, holzessigsaures Eisen, Bierchwärze (f. Lederfärberei) oder dergl., ausgerieben wird. Soll bei dem schwarzen Leder der Narben glatt aufliegen, was namentlich bei gewissen Kalblederorten, die man als glatte oder plattierte Kalbleder bezeichnet, erwünscht ist, so darf der Narben durch Krißpeln nicht aufgekraußt, sondern muß beim Stoßen glatt niedergelegt werden. Bei einer andern Lederorte, welche dieser sehr ähnelt und unter dem Namen fatinierte Kalbfelle hergestellt wird, muß nach dem ersten Schmieren und Trocknen der Narben in feiner halben Stärke mit Hilfe des mit einem sehr feinen Grat versehenen Blanchiereisens abgezogen werden, wobei sehr große Voricht erforderlich ist. Das Schwärzen und die weitere Zurichtung erfolgt in der beschriebenen Weise.

Als gewichste Leder, speziell gewichste Kalbfelle, bezeichnet man solche Leder, welche auf der Fleischseite geschwärzt (gewichst) sind, und man verwendet dazu ebenso, wie zur Herstellung der braunen Leder (Wichskalbfelle), möglichst schnittfreie Ware; Narbenbeschädigungen sind hierbei ohne Belang. Die Gerbung und Zurichtung erfolgt im wesentlichen in derselben Weise wie beim braunen Oberleder. Nach dem Blanchieren und Krißpeln werden die Leder gewichst; die dazu erforderliche Wichse, welche man durch Verreiben von Kienruß, Leinöl, Tran, Talg und Bierchwärze zu einer homogenen Masse erhält, wird mit Hilfe einer Bürste auf die Fleischseite aufgetragen und gleichmäßig verteilt. Nach mehreren Tagen werden die Felle gegläntzt (Leimglanz), getrocknet und mit dem Glase geglätt.

Die Herstellung des als Oberleder jetzt eine bedeutende Rolle spielenden Roßleders ist etwas abweichend von dem ebenbeschriebenen Verfahren. Gewöhnlich erfolgt die Verarbeitung der Roßhilder (Rückenteil) und der Roßhälfte (Hals- und Seitenteile) getrennt. Nach dem Aefchern wird der Spiegel, welcher einer längeren Aefcherung bedarf, herausgeschnitten und nochmals auf mehrere Tage in den Aefcher zurückgebracht; sehr häufig verwendet man bei Roßleder zur Haarlockerung auch die Schwefelnatriumschwöde, wobei man zur genügenden Erweichung des Spiegels den letzteren mit einer dickeren Schicht und mit einer an Schwefelnatrium reicheren Schwöde befreicht. Die Reinnacharbeiten sind sehr sorgfältig auszuführen. Die Gerbung erfolgt in ähnlicher Weise wie beim Rindsleder in einer Reihe von Farben und in einem Verfenk, woran sich meist noch ein Satz anschließt. Ist der Spiegel nicht bereits nach dem Aefcher herausgeschnitten worden, so hat dies nach den Farben zu geschehen; die Spiegel werden für sich weitergegerbt und erfordern bis zur Gare eine etwas längere Zeit als die übrigen Teile. Nach vollendeter Gerbung werden die einzelnen Teile für den Zweck ihrer Verwendung (in die einzelnen Schuhteile) ausgeschnitten und jeder einzelne Teil wird feiner Verwendung entsprechend zugerichtet. Der Spiegelteil wird auf der Fleischseite und die übrige Haut auf der Narbenseite zugerichtet. Die Ausbeute an Oberleder aus der Rohhaut ist außerordentlich wechselnd; es sind hierbei außer der Schlachtung und der Gerbmethode namentlich noch die Fettmenge, die das Leder erhält, und die Menge des Leders, welches in Form von Blanchierspänen entfernt wird, von großem Einflusse. Man kann annehmen, daß bei der Herstellung von Rindsleder aus 100 kg Rohhaut im Mittel 30—35 kg fertiges Leder erhalten werden; für Kalbleder lassen sich Mittelzahlen nicht angeben. Die mittlere Zusammensetzung der wichtigsten Oberlederorten im ungefetteten und gefetteten Zustande ist folgende:

	Ungefettetes Rindsleder	Kipsleder	Kalbleder	Roßleder
Wasser	18,0	18,0	18,0	18,0
Mineralstoffe	0,6	0,5	0,8	1,1
Fett	0,8	0,8	0,8	0,8
durch Wasser				
auslaugbar { Gerbstoff	3,5	3,1	4,0	3,1
{ Nichtgerbstoff	1,8	2,1	1,6	1,8
Ledersubstanz { Gebundener Gerbstoff	29,0	28,0	29,0	31,0
{ Hautsubstanz	46,3	47,5	45,8	44,2
	100,0	100,0	100,0	100,0
Stickstoff in der Ledersubstanz	10,8	11,2	10,9	10,5
	Gefettetes Rindsleder	Kipsleder	Kalbleder	Roßleder
Wasser	14,6	14,6	14,7	13,2
Mineralstoffe	0,5	0,4	0,6	0,8
Fett	18,9 (11—33)	18,6 (14—26)	18,5 (12—30)	26,7 (16—35)
durch Wasser				
auslaugbar { Gerbstoff	2,9	2,6	3,3	2,2
{ Nichtgerbstoff	1,4	1,8	1,3	1,3
Ledersubstanz { Gebundener Gerbstoff	24,2	23,0	23,9	23,0
{ Hautsubstanz	37,5	39,0	37,7	32,8
	100,0	100,0	100,0	100,0

Der Stickstoffgehalt bzw. der Gehalt an Hautsubstanz ist bei den Oberledern nur wenig höher als bei den Unterledern; diese geringe Differenz hängt im wesentlichen damit zusammen, daß bei den Oberledern in den Blanchierspänen der am besten durchgegerbte Teil entfernt worden ist. Eine Spezialität von Oberleder sind die sogenannten Haarkalbfelle, welche, mit den Haaren gegerbt, zur Herstellung von warmem Schuhwerk verwendet werden (Verfahren von Fischer D.R.P. Nr. 42214).

7. **Lackleder** wird ähnlich wie Vachetteleder hergestellt und unterscheidet sich von diesem nicht durch die Gerbung, wohl aber durch die Zurichtung, bei welcher die Narben- oder Fleischseite mit einem schwarzen oder andersgefärbten Lack überzogen wird. Dadurch erhält das Leder nach seiner Fertigstellung eine Oberfläche von außerordentlich hohem Glanze. Das Lackleder ist ein Luxusleder für das feinste Schuhwerk, für Verdecke, Geschirre, Helme u. f. w. Es werden dazu namentlich Kuhleder (Lackkuhleder, Lackvachetten), Roß-, Kalb-, Ziegenleder und auch Spalte verarbeitet. Das Lackieren wird meist auf der Fleischseite, jedoch bei den Lackvachetten, wozu man große flache Häute oder gespaltenes Leder verwendet, auch auf der Narbenseite vorgenommen; es ist dann notwendig, daß der Narben zur Hälfte mit dem Blanchiereisen vorsichtig abblanchiert wird. Zur Erzeugung der lackierten Oberfläche werden die Leder auf Tafeln gelegt oder in Rahmen gespannt, mehrmals (im ganzen zwei- bis dreimal) mit einem Grund bestrichen, der aus einer Mischung von dickem Leinölfirnis und Kienruß besteht, und nach jedem Auftrag im Trockenzimmer getrocknet und alsdann mit Bimsstein abgerieben, wozu man sich jetzt vielfach der Lackledererschleifmaschinen bedient. Sollen die Leder nicht glatt werden, sondern einen beliebigen Chagrin erhalten, so wird derselbe vor dem letzten Grunde mit einer Handrolle oder mit der Chagriniermaschine eingepreßt. Hierauf wird den Ledern der fogenannte Schwarzstrich gegeben; dieselben werden hierzu in Rahmen gespannt oder auf Bretter genagelt und mittels Pinsels zweimal mit einem Auftrage versehen, der aus einer mit Terpentinöl verdünnten Mischung des Grundes mit Berlinerblau und Leinölfirnis besteht. Nach jedem Auftrage werden die Leder in einem Trockenzimmer oder in dem Trocken- oder Lackierofen (d. i. einem vor Staub sorgfältig geschützten Luftbad) getrocknet und nach dem letzten Auftrage wieder abgeschliffen. Hieran schließt sich erst das eigentliche Lackieren an, welches darin besteht, daß auf das Leder der fogenannte Blaualack, bestehend aus Berlinerblau und Leinölfirnis, ein- bzw. zweimal aufgetragen wird. Nach jedem Aufstrich kommen die Leder auf zwei Tage in den Lackierofen und werden daselbst am ersten Tage einer gleichmäßigen Temperatur von 50° C. und am zweiten Tage einer solchen von 60° ausgesetzt; nach dieser Behandlung hängt man sie noch mehrere Stunden ans direkte Sonnenlicht. Die für genarbt bestimmten Leder werden mehrmals aufgekrauft, ebenso wie die glatten Leder an den Rändern gleichmäßig beschnitten und sauber abgerieben. — Bei der Herstellung von Lackledern, welche anders als schwarz gefärbt sind, ersetzt man den Kienruß und das Berlinerblau durch Mineralfarbstoffe, welche der gewünschten Farbe entsprechen.

8. **Saffian-, Marokko- und Corduanleder.** Saffianleder sind gefärbte (mit Ausnahme der schwarzen), nicht oder nur sehr wenig gefettete, glatte, sumachgare Ziegen- oder Schaffelle (die Ziegenleder werden gewöhnlich als echte, die Schaffelle als unechte Saffiane bezeichnet); die Marokkoleder (Maroquins) unterscheiden sich von den Saffianen nur durch die schwarze Farbe und die Corduanleder dadurch, daß sie mit Naturnarben oder künstlichem Narben versehen sind. Diese Lederarten sind ursprünglich fast ausschließlich im Orient und in den Mittelmeerländern hergestellt worden; gegenwärtig werden dieselben meist in diesen Ländern, namentlich auch in Indien, gegerbt und in Europa gefärbt und zugerichtet. Man gerbt diese Lederarten jetzt auch mit andern Gerbmaterien, namentlich mit Eichen-, Weiden- oder Fichtenrinde. Die gut rein gemachten Blößen werden entweder in einer Reihe von Sumachfarben vollständig gar gemacht (französische Methode), oder man gerbt sie in schwachen Sumachfarben an und vollendet die Gerbung durch Walken der Felle im Walkfasse mit einer starken Sumachbrühe (italienische Methode). Die ursprüngliche Gerbmethode, die auch jetzt noch angewendet wird (türkische Methode), besteht darin, daß man jedes einzelne Fell zu einem Sacke, der nur mit einer kleinen Öffnung versehen ist, zusammennäht; diese Säcke werden mit Sumachbrühe gefüllt, vollständig zugebunden und einem starken Drucke unterworfen, wodurch die gerbstoffhaltige Brühe durch die Blöße hindurchgedrückt und deren Gerbung bewirkt wird; zur Erzielung einer vollständigen Gare muß diese Operation zwei- bis dreimal wiederholt werden. — Sehr starke Schaffelle, besonders die englischen, werden als Blößen auf der Spaltmaschine in einen sehr dünnen Narbenpalt (Spaltfell) und den eigentlichen Spalt gespalten; der erstere dient zur Herstellung von dünnen Saffianen, besonders für Buchbinderleder, und der letztere findet in der Sämschgerberei Verwendung.

Nach dem Gerbprozesse werden die Felle sorgfältigst ausgewaschen, gereinigt und im nassen Zustande gefärbt (s. Lederfärberei), auf Rahmen gespannt, getrocknet und fertig zugerichtet. Die für Marokkoleder bestimmten Felle werden vor dem Trocknen von der Fleischseite aus schwach mit Degras geschmiert. Bei der Zurichtung werden die Leder zur Egalisierung der Fleischseite im schwach angefeuchteten Zustande mit dem Schlichtmonde geschlichtet oder gefalzt oder mit Hilfe besonderer Schleifmaschinen glattgeschliffen; hierauf werden sie in Wasser schwach eingeweicht, auf der Tafel glatt ausgereckt und auf Rahmen gespannt, damit sie beim Trocknen eine gleichmäßige, glatte Faffung erhalten. Die Leder werden schließlich noch mit einem Leim- oder Eiweißglanz versehen und mit Hilfe von Glanzmaschinen gegläntzt. Die Corduane erhalten zuvor durch Pantoffeln oder Chagriniere einen natürlichen oder beliebigen künstlichen Narben. Nach dem Glänzen werden die Leder zur Erzielung einer großen Weichheit mit dem Pantoffelholz unter sich gezogen.

Juchten oder Juften (s. d.). Verfahren von Touffaint zur Herstellung von Juchten (D.R.P. Nr. 71 082).

Außer den im Vorstehenden bereits erwähnten Mitteln zur **Beschleunigung der Gerbung** gibt es noch folgende: Bewegung der Häute in der Brühe, Bewegung der Häute und der Brühe zugleich, oder Bewegung der Brühe allein, Temperaturerhöhung, Luftverdünnung, Kompression, hydrostatischer Druck, Auspressen der Häute, Einwirkung chemischer Agenzien, Einwirkung der Elektrizität.

Die Bewegung der Häute in der Brühe wird erreicht, wenn man die Brühe, in welcher

sich die Häute befinden, durch rotierende Haspelräder, welche in die Brühe eintauchen, beständig oder zeitweilig bewegt, oder wenn man die in Rahmen gespannten und in die Gerbflüssigkeit eintauchenden Häute durch Schaukelapparate oder ähnliche Vorrichtungen in schaukelnder Bewegung erhält (Groth'sches Verfahren D.R.P. Nr. 61 482, 63 305; Verfahren von Spitta D.R.P. Nr. 27 574 und 36 766). Nach Herepath und Cox [20] werden eine größere Anzahl Blößen zu einem endlosen Bande zusammengenäht und dieses wird über Leitrollen durch die Gerbbrühe in stetiger Bewegung geführt. Vauquelin [21] bearbeitet die Blößen täglich in warmer Gerbbrühe in einem Kasten mit Stampfen. Squire [22] bringt die Häute in eine langsam rotierende, durchbrochene Trommel, welche durch Scheidewände in vier Räume geteilt ist und nahezu zur Hälfte in die Brühe eintaucht. Bei den Umdrehungen werden die Blößen aus der Brühe herausgehoben, verändern infolgedessen immer ihre Lage, und die Brühe wird gleichmäßig durchmischet. Diese Art der Bewegung ist eine der rationellsten und geeignet, die Gerbzeit abzukürzen, ohne daß das Leder infolge zu starker Bewegung Schaden erleidet. Eine wesentliche Verbesserung des Squire'schen Apparates rührt von Dörr und Reinhart (D.R.P. Nr. 72 054) her. Michel, Kollen und Hertzog (D.R.P. Nr. 17 768) erhalten die in einer Trommel befindliche Brühe mittels einer Pumpe in beständiger Zirkulation. Ein jetzt vielfach benutztes Verfahren, die sogenannte „Faßgerbung“, besteht darin, daß man die angegerbten Blößen in großen Walkkäfern mit Gerbstoffbrühen unter oftmaliger Verstärkung derselben rotieren läßt, wobei die stärksten Häute in wenigen Tagen und schwache Felle in wenigen Stunden gar zu bringen sind (D.R.P. Nr. 10 297 und 27 976). King [23] gerbt ebenfalls in einem rotierenden Walkfaß und ersetzt den von den Häuten aufgenommenen Gerbstoff durch Zugabe von starken Brühen mittels Schöpfvorrichtung. Durio benutzt bei seinem Verfahren „Velocitan“ (D.R.P. Nr. 75 324) ebenfalls das Walkfaß; die Blößen kommen mit einer Gerbstoffbrühe von 8° Bé, die während des ganzen Gerbprozesses auf dieser Stärke erhalten wird, in das Faß, welches sofort in Bewegung gesetzt wird, und verbleiben bis zur vollständigen Gare in demselben. Das Kornacher'sche Verfahren (D.R.P. Nr. 86 565) beruht auch auf der Anwendung des Walkfaßes; die Blößen werden jedoch vor der eigentlichen Gerbung mit pflanzlichen Gerbstoffen erst schwach mineralgar (unter Anwendung von Kochsalz, Tonerde- und Chromsalzen) gemacht, mit dünnen Brühen angegerbt und getrocknet; hieran schließt sich erst die Gerbung im Walkfaß mit starken Brühen an. Cowburn (D.R.P. Nr. 65 945) gerbt die Häute in Kästen, welche in der Mitte auf Achsen, seitlich auf Stützfedern ruhen und in schaukelartige Bewegung gebracht werden. Nach den verschiedenen Verfahren der Faßgerbung werden gegenwärtig große Mengen von Leder hergestellt. Reinfch (D.R.P. Nr. 71 014) läßt bei seinem als „Riefelgerbung“ bezeichneten Verfahren die Gerbbrühe in einem stetigen Strome über die von einem Träger vertikal herabhängenden Häute herablaufen und empfiehlt, bei der Herstellung von lohgaarem Leder diesen Prozeß in einer Kohlenäureatmosphäre vorzunehmen. Dieses Verfahren ist für lohgaares Leder zu umständlich und kostspielig. Knowlys und Duesbury [24] stellen über der Gerbbrühe einen luftverdünnten Raum her; Knoderer [25] (Engl. Pat. Nr. 1857) gerbt in einem rotierenden Behälter, der evakuiert werden kann; Apparate zum Gerben bei Luftleere sind ferner von der Acme Company (D.R.P. Nr. 33 061) und von Haecht und Obozinky (D.R.P. Nr. 64 441) konstruiert worden. Spilsbury [26] preßt die Gerbbrühe mit hydrostatischem Druck durch die in Rahmen gespannten Häute; in ähnlicher Weise drückt Hannover [27] in einer Art Realfcher Presse die Gerbbrühen durch die Häute. Fletfcher [28] legt die Häute in die in einem hermetisch verschließbaren Gefäße befindliche Brühe und treibt dieselbe durch komprimierte Luft oder hydrostatischen Druck in die Poren; in ähnlicher Weise arbeiten Fields und Townsend [29] und Alimonda [30]. Drake [31] näht zwei Blößen zu einem Sacke mit einer Oeffnung zusammen und bringt den mit Gerbbrühe gefüllten Sack in einen heizbaren Raum, dessen Temperatur nach und nach von 20 auf 60° C. gesteigert wird. Die durch die Blöße filtrierende Flüssigkeit verdunstet an der Außenfläche, wodurch das Durchsickern und damit auch die Gerbung beschleunigt wird. Turnbull [32] lehnt sich an dieses Verfahren an, fenkt aber die durch Zusammennähen von Blößen hergestellten Säcke in Sumachbrühe ein (diese Methode gleicht im wesentlichen der türkischen Methode der Saffiangerberei).

Diese Verfahren unter Anwendung von Luftverdünnung bzw. Luftleere, komprimierter Luft, hydrostatischem Druck u. s. w. werden in der gerberischen Praxis nur in untergeordneter Weise angewendet. Im Gegensatz hierzu wird häufiger nach denjenigen Methoden gearbeitet, bei welchen der Gerbprozeß durch Zusatz von chemischen Agenzien beschleunigt wird. Die Wirkung dieser Zusätze ist auf die Beförderung der Diffusion durch verschiedene Metallsalze zurückzuführen; zuweilen ist dieselbe auch nur eine illusorische. Für derartige Zusätze wählt man z. B. Kochsalz, Alaun, Borax (D.R.P. Nr. 18 487), Soda (D.R.P. Nr. 63 867), Ammonkarbonat, Kaliumbichromat, Phosphorsäure, Weinsäure oder Weinstein (Verfahren von Monneins, D.R.P. Nr. 17 829). Ullmo (D.R.P. Nr. 9919) setzt bei seiner Faßgerbung den Gerbbrühen Alaun, Kupfervitriol und gefäuerten Gerstenschrot zu. Nach Hund (D.R.P. Nr. 71 759) sollen die Häute abwechselnd in eine Gerbstofflösung und in eine Chlorcalciumlösung oder direkt in eine mit Chlorcalciumlösung versetzte Gerbstofflösung kommen. Bake und Leverett (D.R.P. Nr. 86 609) leiten durch die Gerbflüssigkeit von Zeit zu Zeit einen Strom von arfenhaltigem Wasserstoff. Büttner (D.R.P. Nr. 87 904) bestreicht die Blößen vor Beginn des Gerbprozesses mit einer Mischung von Terpentinöl, Essigsäure und weinsteinfauerm Kali und behandelt sie dann mit einer Mischung von Petroleum und Spiritus.

Die verschiedenen Gerbmethoden unter Anwendung des elektrischen Stromes sind von verschiedenen Fachleuten (Eitner, Sadlon und Bögh) durch Versuche geprüft worden. Als Resultat hat sich immer ergeben, daß die Elektrizität den Gerbprozeß nicht wesentlich beschleunigt, sondern daß bei den verschiedenen Gerbverfahren (vgl. D.R.P. Nr. 40 884, 41 516, 56 948, 66 762, 72 053) unter Anwendung von Elektrizität die Abkürzung der Gerbdauer

vor allen Dingen der Bewegung und der rationellen Brühsteigerung zugeschrieben werden muß. Der elektrische Strom ist nach den Versuchen nicht ganz ohne Einwirkung auf die Gerbdauer; dieselbe ist aber so gering, daß sie für die gerberische Praxis keine beachtenswerte Rolle spielt.

III. Sämischgerberei.

Die Umwandlung der Blöße in Leder wird bei der Sämischgerberei dadurch erreicht, daß die Haut wiederholt mit Tran gewalkt und alsdann der oxydierenden Wirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Es erfolgt hierbei eine chemische Veränderung des Gerbmittels, und zwar vermutlich derart, daß bei dem Trane die an das Glycerin gebundenen ungesättigten Fettsäuren abgespalten und durch Oxydation in Oxyfettsäuren übergeführt werden, welche sich auf die Hautfaser niederschlagen und damit deren Gerbung bewirken. Das auf diese Art gegerbte, als Sämisch- oder Wafchleder bezeichnete Leder ist außerordentlich widerstandsfähig gegenüber Wasser, selbst in der Hitze, indem sogar kochendes Wasser Sämischleder nur langsam in Leim umwandelt; Fettlösungsmittel, wie Schwefelkohlenstoff, vermögen nur einen geringen Teil des Gerbmittels in Lösung zu bringen. Das sämischgare Leder unterscheidet sich von den übrigen Lederarten durch seine wollige Beschaffenheit, Weichheit, Dauerhaftigkeit und durch die Eigenschaft, sich waschen zu lassen, ohne daß es seine Weichheit verliert. Man verarbeitet namentlich schwache Rindshäute, Kalbfelle, Schaf- und Ziegenfelle, Hirsch-, Reh- und Gemfenfelle, ferner die Spalte von verschiedenen Rohfellorten zu Sämischleder und verwendet daselbe vorzugsweise für Handschuhe, Bandagenzwecke, Reithosen, Putzleder u. dergl.

Die Sämischgerberei wird jetzt bei weitem nicht mehr in dem Umfange betrieben wie früher, als das Wafchleder noch in großen Mengen zur Herstellung von Kleidungsstücken diente. Die Vorbereitung des Hautmaterials ist ähnlich wie in der Oberledergereberei. Die Felle werden gut geweicht, im Kalkfächer reichlich geäschert und dann gehaart; hieran schließt sich die Entfernung des Narbens an. Diese Operation muß ausgeführt werden, damit das Fett beim Einwalken deselben leicht und vollständig in die Haut eindringen kann und damit das Leder nach dem Gerbprozeß genügende Weichheit erhält. Der Narben wird zum größten Teile mit dem Schabemesser abgestoßen und die letzten Reste deselben, die zu fest sitzen, entfernt man mit dem scharfen Putzmesser (Beschneidmesser). Hierauf kommen die Felle auf mehrere Tage nochmals in den Äscher, werden dann vom Fleisch und von der Unterhaut durch Schaben oder Scheren befreit. Nach dieser Operation legt man die Felle 1—2 Tage in einen frischgestellten Äscher, damit eine möglichst starke Lockerung der Hautsubstanz eintritt, wässert sie in warmem Wasser gut aus und beizt sie zur Entfernung des Kalkes in alter Kleienbeize. Nach der Beize werden die Blößen kurze Zeit gewässert, zur Entfernung eines Teiles des Wassers ausgedrückt oder ausgepreßt und dann dem Gerbprozeß unterworfen. Man hat hierbei zwei Methoden, die deutsche und die französische, zu unterscheiden. Bei der ersteren werden die Blößen mit der ganzen zum Gerbprozeß erforderlichen Tranmenge (Fisch- oder Robbentran) befrichten, zusammengefaltet, mit der Hammerwalke $\frac{1}{2}$ —1 Tag gewalkt und getrocknet. Es folgt nun das „Färben in der Brut“, durch welches die chemische Veränderung, die beim Walken und Trocknen bereits eingeleitet worden ist, fortgesetzt wird. Bei dieser Operation werden die Felle in Haufen aufgeschichtet und von Zeit zu Zeit wegen der eintretenden Selbsterwärmung umgelegt; haben sie einen gelben Farbenton angenommen, so ist der Gerbprozeß als beendet zu betrachten. Bei der französischen Methode werden die Blößen auf der Narbenseite mit Waltran eingerieben, in Kissen gelegt oder in Kugeln zusammengeballt, in geeigneten Mengen in die Walke gebracht und 2—3 Stunden gewalkt; hierauf werden die Felle ausgebreitet, einige Stunden an die Luft gehängt, nochmals mit Tran eingerieben und wiederum gewalkt; das Walken u. f. w. wird je nach der Stärke der Felle 6—12mal wiederholt. Nachdem die Felle genügend Tran angenommen haben, werden sie, ebenso wie die nach deutscher Methode gegerbten Felle, getrocknet und auf die Brut gebracht. — Nach vollständiger Gare muß das überschüssige Fett aus den Fellen entfernt werden; es geschieht dies nach dem Einweichen der Felle durch Ausringen bzw. Auspressen derselben und nachheriges Auswaschen mit Soda- oder Pottaschelösung oder durch letzteres allein. Das beim Ausringen gewonnene Fett, das sich sehr leicht und vollständig mit Wasser emulsiert und Moëllon genannt wird, ist als Schmiermittel für lohbares Leder hochgeschätzt. Durch das Waschen mit den alkalischen Flüssigkeiten wird der letzte Teil des vom Leder nicht gebundenen Fettes entfernt und man erhält eine Fettemulsion („Weißbrühe“ oder „Urläuter“ genannt), aus welcher durch Zusatz von Schwefel- oder Salzsäure der fogenannte „Degras“ ausgeschieden wird; dieses Nebenprodukt der Sämischgerberei findet dieselbe Verwendung wie der Moëllon, ist aber nicht so geschätzt wie dieser. Nach der Entfernung des überschüssigen Fettes werden die Felle durch sorgfältiges Auswaschen von anhaftender alkalischer Flüssigkeit befreit, getrocknet und dann zugerichtet. Hierzu werden die Felle auf dem „Stollpfahl“ (d. i. eine Vorrichtung, bei welcher an einem senkrechten Brett ein Schlichtmond, in diesem Falle „Stollklinge“ genannt, befestigt ist; beim Stollen steht das Werkzeug fest und das Fell wird zu feiner Bearbeitung über dasselbe hinweggezogen, während beim Schlichten das Fell befestigt ist und mit dem Werkzeug, das man mit der Hand bzw. dem Arme führt, bearbeitet wird) gestollt, um sie weicher zu machen und um ihre Fleischseite zu egalisieren, und schließlich mit dem Schlichtmonde geschlichtet, mit Bimsstein abgerieben oder auf einer Schleifmaschine glatt geschliffen, damit beide Seiten ein vollständig gleichmäßiges und glattes Aussehen erhalten. Das Sämischleder sieht in diesem Zustande gelb aus; soll es weiß werden, so wird es entweder mit schwefliger Säure in Bleichkammern oder im feuchten Zustande bei grellem Sonnenlichte gebleicht. Für gewisse Zwecke wird das Sämischleder auch gefärbt; Näheres hierüber s. Lederfärberei.

Nach den Untersuchungen von v. Schroeder und Päßler [33] hat Sämischleder folgende durchschnittliche Zusammenfassung:

Wasser	22,0%
Mineralstoffe	4,5
Fett { löslich in Schwefelkohlenstoff	3,2
{ unlöslich in Schwefelkohlenstoff (von der Hautfaser gebunden)	4,0
Hautsubstanz	66,3
	100,0%

Das Sämischleder enthält danach wesentlich weniger gerbende Bestandteile als lohbares Leder. Verfahren zur Herstellung eines Sämischleders mit polierter Narbenseite f. D.R.P. Nr. 35340.

IV. Mineralgerberei.

Bei der Mineralgerberei hat man je nach der chemischen Natur des Gerbmateriale zu unterscheiden: Weißgerberei, Chromgerberei, Eifengerberei.

Die **Weißgerberei** verwendet als Gerbmateriale Kochsalz, Alaun, an dessen Stelle auch schwefelsaure Tonerde treten kann, Mehl und Eidotter. Je nachdem nur einzelne dieser Substanzen oder sämtliche zum Gerben herangezogen werden und je nach der Art des Fellmaterials läßt sich die Weißgerberei wieder einteilen in gewöhnliche Weißgerberei, ungarische Weißgerberei, Pelzgerberei, Glacégerberei und Kidgerberei. — Die in der Weißgerberei stattfindenden Vorgänge sind von Knapp und Reimer [34] eingehend untersucht worden; das Ergebnis derselben ist im wesentlichen folgendes: Alaun hat für sich allein keine gerbenden Eigenschaften (er wird wohl von der Blöße aufgenommen, liefert aber kein Leder), sondern nur in Kombination mit Kochsalz; es wird hierbei der Alaun in schwefelsaures Kali und schwefelsaure Tonerde gespalten, von welchen nur das letztere absorbiert wird; aus diesem Grunde ist es vorteilhaft, anstatt des Alauns schwefelsaure Tonerde in der Weißgerberei zu verwenden. Bei Gegenwart von viel Kochsalz und bei Fellen, die ungenügend kalkrein gemacht worden sind, wird die schwefelsaure Tonerde in freie Schwefelsäure und basisches Tonerdesalz zerlegt, von welchen die erstere in der Gerblöslichkeit zurückbleibt, während das letztere von der Hautfaser aufgenommen wird. Das Eidotter wirkt durch seinen Fett- und Eiweißgehalt; das Fett (Eieröl) befindet sich im Dotter in dem günstigen Zustande einer außerordentlich feinen Verteilung, in welchem es die Eigenschaft hat, dem Leder eine große Weichheit und Milde zu erteilen; das Eiweiß des Dotters gibt mit dem Alaun einen sehr feinen Niederschlag, der beim Gerbprozeß von der Blöße aufgenommen wird. Beim Mehl ist das Stärkemehl fast indifferent und nur der Kleber von Bedeutung. Der Niederschlag von Kleber und Alaun macht das Leder voll und griffig; das Stärkemehl dient dazu, die kleinsten Teile des Alaunkleberniederschlags vor dem Zusammenballen zu schützen.

Das weißbare Leder ist nach dem Gerben und Trocknen hornartig steif; den hohen Grad von Weichheit und Geschmeidigkeit, der dem fertigen Leder eigen ist, erlangt es erst durch die mechanische Bearbeitung (durch Recken und Stollen) bei der Zurichtung. Diese Lederart ist sehr wenig widerstandsfähig gegenüber Wasser; beim Feuchtwerden und nachherigen Trocknen verliert es vollständig die Weichheit; durch Behandlung mit Wasser lassen sich die gerbenden Bestandteile zum größten Teile wieder entfernen, wobei Entgerbung eintritt.

Die gewöhnliche Weißgerberei, welche als Gerbstoffe lediglich Alaun und Kochsalz benutzt, wird jetzt nur noch in geringem Umfange betrieben, weil das weißbare Leder meist durch lohbares oder fettbares Leder ersetzt worden ist. Man gerbt nach diesem Verfahren namentlich Schaaf- und Ziegenfelle, seltener Kalbfelle und Rindshäute (für Geschirrlleder). — Das Hautmaterial wird in der früher beschriebenen Weise geweicht, im Kalkächer geäichert (Schaafelle werden zur Schonung der Wolle meist auf der Fleischseite angechwädet, enthaart, gut rein gemacht und mit Kleienbeize gebeizt. Der Gerbprozeß wird ausgeführt, indem man die Blößen entweder mit der Alaunkochsalzmischung oder mit einer konzentrierten Lösung derselben auf Narben- und Fleischseite einreibt, einige Tage liegen läßt und dies mehrmals wiederholt, oder in eine lauwarme Lösung von Alaun und Kochsalz mehrere Tage einhängt. Man rechnet im Mittel auf 100 kg Alaun 25–35 kg Kochsalz, welche in 1000 l Wasser zu lösen sind. Die Leder werden nach erfolgter Gare getrocknet, wiederum schwach angefeuchtet und zurichtet; es wird bei der Zurichtung der Zusammenhang der einzelnen Fasern durch mechanische Bearbeitung, durch das Stollen, wieder gehoben und das Leder erlangt dadurch Weichheit; zur Egalisierung der Fleischseite wird dieselbe mit dem Schlichtmonde geschlichtet und, falls sie glatt sein soll, mit Bimsstein glattgeschliffen.

Ungarische Weißgerberei. Man verwendet bei derselben starke Häute, welche nach dem Weichen durch Scheren mit einem scharfen Messer von den Haaren befreit werden; an den Gerbprozeß und die Zurichtung, welche in der obenangeführten Weise ausgeführt werden, schließt sich das Einbrennen mit geschmolzenem Talg an. — Die so gefetteten Leder, welche jetzt nur noch wenig hergestellt werden, dienen namentlich für Sattler- und Riemenarbeiten.

Pelzgerberei (Rauchwarengerberei). Bei diesem Zweige der Gerberei, welcher die Häute und Felle der verschiedensten Tiere, besonders der sogenannten Pelztiere für die Kürfnerei, verarbeitet, ist auf vollständige Erhaltung und Schonung der Behaarung der größte Wert zu legen. Die Gerbung erfolgt entweder durch Alaun und Kochsalz oder durch Kochsalz bei Gegenwart von organischen Säuren, die sich durch saure Gärung von Kleie gebildet haben. Die Felle werden beim Einarbeiten so kurz wie möglich geweicht, zur Entfernung von Fleisch und zur Erweichung auf dem Baume geschabt oder geseifcht und dann auf der Fleischseite entweder mit Alaun und Kochsalz und, wie es meist geschieht, mit Gerstenschrot oder mit Weizenkleie und Roggenmehl eingerieben; die zusammengerollten Felle (Fleischseite nach innen) werden in Fässer eingeschichtet und mit starker Kochsalzlösung übergossen; nach 24 Stunden werden die Felle umgelegt und dies wird alltäglich wiederholt, bis nach 8–12 Tagen voll-

fändige Gare erreicht ist. Die Trocknung und weitere Zurichtung erfolgt wie bei der gewöhnlichen Weißgerberei.

Die Glacégerberei, welche vorzugsweise Lamm- und Zickelfelle, ferner auch Fohlen- und Hundefelle für Handschuhleder verarbeitet, bedient sich des Alauns, des Kochsalzes, des Mehles und des Eidotters als Gerbmateriale. — Bei der Herstellung von Glacéleder ist fowohl auf die Vorarbeiten als auch auf die Gerbung und Zurichtung die größte Sorgfalt zu verwenden, weil man an diese Lederart die höchsten Anforderungen in bezug auf Weichheit, Dehnbarkeit, Dauerhaftigkeit u. f. w. stellt. Felle älterer Tiere liefern schlechtes Glacéleder. Die gut geweichten Felle werden zur Haarlockerung entweder in den Kalkfächer gebracht oder zur Schonung der Wolle mit Kalk- oder Gifschwöde auf der Fleischseite angegeschwödet; nach der Enthaarung ist durch gutes Wässern (Gaschen, d. i. ein Bearbeiten der Felle mit Holzstangen beim Wässern), Beizen (Hundekot- und Kleienbeize; Verfahren von Krapp D.R.P. Nr. 586; Verfahren von Jellinek D.R.P. Nr. 32510; Verfahren zum Beizen von Glacéleder mittels Melaffschlempe, D.R.P. Nr. 66998) und mechanisches Bearbeiten der Fleisch- und Narbenseite (Fassonarbeiten; Fleisch- und Narbenfaffon) der Kalk sorgfältig zu entfernen. Die Gare oder Nahrung, d. i. das Gemisch der Gerbmateriale mit Wasser, wird hergestellt, indem Alaun und Kochsalz in heißem Wasser gelöst und die Eidotter und das Mehl mit der auf ca. 40° C. abgekühlten Lösung zu einem vollständig gleichmäßigen, dünnen Brei verarbeitet werden. Man rechnet auf 100 Stück mittelgroße Lammfelle im Durchschnitt 6 kg Mehl, 60 Stück Eidotter (entsprechend 11 Faßleier), 5 kg Alaun, 1,5 kg Kochsalz und 40 l Wasser. Nach dem ursprünglichen Verfahren werden die Felle in diese Gare geworfen und so lange mit den Händen oder Füßen mit derselben verarbeitet, bis sie fast vollständig aufgefogen worden ist; gegenwärtig wird die Gare in kleineren Walkfässern oder in den Walkwürfeln (auch Turbulenten genannt, d. h. würfelförmige, hölzerne Gefäße, welche an zwei Ecken vermittelst Zapfen an einem Bocke aufgehängt sind und durch ein Vorgelege in Rotation versetzt werden können) in die Felle eingewalkt, was in $\frac{1}{2}$ —1 Stunde erreicht ist. Nach dem Garmachen bleiben die Felle 12—24 Stunden liegen, werden dann mit hölzernen Stampfen einige Minuten bearbeitet und getrocknet, letzteres möglichst schnell (etwa in 1—2 Tagen) bei nicht zu hoher Temperatur. Die Zurichtung der Glacéleder wird nicht direkt nach dem Trocknen, sondern möglichst erst nach einer Lagerung von mehreren Wochen oder Monaten vorgenommen. Es werden hierzu die Felle zunächst durch kurzes Eintauchen in Wasser schwach eingeweicht und auf einige Stunden in Kisten verpackt und zugedeckt, damit sie sich ganz gleichmäßig mit Feuchtigkeit durchziehen können; hierauf folgt das Erweichen der Felle durch Stampfen in einer Kurbelwalke oder durch Bearbeiten mit den Füßen auf der Trethorde, und dann das Stollen, wobei das Fell mehrmals nach allen Richtungen über die stumpfrund geschliffene Stollklinge gezogen wird; es erlangt das Leder dadurch schon einen hohen Grad von Weichheit und Dehnbarkeit, die weiße Farbe kommt richtig zum Vorschein und außerdem wird die nicht ins Leder eingezogene, auf der Fleischseite sitzende Gare entfernt (das abfallende Mehl, Stollmehl genannt, findet als Viehfutter, Weberflichte u. dergl. Verwendung). Nachdem die Felle durch Hängen an der Luft den größten Teil ihrer Feuchtigkeit wieder verloren haben, werden sie auf der scharfen Stollklinge gefeilt („Ueberlassen“), wobei auch die stärkeren Stellen egalisiert werden. Man bezeichnet sämtliche Zurichtarbeiten als das „Weißzurichten“. Sollen die Leder weiß bleiben, so müssen sie noch bei grellem Sonnenlichte an der Luft gebleicht werden. — Die meisten Glacéleder werden gefärbt; zu diesem Zwecke werden sie zuvor „brofschiert“, d. h. der Ueberfchuß an Alaun u. f. w. wird entfernt. Beim Brofschieren werden die Felle entweder in Fässern mit den Händen oder Füßen oder in Brofschierfässern, die wie die Turbulenten beschaffen sind und durch Maschinenantrieb in Bewegung gesetzt werden, mit lauwarmem Wasser ausgewaschen. Die Felle erhalten hierauf eine Nachgare, indem sie mit einer Eidotteremulsion, bestehend aus Wasser, Kochsalz und Eidottern (ohne Mehl und Alaun), einige Zeit geknetet werden. Sollen die Glacéleder auf der Fleischseite gefärbt werden, so muß dieselbe vor dem Brofschieren mit Bimsstein oder mit Hilfe besonderer Schleifmaschinen vollständig glatt geschliffen werden. Nach der Nachgare erfolgt im nassen Zustande das Ausfärben (f. Lederfärberei), worauf die Leder wieder getrocknet und in ähnlicher Weise wie zuvor zugerichtet werden (das sogenannte „Buntzurichten“), da die erste Zurichtung durch das Brofschieren u. f. w. vollständig verloren gegangen ist.

Die Kidgerberei unterscheidet sich von der Glacégerberei nur hinsichtlich des Hautmaterials und der Verwendung des fertigen Leders. Man verarbeitet bei derselben namentlich Kalb- und Ziegenfelle, zuweilen auch Schaffelle, und nennt das fertige Leder, das fast ausschließlich für Beschuhungszwecke verwendet wird, Kalbkidleder bzw. Chevreaux. Die Rohfelle werden nach genügender Erweichung und Aefcherung im Kalkfächer enthaart, gut rein gemacht, mit Kleienbeize gebeizt und durch Wässern und Fassonarbeiten sorgfältig vom Kalke befreit. Die starken Köpfe der Kalbfelle werden nach dem Aefchern ausgefalzt oder ausgefchoren (Kalbskopfschermaschine). Die Gerbung wird gegenwärtig fast immer im Walkfasse, das etwas größer als das der Glacégerberei ist, ausgeführt und ist etwa in einer Stunde vollendet. Die Trocknung und das Weißzurichten erfolgt in gleicher Weise wie beim Glacéleder. Die Kidleder, die fast nur schwarz gefärbt werden, müssen vor dem Färben brofschier werden und dann eine Nachgare erhalten. Das Schwärzen erfolgt in ähnlicher Weise wie beim loharen Leder, entweder durch Auftragen auf der Tafel oder durch Tauchen im Troge. Die Felle werden erst mit einer Blauholzabkochung, der meist etwas Kaliumbichromat zugesetzt wird, grundiert und dann mit einer Eisensalzlösung geschwärzt. Nach dem Färben werden die Kidleder gespült, getrocknet und wieder zugerichtet, was man als „Finish“ bezeichnet; hierbei werden die Felle angefeuchtet, gestollt und im Schlichtrahmen erst mit dem stumpfen und dann mit dem scharfen Schlichtmonde geschlichtet, wodurch die Fleischseite egalisiert wird. Die Leder erhalten dann einen Vorlüfter (bestehend aus einer Emulsion von Seife, Wachs und Talg in einer Blauholz-

abkochung) und werden mit einem heißen Bügeleisen auf der Narbenseite gebügelt, damit der dem Kidleder eigne milde Glanz zum Vorschein kommt, worauf noch der fogenannte Fettlüfter (bestehend aus einem homogenen Gemisch von Olivenöl, Wachs, Talg und Kolophonium) aufgetragen und sorgfältig eingerieben wird. Nach dem Einziehen des Fettlüfters wird die Narbenseite fauber abgerieben und die Ränder werden beschnitten. Zum Stollen (D.R.P. Nr. 44 373, 87 499) und zum Bügeln (D.R.P. Nr. 81 838) von Kidleder werden jetzt auch Maschinen verwendet. Die fogenannten Glanzchevreaux sind Zickelkidleder, die nach dem Färben auf der Narbenseite mit der Glanzmaschine gegläntzt worden sind.

Chromgerberei (f. a. **Chromleder**, Bd. 2, S. 456, ferner [54] und [59]). Die neueren Chromgerbverfahren, von denen in Nordamerika mehrere patentiert worden sind, weichen wesentlich von den früheren Methoden ab; durch dieselben, namentlich durch das Verfahren von Schultz und das von Dennis (Amer. Pat. Nr. 495 028), ist die Chromgerbung in ein Stadium getreten, in dem sie schon viel Erfolge errungen hat.

Bei der Schultz'schen Methode werden die Blößen zunächst in eine Lösung von Kaliumbichromat, der zum Freimachen der Chromsäure Salz- oder Schwefelsäure zugemischt wird, und dann in eine mit Salzsäure veretzte Lösung von Natriumthioisulfat gebracht; in diesem erfolgt die Reduktion der Chromsäure zu einer Chromoxydverbindung, die auf der Hautfaser niederge schlagen wird und mithin gerbend wirkt. Dieses Verfahren wird kurzweg auch als Zweibad- oder Reduktionsverfahren bezeichnet.

Bei dem andern Verfahren geht man entweder vom Chromalaun aus und stellt sich aus diesem eine Lösung von basischem Chromsulfat oder von Chromoxychlorid-Chlornatrium her, oder man verwendet direkt die im Handel unter dem Namen Tanolin, Corin, Chromalin, Chromgerbextrakt u. f. w. käuflichen konzentrierten Lösungen von basischen Chromoxydsalzen. Die Blößen brauchen nur einige Tage in Lösungen dieser Chromsalze eingehängt zu werden. Da bei diesem Verfahren der Gerbprozeß in einem Bade durchgeführt wird, so nennt man daselbe auch das Einbadverfahren. Das Zweibadverfahren, bei dem schwache Felle in wenigen Stunden und die stärksten Häute in 1—2 Tagen gegerbt werden können, arbeitet schneller, ist aber umständlicher als das Einbadverfahren. Nach beiden Methoden werden jetzt Leder von sehr guter Qualität als Ober-, Maschinen-, Näh-, Schlag- und Bänderriemenleder hergestellt und unter den verschiedensten Phantasiennamen, wie Corin, Groiscin, Dixin u. dergl., in den Handel gebracht. Das Chromleder ist sehr widerstandsfähig gegenüber Feuchtigkeit und Hitze. Die Fleischseite bleibt immer etwas wollig, ähnlich wie Samischleder. Man verarbeitet jetzt Rindshäute, Kalb-, Schaf- und Ziegenfelle zu Chromleder. Die Gerbung selbst erfolgt entweder durch Einhängen oder Einlegen der Blößen in die einzelnen Lösungen oder durch Einwalken in Walkfässern. Das Schwärzen und Fetten hat direkt nach dem Gerben oder nach schwachem Antrocknen zu erfolgen. Nach vollständiger Trocknung werden die Leder wenig angefeuchtet und in ähnlicher Weise wie die weißgaren Leder durch Stollen und Schlichten zugerichtet.

Es sind noch mehrere Reduktionsverfahren, bei welchen wie bei der Schultz'schen Methode die Blößen zuerst in eine angeäuerte Kaliumbichromatlösung und dann in ein Reduktionsbad gelangen, vorgeschlagen worden. Norris (Amer. Pat. Nr. 498 067, 498 077 und 518 467) führt die Reduktion mit Schwefelwasserstoff und Jahn (Amer. Pat. Nr. 504 012—504 014 und 511 007) mit Schwefelwasserstoff und arsenigsauren Alkalien bei gleichzeitiger Anwesenheit von Zink- und Manganulfat aus. Sadtler verwendet zur Reduktion essigsäurehaltige Eisenvitriollösung. Amend (Amer. Pat. Nr. 542 971) trinkt die Blößen im ersten Bade mit freier Chromsäure und reduziert dieselbe im zweiten Bade mit Hilfe eines aromatischen Amines oder eines Salzes desselben, wozu sich am besten salzsaures Anilin eignet. Heinzerling verwendet bei seinem neuesten Chromgerbverfahren (Amer. Pat. Nr. 527 162) im ersten Bade chromsaures Chromoxyd, an dessen Stelle auch Chrombichromatmonosulfat oder basisches Chromchromatsulfat treten kann. Nachdem die Häute innerhalb einiger Wochen vollständig gar gemacht worden sind, kommen sie zur Erzielung eines hohen Gewichts in ein zweites Bad, das verschiedene Metallsalze, wie Chromchlorid, Aluminium-, Chrom-, Chromthioisulfat, gelöst enthält.

Bisher hat man mittels Chromgerbung nur weiche Leder, aber kein Sohlleder herstellen können; Möller (D.R.P. Nr. 89 964) setzt die chromgaren Leder im feuchten Zustande im Wasser oder durch Einhängen in Dampf einige Zeit einer Temperatur von 100° aus, wodurch dieselben nach dem Trocknen so hart und fest werden, daß sie nach einer dem Sohlleder entsprechenden Zurichtung (Walzen, Hämmern) wie dieses zu verwenden sind. In neuester Zeit werden auch Chromvacheleder erzeugt.

Eisfengerberei. Eisfengare Leder werden jetzt in der gerberischen Praxis nicht mehr hergestellt.

V. Gerberei diverser Lederarten.

Fettgarleder (f. a. **Fettgerberei**, Bd. 3, S. 756) wird gewöhnlich aus geschwitzten oder gekalkten Rindshäuten hergestellt und findet namentlich zu Näh- und Bänderriemen Verwendung. Damit die fertigen Leder die Farbe des loharen Leders besitzen, werden die gut rein gemachten Blößen zunächst in einer starken Fichtenbrühe 1—2 Tage schwach angegerbt, ein wenig aufgetrocknet (was man als „Abwelken“ bezeichnet), in einer dünnen Alaun-Kochsalzlösung schwach weißger gemacht und dann auf der einen oder auf beiden Seiten mit einer aus Talg und Pferdefett bestehenden Fettmischung bestrichen; das Einwalken des Fettes erfolgt entweder in Walkfässern, Fettgarlederkenntmaschinen oder andern Apparaten (D.R.P. Nr. 4224 und 66 172). Hierauf werden die Leder auf der Fleisch- und Narbenseite auf der Tafel gestoßen, damit die Häute eine glatte Façon annehmen, getrocknet und zuletzt noch gekripelt.

Crownleder (vgl. a. Bd. 2, S. 483) ähnelt in seiner Herstellung und Verwendung sehr dem Fettgarleder. Die abgewelkten Blößen werden auf der Tafel mit einem gleichförmigen Gemisch von Talg, Pferdefett (ursprünglich auch Butter, Milch, Rindsgehirn u. dergl.), Mehl und Kochsalz

befrichen und mehrere Stunden in heizbaren Walkfässern gewalkt, bis die Gare die Häute vollständig durchdrungen hat. Die weitere Zurichtung ist wie beim Fettgarleder. Das Crownleder wird fast ausschließlich zur Herstellung von Schlagriemen verwendet.

Transparentleder. Diese Lederart (D.R.P. Nr. 16771), die im wesentlichen mit Glycerin konservierte Blöße ist, dient zur Herstellung von Näh- und Bänderriemen. Die gut rein gemachten Blößen werden in Rahmen gespannt und während des Trocknens bei gewöhnlicher Temperatur mit Glycerin, dem man zuweilen noch etwas Salizylsäure, Pikrinsäure und Borax zusetzt, befrischen; wenn die Trocknung nahezu vollendet ist, kann noch ein Ueberfrisch mit Kaliumbichromat- und dann mit Schellacklösung erfolgen.

Dongolaleder, f. Bd. 3, S. 3.

Pergament- und Trommelleder sind gut rein gemachte und aufgetrocknete Blößen, die während des Trocknens in Rahmen gespannt werden und dabei eine besondere Behandlung erfahren. Man verarbeitet Efels- und Schweinhäute, Kalb-, Schaf- und Ziegenfelle zu Pergament- und Trommelleder. Die in Rahmen gespannten Blößen werden zunächst auf der Fleischseite sorgfältig von Fleisch und Unterhaut befreit, durch Schaben egalisiert, mit Kreidepulver kräftig eingerieben und, vor der Sonne geschützt, an der Luft langsam getrocknet. Während des Trocknens muß das Einreiben und das Abfchleifen beider Seiten mit Bimsstein mehrmals wiederholt werden, nach dem Trocknen werden die Leder vollständig glattgeschliffen.

Literatur: [1] Knapp, Dingl. Polyt. Journ. 1887, 267, 181. — [2] Séguin, Ann. Chim. 20, 53; Prechtl, Techn. Enzyklop. 9, 238; Payer, Compt. rend. 43, 933; Stenhoufe, Ann. Chim. 104, 239; Muntz, Ann. Chim. et Phys. IV, 20, 309; Knapp, Natur und Wesen der Gerberei und des Leders, München 1858; v. Schroeder und Päßler, Dingl. Polyt. Journ. 1892, 284, 256, 283. — [3] Reimer, Dingl. Polyt. Journ. 1872, 205, 143. — [4] Ann. Chim. Phys. 1870, 309. — [5] Dingl. Polyt. Journ. 1893, 287, 258, 283, 300. — [6] Bericht über die Verhandlungen der Kommission zur Feststellung einer einheitlichen Methode der Gerbstoffbestimmung, Kassel 1885. — [7] v. Schweder, Methode zur Bewertung der Gerbmateriale, Tharand 1898. — [8] Eitner, Jahresber. der chem. Technologie 1886, S. 1030. — [9] Dingl. Polyt. Journ. 1858, 150, 319. — [10] Ebend. 1867, 183, 255. — [11] Ebend. 1881, 240, 66. — [12] Ebend. 1862, 163, 88; 1863, 169, 333. — [13] Ebend. 1896, 300, 139; 1896, 301, 90. — [14] Ebend. 1896, 301, 90. — [15] Ebend. 1865, 177, 171. — [16] Ebend. 1889, 272, 95. — [17] Jahresber. der chem. Technologie 1873, S. 838. — [18] Dingl. Polyt. Journ. 1845, 97, 60; 1846, 99, 240. — [19] Ebend. 1893, 289, 137, 210, 229. — [20] Ebend. 1838, 69, 39; 1839, 71, 483, 72, 318. — [21] Ebend. 1840, 76, 400. — [22] Ebend. 1845, 98, 145. — [23] Ebend. 1881, 239, 71. — [24] Ebend. 1827, 25, 241; 1828, 29, 273. — [25] Ebend. 1859, 151, 456; 1860, 157, 388. — [26] Ebend. 1824, 13, 342; 1826, 20, 107; 1832, 46, 155. — [27] Ebend. 1843, 87, 157. — [28] Ebend. 1824, 15, 310. — [29] Erster Jahresber. der chem. Technologie 1865, S. 682. — [30] Ebend. 1873, S. 861. — [31] Dingl. Polyt. Journ. 1832, 45, 377; 46, 155. — [32] Ebend. 1845, 97, 60; 1846, 99, 240. — [33] Ebend. 1895, 295, 211. — [34] Ebend. 1866, 181, 311; 1872, 205, 253, 358, 457. — Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Gerberei handelt: [35] Dingl. Polyt. Journ. 1895, 297, 19, 40, 66, 89; 1896, 301, 235, 259, 283. — An selbständigen Werken seien genannt: [36] Günther, Die Fabrikation des lohgaren Leders, Weimar 1867. — [37] Damourrette, Matériel des industries du cuir, Paris 1869. — [38] Günther, Lehrb. d. Glacélederfabrikation, Berlin 1873. — [39] Wiener, Weißgerberei, Wien 1877. — [40] Vincent, La fabrication et le commerce des cuirs et des peaux, Paris 1879. — [41] Sietzmann, Die Herstellung der Leder, Berlin 1880. — [42] Heinzerling, Grundzüge der Lederbereitung, Braunschweig 1882. — [43] Procter, A text-book of tanning, London 1885. — [44] Stevens, The manufacture of leather, London 1885. — [45] Davis, The manufacture of leather, Philadelphia und London 1885. — [46] Käs, Lohgerberei, Weimar 1886. — [47] Villon, La fabrication des cuirs, Paris 1889. — [48] Faire, Le cuir et les peaux, Paris 1891. — [49] Muspratts Encyclop. Handb. der techn. Chemie, Bd. 3, Art. Gerberei, 4. Aufl., Braunschweig 1891. — [50] Hoffmanns, Die Herstellung der lohgaren Leder, Weimar 1893. — [51] Wiener, Lohgerberei, Wien 1894. — [52] Procter, Leather Industries, London 1898 (deutsche Uebersetzung von Päßler, Berlin 1901). — [53] Jettmar, Praxis und Theorie der Ledererzeugung, Berlin 1901. — [54] Borgman, Chromgerbung, Berlin 1902. — [55] Vignon, La tannerie, Paris 1903. — [56] Borgman-Krahner, Unterlederfabrikation, Berlin 1904. — [57] Procter, The principles of leather-manufacture, London 1903. — [58] Borgman, Feinlederfabrikation, Berlin 1901. — [59] Jettmar, Chromgerbung, Leipzig 1900. — [60] Schmidt und Wagner, Gerbereitechnisches Auskunftsbuch für die Gesamtlederindustrie, Durlach (Selbstverlag). — Zu den bedeutendsten gerberischen Fachzeitschriften gehören: Der Gerber, Wien, seit 1873; Deutsche Gerberzeitung, Berlin, seit 1858; Ledermarkt, Frankfurt, seit 1878, mit wissenschaftlich-technischer Beilage „Collegium“; La halle aux cuirs, Paris.

Päßler.

Lederabfälle, wegen ihres Stickstoffgehaltes zu Düngemitteln verarbeitet. Ihr Stickstoffgehalt ist je nach der Art des Leders sehr schwankend und beträgt nach Abzug der Feuchtigkeit 4—11 %.

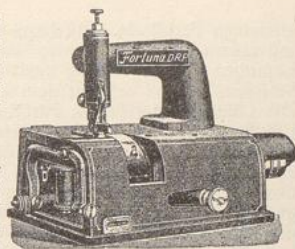
Die Lederabfälle werden zu Ledermehl verarbeitet; da Ledermehl aber eines der am schlechtesten wirkenden Stickstoffdüngemittel ist, so verarbeitet man sie neuerdings direkt, indem sie in einem Bleikeffel mit Schwefelsäure von 50—60° Bé erhitzt werden. Das Leder löst sich hierbei in der Schwefelsäure auf und diese wird dann wie gewöhnliche Schwefelsäure zum Aufschließen bei der Fabrikation der Superphosphate (f. Phosphorsäuredünger) verwendet. Hierdurch wird der gefamte Stickstoffgehalt des Leders erhalten, seine Substanz hingegen vollkommen zerstört, und das ist wichtig, weil die Gerbfäure derselben das Faulen der tierischen Stoffe im Boden in unerwünschter Weise verlangsamt.

Weitz.

Lederabschärfmaschine dient zum maschinellen Zuschärfen (Abschärfen) der Kanten von Leder, Kunstleder, Karton, Filz, Pappe, Gummistoff u. f. w.

Eine vielfach verwendete Konstruktion stellt die Figur (A. Hirth, Cannstatt) dar. Diese Maschine besitzt ein rotierendes ringförmiges Messer *a*, an dem das zu schärfende Leder durch Transportwalzen vorbeigeführt wird. Für das Schärfen des Messers ist ein Schmirgelschleifstein *b* in die Maschine eingebaut.

A. Widmaier.



Lederappretur, f. Lederkonservierung.

Lederbeschwerung, unzulässige Imprägnierung von Leder mit Stoffen, welche entweder nicht im normalen Leder vorhanden sind, oder mit solchen, welche einen Bestandteil des normalen Leders bilden und demselben zu Beschwerungszwecken in größerer Menge einverleibt werden.

Zu der ersten Gruppe gehören namentlich Zucker, Chlorbaryum und Baryumfulfat (Kochsalz nur in seltenen Fällen), von welchen beschwerte Leder bis zu 20% enthalten, und zur zweiten Gruppe Wasser, Fett und Gerbstoff. Beschwerden der letzteren Art liegen vor, wenn Leder schlecht getrocknet, zu stark gefettet (Ueberfettung) oder beim Schluß des Gerbprozesses mit sehr starken Brühen oder sogar mit Gerbextrakten imprägniert worden sind.

Päßler.

Lederfärberei. Lohgare Leder, wie Zeugleder, Blankleder, Oberleder, Vachetten (für Koffer, Reisetaschen, Portefeuillearbeiten u. dergl.), Kalbleder, Saffiane, Korduane u. f. w., werden auf der Narbenseite sehr häufig gefärbt.

Das Schwarzfärben (Schwärzen) wird meistens unter Anwendung der natürlichen Pflanzenfarbstoffe, neuerdings auch mit künstlichen Farbstoffen ausgeführt; das Leder wird hierzu in trockenem Zustande auf eine Tafel gelegt und auf die Narbenseite wird zunächst der Grund und dann die Schwärze aufgetragen. Der Grund ist eine konzentrierte Abkochung von Blauholz und Gelbholz oder ersterem allein, welcher meist noch Ammoniak oder Soda oder Hirschhornsalz zugesetzt wird. Als Schwärze verwendet man eine Eisenfalzlösung, und zwar entweder Eisenvitriollösung oder holzessigsaures Eisen oder eine der üblichen, von den Gerbern selbst hergestellten Schwärzen. Dieselben werden erzeugt, indem man Eisendrehspäne mit saurem Bier (Bierchwärze) oder mit saurer Milch (Milchschwärze) oder mit saurer Lohbrühe (Lohbrühchwärze) übergießt und einige Zeit stehen läßt, bis sich die wirksamen Eisenfalte (essigsaures und milchsaures Eisen) gebildet haben. Die schwarze Farbe wird bei diesem Schwarzverfahren durch Bildung eines dunkeln Farblackes (Verbindung des Eisenoxyduls mit dem Farbstoff des Blau- bzw. Gelbholzes) oder von gerbfauern Eisen hervorgerufen.

Das Färben der lohgaren Leder in einer andern Farbe als Schwarz wird feltener mit Pflanzenfarbstoffen, häufiger mit den direkt färbenden künstlichen organischen Farbstoffen, vorzugsweise mit den basischen, weniger mit den sauren, ausgeführt. Vor dem Färben erfordern die lohgaren Leder eine besondere Vorbereitung, die darin besteht, daß sie durch Auswaschen im Walkaffe und auf der Tafel von Säure, Unreinigkeiten, ungebundenem Gerbstoff u. dergl. vollständig befreit und hierauf durch Einlegen oder Walken in süßen Sumachbrühen, an deren Stelle man zuweilen süße Weidenlohbrühen verwendet, nachgegerbt werden. Diese Nachgerbung bewirkt eine starke Aufhellung, eine Verbesserung der Qualität des Leders und hat außerdem zur Folge, daß beim Färben der Farbstoff gleichmäßig an das Leder anfällt. Zur Erzielung eines hellen Aussehens werden in manchen Gerbereien die Leder abwechselnd durch stark verdünnte Schwefelsäure und durch Bleizuckerlösung (Ausfällung von weißem Bleifulfat auf der Lederoberfläche) oder lediglich durch die erstere gezogen.

Beim Ausfärben unterscheidet man zwei Verfahren: das Färben auf der Tafel mit der Bürste (Streichverfahren) und das Tauchverfahren (Tunkverfahren oder Färben in der Flotte). Das erstere wird namentlich bei den Zeugledern und Vachetten (überhaupt bei den Häuten), das letztere bei Kalb-, Schaf- und Ziegenledern (bei den Fellen) angewendet.

Für das Streichverfahren werden die ausgewaschenen und nachgegerbten Leder fertig zugerichtet und getrocknet; das Färben erfolgt alsdann in trockenem Zustande auf der Tafel durch Auftragen der Farbstofflösung mittels einer Bürste. Man trägt hierbei erst eine verdünnte Lösung des Farbstoffes bzw. des Farbstoffgemisches (etwa 1,25 g pro Liter) auf, läßt trocknen, trägt eine etwas stärkere Lösung (etwa 2,5 g pro Liter) auf, trocknet wieder und gibt alsdann einen Auftrag mit der stärksten Lösung (etwa 5 g pro Liter); das Aufbürsten der stärksten Lösung wird so oft wiederholt, bis der richtige Farbton erreicht ist. Die Temperatur der Farbstofflösungen soll 30—40° C. betragen.

Bei dem Tunkverfahren wird jedes Fell nach der Behandlung in der Sumachbrühe auf der Tafel mit dem Messingchlicker ausgereckt, und für den Fall, daß die Fleischseite ungefärbt bleiben soll, werden zwei Felle (Fleischseite auf Fleischseite) ebenfalls mit Hilfe des Schlickers fest aufeinander gelegt und hierauf in der Farbstofflösung (Färbflotte), die eine Temperatur von 45—50° C. haben soll, gleichmäßig und beständig hin und her bewegt. Als Gefäße dienen flache Kästen, deren Boden etwas geneigt ist. Auf ein mittelgroßes Fell, das auf beiden Seiten gefärbt werden soll, bzw. auf zwei zusammengelegte Felle, rechnet man etwa 6 l Färbflotte. Die Konzentration der Färbflotte und die Zeitdauer des Tunkens ist abhängig von der Intensität der gewünschten Farbe. Nach dem Färben werden die Felle in lauwarmem Wasser gespült, auf der Tafel ausgereckt, auf Lattengestelle aufgenagelt und getrocknet.

Besonders beliebt sind die braunen Farben in den verschiedensten Abtönungen, die man vielfach durch Kombination von verschiedenen Farbstoffen erzeugt. Man mischt entweder die festen Farbstoffe und bringt die Gemische in Lösung, oder man mischt die Lösungen der

einzelnen Farbstoffe. Als Regel gilt hierbei, daß basische Farbstoffe nur mit basischen, saure nur mit sauren gemischt werden dürfen, weil basische und saure Farbstoffe beim Mischen ihrer Lösungen sich gegenseitig ausfällen. Will man einen basischen Farbstoff mit einem sauren kombinieren, so muß erst mit dem sauren ausgefärbt und dann mit dem basischen nachgefärbt werden. Die Lösungen der sauren Farbstoffe müssen übrigens stets einen Zusatz von Schwefelsäure oder Essigsäure erhalten. Ein vielfach angewendetes Mittel zur Erzeugung von braunen Farbtönen ist die Kombination eines Farbstoffes bzw. von Farbstoffgemischen mit der verdünnten Lösung eines Eisensalzes (vorzugsweise mit holzessigsaurem Eisen); das Eisensalz wirkt hierbei nicht direkt auf den Farbstoff, sondern bildet mit dem im Leder befindlichen vegetabilischen Farbstoff gerbfaures Eisen, dessen blaugraue Farbe die Farbe des Farbstoffes je nach der Konzentration der Eisensalzlösung mehr oder weniger abtönt. Zum Abtönen einzelner Farben wird in der Lederfärberei zuweilen auch Kaliumbichromat verwendet, indem vor dem Färben die Leder mit einer Lösung desselben behandelt werden. Der im Leder vorhandene Gerbstoff wird durch das Bichromat zu dunkel gefärbten Verbindungen oxydiert, wodurch die Abtönung der Farbe erreicht wird. Dieses Mittel greift das Leder ziemlich stark an. In manchen Gerbereien ist es üblich, den im Leder vorhandenen Gerbstoff vor dem Ausfärben durch Behandlung mit einem Antimonfalze, z. B. Brechweinstein, zu fixieren; es sollen dadurch gleichmäßige Ausfärbungen erzielt werden. Auf Verfahren zur Herstellung von marmoriertem Leder sind Epstein (D.R.P. Nr. 78855) und Becké (D.R.P. Nr. 87779) Patente erteilt worden.

Von weißgaren Ledern wird Kidleder fast immer in Schwarz, Glacéleder in verschiedenen Farben gefärbt. Das Schwarzfärben des Kidleders erfolgt gewöhnlich nach dem Tunkverfahren. Die Felle werden nach dem Brotschieren (auch Pürgen genannt) und nach der Nachgare (s. Leder, S. 106) zur Hälfte, Fleischseite auf Fleischseite, zusammengeklappt, zunächst einige Minuten in eine Blauholzabkochung, welcher meist noch Ammoniak und Kaliumbichromatlösung zugesetzt wird, hierauf in eine Eisensalzlösung (meist Eisenvitriol, der in der Lederfärberei vielfach die Bezeichnung „Kupferwasser“ führt, oder holzessigsaures Eisen) eingetaucht und alsdann in reinem Wasser gespült, getrocknet und zugerichtet. Das Glacéleder wird fast ausschließlich mit Pflanzenfarbstoffen, nur ausnahmsweise mit künstlichen organischen Farbstoffen gefärbt; es kommen die Abkochungen von Blau-, Rot-, Gelb-, Fisettholz, Quercitronrinde, Kreuzbeeren, Fichtenrinde und Bablah sowie Hartriegelbeer- und Holundersaft zur Verwendung. Diese Farbstoffe müssen durch Anwendung gewisser Metallsalze (Alaun, Zinkvitriol, Kupfervitriol, Eisenvitriol) auf dem Leder fixiert werden, wobei der unlösliche Farblack (Verbindung des Farbstoffes mit einem Metalloxyd) ausgefällt wird. Die verschiedenen Metallsalzlösungen, die man in der Glacélederfärberei als Nachdunkler oder Turners bezeichnet, geben mit jeder einzelnen Farbstofflösung verschiedene Farbtöne. Damit die Ausfällung des Farblackes in möglichst vollständiger Weise erreicht wird, erhält das Leder vor dem Auftragen der Farbstofflösung eine alkalische Beize; als solche wurde ursprünglich in Gärung übergegangener Urin (Urinbeize), welcher seine alkalische Wirkung dem Gehalte an kohlenfaurem Ammon verdankt, verwendet; gegenwärtig wird als Urinerersatz häufig eine wässrige Lösung von kohlenfaurem Ammon (Hirschhornsalz) und Kaliumbichromat benutzt. Müller (D.R.P. Nr. 66998) empfiehlt als Urinerersatz starkverdünnte alkalische Abfallauge aus den Melaffenzuckerungsanstalten, welches Verfahren sich jedoch in der Praxis nicht bewährt hat. Durch Mischen der Farbstofflösungen und Anwendung verschiedener Turners kann man auf Glacéleder jeden beliebigen Farbton herstellen. Das Färben des Glacéleders erfolgt entweder durch Tunken in den Farbstofflösungen (Plongeverfahren) oder durch Auftragen derselben mit einer Bürste (Streichverfahren). Bei dem ersten, nur für helle Farbtöne angewendeten Verfahren werden die brotschiereten Felle in der Farholzabkochung bzw. in Gemischen derselben so lange geknetet, bis sie die gewünschte Farbe angenommen haben; der im Leder vorhandene Alaun fixiert hierbei den Farbstoff auf dem Leder. Die dunkleren Farben auf Glacéleder werden immer nach dem Streichverfahren hergestellt. Die Felle werden hierzu nach dem Brotschieren und nach der Nachgare mit einem Messing- oder Holzschlicker auf einer platten oder schwachgewölbten Tafel glatt ausgereckt und zunächst mit der alkalischen Beize, dann mehrmals mit der Farbstofflösung und schließlich mit dem Nachdunkler (Tourner) überbürstet. Für hellere Farben verwendet man als Nachdunkler eine Lösung von Zinkvitriol oder Alaun oder schwefelsaurer Tonerde (weißes Tourner), für etwas dunklere Farben, namentlich für die grünen, Kupfervitriollösung (blaues Tourner), für noch dunklere Farben eine Lösung von Salzburger Vitriol, d. i. ein mit Eisenvitriol verunreinigter Kupfervitriol (grünes Tourner), und für schwarze oder graue Farben Eisenvitriollösung in verschiedenen Konzentrationen (schwarzes bzw. graues Tourner). Nach jedem Auftrage werden die Felle mit reinem Wasser abgospült und ausgereckt; nach dem letzten Auftrage erfolgt das Trocknen bei 30–35° C. unter regem Luftwechsel.

Die als Dänischleder, Chairleder oder Suède bezeichnete Lederart ist Glacéleder, das nicht auf der Narbenseite, sondern auf der glattgeschliffenen Fleischseite gefärbt worden ist und das bei seiner Verwendung als Handschuhleder mit der Fleischseite nach außen getragen wird. Das Schleifen der Fleischseite erfolgt entweder mittels Bimssteins von Hand oder mittels Schleifmaschinen. Das Ausfärben (Chairfärberei) wird in gleicher Weise wie beim Glacéleder ausgeführt, und zwar bei den helleren Farbtönen durch Tunken und bei den dunkleren Farbtönen auf der Tafel nach dem Streichverfahren. Die gefärbten Leder werden nach dem Ausrecken getrocknet und zugerichtet.

Ueber die Verwendung von künstlichen organischen Farbstoffen in der Weißgerberei hat Müller [3] Untersuchungen angestellt; nach denselben eignen sich für diesen Zweck die basischen Farbstoffe überhaupt nicht und von den sauren nur wenige. Zum Ausfärben von Leder, speziell für Glacéleder, sind verschiedene Färbemaschinen konstruiert worden; die wichtigsten sind die von Krüger von Knabe (D.R.P. Nr. 57714), von Skucek und Jelen (D.R.P. Nr. 57590),

von Ergang (D.R.P. Nr. 83087) und Rieder. Diese Maschinen eignen sich nur für kleinere Leder, wie Kalb-, Schaf- und Ziegenfelle, und bewähren sich auch nur bei der Herstellung dunkler Farbtöne.

Das Färben des Chromleders. Nachdem in neuerer Zeit das Chromleder auf dem Ledermarkt sich einen Platz erobert hat, wird dasselbe außer in Schwarz auch in jeder andern Farbe hergestellt. Das Schwärzen erfolgt in gleicher Weise wie beim loharen und weißbaren Leder. Beim Ausfärben in den übrigen Farben werden die Chromleder erst einige Stunden in ein Sumachbad eingelegt, hierauf gespült und in feuchtem Zustande nach dem Streich- oder nach dem Tunkverfahren ausgefärbt, wozu man sich meist der basischen Farbstoffe bedient; es sind hierbei dieselben Regeln wie bei der Färberei des loharen Leders zu beobachten.

Färberei des sämischbaren Leders. Das Sämischleder wird nach zwei Verfahren gefärbt. Bei dem ersten wird der Farbstoff (gewöhnlich verwendet man die unlöslichen Mineralfarbstoffe, z. B. Ocker) mit Wasser und einem Bindemittel, wie Stärkekleister, zu einem dünnen Brei verrieben und dieses Gemisch mit einer Bürste auf das Fell aufgetragen. Das so gefärbte Leder ist wenig widerstandsfähig gegenüber Wasser; beim Waschen des Leders verliert dasselbe seine Farbe. Das zweite Verfahren, bei dem man ausschließlich Pflanzenfarbstoffe verwendet, ähnelt sehr der Färbemethode der Glacéfärberei. Da das Sämischleder kein Metallsalz, welches den Pflanzenfarbstoff fixieren kann, enthält, so muß es zunächst mit einem solchen imprägniert (gebeizt) werden; für helle Farben wählt man Alaun und Weinstein, für dunklere Farben holzessigsaures Eisen. Nach dem Beizen erfolgt das Ausfärben mit der Farbstofflösung, wobei im Gegensatz zum ersten Verfahren ziemlich licht- und waschechte Farben erzielt werden. Gegenwärtig erfolgt das Färben von Sämischleder auch häufig mit künstlichen Farbstoffen. Das Ausfärben wird wie in der Glacéfärberei entweder durch Auftreichen oder durch Tunken vorgenommen.

Literatur: [1] Beller, Glacélederfärberei, Weimar 1886. — [2] Färberztg., 6. Jahrg., S. 293; 7. Jahrg., S. 99. — [3] Ebend., 6. Jahrg., S. 330.

Lederfeile, mit Leder überzogenes Holz zum Polieren (f. d.) von Metall.

Lederfett, f. Lederkonservierung.

Lederimitationen, f. Lederfurrogate.

Lederkohle durch Erhitzen von Lederabfällen unter Luftabschluß hergestellte Kohle, die zum Einfatzhärten (f. Einfetzen) benutzt wird. Sie wirkt von den andern zum Einfatzhärten angewendeten, aus tierischen Substanzen gewonnenen Kohlen (Hornkohle, Knochenkohle) erfahrungsgemäß am günstigsten. *A. Widmaier.*

Lederkonservierung, Verfahren, um dem Leder diejenigen Eigenschaften, die es bei feiner Herstellung erlangt hat, während der Lagerung und Benutzung zu erhalten und um seine Haltbarkeit während der Verwendung zu erhöhen.

Bei der Lagerung von Leder ist darauf Wert zu legen, daß es den natürlichen Wassergehalt behält bzw. infolge Lagerung nicht zu sehr austrocknet. Bei gefetteten Ledern muß während der Lagerung wegen der durch Zerfetzung der Fette stattfindenden Verminderung des Fettgehaltes für eine Nachfettung gesorgt werden, die am besten durch Einfetten der schwach angefeuchteten Leder oder Lederwaren mit Degras, Tran oder mit einem erwärmten Gemisch von Tran und Talg erfolgt; mineralische Fette sind möglichst zu vermeiden.

Die Art der Mittel zur Konservierung des Leders während der Verwendung, besonders auch zur Erhöhung der Haltbarkeit, richtet sich nach der betreffenden Lederart. Lederöhlen werden am besten durch Tränken mit gewöhnlichem oder gekochtem Leinöl konserviert. Es existieren im Handel unter den verschiedensten Phantasiennamen sehr viele Sohlenkonservierungsmittel, deren Hauptbestandteil in der Regel auch Leinöl oder ein Leinölpräparat ist, die aber meist noch andre Zusätze erhalten haben, denen gewöhnlich keine besondere Wirkung zukommt, z. B. Mineralfette, Nitrobenzol (um den Geruch der Grundsubstanz zu verdecken), Kautschuklösungen (zur Erhöhung der Wasserdichtigkeit) u. f. w. Die aus Harzen oder sehr hoch schmelzenden Mineralfetten bestehenden Sohllederkonservierungsmittel geben dem Leder eine unerwünschte große Härte und sind deshalb nicht empfehlenswert. Lederriemen und Schuhoberteile aus loharem Leder werden während der Verwendung am besten mit Degras, Tran oder Talg oder mit einem Gemisch derselben eingefettet; auch hier sind Mineralfette möglichst zu vermeiden. Zusätze zu den obenangegebenen Fetten (namentlich solche mit einem ausgesprochenen Geruch, um denjenigen der Hauptbestandteile zu verdecken, z. B. Nitrobenzol, Juchtenöl, Teeröle, Rosmarinöl) haben keine besondere Wirkung. Chromleder soll während der Verwendung als Schuhoberleder nicht mit den üblichen Lederfetten nachgefettet, sondern von Zeit zu Zeit mit sogenannter Ledercreme behandelt werden, deren Grundsubstanzen meist Wachs, Terpentinöl und geringe Mengen von tierischen und pflanzlichen Fetten sind, die aber noch mancherlei Zusätze, namentlich auch Farbstoffe, erhalten können. *Päßler.*

Lederlacke, f. Leder 7. (Lackleder) und Spirituslacke.

Lederleim, Tafelleim, mit etwas Terpentin und wenig Essig.

Er ist (nach C. Otto Gehrckens) „in kaltem Wasser aufzuweichen und dann zu kochen; der Leim muß dünnflüssig, aber dabei kräftig sein. Man trage ihn schnell auf die sorgfältig ausgefärbten und angewärmten Enden, lege zwei Wärmplatten oben und unten an und presse dieselben mit Schraubzwingen, so daß der Leim aus dem Ansatz hervorquille und so wenig als möglich im Ansatz verbleibe.“ Preis 8 M/kg. *Lindner.*

Ledermehl, f. Lederabfälle.

Ledermosaik, Ziertechnik der Kunstbuchbinderei, Leder- und Galanteriewarenfabrikation, welche Figuren und sonstige Ziermotive aus verschiedenfarbigem,

dünn ausgeschliffenem Leder auf dem Grundleder aufklebt. Wird das Leder in natürlicher Stärke ausgeschnitten und in den genau passenden Ausschnitt des Grundleders eingefügt, so bezeichnet man dies als Lederintarfia.

Während die Mosaik stets mittels Hand- oder Pressendruck vergoldet wird, läßt man bei der Intarfia meist die Farbe allein wirken, wendet aber auch häufig Metall-, Schildpatt-, Perlmuttereinlagen gleichzeitig an. Die Mosaik ist leichter und schneller auszuführen und durch die ausgleichende und kontrastvermittelnde Wirkung des Goldes bedeutend effektvoller, daher beliebter und häufiger angewendet als Intarfia. Die auf dem angeschmierten Zinkblech ausgeschnittenen Lederstücke werden in den Vordruck eingeklebt und das Ganze mit Eiweiß grundiert und vergoldet (f. Goldpressung). Bei der Intarfia werden so viele Lederstücke von gleicher Stärke, als Farben verwendet werden sollen, mittels Kleisterwasser leicht übereinander geklebt, und man schneidet sie in halbfeuchtem Zustande nach der aufgepausten Zeichnung mit schmalen, dünnem Messer gleichzeitig zusammen aus. Sodann wird durch Anfeuchten die leichte Klebvorrichtung gelöst, die einzelnen Teile ineinander gefügt und durch Aufkleben eines festen Papiers mit dickem Kleister auf die Rückseite die Verbindung hergestellt. Durch zweckentsprechendes Pressen — bei glatten Ledern mit polierter Stahlplatte, bei gerarnten unter Vorlage weichen Papiers — wird diese Verbindung vervollständigt und geebnet.

Literatur: Einzelheiten sowie Vorlagen enthalten die Werke: Adam, Lehr- und Handbuch der Buchbinderei, Dresden-Berlin 1885; Derf., Die Kunst des Blinddrucks, der Handvergoldung und der Ledermosaik, Leipzig 1892; Kersten, Moderne Entwürfe künstlicher Bucheinbände, Halle 1904; Weatley, Remarkable bindings in the Brit. Museum, London; Horn, Handvergoldung und Lederauflage, Gera 1891; Löwenstein, Buchbindereikunstarbeiten der Gegenwart, Dresden-Berlin 1892; Michel, L'ornementation des reliures modernes, Paris 1889; Uzanne, La reliure moderne, artistique et fantaisiste, Paris 1887.

Lederpapier, f. Lederfurrogate.

Lederpapierstoff (brauner Holzstoff, Lignitcellulose), ein durch Behandlung mit Dampf in einem geschlossenen Metallgefäße braungefärbter Holzschliff, der namentlich zu braunen Packpapieren verwendet wird.

Lederpappe, f. Pappforten.

Lederriemen für Kraftübertragung die gebräuchlichsten Riemen (f. d.). Baumwolltreibriemen (Bd. 1, S. 626) sind dehnbarer, Haartreibriemen fester und gleichmäßiger, Gummireibriemen widerstandsfähiger gegen Feuchtigkeit; doch hat gerade das Leder die günstigste Vereinigung der für dauerhaften Betrieb erforderlichen Eigenschaften. Die Herstellung guter Treibriemen aus Leder bedingt Gewissenhaftigkeit in der Auswahl der Häute nach Rasse und Gerbung, Geschick in der Benutzung der einzelnen Bahnen einer Haut und Sorgfalt in der Zusammenfassung gleichartiger Stücke. Die auffallende Verschiedenheit innerhalb einer Haut, teils infolge des ungleichen natürlichen Wachstums, teils wegen der künstlichen Einebnung der Wölbungen, z. B. der Stellen an den Hüften, erkennt man aus Fig. 1, die nach C. Otto Gehrckens in Hamburg für Streifen von je 30 cm Länge und 5 cm Breite die Zerreißkraft, die Dehnung bis zum Zerreißen und das Gewicht jedes Streifens angibt [1]. Die Dicke der Haut beträgt etwa 5 mm im Rücken und wächst bis auf 8 mm an den Flanken des Tieres, nahezu im Verhältnis der Gewichtszahlen. Das spez. Gew. ist 0,9—1,1. Zur Herstellung von Treibriemen werden die einzelnen Bahnen naß gestreckt und bearbeitet, wobei die Länge um 20—25% wächst, die Dicke um 1 mm abnimmt, und die 1—1,5 m langen Stücke mit schrägen Fugen geleimt und dann vernäht. Doppelriemen werden mit den Fleischseiten zusammengeleimt und der Länge nach genäht und kosten das Doppelte.

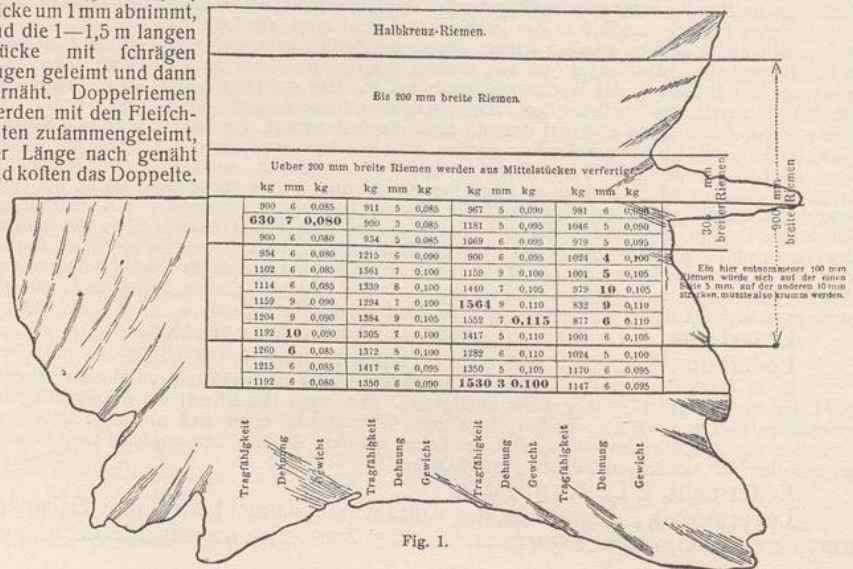


Fig. 1.

Preis eines einfachen Riemens für je 1 m Länge:

Riemenbreite	25	50	70	100	150	200	300	600	900 mm
II. Wahl, leicht	0,50	1,00	2,00	3	5	—	—	—	— M./m
schwer	0,75	1,50	2,50	4	6	9	—	—	— "
I., mittelfark	—	2,00	3,00	5	8	11	17	35	— "
fark	—	—	4,00	6	10	13	21	44	66 "
befondere Wahl	—	—	5,00	8	13	18	28	58	88 "

Chromlederriemen, weich und fest, sind für feuchte und heiße Räume brauchbar. Sie kosten 6 M. für je 1 m Länge, 100 mm Breite und 5 mm Dicke.

Näh- und Bänderriemen aus zähem Chromleder oder fettgarem Leder kosten bei 60 cm Länge 10 M., bei 1 m 20 M., 1,5 m 45 M. für 100 Stück.

Rundriemen sind entweder rundgeheilte Lederfchnüre mit schrägen Leimfugen in allen Stärken von 2–10 mm oder schraubenförmig gewundene Riemen von 3–16 mm Durchmesser oder aus schmalen Streifen geflochtene Seile.

Durchmesser	3	7	10	13	16	20	26	30 mm
Preis für Rundleder	0,3	0,7	1,50	—	—	—	—	— M./m
Wendelriemen	0,3	0,7	1,15	1,60	2,20	—	—	— "
Seile	—	—	1,30	1,80	2,50	3,20	5,30	6,50 "

Gliederriemen (Fig. 2) bestehen aus vielen kleinen Lederlappen, die nach Art der Gelenkketten mit quer durchgehenden, an beiden Enden auf Scheibchen vernieteten Stiften verbunden sind. Der Riemen läßt sich, unter Kürzung um je zwei Gliedlängen, endlos schließen. Im Verhältnis zum einfachen Riemen hat er gleiche Breite, doppelten Preis und vierfaches Gewicht. Weil er keine Leimfuge hat, kann er in feuchten Räumen benutzt werden. Für steil ansteigende Triebe ist er ungeeignet.



Fig. 2.

Keilriemen mit trapezförmigem Querschnitt [2] von 10 bis 15 mm Dicke und 15–40 mm Breite liegen auf den Scheiben in keilförmig gedrehten Rillen nur mit den schrägen Seitenflächen auf; die Flankenneigung ist etwa 1 : 3. Sie bestehen aus zwei oder drei Lagen Leder, verleimt, genietet oder mit Kupferdraht genäht, leiden aber sehr durch die häufigen Biegungen und Streckungen, so daß man sie vielfach durch Baumwollseile ersetzt hat. Man spart durch Keilriemen an Breite, besonders bei Stufenscheiben. Eine Abart bildet ein mit trapezförmigen Holzklötzen besetzter Lederriemen [3].

Ledergurte für Aufzüge erhalten 40 kg/qcm Zugspannung (Bd. 4, S. 682).

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884, S. 740. — [2] Ebend. 1894, S. 454. — [3] Ebend. 1907, S. 1198. Lindner.

Lederfarben, f. Lederkonfervierung.

Lederfchnitt, das aus Rindsvachetteleder mittels Handarbeit hergestellte kunstgewerbliche Produkt, das zur Dekoration von Büchereinbänden, Galanterieartikeln, Geschirrtellen, Zimmergeräten, zu Wandbekleidungen und Möbelbezügen verwendet wird. Vgl. Kunstgewerbe.

Die Ornamente und Figuren werden teils eingeritzt zur Erzielung einfacher Flächenmuster, teils durch Treiben von der Rückseite her ein Relief gestaltet sowie durch Niederpunzen des Grundes hervorgehoben. Man zeichnet die Vorlage auf Pausleinwand und überträgt sie mit Rötel auf die Vorderseite und mit blauem Oelpapier unter Anwendung von Punkturflüssen auf dieselbe Stelle der Rückseite. Die Linien auf der Vorderseite werden nun mit spitzem Messer in einer der Zeichnung entsprechenden Haltung bis zur halben Lederstärke eingeschnitten, das Leder angefeuchtet, mit der Vorderseite auf eine weiche dichte Unterlage gelegt und durch Drücken und leichte Hammerschläge die Reliefpartien herausgetrieben. Die entflandenen Vertiefungen werden mit Pflastin, Wachs oder sonstigem bildsamen Material ausgefüllt, nunmehr das Leder von der Vorderseite bearbeitet und durch Niederdrücken des Grundes, eventuell durch Punzen desselben sowie Ausmodellieren des Reliefs die Arbeit vollendet. Durch weitere Zutaten, Bemalung, Vergoldung, Beschläge, wird die künstlerische Wirkung noch gesteigert.

Literatur: Fritzsche, Anleitung und Vorlagen zum Lederfchnitt, Leipzig 1889; Büttner, Lederfchnitt und Lederplastik, Frankfurt 1892; Saalfeld, Lederfchnitt, Papierzeitung 1894, Nr. 92–96; Pralle, Der Lederfchnitt als Kunsthandwerk, Halle 1903. Saalfeld.

Lederfchwärzen, f. Lederfärberei.

Lederfurrogate. Zum Ersatz des Leders werden für die verschiedensten Zwecke Kunstprodukte unter den Bezeichnungen Kunstleder, Cuir factice, Lederpapier, Braunholzpapier, Ledertuch, Lederimitation u. f. w. hergestellt. Man fucht Geweben pflanzlichen oder tierischen Ursprunges durch eine geeignete Behandlung die Eigenschaften des Leders, wie Festigkeit, Haltbarkeit, Glanz, Widerstandsfähigkeit gegenüber Wasser u. dergl., zu verleihen, oder man zerfahert Lederabfälle (Blanchierfpane nach der Entfettung, Falzfpane, schwache Spaltflücke, Lederabfchnitte u. f. w.) und stellt daraus auf naffem Wege nach dem Prinzip der Papiererzeugung Lederpappen her, welchen durch Anwendung der verschiedensten Mittel die dem Leder zukommenden Eigenschaften erteilt werden.

Lueger, Lexikon der gesamten Technk. 2. Aufl. VI.

Die Lederfurrogate finden Verwendung namentlich zur Herstellung von Brandfohlen für gewöhnliches Schuhwerk, zu Futterleder für Phantasiaartikel, in der Portefeuilerei, als Möbel- und Tapetenleder, als Fußbodenbelag u. dergl.

Nach Kohnstein und Heilmann (Polytechnisches Zentralblatt 1854, S. 1278) werden Gewebe wiederholt mit einer aus Ruß und Leinölfirnis bestehenden Mischung getränkt, nach dem Trocknen der Masse mit Bimsstein poliert und noch mehrmals mit Leinölfirnis bestrichen. In ähnlicher Weise verfährt Piper (Polytechnisches Zentralblatt 1855, S. 1212), welcher die in Rahmen gespannten Gewebe erst mit Mehlkleister und dann mehrmals mit einem beliebig gefärbten Firnis befreicht; nach dem Trocknen und Polieren erfolgt zur Erzielung eines hohen Glanzes noch ein Ueberzug mit Kopallack. Die Verfahren von Newton (Dingl. Polyt. Journ. 1858, Bd. 150, S. 432), Micoud, Destibeaux (Jahresber. d. chem. Techn., 1857, S. 429), Guyot de Brun unterscheiden sich von den obigen nur in unwesentlichen Punkten. Das gegenwärtig sehr in Aufnahme gekommene Linoleum (f. d.) ist auch als ein Lederfurrogat aufzufassen. Bei andern Lederfurrogaten werden leinene oder wollene Gewebe oder Papier bzw. Pappe entweder mit einer Kautschuklösung durchtränkt, wodurch das Produkt nach der Verdunstung des Lösungsmittels eine lederartige Beschaffenheit annimmt, oder mit Leimlösung und nachher mit einer Substanz behandelt, welche den Leim in eine unlösliche, gegen Wasser möglichst widerstandsfähige Verbindung überführt, namentlich mit vegetabilischen Gerbstoffen, essigsaurem Tonerde und Kaliumbichromat. Durch Zumischen von Farbstoffen zu der Leimlösung und durch Einpressen von Mustern kann man beliebige Färbungen und Bemusterungen auf der Oberfläche des Kunstleders herstellen. Auf diesen oder ähnlichen Prinzipien beruhen die Verfahren von Sinn (D.R.P. Nr. 6472), Stierlin (D.R.P. Nr. 9140), Lippold (D.R.P. Nr. 15181), Hurwitz (D.R.P. Nr. 17677), Fell (D.R.P. Nr. 23492), Glatz (D.R.P. Nr. 24177 und 28887), Pollack (D.R.P. Nr. 18662), Roulleau (D.R.P. Nr. 109846).

Bei der Verarbeitung von entfetteten Lederabfällen zu Kunstleder werden diese zunächst zerkleinert, was entweder durch Vermahlen, in ähnlicher Weise wie das Zerkleinern des Holzes in den Holzschleifereien, oder durch Zerschneiden und Zerfasern, in gleicher Weise wie die Zerfaserung der Lumpen in den Holländern der Papierfabriken, ausgeführt wird. Aus dem zerkleinerten Materiale werden nach dem Prinzip der Papiererzeugung je nach der Verwendung mehr oder weniger dicke Lagen hergestellt, die im trockenen oder halbtrockenen Zustande mit Kautschuklösung, Leinölfirnis, Metallfalzlösungen oder nacheinander mit Leimlösungen und Gerbstofflösungen so behandelt werden, daß in der Masse eine gegen Wasser widerstandsfähige Verbindung erzeugt wird. Durch Zumischen von Farbstoffen zu den Lösungen und durch Aufpressen von beliebigen Mustern, wie z. B. künstlichem Narben, kann man diese Surrogate im Aussehen dem Leder sehr ähnlich herstellen. Sören (D.R.P. Nr. 1664), Micklewood (D.R.P. Nr. 3128), Pollack (D.R.P. Nr. 18662), Cohn und Wollheim (D.R.P. Nr. 19166), Brunswick Barton (D.R.P. Nr. 60015) und Bögel (D.R.P. Nr. 70191) haben bei den ihnen patentierten Verfahren diese Prinzipien zur Anwendung gebracht.

Das als Cuir factice bezeichnete Produkt wird meist in der Weise hergestellt, daß dünne, lohgare Spaltstücke aufeinander geklebt und dann so gepreßt werden, daß sie gleichmäßig dicke Schichten bilden, die zur Herstellung von Brandfohlen Verwendung finden können. Literatur: Sichling, „Collegium“ 1906, S. 184 ff. Päßler.

Ledertuch, f. Lederfurrogate.

Lee, die vom Winde abgekehrte Seite eines Schiffes, im Gegensatz zu Luv.

Lee (Lëu, Mehrzahl Lei), der rumänische Piaſter = 1 Frank = 100 Bani.

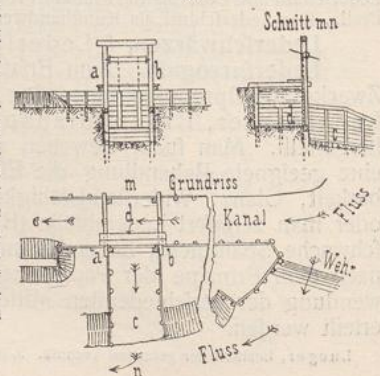
Leegierig, Neigung eines Segelschiffes, vom Winde abzufallen, d. h. nach Lee zu drehen, im Gegensatz zu luvgerig.

Leer, 1. leerer Dachbock (f. Dachstuhl); 2. leere Decke, bei welcher keine Auffüllung zwischen den Balken vorhanden, vielmehr nur der Fußboden aus Brettern aufgelegt ist (f. Decke, Fig. 1, Bd. 2, S. 678); 3. leeres Feld (f. Freifeld, Bd. 4, S. 190).

Leerfahrten, -züge, f. Eisenbahnbetrieb V, A; VI, A; IX, C; X, B.

Leerfluter (Leerlauf, Leerfuß, Ablaßschleufe), die an einem Mühlgraben oder sonstigen Kanale zumeist in der Uferlinie angeordnete Schleufe *ab* mit allfällig anschließendem, zum Flusse abführendem Gerinne *c* (f. die Figur).

Wird die Schütze aufgezogen, so fällt das Wasser in die Vertiefung *d* und fließt aus dieser in den Leerlauf *c*; hierdurch wird also die Fortsetzung *e* des Kanals leer gehalten. Sonst findet bei höheren Wasserständen über der Schützenoberkante ein Ueberfall statt zur Ableitung des überflüssigen Wassers. Liegt *ab* nahe an der Abzweigung des Kanals vom Flusse, so kann der Leerfluter auch als Spülschleufe dienen, d. i. zum Fortschwemmen der am Kanaleingange etwa abgelagerten Sinkstoffe. Manchmal ist ein mit der Wehranlage verbundener Grundablaß (f. d.) zugleich auch als Leerlauf in Anwendung.



Leergebinde, auch Freigebinde, Gebinde mit den Leerparren, d. h. den Sparrenpaaren, die zwischen den Dachbänden angeordnet sind (f. Dachstuhl, Holzdachstuhl, Bd. 2, S. 513).

Leergepärre, f. Dachstuhl, Bd. 2, S. 513.

Leerherd, f. Herdarbeit, Bd. 5, S. 42.

Leerlauf, derjenige Tätigkeitszustand einer Maschine bzw. eines Mechanismus, bei dem die eingeführte mechanische Arbeit durch die inneren Bewegungswiderstände aufgezehrt wird.

Leerlauffrom, f. Motor, elektrischer.

Leerscheibe, f. Losscheiben.

Leesegel, f. Befegelung.

Leeweg, Weg des Schiffes nach Lee; f. Abtritt.

Legebrett (Justierbrett), ein Instrument zur Prüfung von Libellen (f. d.).

Legereisen, f. Hereintreibearbeit.

Legel, hölzerne oder eiserne Ringe, mittels welcher ein Stagsegel am Stag oder Leiter angereicht ist; eine runde Spliffung im Liek eines Segels zum Einfetzen einer Kaufsch.

T. Schwarz.

Légendres Theorem für die Gammafunktion, f. Gammafunktionen.

Legeställe, f. Federviehställe, Bd. 3, S. 661.

Leghaken, f. Drainage, Bd. 3, S. 51.

Legierung, Mischung von zwei oder mehreren Metallen, deren Eigenschaften im Gemisch mehr oder weniger verändert und kombiniert werden. Legierungen finden in der Technik die ausgedehnteste Anwendung, indem man in ihnen das Material besitzt, metallische Stoffe von fast jeder gewünschten Härte, Dichte, Luftbeständigkeit, Schmelzbarkeit, Dehnbarkeit, elektrischer und Wärmeleitfähigkeit u. f. w. herzustellen und zwar in Abstufungen, die eine viel genauere Anpassung an spezielle Anforderungen aller Art gestatten, als die Eigenschaften der reinen Metalle sie bieten.

Ueber die Natur der Legierungen im allgemeinen läßt sich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit ausagen, daß sie lockere chemische Verbindungen und, jedenfalls in geschmolzener Form, im wesentlichen daselbe wie Lösungen sind. Daß beim Vermischen geschmolzener Metalle Wärmetönungen (f. d.) auftreten, hat zahllose Analoga bei Lösungen und kann als Beleg für die Bildung chemischer Verbindungen aufgeführt werden. Die Erscheinungen beim Schmelzen und Erstarren von Legierungen [1] stehen insbesondere aufs genaueste im Einklang mit den für Lösungen gültigen Gesetzen. Aus diesen folgt, daß, falls keine festen Verbindungen sich bilden, also die einzelnen Metalle sich aus der Schmelze in reiner Form abcheiden, jede Legierung niedriger schmilzt als die schwerst schmelzbare Komponente und daß bei Variierung der Mengenverhältnisse der Komponenten man stets solche Verhältnisse findet, bei denen die Legierungen niedriger schmelzen als die leichtest schmelzende Komponente. Legierungen von dem Mengenverhältnis der Komponenten, bei welchem der Schmelzpunkt der niedrigst erreichbare ist, heißen eutektische [2]; die Eutektika sind vollständig analog den Kryohydraten (f. d.). Es enthalten die Metalle

	nach Newton	nach Rose	nach Lichtenberg	nach Wood
Wismut	8	2	5	4 Gewichtsteile
Blei	5	1	3	2 "
Zinn	3	1	2	1 "
Cadmium . . .	—	—	—	1 "
Schmelzpunkt .	94,5°	93,75°	91,6°	60,5°

während von den Komponenten keine unter 230° schmilzt. Eine Legierung von 8 Kalium und 5 Natrium schmilzt bei +6°.

Einige bekannte Legierungen sind Messing, Bronze, Neufilber, Aluminiumbronze, Nickelstahl, Letternmetalle, Lagermetall, Manganin, Konstantan, Nickelin, Lote u. f. w. (vgl. die verschiedenen Einzelartikel). Die Edelmetalle werden im praktischen Leben auch ausschließlich in Gestalt von Legierungen verwendet; so enthalten in 100 Gewichtsteilen:

deutsche Goldmünzen	90 Gold,	10 Kupfer
18 karätiges Gold	75 "	25 "
14 karätiges Gold	58,5 "	41,5 "
deutsche Silbermünzen	90 Silber,	10 "
Schmuckfachensilber meist	80 "	20 "

Legierungen anderer Metalle mit Quecksilber heißen Amalgame (f. d.).

Kompliziertere Erstarungsverhältnisse treten auf, wenn die Komponenten der Legierungen sich zu festen Verbindungen vereinigen, wie solche zwischen Kupfer und Zink (Messing), bei vielen Amalgamen und insbesondere bei Eifen mit Kohlenstoff bekannt sind. Es können dann

in den erharteten Schmelzen je nach den Mengenverhältnissen und der Abkühlungsgeschwindigkeit neben den Partikeln der reinen Komponenten und dem feinsten feinkörnig erstarrenden Eutektikum noch mannigfaltige, den Salzhidraten vergleichbare Verbindungen auftreten, was man häufig nach den Methoden der Metallographie (f. d.) feststellen kann.

Literatur: [1] Ostwald, Lehrbuch d. allgem. Chemie, 2. Aufl., Leipzig 1891, Bd. 1, S. 1018 ff.; Winkelmann, Handbuch der Physik, Breslau 1896, Bd. 2, 2, S. 626 ff. — [2] Ostwald a. a. O., S. 1022. Winkelmann, a. a. O., S. 628; Guthrie, Philos. Magaz. (5) 17, S. 462 (1884). *Abegg.*

Lehftener Schiefer, dunkle Tonstiefer des Kulms (untere Steinkohlenformation), die mit glatten Flächen nicht parallel zu den Schichtflächen, sondern unter spitzem Winkel zu ihnen spalten und im großen zu Dachstiefer verwendet werden. Die blaueschwarzen Arten enthalten viel Kohleteilchen und Kalkspat in feiner Verteilung und sind weniger widerstandsfähig als die blaugrauen, die eine sehr reine und feine Beschaffenheit zeigen und zu den besten deutschen Dachstiefiern zählen. *Leppia.*

Lehm, ein durch Eisenoxydhydrat gelb oder braun gefärbter, an Sand (mindestens 10%) reicher, also sehr magerer Ton oder toniger Sand, der teils aus der Verwitterung von kieselsäurearmen, aber feldspatreichen Eruptivgesteinen (Bafalte, Melaphyre, Porphyrite, Andesite u. f. w.), teils auch von Tonstiefiern, sandigen Schiefertönen und tonigen Sandsteinen und selbst von Mergel und mergeligen Kalken hervorgeht.

Glimmer in kleinen Schüppchen und Kalkspat sind ihm oft beigemischt. Er haftet nicht an der Zunge, besitzt einen glanzlosen Strich und glättet sich beim Reiben mit dem Fingernagel nicht. Große Mengen Wasser nimmt er auf (bis zu 50%), wenn er sich ausdehnen kann, und gibt sie langsam wieder ab, ist im feuchten Zustand immerhin knetbar, ohne indessen sehr plastisch zu sein. Beim Brennen wird er zuerst rot und schmilzt dann zu einer blaugrauen oder schwarzen Schlacke. Die aus der Verwitterung von Bafalt und Melaphyr hervorgehenden Lehme (Wacken oder Wackentone) sind die eisenreichsten (bis 10% $Fe_2(OH)_6$) und an Sand ärmsten, also relativ fettesten Lehme und enthalten häufig Ausscheidungen von Brauneisenerz in Körnern und Knötchen (Bohnerz). Die Verwitterungslehme sind meist die am meisten mit nichttonigen Substanzen vermengten Lehme. Sie enthalten oft unvollständig zersetzte Körner des Muttergesteins, sind nur schwer formbar und kleben wenig an den Fingern. Ihre Ablagerungsorte sind die Schwellen flacher Abhänge. Werden ihre feinen Bestandteile durch Regen weggespült und in die Flüsse geführt, dann werden sie von diesen als Schlammlehm in Schichten wieder abgesetzt. Auf diese Weise sind meist mehrere Meter mächtige Schichten von den Flüssen der Diluvial- und Jetztzeit in den breiten Flußbetten abgelagert worden (Diluvial- und Alluvial- oder Auelehm). Schlammlehm ist zumeist fetter und von grober Beimengung reiner, aber oft kalkhaltiger Lehm, der sich, ohne viel abzufärben, leicht zu Mehl zerreiben läßt, den eigentümlichen Tongeruch (Ammoniak) beim Anhauchen gibt, knet- und formbar ist und beim Austrocknen nicht sehr schwindet und berstet. Von Löß unterscheidet er sich äußerlich durch dunklere Farbe, durch Mangel an Kalkausscheidungen und eine gewisse blätterige oder Abfonderung im trockenen Zustand.

Löß ist ein kalkreicher, feinsandiger Lehm. Der Gehalt an kohlenfauerm Kalk (bis zu 36% CO_3Ca) ist in feinen Krusten um die einzelnen Sandkörner verteilt und erzeugt so eine feste Bindung derselben; im trockenen Zustand ist er porös und steht gut, und zwar in oft meterhohen Wänden. Gewöhnlich führt Löß auch noch dünne weiße Röhren und faustgroße runde Knollen von Kalk (Lößkindel). An der Oberfläche der Lößablagerungen ist der Kalkgehalt meist bis auf Metertiefe durch gelöste Humussubstanzen und Regen ausgelaugt und fortgeführt und an seine Stelle ein sandiger Lehm getreten. Löß zerfällt mit Wasser vermischungsgänzlich, ist also nicht plastisch, dagegen sehr durchlässig, besitzt eine hellgelbe bis hellgraulichgelbe Farbe, fühlt sich wie ein feines Mehl oder Staub an, ist bei einem Kalkgehalt über 10% wenig knet- und formbar und berstet alsdann beim Brennen. Löß lagert zumeist auf flachen Gehängen nahe der Talsohle und in derselben und wurde vorzugsweise von kalkreichen Flüssen der Diluvialzeit abgelagert (Rheinebene und -niederung), niederdeutsches Tiefland u. f. w.

Die Verwendung des Lehmes schließt sich an diejenige des Tones an. Der Reichtum an Flußmittel schließt feuerteste Erzeugnisse aus Lehm aus. Backsteine und Ziegel werden in erster Linie aus Lehm hergestellt, daher die Bezeichnung Ziegelerde oder Ziegellehm. Untergeordnet ist die Verwendung zur Herstellung von Lehmwänden (mit Stroh vermengt), von Bodenbelag, zum Dichten von Fugen gegen Wasser, zum Verbessern sandiger Böden u. f. w. Nur kalkarme Löße können noch zur Ziegel- und Backsteinbrennerei verwendet werden. Dafür gilt Löß als der fruchtbarste und am leichtesten zu bearbeitende Ackerboden; f. a. Geschichtelehm.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, Leipzig 1894, Bd. 3, S. 767; Senf, F., Die Tonsubstanzen, Berlin 1879. *Leppia.*

Lehmans Satz, f. Meßtisch.

Lehmans Schraffiermethode, f. Bergzeichnung.

Lehmbau, f. Stampfbau.

Lehmeßrich, f. Lehmfchlag.

Lehmformerei, -guß, f. Eifengießerei.

Lehmkneter, -knetmaschinen, f. Mischmaschinen.

Lehmpatzen, f. Lehmstein.

Lehmschindel, aus Lehm und Stroh erfellte Tafel zur Dachdeckung ländlicher Bauten; sie erhält eine quadratische Form von ca. 60—70 cm Seite bei einer Dicke von 8—10 cm. Als Unterlage von überdeckenden Strohlagen vermindert sie die Feuergefährlichkeit und gibt ein sehr dichtes und warmes Dach.

Lehm Schlag (Lettenschlag) dient:

1. zur Dichtung gegen Wafferandrang an Grundmauern oder zur Dichthaltung von Abtrittgruben; 2. als Estrich, zu Fußböden von landwirtschaftlichen Gebäuden, besonders Tennen, Küchen und Stallungen, ferner von Kegelbahnen und Speichern, bei letzteren zum Schutze gegen Feuergefahr. Der Lehmestrich besteht aus festgeschlagenem Lehm, auf welchen Ochsenblut gegossen, sodann Hammer Schlag aufgetragen wird, um die Oberfläche dichter und zäher zu machen. Der Lehm wird zuerst mit Wasser angefeuchtet, mit Füßen getreten und bildsam gemacht, hierauf mit dem Pritschbläuel festgeschlagen. Die Stärke des Lehm Schlags ist bei Drehtennen und Kegelbahnen 20—25 cm, bei Räumen ebener Erde 15—18 cm, auf Gebälken 7—9 cm. *Weinbrenner.*

Lehmstampfbau, f. Stampfbau.

Lehmstein (Lehmziegel), ein aus Lehm in Form und Größe der Backsteine gefertigter Stein, der, nur an der Luft getrocknet, zum Bauen verwendet wird.

Wird nur reiner Lehm verwendet, so nennt man ihn auch Luftstein; werden jedoch zum Lehm noch gehacktes Stroh oder Spreu beigemischt, um ein gleichmäßiges Trocknen und besseren Zusammenhang zu bewirken, so wird er auch Lehmpatzen genannt. Er dient zur Ausführung von äußeren und inneren Mauern; bei ersteren ist jedoch die Feuchtigkeit sorgfältig abzuhalten. In südlichen Ländern war der Lehmstein bei den geschichtlichen Völkern des Altertums ein vielverwendetes Baumaterial, besonders zum Kern des Mauerwerks (Pyramiden). Vitruv widmet ihm in seinem Werke über Baukunst ein besonderes Kapitel (III. Buch, 3. Kap.). Seine heutige Verwendung ist auf landwirtschaftliche Bauten beschränkt. *Weinbrenner.*

Lehmwand, 1. Bleich- oder Kleibwand, eine Fachwand, deren Felder mit Staken oder Stückstecken ausgefüllt sind, die mit Strohlehm umwickelt werden; 2. aus Lehmsteinen (f. d.) aufgeführte Wand (hierbei ist der Steinverband wie bei Backsteinmauern durchzuführen, statt des Kalkmörtels dient geschlämmter Lehm); 3. ganze Mauer aus Lehm (f. Stampfbau). *Weinbrenner.*

Lehne (Efel), f. Papierfabrikation.

Lehrriegel (Brustriegel), oberster Abfluß an Brüstungen oder Geländern von Brücken, Balkonen u. f. w.

Lehrbogen dienen zur Unterstützung der einzelnen Wölbsteine eines Gewölbes, solange es noch nicht geschlossen ist, und bilden, in entsprechender Anzahl nebeneinander gestellt, gegenseitig versteift und verschalzt (f. Schalung), ein zur Ausführung eines Gewölbes dienendes sogenanntes Lehrgerüst (f. d.). *L. v. Willmann.*

Lehrbolzen, f. Meßwerkzeuge.

Lehrbrett, aus einem Brett gefertigte Schablone oder Lehre zu Arbeiten des Steinbauers, Gipsers, Zimmermanns u. f. w. *L. v. Willmann.*

Lehrbrett, f. v. w. Formbrett, f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 357.

Lehrdorn, Bezeichnung für Drehdorne und Meßbolzen für Gewindebohrungen.

1. **Drehdorne** dienen zum Befestigen von Arbeitsstücken mit Bohrungen zwischen Spitzen, indem sie auf die Drehdorne aufgeschoben werden.

Die gewöhnlichen Drehdorne (Fig. 1) sind schwach konische Bolzen mit Körnern, die in ihrer ganzen Länge gehärtet und an den Mantelflächen in den Körnern (f. d.) genau laufend geschliffen sind. Sie sind im Handel in Abstufungen von 3—100 mm Durchmesser und 55—430 mm Länge zu haben. Sie werden in die Bohrungen der Arbeitsstücke eingepreßt.



Fig. 4.

Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 2 stellt einen expandierbaren Drehdorn dar. Er besteht aus einem inneren konischen Dorn, welcher gehärtet und geschliffen ist, und den äußeren federnden Buchsen, welche den verschiedenen Bohrungen der Arbeitsstücke entsprechen. Durch Anziehen der vorderen Mutter expandiert die Buchse um ein wenig und befestigt so das Arbeitsstück. Die hintere Mutter dient zum Lösen des Arbeitsstücks. Im Handel für Buchsendurchmesser 24 bis 105 mm bei 55—160 mm Buchsenlänge zu haben.



Fig. 3.

2. **Meßbolzen für Gewindebohrungen** dienen zum Prüfen der Bohrungen von Muttern und andern Gewindelöchern vor dem Einschneiden der Gewinde auf deren richtige Weite, da bei zu engen Löchern fast immer ein Abreißen der Gewindebohrer eintritt. Sie kommen im Handel in zwei Ausführungen vor: Fig. 3 mit zwei

Maßen (z. B. $\frac{3}{8}''$ und $\frac{7}{16}''$) und Fig. 4 mit einem Maß und einem Gewinde zum Meßen des Muttergewindes. Die Dorne sind gehärtet und auf den Kerndurchmesser des Schrauben- oder Muttergewindes geschliffen.

A. Widmaier.

Lehre, Vorrichtung zur Herstellung genauer Formen.

1. Schablone gibt die Umrißlinien von Gefimfen, Profilen u. f. w. in natürlicher Größe, meist in umgekehrter Form, so daß die Lehre vom Arbeiter eingehalten werden kann, wie beim Steinhauer, oder die Form danach gebildet oder gezogen wird, wie beim Gipfer;

2. Streifen im Wandputz von 15 cm Breite, die meist fenkrecht in Entfernungen von 0,90—1,50 m erstellt werden, um hiernach die ganze Wandfläche eben und winkelrecht herstellen zu können;

3. Lehrbogen, ein bogenförmig ausgechnittenes Brettstück, das bei Mauerung von Öffnungen bis zu 1,20 m Weite dazu dient, die Wölbung des Entlastungsbogens aus Back- oder Bruchsteinen darauf vorzunehmen;

4. Werkzeug zur genauen Bestimmung der Dimensionen technischer Objekte (f. Drahtlehren, Blechlehren, Lehrdorn, Meßwerkzeuge).

Weinbrenner.

Lehrgebände (Lehrgepärr), dasjenige Gebinde eines Dachstuhles (f. Bd. 2, S. 513 ff.), das zuerst auf dem Werkatz vorgelegt wird und nach dem die übrigen Gebinde abgebunden werden.

Weinbrenner.

Lehrgerüste dienen dazu, die Last der Gewölbeteile eines noch nicht geschlossenen Gewölbes aufzunehmen, und sollen gleichzeitig eine „Lehre“ für die der Gewölbelaibung zu gebende Form bilden. Ihre Form darf sich also während des Wölbens möglichst wenig verändern, da sonst Verschiebungen und Kanten-drehungen der Gewölbsteine hervorgerufen würden. Nach Schließung des Gewölbes muß das Lehrgerüst, ohne im Gewölbe Erschütterungen hervorzurufen, sich abfenken und abrüsten lassen (f. Ausrüsten der Lehrgerüste). Bei mehrfacher Verwendung ein und desselben Lehrgerüsts ist es auch von Vorteil, wenn die einzelnen Teile sich leicht lösen und wieder zusammenfügen lassen, was durch Schraubenverbindungen erreicht wird.

Die Standfestigkeit erhält das Lehrgerüst durch die Lehrbogen oder Binder, die, in Entfernungen von 1—2 m voneinander aufgestellt, die Last des Gewölbes, solange es noch nicht geschlossen ist, auf den Erdboden oder auf die Widerlager übertragen und gegen seitliche Verschiebungen durch die Querverbindungen (Zangen, Andreaskreuze und Windstreben) gesichert werden. Die Uebertragung der Gewölbelaft eines im Bau begriffenen Gewölbes auf die Lehrbogen geschieht durch die Schalung, die als vollständige Einschaltung oder als Lagen einzelner Schalhölzer unter jeder Gewölbefchar angeordnet werden kann. Die Ein-

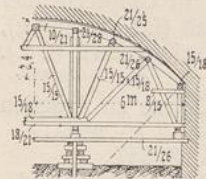


Fig. 2.

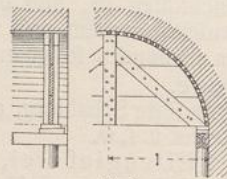


Fig. 1.

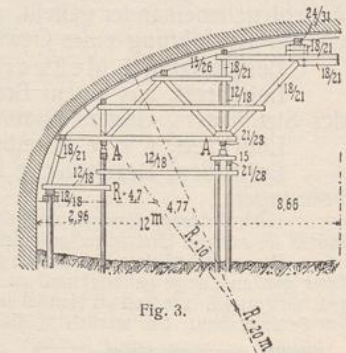


Fig. 3.

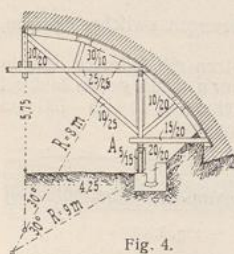


Fig. 4.

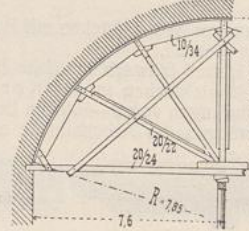


Fig. 5.

schalung sowohl wie die Schalhölzer müssen mit ihrer Oberfläche genau der Form der innern Gewölbelaibung entsprechen. Bei geringen Spannweiten genügt die Aufstellung von entsprechend zugeschnittenen Brett- oder Bohlenlücken, die zwei- oder dreifach mit abwechselnden Fugen aufeinander genagelt und durch Strebebänder versteift sind (Fig. 1). Bei größeren Spannweiten lehnt sich die Anordnung der Lehrgerüste an diejenige der hölzernen Brücken an, und man unterscheidet auch hier fest unterstützte oder feste und freitragende oder gesprenkte Konstruktionen.

Bei den fest unterstützten Lehrgerüsten wird die auf die Knotenpunkte des Kranzes wirkende Last entweder durch lotrechte Stützen oder Pfosten (Ständerystem, Fig. 2 bis 4) oder durch schräge Stützen (Strebenystem, Fig. 5—7) unmittelbar auf den Erdboden (Fig. 2 und 3), zum Teil auf die Widerlager (Fig. 4 und 5) oder auf ein zu diesem Zweck errichtetes Gerüst (Fig. 6 und 7) übertragen. Die Ausrüstvorrichtungen (Keile, Sandfacke, Sand-

töpfe, Schrauben u. f. w., sind an den Endpunkten der Stützen (Fig. 3 und 4 bei A) oder wenn diese durch einen Träger aufgenommen werden, unter diesem so anzubringen, daß er gleichmäßig gefenkt werden kann (Fig. 7 bei B).

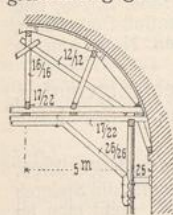


Fig. 6.

Bei den freitragenden oder teilweise freitragenden Lehrgerüsten sind die Binder als Dreiecks-, Trapez- oder Vieleckförmig ausgebildet (Fig. 8 bis 12), und hier sind die Ausrüstvorrichtungen unter dem gemeinsamen Träger (Fig. 8—10) oder an den Punkten, in welchen die Streben sich vereinigen, anzubringen (Fig. 11 und 12).

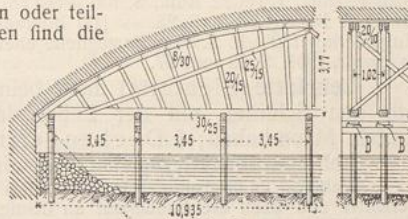


Fig. 7.

Damit während der Ausführung des Gewölbes nur das zulässige Setzen des Lehrgerüstes stattfindet, ist die Verbindung der Knotenpunkte möglichst sorgfältig herzustellen. Besonders in Stoßfugen, in denen Hirnholz auf Hirnholz oder Hirnholz auf Langholz trifft, sind dünne Blech-

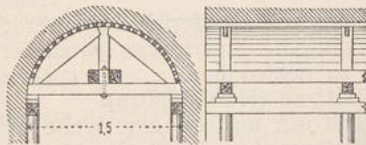


Fig. 8.

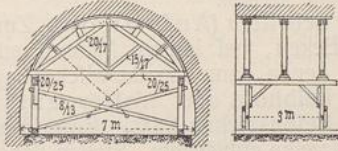


Fig. 9.

platten einzulegen, um ein zu starkes Zusammenpressen der Hölzer an diesen Stellen zu vermeiden. Die Stärke der einzelnen Lehrgerüstteile berechnet sich aus dem Druck, den das aufzuführende Gewölbe während seiner Herstellung in seinen verschiedenen Phasen ausübt. Dieser Druck wird, da gewöhnlich an beiden Kämpfern gleichzeitig mit dem Wölben begonnen wird, sich erst dort geltend machen, wo die Schräge der Gewölbefugen ein Gleiten der Steine und

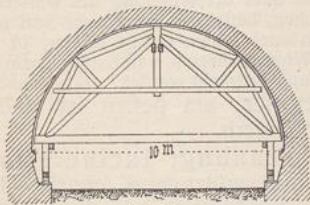


Fig. 10.

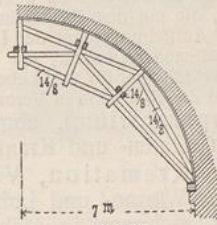


Fig. 12.

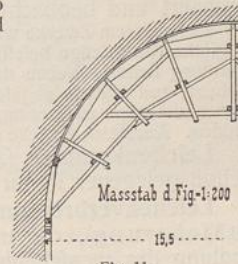


Fig. 11.

somit eine Uebertragung des Druckes hervorruft, nach Rondelet bei einer Neigung der Gewölbefuge $\varphi = 30^\circ$ gegen die Wagerechte, nach Peronet bei $\varphi = 30-40^\circ$, während Bukowfky's Veruche [7], je nachdem die Steine einfach in Mörtel gelegt oder noch mittels Hammerfchlägen angedrückt werden, Winkel von $\varphi = 26-57^\circ$ ergaben.

Mit der stetigen Zunahme der Zahl der Wölbefchichten erhöht sich der Druck und bewirkt daher ein Anheben des Lehrgerüstes, wenn der Scheitel nicht entsprechend belastet wird. Der größte Druck auf das Lehrgerüst findet nach Veretzen der letzten Wölbefchichten vor Einsetzen des Schlußsteins statt, und die Verteilung dieses größten Druckes auf die Lehrgerüstteile läßt sich am besten auf graphischem Wege finden [2], [7], [9], [10] und die daraus erforderliche Stärke der Pfosten, Streben und Kranzhölzer berechnen. Wird die Einwölbung, wie z. B. bei der Wäldtobelbrücke der Arlbergbahn [11], an mehreren Stellen gleichzeitig vorgenommen, so daß auch der Schluß des Gewölbes an mehreren Stellen erfolgen muß, so ist hierauf bei der Berechnung des Lehrgerüstes Rücksicht zu nehmen. In neuerer Zeit sind auch eiserne Lehrgerüste zur Anwendung gekommen [12].

Literatur: [1] Bauernfeind, Vorlegeblätter zur Brückenbaukunde, 3. Aufl., Stuttgart 1876. — [2] Winkler, Vorträge über Brückenbau; Lehrgerüste steinerne Brücken, Wien 1875. — [3] Heinzerling, Die Brücken der Gegenwart, 3. Abt.: Hölzerne Brücken und Lehrgerüste, S. 14, 21, 31, Leipzig 1891. — [4] Handb. der Ing.-Wiss., Bd. 2, 1. Abt., 3. Aufl., S. 239—264, Leipzig 1899. — [5] Handb. der Baukunde, 3. Abt., 4. Heft, S. 302, Berlin 1892. — [6] Handb. der Architektur, Bd. 2, 3. Teil, 3. Heft, S. 220, Darmstadt 1893. — [7] Bukowfky, Ueber die Ausführung der Lehrgerüste für gewölbte steinerne Brücken, Mitteilungen des Arch.- u. Ing.-Ver. f. Böhmen 1870, S. 49. — [8] Stübßen, Mitteilungen über einige ausgeführte Lehrgerüste größerer Spannweite, Rombergs Zeitfchr. f. prakt. Baukunde 1878, S. 85. — [9] Wilke, Lehr- und Arbeitsgerüste, Zeitfchr. f. Bauhandw. 1879, S. 137; Lehrbogen für kleine Steinbogen unter 10 m Spannweite, Nouv. ann. de la constr. 1899, S. 89. — [10] Culmann, Theorie der Lehrgerüste, Programm der Polytechnischen Schule zu Zürich 1857/58; Heinzerling, Theorie und Anordnung der Lehrgerüste gewölbter

Brücken, *Zeitfchr. f. Bauw.* 1874, S. 321; Wittmann, Ueber den Druck der Gewölbe auf die Lehrgerüste, *Zeitfchr. des Bayr. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1874, S. 52, und 1875, S. 95; v. Ott, Vorträge über Baumechanik, I. Teil, 2. Aufl., S. 135, Prag 1877. — [11] *Centrabl. d. Bauverw.* 1884, S. 249, und *Deutsche Bauztg.* 1886, S. 25. — [12] *Eisernes Lehrgerüst beim Bau des Wienfluß-Boulevards*, *Engineering* 1899, II, S. 322; *Bewegliche eiserne Lehrgerüste für Gewölbebauten*, *Nouv. ann. de la constr.* 1901, S. 88 und 97.

L. v. Willmann.

Lehrlatte (Ziehlatte) dient beim Ziehen von Gips- oder Zementgefimmen, um den Schlitten mit der Lehre daran hinzuführen; Befestigung der Latte mittels Mauerhaken; f. Deckengefims, Bd. 2, S. 688.

Lehrspantensystem, Bauweise eiserner Schiffe mit Hilfe eines Lehrgerüsts. Während im allgemeinen beim Bau des Schiffsrumpfes auf der Helling zuerst die Spanten gerichtet und dann die Außenhaut an demselben befestigt und vernietet wird, zieht man im Kriegsschiffbau für den Bau des Unter Schiffes vor, zunächst ein hölzernes Lehrgerüst zu bauen, welches die Hohlform des Schiffskörpers wiedergibt. In daselbe werden dann zuerst die Außenhautplatten nebst Mittelkiel verlegt und vernietet und dann auf denselben die Quer- und Längspanten errichtet. Man spart auf diese Weise die Abstützungen und Stellingen für den Einbau der Spanten und kann den Bau des Schiffsrumpfes zugleich auf der ganzen Schiffslänge in Angriff nehmen.

T. Schwarz.

Lehrstein (Ansetzstein). Zum Veretzen von Quaderschichten werden an den Ecken, bei langen Mauern auch dazwischen, Steine sehr genau veretzt, nach denen dann die dazwischenliegenden zu richten sind.

Weinbrenner.

Leibholz oder Waffergang, f. Schiffbau (Holzschiffbau).

Leibnizscher Satz. Eine Funktion läßt sich nur auf eine Weise in eine Potenzreihe entwickeln. Stellen daher zwei Potenzreihen dieselbe Funktion dar, so sind die Koeffizienten gleich hoher Potenzen in beiden einander gleich.

Wölffing.

Leibung, f. v. w. Laibung (f. d.).

Leichenhaus (Leichenhalle, Totenhaus), Gebäude auf Friedhöfen (f. d.), in Krankenhäusern (f. d.) und Irrenhäusern, in denen die Leichen aufgebahrt und beobachtet werden, um wirklichen oder Scheintod festzustellen.

Zu letzterem Zwecke werden an den Leichen bzw. an den Fingerpitzen derselben leichtbewegliche Klingelzüge befestigt, die mit dem Wärterzimmer oder der Wohnung des Wärters in Verbindung stehen. Neben dem Aufstellungsraum der Leichen, bestehend in großer Saal oder einzelnen, mit Gittern abgeschlossenen Kammern, die sich nach einem Gange öffnen, ist ein Sezier- und Leichenwaschraum, Badezimmer für zum Leben Wiederkehrende und Sargmagazin anzuordnen. Auch eine Kapelle und Zubehör kann in Verbindung gebracht werden.

Weinbrenner.

Leichenkammer (Apparatorium), abgelegener, am besten im Kellergefoß gelegener Raum in Armen- und Krankenhäusern.

Leichenverbrennung (Kremation, Verbrennung; Incineration, Einäschung), die unter Wärme- und Luftzufuhr vollzogene schnelle Umwandlung des menschlichen Leichnams in Asche. Die Anstalten, in denen diese Umwandlung erfolgt, nennt man Krematorien. Bei der vollständigen Verbrennung verbleiben (nach dem Entweichen von hauptsächlich CO_2 , H_2O und N) von zum Teil ebenfalls zeretzten anorganischen Bestandteilen insbesondere diejenigen des Knochengerüsts als weiße, zerbröckelnde Aschenreste, die gesammelt und auf verschiedene Art beigesetzt werden. Verbrennung und Beisetzung zusammen nennt man auch Feuerbestattung.

Verbrennungsapparate. Die vollkommene Verbrennung eines menschlichen Leichnams ist insofern eine schwierige, als einzelne Teile desselben, zumal Lunge, Leber u. f. w. und die im Knochengerüst verdeckt gelagerten organischen Bestandteile, nur von ihrer Oberfläche aus nach und nach verkohlen, abglimmen und verbrennen. Hierzu kommt noch, daß durch die bei der Verbrennung eintretende beträchtliche Volumenabnahme des sich selbst überlassenen Verbrennungsobjektes, also vom umfangreichen Sarg (etwa 2,25 m lang, 0,75 m breit, 0,65—0,72 m hoch) aus leichtem Holz oder Zinklech bis zu dem wesentlich weniger Raum beanspruchenden zusammengefunkenen Knochengerüst, der zugeleiteten, meist sehr hoch erhitzten Verbrennungsluft bald Durchgänge freigegeben werden, die sie zum großen Teil unausgenutzt entweichen lassen. Aus diesem Grunde muß die Verbrennungsluft, je nach Konstruktion der Apparate, in mehr oder weniger großem Ueberschuß zugeführt werden. Da von dem betreffenden Luftquantum die zu dessen Erwärmung erforderlichen Brennstoffmengen, ferner die Dimensionen des Apparates (insbesondere diejenigen seiner Kanäle und seines Schornsteins) und außerdem die Dauer der Verbrennungen abhängig sind, so ist es die mehr oder weniger günstige Art der Einwirkung der Luft auf den Leichnam (oder der sich ergebende Grad der Ausnutzung der Verbrennungsluft) und die Art der Einrichtungen für die Erwärmung der Verbrennungsluft, wodurch die Betriebsergebnisse eines Leichenverbrennungsapparats wesentlich beeinflußt werden. Zur Verminderung der genannten Schwierigkeiten werden in verschiedenen Apparaten (besonders italienischer und amerikanischer Konstruktion) die Verbrennungen ohne Sarg vorgenommen. Bei einigen Apparaten wird der Leichnam (mit oder ohne Sarg) auf einem Wagen in denselben

eingeführt, der während der Gesamtdauer der Verbrennung im Apparat verbleibt und von dem die Aschenreste nach dem Herausfahren abgehoben werden. Bei andern Apparaten dagegen wird der Leichnam (meist ohne Sarg, jedoch in ein etwa mit Alaunlösung getränktes Tuch gehüllt) auf einer metallenen Platte mit oder ohne Rost in den Einäscherungsraum eingebracht und die Aschenreste auf der nach vollendeter Verbrennung herausgezogenen Unterlage gefammelt; wieder andre Apparate benutzen eine solche Unterlage nicht und bei diesen kommt der Leichnam (mit oder ohne Sarg) auf der geschlossenen oder durchbrochenen Sohle des Einäscherungsraums zur Verbrennung; die Aschenreste werden alsdann auf der geschlossenen Sohle direkt oder, wenn diese durchbrochen oder rostartig gestaltet ist, unterhalb derselben aus dem Apparat in ein geeignetes Gefäß geschoben oder gezogen oder fallen unmittelbar, ohne jede Nachhilfe, in ein solches Gefäß, aus dem sie in eine Blechkapsel oder eine Urne übergeführt werden.

Damit der dem Apparat übergebene Leichnam vor der eigentlichen Verbrennung nicht eine langsame Trocknung, Destillation, Verkohlung u. f. w. erleidet, wird der Apparat vor Einführung des Leichnams auf eine entsprechend hohe Temperatur (bei einigen auf 600°, bei andern auf etwa 1000°) angeheizt. Während an einigen Apparaten Einrichtungen getroffen sind, die Verbrennungen in reiner atmosphärischer Luft vornehmen zu können, wirkt in andern die Verbrennungsluft gemischt mit (wenn auch in einzelnen Fällen geringen Mengen) hochtemperierten Verbrennungsprodukten; zuweilen läßt man auch die Flamme einer Feuerung im Einäscherungsraum direkt über den Leichnam hinwegströmen. Zu den Apparaten letztgenannter Art von stets einfacherer Konstruktion gehört der Apparat *Gorini* mit direkter Feuerung für die Einäscherung und einem zweiten Feuer im Schornstein zum Zwecke der Zersetzung der abziehenden Gase. Diesem System ähnlich sind die in Japan benutzten Leichenverbrennungsöfen eingerichtet ([10]

1891 Nr. 2; „Mitteil. der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens“ 1890, Heft 44), von denen mehrere (bis 30 und mehr) in einer Halle aufgestellt sind; das zweite Feuer zur Abgaszerlegung befindet sich im gemeinsamen Schornstein (im Krematorium zu Nippori bei Tokio 22,67 m hoch), und zwar in ungefähr halber Höhe desselben. Ein Anheizen der Apparate vor Einführung des Leichnams findet in den japanischen Öfen nicht statt und ist deshalb und wegen der Lagerung des Brennmaterials in unmittelbarer Nähe des Leichnams der Brennmaterialaufwand ein entsprechend niedriger (etwa 33 kg Holz zum Preise von ca. 90 ¢). Zur Vorwärmung der Verbrennungsluft kommen bei einigen Apparaten Regeneratoren, bei andern Rekuperatoren zur Anwendung. Der ersteren Art der Luftvorwärmung

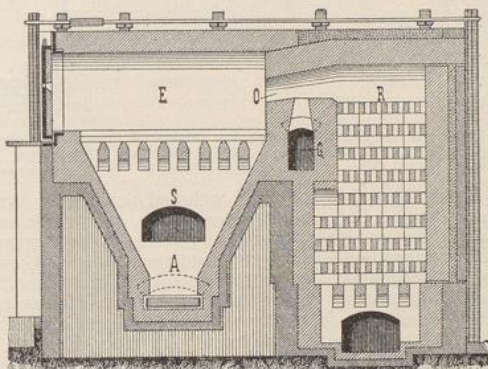


Fig. 1. Apparat zu Gotha (Siemens).

bedient sich der Apparat *Siemens*, ferner der Apparat *Guzzi* (für direkte Feuerung mit Schrägrost eingerichtet und ein Regenerator unterhalb des Einäscherungsraums) und der Apparat *Newland* (mit Planrofffeuerung und ebenso liegendem Regenerator).

Fig. 1 zeigt im Längenschnitt den in Gotha ausgeführten Apparat *Siemens*. Von dem abseits gelegenen, in die Abbildung nicht aufgenommenen Gaserzeuger gelangt das hauptsächlich zum Anwärmen des Regenerators bestimmte Gas in einem gemauerten Kanal zum Ofen, entfließt in diesem den Oeffnungen des in die Trennungswand zwischen Regenerator *R* und Einäscherungsraum *E*, unterhalb einer Oeffnung *O* derselben, eingebauten horizontalen Endstücks des Gaskanals *G* und bildet während des Anheizens mit der durch den Aschenfammelraum *A* und den Einäscherungsraum *E* hinzutretenden Luft eine Flamme, die, im Regenerator *R* nach unten geleitet, diesen hoch erhitzt. Nach Einführung des Sarges durchzieht die Verbrennungsluft (durch eine sogenannte Luftwechselflappe umgeschaltet) den Regenerator *R* von unten nach oben, sich in ihm erheizend, wird durch die erwähnte Oeffnung *O* der Trennungswand in den Einäscherungsraum übergeführt und gelangt dort zur Einwirkung auf den mittels eines Wagens eingebrachten und auf einem durch Schamottebogen gebildeten Roste niedergelassenen Sarg mit dem einzufühernden Leichnam. Der Einführungswagen läuft auf Schienen (—Eisen), die nur während der kurzen Zeit des Einführens im Einäscherungsraum *E* verbleiben. Die gasförmigen Verbrennungsprodukte ziehen durch eine seitliche Oeffnung *S* des Aschenfammelraums *A* nach dem Schornstein ab. Die Aschenreste werden in einem Gefäß im unteren Teil eines unter dem erwähnten Schamotteroft sich nach abwärts trichterförmig zusammenziehenden Aschenfammelraums *A* vereinigt, dem Apparat entnommen. Die Schornsteinmündung liegt ca. 22,25 m über dem Rost des Generators. Die Anheizdauer beträgt ungefähr 8, die Dauer der Verbrennung etwa 2¼ Stunden ([4], S. 26). An Brennmaterial (böhmische Braunkohle) werden für eine Verbrennung ca. 1500 kg, für eine weitere, sich nach etwa einstündigem, erneutem Anheizen anschließende ca. 250–300 kg erforderlich. Die Kosten des Verbrennungsapparats beliefen sich auf 15000 M. ([5], S. 9).

Der ursprüngliche Apparat *Klingensierna* zu Heidelberg [6] sowie diejenigen in Offenbach und Jena verwenden zur Einäscherung des Leichnams atmosphärische, in gußeisernen Röhren bis etwa 400° vorgewärmte Luft, der zur Erhöhung ihrer Temperatur die einer größeren Feuerung entströmenden Verbrennungsprodukte zugemischt werden. Den Sarg mit dem Leichnam führt ein

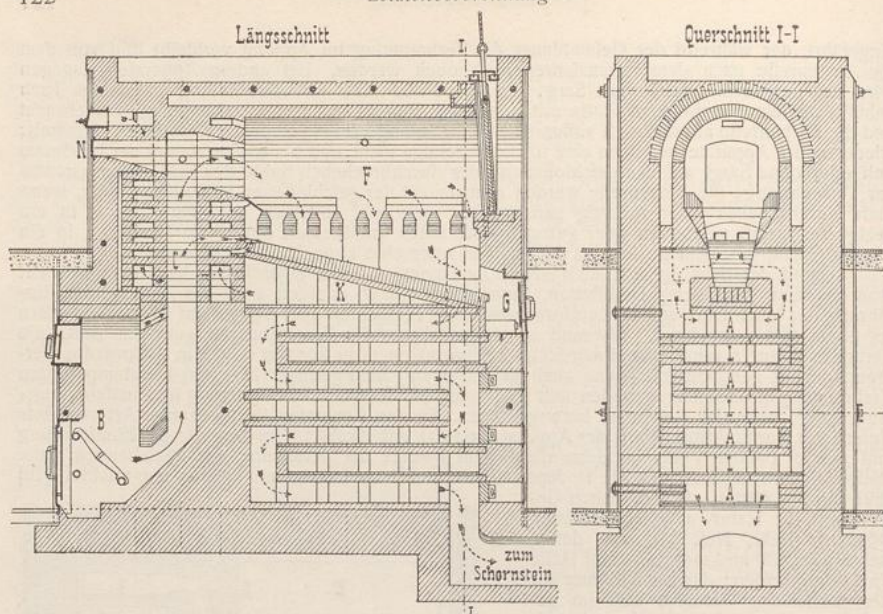


Fig. 2 und 3. Feuerbestattungsöfen (Mainz, 2. Ofen, und Coburg) nach dem System Klingenthierna-Beck-Dorovius (Gebr. Beck, Offenbach a. M.). A Abgaskanäle, L Luftkanäle, B Feuerung, C Feuerhals, F Verbrennungsraum, G Aschenfämmler, K Heißluftfämmler, N Schauloch.

Wagen in den Apparat, der während der ganzen Verbrennungsdauer in diesem verbleibt. Die abziehenden Gase passieren eine zweite, kleinere Feuerung, mischen sich mit deren Verbrennungsprodukten und umspülen die zur Lufterwärmung dienenden gußeisernen Röhren. Da der die Aschenreste tragende Wagen nach Beendigung einer Verbrennung den Apparat zu heiß verläßt, als daß die Aschenreste sofort abgenommen und ein zweiter Sarg aufgestellt werden könnte, wurde später durch Anordnung einer Schiebepöhne und Beschaffung zweier verbesserter Wagen die Vornahme sich unmittelbar folgender weiterer Verbrennungen ermöglicht. Schornsteinhöhe (vom Roßte ab) ca. 14,5 m; Anheizdauer durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Stunden, Dauer der Verbrennung 2 Stunden. Koksverbrauch für eine Verbrennung ca. 280 kg, für jede folgende 100–150 kg. Gesamtkosten des Apparats, einschließlic hydraulischer Verlenkung, Schiebepöhne, dreier Wagen, rund 12 800 *M.* Dieser Apparat wurde in neuerer Zeit in teilweise abgeänderter Anordnung (Konstruktion Dorovius) ausgeführt, bei welcher der Leichnam auf einem Roßte, wie bei dem ersten Gothaer Ofen und bei dem im Nachfolgenden erläuterten Apparat Schneider, der Verbrennung unterworfen wird und die Aschenreste ebenfalls auf die bei vorgenannten Apparaten angegebene Weise gefämmlt werden. Diese Konstruktion wurde angewendet in den Krematorien zu Mainz (1. Ofen), Heilbronn, Bremen, Stuttgart (1. Ofen) und Bergen in Norwegen. Eine weitere Aenderung erfuhr der Apparat (Fig. 2 und 3) neuerdings dadurch, daß die Lufterwärmung nicht in gußeisernen Röhren, sondern in von den Abgasen im Gegenstrom umspülten Kanälen aus Schamotte-mauerwerk vorgenommen wird, wie beim Apparat Schneider. Bei diesen Neuerungen machte sich hierbei vollständig getrennt von denjenigen statt, welche an der Feuerung und an dem Rekuperator auszuführen sind; eine Zwischendecke schließt den Raum des Unterofens gegen den des Oberofens vollständig ab. Derartige Apparate wurden errichtet in Mainz (2. Ofen) und Coburg und sollen errichtet werden in Stockholm und Stuttgart (2. Ofen). Der jetzt zur Einführung des Sarges benutzte eiserne Wagen bleibt außerhalb des Apparates; er hat (wie beim Wagen in Paris) zwei lange Arme, welche den auf ihnen aufgestellten Sarg im Verbrennungsraum bei ihrer Senkung auf den Schamotterost absetzen. Der Apparat ist 2,14 m breit, oben 4,16 m, unten 4,50 m lang und insgesamt 4,25 m hoch. Kaminhöhe 16 m. Anheizdauer $2\frac{1}{2}$ –3 Stunden. Verbrennungsdauer etwa 1 Stunde bei ca. 100 kg Koksbedarf. Baukosten ca. 10 000 *M.*

Der Verbrennungsapparat Schneider in Hamburg besitzt einen Schamotterost zur Unterflützung des Sarges und Leichnams während der Verbrennung, wie sie Fig. 1 zeigt, und es erfolgt die Einführung des Sarges in derselben Weise wie dort. Unter dem Schamotterost nimmt ein langgestreckter Aschenfämmler die durchglühenden, herabgleitenden Ueberreste auf, aus dem sie, nach einständigem Ausglühen daselbst, nach vorn gezogen, mittels eines Trichters in einem Gefäß gefämmlt werden. Ein Rekuperator unter dem erwähnten Aschenfämmler, in Schamotte-mauerwerk ausgeführt, dient zur Vorwärmung eines Teils der Verbrennungsluft durch die abziehenden Verbrennungsprodukte. Zur Erhitzung eines andern Teils der Verbrennungsluft ist das Umfassungsmauerwerk des dicht an den Einäscherungsraum angebauten, mit hoher Schicht glühenden Brennmaterials erfüllten Gasgenerators (an der Stelle des Regenerators des Gothaer Ofens, Fig. 1) von Kanälen durchzogen. Die im Gasgenerator entwickelten Heizgase mischen

sich mit der zur Verbrennung dienenden Luft an dem sie ableitenden Ueberführungskanal kurz vor ihrem Eintritt in den Einäscherungsraum. Schornsteinhöhe (vom Rost ab) ca. 30 m. Anheizdauer ca. 6 Stunden; Dauer der Verbrennung: im Einäscherungsraum meist $1\frac{3}{4}$ Stunden mit folgendem Ausglühen der Knochenreste im Aschenfammelraum von 1 Stunde; Brennmaterialaufwand ca. 500 kg besten Koks; für eine sich nach erneutem Anheizen anschließende weitere Verbrennung werden 275 kg Koks erforderlich. Kosten des Verbrennungsapparats etwa 13500 *M.*

Im Apparat Venini wird die hauptsächlich auf den Rumpf des ohne Sarg einzuäschernden Leichnams einwirkende Verbrennungsluft teils in den Wandungen des im Untergechoß auf kurzer Strecke verschiebbar aufgestellten Holzgasgenerators, teils in den eisernen Leitungen nach dem Ofen und ferner in kurzen Kanälen in den Wandungen und unter der Sohle des Einäscherungsraums vorgewärmt und zur Temperaturerhöhung mit Verbrennungsprodukten gemischt. Die Einführung des Leichnams in den Einäscherungsraum erfolgt auf einem eisernen Rost, der über einer Metallplatte angeordnet ist, die auf einem etwa tischhohen fahrbaren Gestell bis dicht an den Verbrennungsapparat herangebracht wird. Auf dem fahrbaren Gestell sowie in der Sohle des Einäscherungsraums sind zwei Reihen korrespondierender Rollen gelagert, welche die Ueberführung der erwähnten Metallplatte in den Apparat leicht auszuführen gestatten. Metallplatte und Rost verbleiben bis zur Beendigung der Verbrennung im Apparat. Zur Abgaszerlegung und Zugerzeugung werden an verschiedenen Stellen durch Holzgaszuführung besondere Flammen gebildet. Schornsteinhöhe (vom Rost ab) ca. 10 m. Anheizdauer ca. 35 Minuten (auf 600° und höher), Verbrennungsdauer durchschnittlich 2 Stunden, Holzverbrauch 250—300 kg. Kosten des Apparats je nach Lage und Größe 5000—6500 *M.*

Der Apparat Bourry in Zürich mit abseits angeordnetem Gaserzeuger und einem unter dem mit geschlossener Sohle ausgeführten Einäscherungsraum liegenden Rekuperator verbrennt nach 8—9stündigem Anheizen den Leichnam mit Sarg in $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden bei einem durchschnittlichen Koksverbrauch von 1250 kg. Schornsteinhöhe 13,5 m. Kosten des Verbrennungsapparats ca. 9000 *M.* In dem Verbrennungsapparat zu Manchester (System Simon und Bourry) werden die Einäscherungen auf einem engspaltigen Schamotterrost vollzogen. Die durch diesen hindurchgleitenden Aschenreste fallen auf die geschlossene Sohle eines darunter befindlichen langgestreckten Raumes, von wo sie sowie die auf dem Roste verbliebenen nach einer Seite geschoben, in eine Urne gefammelt werden. Die Heizgase, in einem dicht angebauten Treppenrostgenerator entwickelt, verteilen sich unter der erwähnten Sohle des Aschenfammelraums und schlagen zu beiden Seiten, mit dem Ueberstoß hinzutretender vorgewärmter sekundärer Luft eine Flamme bildend, in diesen Raum hinein, von wo beide Flammenströme vereint durch den den Leichnam tragenden Schamotterrost hindurch nach oben geleitet werden und durch das durchbrochene Gewölbe des Einäscherungsraums abziehen. Ein kleiner Teil der vorgewärmten, sekundären Verbrennungsluft umfließt den Einäscherungsraum und trifft unter dem Gewölbe desselben mit den durch die Einäscherung gebildeten Verbrennungsprodukten zusammen. Rechts und links angeordnete Abzugskanäle führen die Verbrennungsprodukte nach unten, um die Luftvorwärmungskanäle herum, in den Schornsteinkanal. Die die Einäscherung des Leichnams bewirkende Verbrennungsluft wird also in diesem Apparat, mit Verbrennungsprodukten gemischt, in der Richtung von unten nach oben durch den Einäscherungsraum hindurch und um den Leichnam herum geführt (Maximaldimensionen des Sarges: 2,13 m lang, 0,68 m breit, 0,56 m tief). Schornsteinhöhe 23 m. Verbrennungsdauer 1 Stunde bis 1 Stunde 20 Minuten; Koksverbrauch 1000 kg, für eine zweite Verbrennung 100—150 kg.

Der Apparat Fichet in Paris ist, den dortigen Verhältnissen entsprechend, speziell für kontinuierlichen Betrieb eingerichtet. Die Verbrennungsluft, in einem hohen Rekuperator erhitzt, tritt an der einen Seitenwand und in der Mitte der Sohle des Einäscherungsraums in diesen ein. Zwischen den ersterwähnten Lufteinströmungsöffnungen an der Seitenwand sind Gas-einströmungsöffnungen angeordnet, um durch zeitweise, kurzandauernde Flammenbildung den Einäscherungsraum auf der erforderlichen Temperatur (700—800°) zu erhalten. Die Öffnungen für die nach dem Rekuperator abströmenden Verbrennungsprodukte befinden sich an der gegenüberliegenden andern Seitenwand. Der Rekuperator wird durch eine besondere, in seinem oberen Teil entwickelte Flamme erhitzt. Durch mehrere an verschiedenen Stellen angebrachte Schieber wird der Zutritt des Heizgases und der Verbrennungsluft den Erfordernissen des Betriebs entsprechend reguliert. Zur Einführung des Leichnams dient ein außerhalb des Apparats auf Schienen laufender Wagen mit ausladenden Armen. Schornsteinhöhe (vom Roste ab) ca. 30 m. Täglich durchschnittlich zehn Verbrennungen von je 50—55 Minuten Dauer bei ca. 40 kg Koksverbrauch pro Verbrennung. Zur Warmhaltung des Apparats auf der erforderlichen Temperaturhöhe während der Nacht sind 320 kg Koks erforderlich. Kosten des vollständigen Apparats einschließlich Wagens ca. 18400 *M.*

In den Leichenverbrennungsapparaten Amerikas werden die Einäscherungen fast ausschließlich ohne Sarg vollzogen und in denselben kommen die verschiedensten Brennstoffe als Heizmaterial zur Anwendung. Der Verbrennungsapparat in Boston ([11], Nr. 96, Polytechnisches Zentralblatt 1895, Nr. 23 und 24) verwendet als Feuerungsmaterial Petroleum unter Benutzung von Brennern Nr. 2 der Ames Oil Burner Co., North Easton, Mass.; drei dieser Brenner münden in den Einäscherungsraum (Retorte) an einer Längsseite desselben, und ferner dient ein solcher Brenner im unteren Teil des Schornsteins zur Zugerzeugung und Abgaszerlegung. Zum Betrieb eines erforderlichen Gebläses und einer Ölpumpe ist eine sechspferdige Dampfmaschine (mit achtpferdigem Kessel, gleichzeitig zur Gebäudeheizung) nötig. Retorte: 2,6 m lang, 0,91 m breit, 0,76 bzw. 0,91 m hoch. Schornstein (von Retortensohle ab) 10,7 m hoch. Anheizdauer 1 Stunde, Verbrennungsdauer durchschnittlich $1\frac{1}{2}$ Stunden. Brennmaterialkosten: Kohlen für den Kessel 7,30 *M.*, Petroleum für Retortenheizung 12,5 *M.* Ein Verbrennungsapparat der Ames Oil Burner Co. kostet je nach den Verhältnissen 6500—21000 *M.*

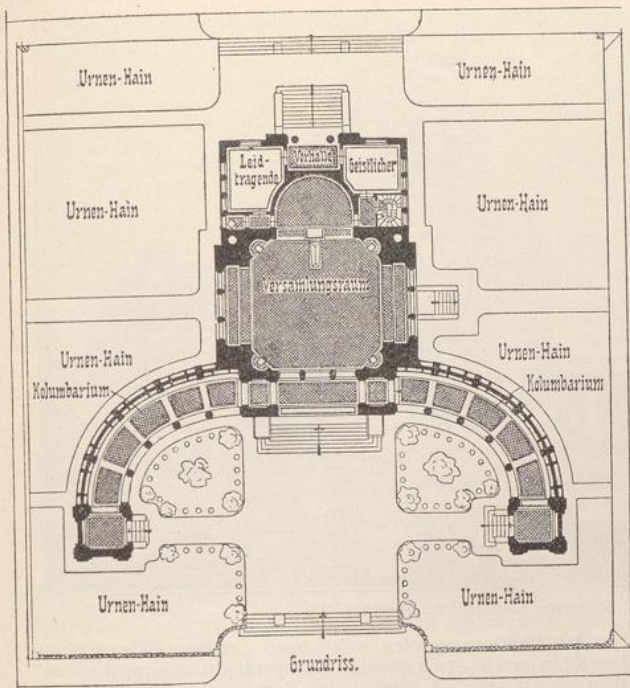
Auch der Apparat der Engle Sanitary & Cremation Co. - Des Moines in Chicago benutzt Oel als Feuerungsmaterial (pro Verbrennung $1\frac{1}{2}$ —2 Barrels). — Beim Einäscherungsapparat in Pittsburg wird Naturgas zur Heizung verwendet. Für die Verbrennung des Gases sind getrennte Verbrennungskammern unterhalb und hinter dem Einäscherungsraum angeordnet; die Verbrennungsprodukte aus der zuletzt erwähnten Verbrennungskammer strömen durch eine in Gitterform aufgebaute Wand in den Einäscherungsraum selbst ein. Die Oeffnungen für den Abzug der Verbrennungsprodukte aus der Einäscherungsretorte befinden sich in den Seitenwänden derselben. Hohlräume in dem umgebenden Mauerwerk schützen die Retorte vor Abkühlung. Das Krematorium in Pittsburg liegt mitten in der Stadt an einer Hauptstraße. Retorte 2,2 m lang, 0,6 bzw. 0,79 m breit und 0,41 bzw. 0,6 m hoch. Schornsteinhöhe 18,25 m. Anheizdauer 7 Stunden, Verbrennungsdauer $1\frac{1}{4}$ Stunde bei einem Verbrauch von 300—425 cbm Gas zum Preise von 10,5—15,75 *M.* In Lancaster, Philadelphia, Baltimore, Davenport befinden sich Apparate nach Konstruktion Davis. Bei diesen Apparaten wird die Retorte (2,75 m lang, 0,91 m breit, 0,61 m hoch) von den einer direkten Feuerung (meist für Anthracit eingerichtet) entströmenden Verbrennungsprodukten in Kanälen umfüllt und erwärmt. Die Gase aus der Retorte werden durch die Feuerung geleitet. Schornstein ca. 9—10 m hoch. Kosten des Apparats durchschnittlich 9500 *M.* In den Städten St. Louis, Buffalo und Troy gelangten Apparate Veninis zur Aufstellung. San Francisco besitzt zwei Apparate Schneider (wie Hamburg). Schornsteinhöhe (vom Generatorrost ab) ca. 26,4 m. Anheizdauer u. f. w. ähnlich wie beim Verbrennungsapparat in Hamburg; da jedoch die Einäscherungen in San Francisco ohne Sarg vorgenommen werden, so ist die Dauer des Anheizens und der Verbrennung etwas kürzer und der Koksverbrauch etwas geringer. Die Kosten des Apparats einschließlich Einführungswagen, Verfenkung u. f. w. betragen rund 20200 *M.* für einen Apparat.

Für bestimmte Zwecke wurden auch **transportable Einäscherungsapparate** (insbesondere um solche an verschiedenen kleineren Orten in Tätigkeit setzen zu können) konstruiert und erbaut. Von derartigen mobilen Verbrennungsöfen sind am bemerkenswertesten der Apparat Melfens, Kuborn & Jacques ([2], S. 71) und der Apparat Rey ([2], S. 99; [9] 1892, Nr. 10), von denen der letztere in Mailand, Alexandria und Afti zur Aufstellung kam. Auch zur Anwendung in Kriegs- und Epidemiezeiten u. f. w., für Massenverbrennungen wurden Einäscherungseinrichtungen vorgeschlagen (Apparat Feist [2], S. 125; [9], 1892, Nr. 10; Siemens, Beschreibung eines Feldofens für Leichenverbrennung, Dresden 1875; ferner [9] 1893, Nr. 10; [10] 1894, Nr. 5, 1895, Nr. 1; [11], Nr. 86; D.R.P. Nr. 76600, Leichenverbrennungsapparat für Einzel- und Massenverbrennungen mit Vorrichtung zum schnellen Anheizen). Massenverbrennungen von Leichen gefallener Krieger fanden statt 1814 vor Paris, 1855 bei Rivas in Nicaragua, auf den Schlachtfeldern um Metz nach dem Kriege 1870/71, ferner im letzten Kriege Japans und Chinas ([11], Nr. 108; The Graphic 1895, Februar), auf Madagaskar (L'illustration, Nr. 2731; [10] 1895, Nr. 6), und ebenso während des spanisch-amerikanischen und des russisch-japanischen Krieges. Zur Verhinderung der Weiterverbreitung einer Epidemie wurde 1878/79 die Verbrennung von mehr als 80 Pestleichen in und mit dem von den Ueberlebenden geräumten Dorfe Wetjanka bei Afrachan vorgenommen ([9] 1895, Nr. 6; [12] 1895, Auguftheft).

Ausstattung der Krematorien. Von den im Vorhergehenden beschriebenen und den übrigen stationären Einäscherungsapparaten werden verschiedene unmittelbar in einer Halle, die zur Vornahme einer der Einäscherung vorausgehenden Trauerfeier entsprechend eingerichtet ist (wie z. B. in Zürich und besonders in den italienischen Krematorien) oder in einer Nebenhalle aufgestellt (besonders bei amerikanischen Krematorien gebräuchlich), während andre in dem Untergeschloß einer solchen Halle Platz finden, so daß dadurch für das Herablassen des Sarges eine Verfenkung (mechanischer oder hydraulischer, meist mit Oel betriebener Fahrstuhl) erforderlich wird. In letzterem Fall wird der Sarg mit dem Leichnam in der Regel auf einen Katafalk gestellt und gleitet nach beendeter Abschiedsfeierlichkeit aus der Halle geräufchlos in die Tiefe.

Meistens werden die bei der Leichenverbrennung verbleibenden Aschenreste in geeigneten Gefäßen gesammelt und diese auf Friedhöfen in freier Erde oder in Behältern von Krug- oder Sarkophagform (Urnen, Cinerarien) verwahrt und in einer **Urnenhalle** (Kolumbarium) oder einzelnen Grabdenkmälern ([9] 1895, Nr. 9; [11], Nr. 100 und 101) aufgestellt, ferner auch an das Meer oder fließende Gewässer übergeben oder in die Winde zerstreut ([10] 1896, Nr. 1). Die Bestimmungen im Königreich Sachsen über die Feuerbestattungen schreiben eine Beisetzung der Aschenreste auf einem Friedhofe vor. Kolumbarien zur gemeinsamen Aufbewahrung von in Gefäßen gesammelten Aschenresten wurden von den Römern hauptsächlich in Rom selbst (die berühmtesten durch Livia Augusta) und außerdem in ihren Provinzen und Kolonien (so z. B. bei Köln [11], Nr. 89, und bei Jerusalem [3], S. 129) errichtet, meist als unterirdische Grabkammern mit reihenweise übereinander angeordneten Nischen zur Aufstellung der Aschengefäße angelegt. Die Wände der Kolumbarien, welchen als Grundfarbe Blau, die Farbe der Trauer im römischen Reich, gegeben wurde, zeigten vielfach plastischen Schmuck (Reliefs, Büsten, Statuen u. f. w.) und Inschriften und jede der Nischen war mit abnehmbarer Marmortafel (titulus, nähere Angaben über die an dieser Stelle verwahrten Aschenreste tragend) geschlossen. Bei den Germanen war eine Beisetzung der Urnen in Urnenfeldern oder vereinzelt in freier Erde gebräuchlich (Hünengräber, Dolmen). Auch bei einigen asiatischen und amerikanischen Völkern (Tolteken, Azteken u. a.) findet man die Aschenreste in Urnen, fogenannten Gesichtsvafen, beigesetzt. In eigentümlicher Weise wird noch jetzt die Totenafche bei den Alaskaindianern aufbewahrt, die hierzu geschnitzte und bemalte Pfähle (von 50—60 Fuß Höhe und 3—4 Fuß Durchmesser) benutzen ([12] 1893, Dezember), und ferner bei den am Baikalsee wohnenden Burjäten, die sich hierfür einer ausgehöhlten Birke bedienen ([10] 1888, Nr. 3).

Die Kolumbarien der Neuzeit sind meist mit den Krematorien verbunden oder befinden sich in nächster Nähe derselben; häufig sind Nischen zur Urnenaufnahme in den Wänden der



Halle, in der die der Einäscherung vorausgehende Trauerfeier abgehalten wird, angeordnet. Das Kolumbarium in Gotha (errichtet 1878) hat 600 Urnenplätze. Die Urnen werden auf Postamenten oder auf Konfolen oder in Nischen (73 je 35 cm breit, 70 cm hoch) aufgestellt; außerdem sind zur Aufnahme von Aschenkapseln 73 kleinere, verschließbare Nischen (35 cm breit, 25 cm hoch und tief) vorhanden. Diese Anlage hat eine erhebliche Erweiterung erfahren. — Im Krematorium zu Heidelberg sind 120 Nischen (53 cm breit, 33 cm hoch und 50 cm tief) für je zwei Aschenfarkophage angeordnet (Ge-

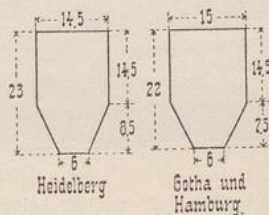
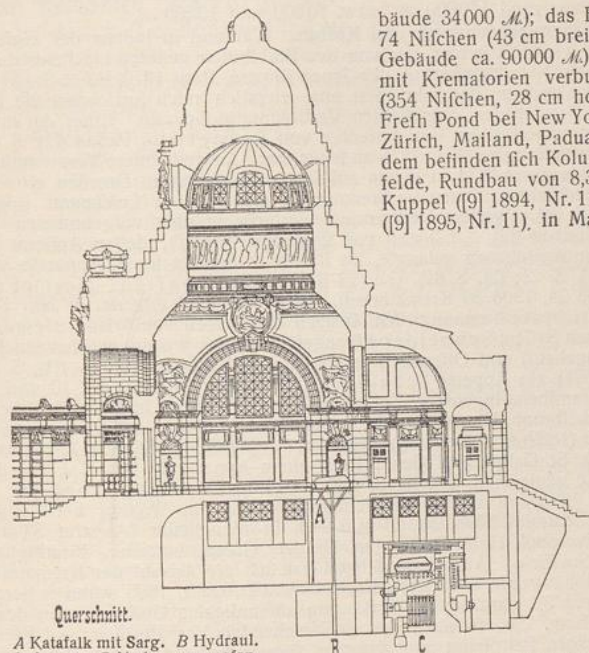


Fig. 4.



Querschnitt.
A Katafalk mit Sarg. B Hydraul. Aufzug. C Verbrennungssofen.
Fig. 5 und 6. Stuttgarter Krematorium, System Klingensfierna-Beck-Dorovius.

bäude 34000 *M.*); das Hamburger Krematorium hat 74 Nischen (43 cm breit, 85 cm hoch, 40 cm tief, Gebäude ca. 90000 *M.*). Ferner besitzen größere, mit Krematorien verbundene Kolumbarien: Paris (354 Nischen, 28 cm hoch, 28 cm breit, 48 cm tief), Fresh Pond bei New York (600 Nischen [11], Nr. 87), Zürich, Mailand, Padua, Manchester u. i. w. Außerdem befinden sich Kolumbarien in Berlin-Friedrichsfelde, Rundbau von 8,3 m lichtigem Durchmesser mit Kuppel ([9] 1894, Nr. 1; [11], Nr. 86), in Wiesbaden ([9] 1895, Nr. 11), in Mannheim, München, Stuttgart

und Wien, ferner **Urnenhaine** in Mannheim, Düsseldorf, Nürnberg, Caffel, Stettin, Stuttgart, Frankfurt a. M., Bonn, Rostock, Hannover. Die in Gotha, Heidelberg und Hamburg zur Aufnahme der Aschenreste dienenden Blechkapseln (Fig. 4) haben ca. 3,2 l Inhalt. Die in Heidelberg außerdem gebräuchlichen Sarkophage (40 cm lang, 24 cm breit, 23 cm hoch) haben ca. 8 l Inhalt. Die Urnen in Krug- und Sarkophagform sind bis zu 80 cm hoch bei 40 cm Durchmesser. In Italien sind Aschenbehältnisse in Krug- und Sarkophagform von 3—8 l Inhalt im Gebrauch.

Als Beispiel hinsichtlich architektonischer Ausstattung und Inneneinrichtung sei hier das von Scholter in Stuttgart erbaute und 1907 eröffnete Krematorium vorgeführt; Fig. 5 zeigt den Grundriß, Fig. 6 den Querschnitt und Fig. 7 die Ansicht dieses Baues ([9], 1907, Nr. 5). Die Kolumbarien sind rechts und links der Vorhalle angeordnet, der Versammlungsraum, mit Orgel ausgestattet, befindet sich über dem unterirdischen Raum für den Verbrennungssofen; der Sarg verlinkt nach der Leichenfeier mit Hilfe eines hydraulischen Aufzugs, wie aus Fig. 6 ersichtlich,



Fig. 7. Stuttgarter Krematorium: Hauptfachaufseite.

und wird dann mit der Leiche in den Verbrennungsofen geschoben. Letzterer ist nach dem von Dorovius verbesserten System Klingensfierna gebaut. Die quadratische Kuppel erhebt sich 24 m über dem Boden. Auf dem das Krematorium umgebenden abgegrenzten Terrain ist ein Urnenhain angelegt. Baukosten: rund 160000 M. bzw. 70000 und 13500 M.

Entwicklung der Leichenverbrennung und Kosten. Während in Indien der einfache Holzstoß vielfach noch jetzt, wie im Altertum, der von den Buddhisten geübten Leichenverbrennung dient ([1], S. 44; [11], Nr. 102; Humbert, A., *Le Japon illustré*, Paris 1870, Bd. 2, S. 134 ff.), begann in Italien und Deutschland um das Jahr 1870 eine ziemlich rasch fortschreitende Entwicklung der benutzten, in Krematorien aufgestellten Verbrennungsapparate. Einer der ersten bemerkenswerten Leichenverbrennungsofen war derjenige von Brunetti in Padua ([2], S. 62), dessen Apparat auf der Weltausstellung zu Wien 1873 zu sehen war. Ausgedehntere Verbrennungsversuche unternahm Friedr. Siemens 1874 in einem auf seiner Glasfabrik in Dresden erbauten Verbrennungsapparat mit Tierleichen, denen Verbrennungen menschlicher Leichname folgten ([5], S. 21 ff.; [1], S. 28; [2], S. 63). Weitere Verbrennungsversuche wurden vorgenommen von Polli und Clericetti in Mailand ([2], S. 67) und von Giuseppe Venini, dessen Apparat ([2], S. 93) in größerer Anzahl zur Ausführung gelangte. In Italien entstanden ferner Apparate nach den Plänen von Gorini ([1], S. 22; [2], S. 82), Guzzi ([2], S. 102), Spafiani-Mesmer ([2], S. 105) u. a. m. (im Jahr 1895 24, 1906 30 Krematorien). In Deutschland erbaute im Jahr 1878 die Stadt Gotha den ersten Leichenverbrennungsofen [4] nach den Plänen von Friedr. Siemens, dem nunmehr ein zweiter nach System Schneider hinzugefügt wurde; weitere wurden errichtet in Heidelberg 1890 (jetzt umgebaut) und Offenbach je ein Apparat Klingensfierna ([1], S. 35; [2], S. 113), in Hamburg (1891) ein Apparat Schneider ([2], S. 129; [9] 1891 Nr. 10 und 11, 1893, Nr. 2; [11], Nr. 49; *Gesundheits-Ingenieur*, Berlin 1892, S. 386), ferner in Jena, Mannheim, Eifenach, Mainz, Karlsruhe, Heilbronn, Ulm, Chemnitz, Bremen und Stuttgart. Außerdem erbauten Krematorien die Städte Zürich (1889) mit einem Apparat Bourry ([1], S. 49; [2], S. 117; *Schweiz. Bauztg.*, Bd. 12, Nr. 7 und 8), St. Gallen und Genf; Paris einen Apparat Toifoul & Fradet ([8], [1], S. 24; [2], S. 121; *Le génie civil*, Bd. 16, S. 458) und einen Apparat Fichet ([8]; *Le génie civil*, Bd. 18, S. 427). England besitzt Verbrennungsapparate in Woking bei London (Apparat Newland [*Polyt. Zentralbl.* 1895, Nr. 23 und 24]), in Manchester (Apparat Simon & Bourry), in Glasgow, Liverpool, Hull, Darlington, Golders Green, Leicester, Birmingham, Leeds, Ilford, Bradford und Sheffield. Auffallend schnell hat sich die Anzahl der Krematorien in Nordamerika vergrößert; 1884 wurde das zweite Krematorium errichtet, 1895 waren es bereits 18 Krematorien und 1905 deren 32, darunter Bauwerke von ansehnlichem Umfange, von denen mehrere zwei Apparate besitzen, die, je nach den entsprechenden Verhältnissen, als Brennmaterialien Anthracit, Koks, Holz, Petroleum und Natargas verwenden und nach verschiedenen Systemen eingerichtet sind. Australien besitzt in Sidney ebenfalls bereits ein Krematorium. Die Kosten der Leichenverbrennung sind sehr verschieden; sie bewegen sich zwischen etwa 40 und 130 M. je nach Umfang der Feierlichkeit und werden der stetig zunehmenden Benutzung der Krematorien entsprechend herabgesetzt.

Literatur: [1] Goppelsröder, F., *Ueber Feuerbestattung*, Mülhausen i. E. 1890 (mit vielen Literaturangaben und 5 Abbildungen). — [2] Cristoforis, de, *Étude pratique sur la crémation moderne*, Milan 1890, mit vielen Literaturangaben und Abbildungen der Apparate Polli, Siemens,

Polli-Clericetti, Melfens, Kuborn & Jacques, Cadet, Mueller & Fichet, De Lagénardiére, Gorini, Venini, Rey, Guzzi, Spafiani-Mesmer, Klingensfierna, Bourry, Toifoul & Fradet, Feist und Schneider. — [3] Küchenmeister, F., Die Totenbestattungen der Bibel und die Feuerbestattung, Stuttgart 1893. — [4] Wettig, Die Leichenverbrennung und der Feuerbestattungsapparat zu Gotha (mit ortspolizeilichen Vorschriften und Abbildungen), 2. Aufl., Gotha 1893. — [5] Siemens, F., Die Feuerbestattung System Friedrich Siemens, Selbstverlag des techn. Bureaus Friedr. Siemens, Dresden. — [6] Leimbach, C., Die Feuerbestattungsanstalt in Heidelberg, Heidelberg 1892 (mit 4 Plänen, Ansicht und ortspolizeilichen Vorschriften und Taxen nebst Einleitung von Vix, Darmstadt: Feuerbestattung und Krematorien, dargestellt vom Standpunkt der Geschichte und fortschreitenden Technik). — [7] Brackenhoeft, E., Die Feuerbestattung in Hamburg, eine Darstellung der Einführung der fakultativen Feuerbestattung in Hamburg sowie der für die Feuerbestattung in Hamburg bestehenden Einrichtungen und Vorschriften, Hamburg 1893. — [7a] Derf., Das Krematorium in Hamburg, Hamburg 1896. — [8] Note sur la crémation à Paris au 1. mai 1895 etc.; Préfecture du Département de la Seine, mit Abbildungen der Apparate Toifoul & Fradet und Fichet und des Krematoriums. — [9] Phönix-Wien, Blätter für fakultative Feuerbestattung, mit Illustrationen (seit Oktober 1891), Wien VII. — [10] Phönix-Darmstadt, Blätter für Kulturentwicklung und Einäscherung der Toten, Darmstadt (seit Dezember 1887). — [11] Die Flamme, Zeitschrift für Förderung der Feuerbestattung im In- und Auslande, Berlin (seit 1884). — [12] La Crémation, Zeitschr., Brüssel (seit 1906). — [13] The Urn, a monthly journal devoted to the interests of cremation, New York (1892—95); D.R.P. Nr. 54871, 60533, 76600. — Ferner sind anzuführen: [14] Pauly, M., Die Feuerbestattung, Leipzig 1904. — [15] Heepke, W., Die Leichenverbrennungsanstalten, Halle 1904. — [16] Fidus, Feuerbestattung und Neues Testament, Leipzig 1905. — [17] Weigt, Katechismus der Feuerbestattung, Hannover 1905. — [18] Chadwick, J., The Cremation of the dead, Boston 1905. — [19] Strüfing, Ernst, Die Feuerbestattung, Cappel 1906. — [20] Nobert, Gustav, Die Feuerbestattung, Berlin 1906. — [21] Fayans, Bestattungsanlagen, Stuttgart 1907. — [22] Kunitz und Architektur im Dienste der Feuerbestattung, Berlin 1907. — [23] Voelkel, T., Feuerbestattung oder Erdbegräbnis, Feuerbestattungsverein U. S. A.

P. Freygang.

Leichter (Lichter), flachgehendes, prahmartiges Fahrzeug, welches dazu dient, tiefgehende Seeschiffe zu leichtern, d. h. von denselben Ladungen überzunehmen, damit dieselben Reeden oder Flußläufe von geringer Wassertiefe befahren können.

T. Schwarz.

Leichtöl, Teil des Steinkohlenteers, dessen Siedepunkt unter 150° liegt, enthält wesentlich Benzol (s. d.).

Leidener (Leydener) Flasche, s. Elektrizität, Bd. 3, S. 402.

Leier (Handleier, Brustleier), s. Bohrgerät, Bd. 2, S. 188.

Leierbank, Leierwerk, Leierziehbank, s. Drahtfabrikation, Bd. 3, S. 24.

Leierkluppe, s. Gewindefschneidwerkzeuge, Schraubenfabrikation.

Leihhaus (Pfandhaus), öffentliche oder private Anstalt zur Abgabe von Darlehen gegen Pfänder; ist in neuerer Zeit mit Sparkassen verbunden.

Die nötigen Räumlichkeiten umfassen: 1. Arbeitsräume zur Annahme und Rückgabe der Pfänder; 2. große Magazine oder Gewölbe zur feuer- und diebesicheren Aufbewahrung der Gegenstände; 3. Versteigerungssaal mit Lagerraum im Erdgeschoß.

Weinbrenner.

Leihwagen. Die Größe des Wagenparks einer Eisenbahnverwaltung wird in der Regel so bemessen, daß die Zahl der vorhandenen Wagen einem mittleren Verkehrsbedürfnis entspricht. Um es nun einzelnen Bahnverwaltungen zu ermöglichen, auch bei plötzlich eintretendem stärkeren Verkehre dem Bedürfnis zu genügen, haben sich in verschiedenen Ländern (Oesterreich, Frankreich, Belgien u. f. w.) Wagenleihgesellschaften gebildet, die bei eintretendem Bedarf den Eisenbahnverwaltungen Wagen gegen eine bestimmte Entschädigung zur Benutzung leihweise überlassen.

Cauer.

Leim, Leimfabrikation. Leimgebende Körper oder Kollagene heißen jene Gewebe der Wirbeltiere, die durch anhaltendes Kochen mit Wasser in Leim verwandelt werden. Diese sind das eigentliche Bindegewebe, die Zwischensubstanzen der Sehnen, Bänder, Knochen und des Dentins.

Im chemisch-technischen Sinne unterscheidet man zwei Leimformen, den Knochenleim (Glutin) und den Knorpelleim (Chondrin).

1. **Glutin**, der Hauptbestandteil des technisch verwendeten Leimes, mit der Formel $C_{13}H_{20}N_4O_5$, ist charakterisiert durch die Quellungsfähigkeit im Wasser, ohne sich zu lösen; beim Erwärmen wird die Masse dünnflüssig und wandelt sich beim Erkalten in die bekannte Leimgallerte um. Durch Säuren und Alkalien wird Glutin schon in der Kälte gelöst und zerfällt; es entstehen Schwefelwasserstoff, Leucin, Glykokoll (Leimfuß), Glutaminsäure, Alanin u. f. w., aber nicht Tyrosin und Tryptophan, die sich bei der Zersetzung echter Eiweißkörper bilden. Kocht man Glutin sehr lange mit Wasser, so wird es peptonisiert (Leimpepton) und vermag nicht mehr in der Kälte zu einer Gallerte zu erstarren. Es wird durch Essigsäure, Ferrocyankalium und Schwefelsäure nicht gefällt, zum Unterschiede von den echten Eiweißkörpern (Albuminoiden). Wird eine Mischung von Glutin und Silber- oder Goldsalzlösungen dem Lichte ausgesetzt, so werden die Salze reduziert. Darauf beruht das in der Photographie angewendete

Gelatine-Emulsions-Verfahren. Ueber das Verhalten zu Chrom vgl. Chromgelatine. Das Glutin wird von den meisten Gerbsäuren aus seinen Lösungen gefällt, daher letztere mittels Hautpulver analytisch bestimmt werden können [1].

2. **Chondrin** wird gewonnen, wenn man einen reinen Knorpel mit Wasser kocht. Die erhaltene opaleszierende Flüssigkeit gelatinisiert beim Erkalten. Es ist durch sehr verdünnte Mineralsäuren fällbar, im Ueberschuß der Säuren jedoch wieder löslich. Es ist aber kein einheitlicher Körper, sondern wird gegenwärtig als ein Gemenge von Glutin und Verbindungen der Chondroitinschwefelsäure ($C_{18}H_{27}NSO_{17}$) mit Eiweiß und Leim angesehen [5]. Bemerkenswert ist, daß der hyaline Knorpel nach längerer Behandlung mit Salzsäure schon bei zweistündigem Kochen mit Wasser Leim gibt, während der hyaline Knorpel in unverändertem Zustande 24–48 Stunden mit kochendem Wasser behandelt werden muß, um Leim zu liefern [2].

Der technische Leim ist nun das aus den obengenannten Rohstoffen durch verschiedene Konservierungs-, Auflockerungs-, Koch- und Trocknungsprozesse gewonnene, aus Glutin oder Chondrin oder aus beiden Stoffen bestehende Produkt, das nach der Art der verwendeten Rohstoffe hauptsächlich in Lederleim (Hautleim) und in Knochenleim unterschieden wird.

Lederleim. Das Rohmaterial ist im allgemeinen die Cutis (Lederhaut) der tierischen Haut. Die von dem Gerber befeitigten unbrauchbaren Teile der Haut, ferner die Lederabfälle der Weißgerberei, der Pergamentfabrikation und die fogenannten Kalbsköpfe, endlich schon gebrauchte Lederorten geben das Leimleder. Im speziellen unterscheidet man Rindslederstücke, Fußhäuten (Hautstücke der Extremitäten der Wiederkäuer), Webervögel (abgenutzte Scharniere der Webstühle aus Büffelhäuten), Peitschenleder, Kalbsleder, Kalbsköpfe, Kalbsfüße, Tornisterleder (Kalbfelltornister), Hafenhäute, Schafs-, Lamm- und Ziegenleder, Stollmehl (flockiges Hautmehl bei der Bereitung des Glacéleders und als Abfall der Handschuhherzeugung erhalten), Seronen (ungegerbte, geäscherte Häute verschiedener tropischer Wildtiere, die zur Emballage von Drogen verwendet worden sind). Das Leimleder wird in 1–2mal zu erneuernder Kalkmilch (mit etwa 2% Aetzkalk) eingetragen, darin eine je nach der Beschaffenheit der Rohstoffe verschieden lange Zeit belassen (Rindshäute 30–40, Schafshäute 20–30, Kalbshäute 15–20 Tage), hierauf mit Wasser in Wachtrommeln möglichst vollständig gereinigt und schließlich rasch getrocknet. Die Kalkung bewirkt die Lösung der anhängenden Fleishteile, Verfeinerung des Fettes und eine allgemeine Auflockerung. Außerdem läßt sich das so vorbereitete Material aufbewahren. Durch die Trocknung scheint auch eine wohl nicht näher bekannte Umfetzung stattzufinden, denn frische, gut gekalkte und ausgewaschene, aber nicht getrocknete Rohware gibt nach dem Versieden eine dünne, schlecht gelatinierende Brühe, deren Bindekraft nur gering ist.

Die gekalkte, gewaschene und getrocknete Rohware gibt nun den eigentlichen Rohstoff oder Rohleim, der zur Fabrikation des Lederleimes geeignet ist. Zu diesem Behufe wird der Rohleim in eisernen oder kupfernen Kesseln mit einer Raumgröße für 50–200 kg Rohstoff mit Wasser gekocht. Um das Anbrennen zu verhüten, besitzt der Kessel einen zweiten auf drei Füßen stehenden Siebboden, in dessen Mitte ein konisches ebenfalls durchlöcherteres Rohr eingesetzt ist, das in den Raum unter dem Siebboden hinabreicht. An der tiefsten Stelle des eigentlichen Kesselbodens ist ein Abflußrohr mit Sperrhahn angebracht, das zum Entleeren des Kessels dient. Der Siebboden wird mit Stroh oder grober Filterleinwand bedeckt, hierauf der Kessel mit Rohleim und Wasser beschickt, die Feuerung in Gang gebracht und das Kochen 3–8 Stunden (je nach dem Rohstoff) unterhalten. Die vom Kessel kommende Leimbrühe ist sehr dünn, mit einem Gehalt an Trockensubstanzen von 10–15%; um nun eine konfistenter Brühe zu erhalten, wird sie in eigens konstruierten Eindampfapparaten eingedickt. Diese sind große eiserne Behälter, in denen Dampfschlängen rotieren; der Behälter wird mit der dünnen Leimbrühe beschickt, hierauf wird Wasserdampf durch eine Welle in die Schlange geleitet und die Schlange in Bewegung gesetzt. Durch die Schlange wird die Leimbrühe in ganz dünnen Schichten in die Höhe gehoben, wobei ein rasches Abdampfen des Brühenwassers an der atmosphärischen Luft bewirkt wird. In großen Betrieben wendet man zylindrische Kocher, anstatt des Wassers heißen Dampf, am besten Vakuumkessel an, wobei die Temperatur möglichst nieder erhalten und die Siedezeit abgekürzt werden kann, denn nur in diesem Falle wird ein gutes Produkt gewonnen. Neuere Verfahren bedienen sich statt des Kochens der Schwefelsäure oder des Chlors, durch deren Anwendung ebenfalls guter Leim erhalten werden soll, was aber nach andern Erfahrungen sehr zweifelhaft erscheint. Ein Kocher für Dampftrieb bildet einen 2–3 m hohen, 1,5 m im Durchmesser haltenden Kessel, der von oben gefüllt wird und an der Vorderseite eine gut verschließbare Öffnung zur Entleerung des Rückstandes hat. Ueber dem eigentlichen Boden befindet sich ein durchlöcherter Boden, auf den Stroh wie in den Siedekessel gelegt werden kann, damit die abfließende Gallerte eine erste Filtrierung erfährt. Durch den Boden und den Siebboden geht ein Dampfrohr, das an der Stelle über dem Siebboden durchlöcherter ist und den Dampf auf das Leimgut strömen läßt. Die nach einiger Zeit abfließende Gallerte sammelt sich in dem Raume unter dem Siebboden an und ist dem direkten Einflusse der heißen Dämpfe weniger ausgesetzt. Für den abziehenden Dampf ist oben ein Rohr mit Hahn und für die Beurteilung der Dampfspannung ein Manometer angebracht. Der Kocher ist aus starkem Kesselblech, auf 3–4 Atmosphären Spannung geprüft und hat einen Mantel von Holz oder ist so eingemauert, daß eine Luftschicht von 10 cm zwischen Kocher und Mauerwerk bleibt [3]. Als besondere Vorteile der Anwendung dieser Kocher sind hervorzuheben: die größere Menge des auf einmal in Verarbeitung kommenden Rohmaterials; die Hintanhaltung des Anbrennens des Rohmaterials (daher keine dunkle Farbe); die weit kürzere Zeit, die zum Herstellen konzentrierter Lösungen notwendig ist; das Ausgeschlossenfein eines Verderbens infolge zu langen Kochens, weil das Gelöste jederzeit abgelassen und der Dampf Wirkung entzogen werden kann; außerdem noch die Benutzung der abziehenden heißen Dämpfe zum Erweichen des Rohleimes oder zum Trocknen des Leimes.

Die weitere Operation umfaßt nun das Klären des Leimes. Eigentlich ist ein vollständiges Klar-, d. h. Freifein von ungelösten Stoffen, von Verunreinigungen nicht besonders maßgebend für die Güte des Leims; der russische Leim enthält Bleiweiß u. f. w. und ist doch durch gute Klebekraft ausgezeichnet; weil aber faule, zerfetzte, fogenannte kranke Leimarten ihren abnormen Zustand durch Trübfein anzeigen, so wird die Klarheit eine gute Empfehlung für den Leim sein. Bei gut vorbereitetem Rohleim werden die ungelösten Stoffe zumeist durch ruhiges Absetzen ausgeschieden werden können. In hölzernen Gefäßen, die außen mit schlechten Wärmeleitern (Haare, Stroh, Sägespäne) umgeben sind, damit die Leimlösung möglichst lange dünnflüssig bleibt, läßt man diese so lange ruhig stehen, bis alle festen Teile abgesetzt sind; um Eiweißkörper u. f. w. zu entfernen, verwendet man als Klär- und Fällmittel Aluminiumsulfat oder Alaun (0,5 kg auf 600 cbcm). Zur Entfernung von Kalk dient Oxalsäure, von organischen Substanzen Gerbstoff, wobei aber stets auch ein Teil Glutin mitgefällt wird. Weit schwieriger dagegen ist es, aufgelöste Farbstoffe zu entfernen; die Filtration mit Knochenkohle ist kaum rationell durchführbar, und es empfiehlt sich, schon das Leimgut, den Rohleim, mit Chlorkalk (Vorlicht wegen dadurch hervorgerufener schwieriger Löslichkeit) oder mit schwelliger Säure zu behandeln. Im allgemeinen wird ein heller Leim weit höher bewertet als ein dunkler. Für jeden Kocher sind zwei Klärbottiche aufzustellen, damit die zuerst geklärte Lösung von der späteren, mehr verunreinigten geschieden werden kann. Für die Sedimentiergefäße empfiehlt sich die größte Reinlichkeit, weil sehr leicht ein Faulen und damit ein Zerflören des Leimes eintreten kann. — Es wird auch häufig die Gallerte selbst durch schwellige Säure entfärbt, wobei der Apparat (bestehend aus einem Verbrennungsraum für Schwefel, Abzugsrohr, Sammelreservoir für das Gas mit Dampfpumpe, Koksturm, Zugregulator, Wasserreservoir und Schornstein) in der Nähe der Klärbottiche sich befinden muß und das Gas durch ein in den Boden des Klärbottichs mündendes Rohr eingeleitet wird. Der in der Gallertelösung mit schwelliger Säure gebleichte Leim ist sehr stark fauer und kann daher für gewisse Zwecke, in Verbindung mit Farben u. f. w., keine Anwendung finden.

Nach der Klärung (und Entfärbung) wird die Gallertelösung in längliche, etwa 1 m lange, unten 0,2 m breite und 0,15 m tiefe, aus weichem (Tannen-)holz gefertigte Tröge gelassen und braucht in einem kühlen Raume etwa 12 Stunden, um ein fester, zusammenhängender Klotz zu werden, der nun mit Stahl- oder Messingdraht (in eine Säge gespannt) in die bekannten dünnen Blätter zerfchnitten wird; die Dicke der Blätter hängt von verschiedenen Umständen ab; hat man keine günstigen Trocknungsverhältnisse oder ist die Gallerte sehr dunkel, so wird man dünne Blätter herstellen; von trübem Leim und bei günstigen Trocknungsverhältnissen gewinnt man dickere Blätter. Für großen Betrieb empfiehlt sich, Leimfchneidemaschinen zu verwenden, die pro Tag bis 80000 Leimblätter schneiden.

Die Schlußoperation, zugleich die schwierigste und größte Sorgfalt heischende Arbeit, begreift das Trocknen des Leimes. Dasselbe muß hinlänglich rasch geschehen, das verdampfende Wasser muß durch raschen Luftwechsel alsbald entfernt werden können; direkte Besonnung ist, solange die Blätter noch viel Wasser enthalten, wegen Erweichung derselben hintanzuhalten. Trockenlokale für die Sommerarbeit sind große, mit zahlreichen verstellbaren Jalousien versehene sehr luftige Holzschuppen, in welchen die auf Rahmen gespannten horizontal liegenden Netze mit den Leimblättern belegt werden. Für künstliche Trocknung (im Winter, in besonders feuchten Klimaten) sind verschiedene heizbare Trockenfäle gebaut worden, neuentens auch Trockenkanäle aus Holz, deren Luft durch Dampfheizung erwärmt und durch Ventilatorenarbeit fortwährend erneuert wird. Die Anwendung wasseranziehender Salze (Natriumsulfat, Magnesiumsulfat u. a.) ist auch mehrmals empfohlen worden, scheint aber die Erzeugungskosten nicht unwesentlich zu erhöhen.

Knochenleim. Die zur Leimgewinnung verwendeten Knochen werden immer zugleich auf das Fett und, wo es ein größerer rationeller Betrieb gestattet, auch auf das Calciumphosphat ausgebeutet. Die mittels Brechwalzen zerkleinerten Knochen (wobei jede Erwärmung so viel als möglich hintanzuhalten ist, weil die Gelatine dadurch einen brenzlichen Geruch bekommt) werden entweder durch Auskochen (unvollkommenes Verfahren) oder durch Behandlung mit gespanntem Wasserdampf („Dämpfen“), wobei aber auch Leim entfernt wird, oder endlich durch Extraktion mittels Schwefelkohlenstoffs oder Benzins (vollkommenstes Verfahren) ihres Fettes beraubt. Die so behandelten Knochen sind auch ein ausgezeichnetes Material zur Spodiumbereitung. Je nach den Nebenprodukten, die außer Leim gewonnen werden sollen, sind verschiedene Verfahren einzuschlagen. Ausführliches darüber s. [3]. Am vorteilhaftesten ist es, durch Entfernung der mineralischen Bestandteile mittels Salzsäure den Knochenknorpel rein zu erhalten (wozu 48—72 Stunden mit HCl vom spez. Gew. 1,04 erforderlich), worauf durch sehr gründliche Wäsche auch Spuren der Säure entfernt werden müssen. Die weitere Verarbeitung des Knochenknorpels auf Leim erfolgt in derselben Weise, wie dies für Hautleim angegeben worden ist.

Eigenschaften und Prüfung des Leimes. Die vielfältige Anwendung des Leimes (s. unten) bedingt auch verschiedene Beschaffenheit desselben; die wichtigste Anwendung ist die zu Klebe- und Bindefzwecken. Guter Leim muß sehr hart und sehr bruchfest sein, beim Aufschlagen einen hellen klappernden Ton geben, sehr durchsichtig und daher rein, sehr hell erscheinen; letztere Eigenschaft kann aber auch täuschen, indem die glashellen, dünn aufgegoßenen, fogenannten Benzinleime in der Regel eine schlechte Ware vorstellen. Im kalten Wasser soll guter Leim nur aufquellen und viel Wasser aufnehmen, ohne sich zu lösen; das überstehende Wasser darf nicht übel riechen und keine nennenswerte Trübung erfahren. Guter Hautleim löst sich bei 50° vollständig. Zur Feststellung der Güte des Leimes sind verschiedene Prüfungsmethoden in Uebung; Lippowitz prüft die Tragkraft einer gelatinierten Leimlösung von bestimmter Konzentration und bei einer festgesetzten Temperatur; Weidenbusch benutzt hingegen die Bindekraft selbst. Die einfachste und natürlichste Prüfung wäre die Leimung von Holzstücken und die Bestimmung

des ZerreiBgewichtes; aber die Verschiedenheit der Hölzer in Dichte, Oberflächenbeschaffenheit u. f. w. verhindert eine normale Vergleichung.

Das Weidenbuchsche Verfahren wurde vom Verfasser geprüft und ergab außerordentlich verlässliche Resultate. Vollkommen egale prismatische Gipsflängelchen von 9,2 cm Länge, 4 mm Querschnittsseite und 1,7 g Gewicht werden in Leimlösungen getaucht, 5 Minuten darin belassen, dann herausgenommen und an der Luft getrocknet. Hierauf legt man sie auf einen horizontal befestigten Eisenring, so daß sie gewissermaßen einen Durchmesser desselben darstellen, hängt in der Mitte des Stängelchens ein Schälchen auf und legt Gewichte auf, bis das Stängelchen durchbricht; je besser die Leimforte, desto höher das Gewicht, welches das Zerbrechen bewirkt. Es gelang auch der experimentelle Nachweis, daß die Klebekraft des Hautleimes zu der des Knochenleimes wie 1,5:1 sich verhält; ferner, daß der Kalbskopfleim alle andern Hautleimforten übertrifft. Folgende lehrreiche Tabelle liefert hierfür die Beweise [4]:

Leimforten	ZerreiBungs- gewicht	Aussehen der Bruchfläche
	Gramm	
Leim aus mazerierten Knochen von Saybuchs	291,5	gleichmäßig, quadratisch, eben, feinkörnig
Ruffischer Leim aus Böhmen	304,4	dto.
Saybuscher Leim, Lyoner Faffon	351,2	etwas schief, körnig
Ruffischer Leim von A. Michl, Rehberg .	434,2	uneben mit hervorragenden scharfen Rändern
Kölner Leim	434,2	dto.
Leim aus Kalbsköpfen von Saybuchs, Lyoner Faffon	483,7	dto.
Ein nicht in Leimlösung getauchtes Gipsflängelchen brach schon bei	103,2	ziemlich gleichmäßig, feinkörnig

Die chemische Prüfungsmethode nach Graeger und Risler Beurat gibt keine allgemein brauchbaren Resultate. Besser ist die Leimbefimmung nach Beckmann mit Formaldehyd. Nach [4] betrug der Glutinhalt der untersuchten Leimarten über 70%.

Leimforten des Handels. 1. Tischlerleim ist sowohl Haut- als Knochenleim, wohl auch Gemische von beiden. 2. Kölner Leim ist besser und reiner Hautleim, wegen seiner hohen Klebekraft sehr gefucht und besonders von Buchbindern, Kartonnage- und Lederarbeitern verwendet. Die feinste Sorte desselben in sehr dünnen, lichten, durchsichtigen Blättern (mit Chlor gebleicht) ist 3. der Vergolderleim. Als 4. Patentleim bezeichnet man einen reinen tiefbraunen Knochenleim in sehr dicken Tafeln, die keine Netzeindrücke zeigen, lebhaften Glanz besitzen und im Wasser stark aufquellen; dient auch zu Imitationsmassen, Knopfwaren u. a. 5. Klärleim, aus Knochen in dicken, schwachgefärbten Tafeln erzeugt, dient an Stelle der Haufenblase als Klärmittel für Wein und Bier. 6. Mundleim ist eine bessere, mit Zitronenessenz aromatisierte und mit Zucker gefüßte Knochenleimforte. 7. Ruffischer Leim, eine durch Zusatz von Blei-, Zink-, Permanentweiß, Kreide undurchsichtig gemachte, schmutzig- oder bräunlichweiß gefärbte Kölnerleimforte; es wird aber auch Knochenleim hierzu genommen. Eine Verbesserung der Klebekraft wird durch die Zusätze nicht erzielt, wie man mitunter annimmt, eher eine Verringerung (vgl. die Tabelle). 8. Appretur- und Pergamentleim sind wertvolle, reine Hautleimforten, die der Gelatine nahestehehen; der letztere kommt als Gallerte, in Plättchen verpackt, meist mit einem Alaunzusatz, in den Handel. 9. Leim von Givet [2] ist durchsichtig, rötlich, spröde, in kaltem Wasser löslich, besitzt geringes Klebevermögen und findet zum Leimtränken des Holzes, zu Leimfarbenanstrichen Verwendung. 10. Flandrischer Leim, dünne, gelbgefärbte Blätter, an beiden Seiten festonartig eingezogen, zur Erzeugung von Leimfarben und als Appreturmittel. 11. Parifer Leim, Hutmacherleim [2], schlechte, dunkelbraune, undurchsichtige, fast immer weiche übelriechende Sorten, wegen der hohen Hygrokopizität in der Hutmacherei beliebt. 12. Flüssiger Leim; in 100 Teilen Essigsäure werden 38 Teile Leim gelöst; die Lösung bleibt als solche erhalten; man kann auch Salpeter-, Phosphor-, Oxalsäure verwenden. Das mit Salpetersäure erzeugte Produkt ist als Dampfleim, und zwar als ruffischer, heller und dunkler Dampfleim bekannt (Herstellung s. [3]). Das im Handel als „flüssiger Leim“ bezeichnete Produkt ist zumeist eine mit Aluminiumsulfat behandelte Gummilösung. Sogenannter Dextrin- oder Packleim besteht aus einer durch Erhitzen erhaltenen Lösung von Borax, Wasser, Dextrin und Traubenzucker. 13. Glycerinleim wird durch Lösung von Leim in Glycerin (in der Wärme) hergestellt; geringe Zusätze von Glycerin zu gequollenem Leim geben der Gallerte Elastizität, machen sie kautschukartig und zur Hektographenmasse verwendbar. 14. Chromleim bildet entweder Gemische von Leim mit Kalium- oder Ammoniumbichromat oder solche von Leim mit Chromalaun. Erstere sind nach dem Eintrocknen und nach Einwirkung des Lichtes, letztere allein schon nach dem Eintrocknen in Wasser unlöslich. Man benutzt sie zum Kittieren von Glas, Porzellan, Eisen, zum Appretieren und Wasserdichtmachen von Zeugen, zu photographischen Zwecken. Chromleimpapier oder Chromleimtast (Fibrine-Chromleim) ist ein Verbandstoffersatz für Guttaperchapapier, der aber nach Karl Dieterich diesem durchaus nicht gleichwertig ist. Der hierzu verwendete Chromleim wird folgendermaßen hergestellt: 150 g Gelatine werden allmählich unter Erwärmen und Rühren in 700 g Wasser gelöst; nach Zugabe von 15 g feinzerriebenem Kaliumdichromat wird das Erwärmen bis zum Auflösen des Salzes fortgesetzt und zuletzt werden 150 g Glycerin von 30° zugeführt. Die Masse wird auf Papier, Batist, Baumwoll-

mull aufgetrichen und nach dem Trocknen belichtet. Durch die Belichtung wird die Chromsäure zu Chromhydroxyd reduziert, die gelbe Masse wird grün und in Wasser unlöslich, das Glycerin behält selbstverständlich seine Eigenschaften.

Unter **Gelatine** versteht man heute vornehmlich reinsten Knochenleim, der in feinen, 7:20 cm großen, 2—5 g schweren, vollkommen durchsichtigen, schwach gelblich gefärbten, abfot geruch- und geschmacklosen Blättern oder in 4—15 cm langen, dünnen Spindelchen (Nelson-Gelatine) in den Handel kommt. In heißem Wasser soll sie völlig und klar löslich sein; gequollene Gelatine, auf 30—40° erwärmt, schmilzt, aber nicht bei 25°, wenn die Sättigung mit Wasser bei 18° erfolgte [2]; gewöhnliche Leimforten schmelzen schon bei 20°, schlechte dagegen leisten bei 60—100° noch Widerstand gegen die Lösung. Die Darstellung der Gelatine unterscheidet sich von der Leimfabrikation nicht, erfordert aber die peinlichste Sorgfalt in der Auswahl und Reinigung des Rohmaterials sowie in der Auskochung und Trocknung. Gefärbte Gelatine (zu Sulzen, Gelees) darf keine giftigen Farben enthalten. Für Gelb wird gebrannter Zucker oder Safranauszug, für Rot Kochenilleauszug, für Blau Indigokarmin, für Grün Indigokarmin mit gebranntem Zucker, für Violett Kochenilleauszug mit Indigokarmin verwendet. Gelatine dient zu Küchen- und medizinischen Zwecken, an Stelle der Haulenblase, in der Konditorei, als Appreturmittel, zu Gelatinefolien für Visitkarten, Heiligenbilder, künstliche Blumen, zu Kartonnagearbeiten. Gelatinefolien werden in der Weise hergestellt, daß man die Lösung auf Glasplatten ausgießt und eintrocknen läßt; zur Erzielung der Geschmeidigkeit genügt ein geringer Glycerin- oder Zuckerzusatz.

Ueber verschiedene andre Leimpräparate vgl. hauptsächlich [3].

Literatur: [1] Fendler, Realencykl. d. Pharm., 2. Aufl., 1907, Bd. 8, S. 149. — [2] Valenta, E., Die Klebe- und Verdickungsmittel, Kassel 1884, S. 123. — [3] Dawidowky, F., Die Leim- und Gelatinefabrikation, 3. Aufl., Wien 1893, S. 177. — [4] Hanaufek, T. F., Ergebnisse einiger Leimproben, Zeitschr. f. landw. Gewerbe 1883 u. Zeitschr. d. Allg. Oesterr. Apoth.-Ver. 1883, S. 308. — [5] Mörner, C. Th., Zeitschr. f. physiol. Chemie, XX.

T. F. Hanaufek.

Leimdruck, Verfahren, bei dem aus Leim erzeugte Formen in der Buchdruckpresse benutzt werden (s. Blechdruck, Gelatinographie, Glasdruck, Ikonotypie, vgl. Leimtypie), ferner hie und da als Bezeichnung für hektographischen Druck und den mittels Autokopisten (s. Hektograph), endlich für den Lichtdruck (s. d.) gebraucht.

A. W. Unger.

Leimen, das Verbinden der Bestandteile bei Holzarbeiten durch Befreihen mit Leimlösung und Erhärtenlassen der Leimung.

Das Verfahren beim Zusammenleimen von Holzstücken muß mit Aufmerksamkeit ausgeführt werden, wenn die Verbindung sehr fest und wenig bemerkbar sein soll. Die Leimfuge soll fein und kaum sichtbar sein, was ein genaues Zusammenpassen der Bestandteile und ein gehöriges Aneinanderpressen derselben während des Trocknens des Leimes voraussetzt. Eine dicke Leimfuge sieht nicht nur schlecht aus, sondern hält auch weniger fest. Man streicht den Leim, der weder zu dick noch zu dünn sein darf, schnell, gehörig heiß, dünn und gleichmäßig auf die Holzflächen, spannt letztere mit Schraubzwingen (Leimzwingen, s. d.), erforderlichenfalls mit eignen Pressen (Leimpressen, s. d.) fest zusammen, bis der Leim getrocknet ist. Hat man dünne schmale Holzblätter (Furniere) irgendwo aufzuleimen, so genügt oft schon das Anreiben mit der Finne eines Hammers, und man braucht dann keine Schraubzwinde. Poröse Hölzer, welche den Leim stark einfaugen, werden zweckmäßig durch eine Leimtränke, d. h. durch Befreihen mit sehr dünnem Leim (Leimwasser), vorbereitet und dann wie vorstehend behandelt. Auf Flächen, welche mit dem Zahnhobel (s. Hobeln) etwas rau gemacht sind, haftet der Leim besser als auf sehr glatten, besonders wenn das Holz von dichtem Gefüge ist. Auf Hirnholz haftet er beim Auftreichen gewöhnlich nicht so gut als auf Aderholz; man hilft hiergegen durch das vorläufige Reiben mit Knoblauch oder Befeuhten mit Branntwein. Fett, das sich auf einer Leimfuge vor dem Auftreichen des Leimes befindet, verhindert das feste Anhaften des letzteren, so daß es in dieser Beziehung schon nachteilig ist, die abgehobelten Fugen mit der Hand zu überfahren. Vorteilhaft ist es, die zu leimenden Teile vor dem Auftreichen des Leimes zu erwärmen. Gutausgeführte Leimung gibt eine feste und dauerhafte (jedoch heftigen Schlägen nicht widerstehende) Verbindung; nur auf sehr dichten Hölzern (wie Buchsbaum, Ebenholz, Pockholz) hält der Leim weniger gut. Nach darüber angestellten Versuchen [1] kann man als annäherndes Ergebnis annehmen, daß bei gutgeleimten ebenen Flächen für jedes Quadratmillimeter Fläche zum Auseinanderreißen erforderlich sind — vorausgesetzt, daß die zerreißende Kraft rechtwinklig gegen die Leimfläche und ohne Stoß wirkt —, wenn Hirn an Hirn geleimt ist, 1 (Ahorn) bis 1,50 kg (Rotbuchenholz), wenn Aderholz an Aderholz liegt (wobei es einerlei ist, ob die Fasern der beiden Stücke gleichlaufen oder sich kreuzen) 0,25 (Tannen) bis 0,75 kg (Buchen). Ueber die verschiedenen Leimarten s. Leim.

Literatur: [1] Karmarsch-Fischer, Mechan. Technologie, Leipzig 1890, Bd. 2, S. 698. E. Müller.

Leimen im Stoff u. f. w., s. Papierfabrikation.

Leimfarben, durch Vermengen einer mehr oder weniger konsistenten Leimlösung mit Farbkörpern hergestellte, zum Malen und Anstreichen auf Kalkverputz, Holz, Leinwand dienende Farben, im Gegensatz zu den Oelfarben nicht wasserbeständig.

Man reibt die trockenen Farben in gewöhnlichem Wasser und rührt kurz vor dem Verbräuche heiße flüssige Leimlösung in den zarten Farbenteig hinein. Bei allen Leimfarben bildet weiße Kreide (Blanc de Troyes, de Meudon u. f. w.) oder feiner weißer Ton das Hauptmaterial,

welches mit entsprechenden Mengen anderer Farbkörper gefärbt wird, so daß man meistens helle und zarte Töne erhält. Leimfarbenanfriche werden häufig anstatt Oelfarben zum Grundieren, dann aber auch bei solchen Objekten angewendet, wo auf Dauerhaftigkeit kein Gewicht gelegt wird, wie dies bei Ausstellungs- u. dergl. Bauten häufig der Fall ist. Sie trocknen, namentlich wenn die Anfriche warm gefeigen, ziemlich rasch, so daß man Objekte in einem Tage grundieren und fertig streichen kann, und besitzen einen angenehmen matten Ton, der mit Oelfarbe nicht zu erreichen ist.

Andés.

Leimkalk, f. Kalk, phosphorfaurer.

Leimmaschine, f. Papierfabrikation und Weberei.

Leimpfanne (Leimtiegel, Leimtopf). Die gewöhnliche Leimpfanne ist von Eisen oder Messing gegossen und von ziemlich bedeutender Wandstärke, damit sie die Wärme lange hält und folglich der Leim darin nicht zu schnell erstarrt. Sicher gegen das Anbrennen des Leimes und in andern Richtungen mindestens ebenso angenehm als die gewöhnliche Leimpfanne ist ein Leimtopf mit Dampfbad [1] oder mit Wasserbad [2]. Der Leimofen, d. h. der Ofen, mittels welchem das Erwärmen des Leimes stattfindet, ist nicht selten mit einem Trockenofen vereinigt [3].

Literatur: [1] Polyt. Zentralbl. 1862, S. 1212. — [2] Dingl. Polyt. Journ. 1846, Bd. 100, S. 454. — [3] Ebend. 1871, Bd. 199, S. 94; 1887, Bd. 246, S. 17.

E. Müller.

Leimpresse oder **Leimzwinge** (f. d.) dient behufs Raumersparnis für solche Fälle, wo man viele Bretter auf einmal paarweise aneinander zu leimen hat — etwa zur Bildung von Fußböden.

Bei der gewöhnlichen Einrichtung (f. die Figur) stehen auf einem schmalen Brette *a*, dessen Länge die gesamte Breite zweier verleimten Dielen *b* übertrifft, nahe an den Enden zwei senkrechte vierkantige Säulen *c*, auf welche 6—8 oder mehr ähnliche Brettstücke (Deckel) *d* — mittels zweier in jedem befindlichen viereckigen Löcher — von oben nach unten aufgeschoben werden können. Um die Deckel in der nötigen Entfernung übereinander zu halten, trägt jeder an seinen beiden Enden ein Holzstück *e* als angemessene Verflärkung. In dieses Fachwerk werden die zusammenzuleimenden Dielen in der erforderlichen Weise durch Antreiben der Keile *f* gespannt. Man wendet natürlich der Ausdehnung der Tafel entlang mehrere derartige Zwingen an.



E. Müller.

Leimfuß (Leimzucker), f. Glykokoll.

Leimtypie, photomechanisches Verfahren von Husnik in Prag zur Herstellung von Buchdruckklischees aus Leim.

Eine genügend dicke Chromatgelatineschicht wird unter einem Strich- oder Autotypie-negative (f. Autotypie) belichtet. Sodann ist zwecks Schaffung einer Unterlage die Rückseite der Leimplatte und die Oberfläche einer mäßig dünnen Zinkplatte mit Schmirgel- oder Sandpapier aufzurauen, die Metalltafel mit Guttaperchalösung zu übergießen, trocknen zu lassen und hierauf bis auf etwa 100° C. zu erhitzen; während des Erkaltens (etwa zwischen 25 und 44°) quetscht man die Gelatinefolie auf. Nun erst behandelt man die Leimschicht auf der belichteten Seite mit einer gefättigten Lösung von doppeltchromsauren Salzen. Bei dieser Entwicklung des Reliefs findet neben der Auflösung der unbelichteten Leimpartien zugleich eine Härtung der belichteten statt. Bevor zarte Formelemente angegriffen werden können, wird die Entwicklung unterbrochen, getrocknet, der Bunzengrund (die Sohle der vertieften Stellen) mit verdünnter Buchdruckfarbe gedeckt und nochmals belichtet. Dies hat den Zweck, die Seiten der hochstehenden druckenden Formteile zu härten. Nun entfernt man wieder die Buchdruckfarbe und entwickelt schließlich bis zu größerer Tiefe fertig. Die Methode besitzt den Vorzug, daß große Raschheit bei der Klischeeerzeugung erzielt werden kann. Dagegen hat der große Nachteil, daß die Leimplatten gegenüber den Metallklischees geringere Widerstandsfähigkeit gegen Bruch und gegen atmosphärische Einflüsse u. f. w. aufweisen, eine allgemeine Anwendung des Verfahrens unmöglich gemacht.

A. W. Unger.

Leim- und Gummiermaschinen, f. Appretmaschine, Bd. 1, S. 250.

Leimzwinge oder **Schraubzwinge** [1], ein Hilfswerkzeug des Tischlers u. f. w. zum Zwecke des Zusammendrückens oder Zusammenhaltens geleimter Verbindung (f. Leimen) bis zum Festwerden des Leimes. Die in sehr verschiedenen Größen angewendeten Zwingen sind hufeisenförmige Bügel, bei denen je ein Horn sich gegen das Holz oder eine Beilage legt, während das andre eine Schraube enthält, deren entsprechend ausgestattetes Ende auf die entgegengesetzte Seite des Holzes drückt. Auch Klemmzwingen oder Klemmknechte [2] werden statt der Schraubzwingen verwendet.

Die gewöhnliche hölzerne Schraubzwinge ist schwach und leidet an dem Uebelstand, daß das Drehen der Schraube viel Zeit erfordert, wenn die Maulweite in erheblicherem Grade geändert werden soll. Der Ersatz des Holzes durch Metall beseitigt nur den ersteren Uebelstand; behufs Hebung des letzteren sind mannigfache Einrichtungen erdacht worden. Eine

hübsche Lösung stellt untenstehende Figur dar [3]. In dem einen Horn des aus getempertem Guß bestehenden hufeisenförmigen Bügels ist die kurze, hohle, rechtsgängige Schraube *s* drehbar. Die Spindel *a* vermag man in der einen Stellung in ihrer Längsrichtung frei in der Schraube *s* zu verschieben. Beim Rechtsdrehen fassen aber die Zähne zweier an der Spindel befindlicher Zahnfängen *x* in solche mit Anschlagleisten *y*, welche in der Schraube *s* sitzen, und heben damit die Verschiebbarkeit auf. Durch Linksdrehung der Spindel kommen die Zahnfängen wieder außer Eingriff. Behufs Einspannung schiebt man die Spindel bis zur Berührung mit den einzuspinnenden Gegenständen und dreht die Spindel so weit rechts, wobei die Schraube *s* sich ebenfalls dreht, bis der gewünschte Druck erreicht ist. Das Lösen wird durch Linksdrehung ausgeführt, wonach die Spindel frei verschoben werden kann. Als besondere hierhergehörige Hilfswerkzeuge sind zu nennen: Leimpresen (f. d.), Gehrungszwingen, Rahmenspanner [4] u. f. w.

Literatur: [1] Exner-Pfaff, Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung, Weimar 1883, Bd. 3, S. 15. — [2] Karmarck-Fischer, Handbuch der mechanischen Technologie, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 578; Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 80; Dingl. Polyt. Journ. 1891, Bd. 281, S. 249; 1898, Bd. 307, S. 10. — [3] Karmarck-Fischer, a. a. O., S. 577. — [4] Dingl. Polyt. Journ. 1893, Bd. 287, S. 64.

E. Müller.

Leindotteröl (Dotteröl, deutsches Sefamöl), ein fettes Öl aus den Samen von *Camelina sativa*, hellgoldgelb, von schwachem, aber eigentümlichem Geruch und Geschmack. Spez. Gew. 0,925 bei 15°. Es findet in der Seifenfabrikation und zum Verschneiden von Rüböl, feltener als Speiseöl Verwendung.

Literatur: Bornemann, Die fetten Öle, Weimar 1889; Schaedler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Benedikt, Analyse der Fette, 4. Aufl., Berlin 1903. *Deite.*

Leinenbleiche. Der hohe, 25—30% betragende Gehalt an Stoffen, welche die Flachscellulose verunreinigen und durch das Bleichen entfernt werden, verbunden mit der relativen Empfindlichkeit der Flachsfasern gegenüber Alkalien, Säuren und Chlor, gestaltet die Leinenbleiche zu einer mühsamen und langwierigen Operation.

Im allgemeinen entspricht das Verfahren der Baumwollbleiche (f. Bleichen, Bd. 2, S. 67); jedoch kommt als besondere Behandlung das Auslegen des Bleichmaterials auf den Rasen hinzu, darin bestehend, daß der mit Alkalien und Säuren vorbehandelte Flachs auf Wiesen ausgebreitet der vereinten Wirkung von Licht, Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt wird, was die Zerstörung des beim Rößen oder Rotten gebildeten braunen Farbstoffes durch Ozon und Wasserstoffsuperoxyd zur Folge hat. Bezüglich des Bleichens von Leinengarn und Leinengewebe vgl. [1] und [2].

Literatur: [1] Hummel-Knecht, Färberei und Bleicherei der Spinnfasern, Berlin 1891. — [2] Knecht, Rawson u. Löwenthal, Handb. d. Färberei d. Spinnfasern, Berlin 1900/01. *R. Möhlan.*

Leinenzug (Treideln auf Leinpfaden oder Treidelwegen, auch Halage genannt), das Ziehen von Schiffen auf gut gangbaren Wegen, welche entlang von Kanälen und Flüssen angelegt sind, mittels einer Leine oder eines Taus.

Bei kleineren Fahrzeugen wird das Ziehen (holländisch Trecken) durch Menschenkraft beforgt; bei größeren Kanalkähnen und Flußschiffen bedient man sich der Pferde- bzw. der Dampf- oder elektromotorischen Kraft. Entsprechend der Größe des zu schleppenden Fahrzeuges wird die Zugleine entweder unmittelbar am Bordrand (Boote und kleine Kanalkähne) oder aber wegen der erforderlichen größeren Länge der Leine und ihres tieferen Durchhängens an einer Stelle des oberen Teils des Mastes (größere Kanal- und Flußkähne) befestigt. Nie aber soll der Leinenzug am Bug angreifen, da dann das Schiff stets Richtung auf Land nimmt. Bei starken Krümmungen des Wasserweges sind, um die große Ablenkung der Zugkraft von der Fahrtrichtung und den dadurch bedingten Effektverlust zu vermeiden, vertikal gestellte 2—3 m hohe Leitrollen aus Holz oder Eisen aufgestellt, um welche die Zugleine herumzuführen ist. Offiziell zugelassene Leinpfade oder Treidelwege müssen zur Ausübung des Gewerbes offen gehalten werden, selbst wenn sie über Grundstücke führen, die sich im Privatbesitz befinden.

Literatur: IX. Internationaler Schifffahrtkongreß, Düsseldorf 1902: Binnenschifffahrt, 1. Abt., 5. Mittel.; X. Internationaler Schifffahrtkongreß, Mailand: Binnenschifffahrt, 1. Abt., 2. Mittel. (Oekonomische Studie über mechanischen Schiffszug auf Flüssen, Seen und Kanälen). *Schütte.*

Leinöl, ein durch Auspressen von Leinsamen dargestelltes gelbes bis bräunlich gefärbtes Öl von süß-bitterem, nachträglich kratzendem Geschmack und eigentümlichem Geruch. S. a. Oelfabrikation.

Das Öl ist in 16 Teilen Aether und in 40 Teilen Alkohol von gewöhnlicher Temperatur löslich, mit Terpentinöl in allen Verhältnissen mischbar, siedet bei 230° C., fängt auf 380—420° C. gebracht von selbst zu brennen an, wobei es sich bis zu Sirupkonsistenz verdickt. Leinöl hat in hohem Grade die Eigenschaft, aus der Luft und beim Kochen mit sauerstoffreichen Körpern Sauerstoff aufzunehmen, seine Bestandteile wesentlich zu ändern, rasch auszutrocknen, mit einem Worte das zu bilden, was wir Firnis und Firnisüberzug nennen. Es wird dermalen meist aus russischer, ostindischer, argentinischer, La-Plata- u. f. w. Saat und Saat aus den Ostseeprovinzen, in Holland und England gewonnen (die Leinölproduktion anderer Länder, z. B. Bayerns, Ober-

österreichs u. f. w., ist unbedeutend) und ist namhaften Verfälschungen ausgesetzt, so namentlich mit Rüböl (wenn es der Preis gestattet), Hanföl, Fischtran, Kompositionsölen aus Harz, Petroleum, Harzöl u. f. w.; auch Fälschungen durch Vermischen des Leinfamens mit Leindotter sind beobachtet worden. Es findet seine Hauptanwendung zu Anstrichzwecken, in der Fabrikation von Lacken, Firnissen, zu weißen Seifen (Schmierseifen) u. f. w.; kaltgepreßtes Leinöl wird in einigen Gegenden noch als Speiseöl benutzt.

Andés.

Leinölfirnis, Firnis, Oelfirnis, durch Erhitzen mit sauerstoffabgebenden Metalloxyden (Blei, Mangan), neuester Zeit auch mit harz- oder ölfäuren Blei- und Manganoxiden, mit flüssigen oder festen Trockenmitteln ohne Erwärmen aktiv gemachtes, d. h. mit beschleunigtem Austrocknungsvermögen ausgerüstetes Leinöl.

Bei Erhitzung auf 240–280° C. wird der Firnis als gekocht bezeichnet; ohne Erwärmung oder bei einer solchen auf 130° C. hergestellter Firnis (neueingeführtes Verfahren) heißt ungekocht. Letzterer enthält weniger Zeretzungsprodukte als der gekochte. Guter Leinölfirnis muß etwas dickflüssiger als Leinöl, von gelber bis braungelber, allenfalls rötlicher, aber nicht dunkel- oder gar schmutzigbrauner Farbe sein. Der Geruch kann allenfalls unangenehm, darf aber nicht stinkend sein, der Geschmack ist dem des Oeles ähnlich mit einer Beigabe, welche an die beim Sieden sich entwickelnden Dämpfe erinnert; Firnis muß, auf Glas getrichen, binnen 9 bis 18 Stunden zu einem festen, elastischen, nicht klebenden Häutchen ausgetrocknet sein. Er ist mannigfachen Verfälschungen, namentlich mit Harz, Harzöl und Petroleumkompositionen unterworfen. Für weiße Anstriche werden die Firnisse mittels Manganoxiden (namentlich borfauren) hergestellt, auch wohl mittels Chemikalien oder durch Sonnenlicht gebleicht.

Andés.

Leinpfad (Treidelweg, Treppelweg), f. Flußschiffahrt, Kanalschiffahrt und Schiffahrtskanäle.

Leinwand, f. Weberei.

Leinwandanstriche, Ueberzüge der zu Segeln, Zelten u. f. w. verwendeten Stoffe mit besonders vorbereitetem Firnis aus dick eingekochtem Leinöl, nachdem vorher die Stoffe durch einen Ueberzug von Stärkekleister vorbereitet sind. Weichheit und Biegsamkeit wird dabei neben der Konservierung der Stoffe für lange Zeit erreicht.

Andés.

Leinwandbaum, -maschine, f. Weberei.

Leiogomme, **Leiokom**, f. Dextrinfabrikation.

Leipzigergelb (Chromgelb), f. Chromfarben.

Leipzigergrün, f. Schweinfurtergrün.

Leiste, ein langes, schmales Brettstück, das über eine Fläche hervorragt, auch ein mit Profil verziertes schmales Gefims; f. a. Handleiste.

Leistenwerk, ein architektonisch angeordnetes System von langen, schmalen Brettstücken, die eine Fläche gliedern oder umrahmen.

Leistung einer Kraft, f. Arbeit.

Leistungsfaktor, f. Wechselstrom.

Leistungskurven, f. Dynamomaschine, Bd. 3, S. 191.

Leitanstrich, f. Wagenlackierung.

Leitbaum, ein Teil der hölzernen Leitung, an welcher das Fördergefäß im Schachte mittels der Leitfchuhe oder mittels der Spurnägel geführt wird (f. Schachtförderung).

Treptow.

Leitblock, f. Block, Takelage.

Leitdamm, niedriger, auf dem Vorlande liegender Flügeldamm des Hauptdeichs, welcher den Zweck hat, dem Hochwasser eine bestimmte Richtung anzuweisen und es beispielsweise von einem alten Flußarm abzuhalten oder dessen Wiederausbildung zum Hauptdamm zu verhindern.

Frühling.

Leiter (Dachleiter, Feuerleiter, Mechanische Leiter), f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 781 ff.

Leiter, elektrische, f. Elektrizität und Galvanismus.

Leitergang (Leitergerüst), aus Leitern gebildetes, mit Brettern belegtes Gerüst, das für Arbeiten des Malers, Tünchers, Gipers oder Dekorateurs aufgestellt wird. S. a. Baugerüst.

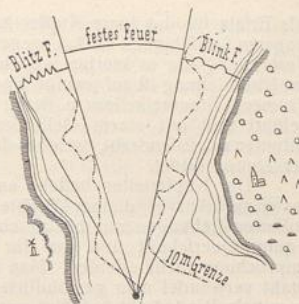
Leiterwagen, f. Wirtschaftswagen.

Leitfähigkeit, elektrische, f. Leitungsfähigkeit und Widerstand, elektrischer.

Leitfähigkeit, magnetische, f. Magnetismus.

Leitfeuer (Richtfeuer), zur Kenntlichmachung eines Fahrwassers und seiner Grenzen bestimmte Feuer, welche gewissermaßen die Peilungslinien ersetzen; f. a. Feuer und Küstenbeleuchtung.

Die Leitfeuer sind so eingerichtet, daß sie entweder nur innerhalb eines bestimmten Winkels zu sehen sind, dessen Schenkel die Fahrwassergrenzen bezeichnen, oder aber daß sie in jenem Winkel eine bestimmte Feuerart, außerhalb desselben aber eine erheblich abweichende zeigen, so daß ein Schiff, welches seitlich aus dem Fahrwasser gerät, dieses sofort an der andern Feuerart merkt und auch gleich weiß, ob es sich zu weit rechts oder links befindet (f. die Figur). Manche Feuertürme, z. B. der Rote-Sand-Leuchtturm vor der Wefermündung, sind als Leitfeuer für mehrere Fahrwasser eingerichtet und zeigen für jedes eine andre Feuerart. Hafenfeuer (f. d.) sind gewissermaßen auch Leitfeuer; z. B. deuten zwei hintereinander stehende rote Laternen (Kieler Hafen), sobald sie in eins gepeilt werden, eine Kurslinie an, die von dem im Hafen verankerten Bojen frei führt.



von Nießen.

Leitfossil, f. Versteinung.

Leitgabel (Rückgabel), f. Riemenausrücker.

Leithakalk, ein der jüngeren Tertiärformation angehöriger, fast ganz aus versteinerten organischen Resten (Korallen, Foraminiferen, Echiniden, Muscheln u. f. w.) bestehender Kalkstein der Wiener Gegend.

Er ist dicht oder porös, gelblichweiß, ziemlich fest, leicht zu bearbeiten. Die dichten, hellgrauen bis weißen Arten (Wöllersdorf bei Wien) sind die härtesten und auch politurfähig, besonders die aus Lithothamien (Kalkalgen) bestehenden Lithothamienkalksteine. Sie werden zu Sockeln, Säulen und Treppenläufen verwendet. Druckfestigkeit des dichten Kalksteins von Wöllersdorf trocken 1127 kg, wasserfett 974 kg/qcm, Porosität 4,33% des Raumes. Spez. Gew. 2,56. Poröse Arten lassen sich leichter bearbeiten, sind aber nicht sehr frostbeständig; sie werden zu ornamentalen Arbeiten verwendet. Im allgemeinen bildet der Leithakalk den wichtigsten Baustein Wiens.

Leppla.

Leithnerblau, f. Kobaltblau.

Leitlinie (Directrix), f. Kegelschnitte.

Leitmutter, f. Mutterplatte.

Leitrollen, f. Riemenleiter.

Leitschienen, auch Zwangschienen (Streichschienen oder Schutzschienen, f. d.), besondere Schienen an der inneren Seite der Fahrschienen der Eisenbahngleise, mit diesen fest verbunden zur Herstellung einer festen Spurrinne von bestimmter Weite, um die Räder zu führen, z. B. auf Brücken zur Verhütung von Entgleisungen, in scharfen Krümmungen (nur an den inneren Fahrschienen) zur Vermeidung der seitlichen Abnutzung der äußeren Fahrschienen und Erhöhung der Betriebsicherheit, an schienengleichen Uebergängen (besonders an sehr schrägen), um den Fahrwerken das Ueberfahren der Spurrinne zu erleichtern, gegenüber von Herzstücken (f. d.), um das Auflaufen der Spurkränze auf die Spitzen zu verhindern.

Die Leitschienen können Schienen gleichen Profils wie die Fahrschienen oder nur ein Walzeisen, z. B. ein kräftiger Winkel, sein. Ihre Oberkante muß bei schienengleichen Uebergängen so hoch sein wie die der Fahrschienen, sonst können sie die Fahrschienen bis zu 50 mm überragen, bei neuen Fahrschienen um 50 mm weniger die zulässige Abnutzung der Fahrschienen, somit um 35–40 mm. Die Weite der Spurrinne ergibt sich aus der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 4. November 1904, § 11 (5).

Kübler.

Leitschuh am Fördergestell, f. Schachtförderung.

Leitspindel, f. v. w. Schraubenspindel zur selbsttätigen Bewegung des Supportschlittens bei Drehbänken; f. Drehbank, Bd. 3, S. 82.

Leitstrahl, f. Kegelschnitte.

Leitungen, elektrische, diejenigen Bestandteile einer elektrischen Anlage, welche zur Verteilung des elektrischen Stromes von der Stromerzeugungsstelle nach den Verbrauchsstellen dienen.

Das beste Leitungsmaterial ist reines Kupfer, weil es unter den unedeln Metallen die höchste Leitfähigkeit besitzt. Nach den Normalien des Verbandes deutscher Elektrotechniker [1] darf der spezifische Widerstand (f. Widerstand, elektrischer) von Leitungskupfer für Starkstromleitungen nicht größer als 0,0175 oder seine Leitfähigkeit (d. i. der reziproke Wert des Widerstandes) nicht kleiner als 57 sein; als Normalkupfer von 100% Leitfähigkeit gilt ein Kupfer, dessen Leitfähigkeit 60 beträgt. Das spez. Gew. des ausgeglühten Kupferdrahtes beträgt 8,9; die Bruchfestigkeit ist bei weichen Drähten 28 kg für 1 qmm Querschnitt und steigt bei hartgezogenen bis zu 45 kg. Mit Rücksicht auf diese verhältnismäßig geringe Festigkeit verwendet man bei Freileitungen mit großen Spannweiten, wie sie bei Schwachstrombetrieb (Telephon) häufig vorkommen, besser Kupferlegierungen, z. B. den Weiller'schen Siliciumbronzdraht (Bruchfestigkeit 80 kg pro Quadratmillimeter, Leitfähigkeit 42% des Normalkupfers).

Als Ersatz für das teure Kupfer kann Aluminium Verwendung finden, das sich trotz feiner geringeren Leitfähigkeit (59%), wegen des kleineren spez. Gew. (2,6) erheblich billiger stellt; größere Verbreitung hat es hierfür jedoch bisher nicht gefunden. Die Verwendung andern Materials zur Stromleitung ist auf wenige Spezialfälle beschränkt. So benutzt man mitunter in fehr feuchten Räumen, Brauereikellern u. dergl. lieber verzinkten Eifendraht, welcher auf Porzellanisolatoren geführt und mit einem Oelfarbenanstrich versehen ist; auch Bogenlampenleitungen bestehen mitunter aus Eifendraht, welcher dann so bemessen ist, daß er gleichzeitig den Vorschaltwiderstand der Lampe bildet.

Der Kupferleiter besteht entweder aus massivem Draht oder aus einem Seile, welches aus einer Anzahl dünner Drähte zusammengesetzt ist. Massiven Draht verwendet man bei isolierten Leitungen nur bis zu einem Querschnitt von 16 qmm; Kupferdrähte und Seile unter 1 qmm Querschnitt sind nur für Beleuchtungskörper zulässig, wo sie eine mechanische Beanspruchung nicht erleiden. Man unterscheidet blanke und isolierte Leitungen. Blanken Draht verwendet man gewöhnlich nur im Freien auf Isolatoren (f. d.) aus Porzellan, an denen er mittels Bindedraht befestigt wird; fein Minimalquerschnitt ist 6 qmm bei Niederspannung (bis 500 Volt) und 10 qmm bei Hochspannung (über 500 Volt). Bei Verlegung blanker Leitungen in Gebäuden muß der Minimalquerschnitt 4 qmm und die Entfernung der einzelnen Leitungen voneinander je nach der Spannweite 10–20 cm, der Abstand von der Wand 10 cm betragen. Im allgemeinen sollte man blanke Innenleitungen vermeiden, außer für Akkumulatorenräume, chemische Fabriken u. dergl., in welchen die entwickelten Säuredämpfe und ätzenden Stoffe doch sehr bald eine Zerstörung der Isolation herbeiführen würden; sie werden dann mit einem Anstrich von Oelfarbe, Asphalt oder mit einem Bleiüberzuge versehen. Alle übrigen in Innenräumen befindlichen Leitungen erhalten eine gute isolierende Umhüllung, welche möglichst wasserdicht ist, keine leichte Entflammbarkeit besitzt und mechanischen Einwirkungen großen Widerstand entgegensetzt, so daß Verletzungen der Umhüllung besonders bei der Installation der Leitungen ausgeschlossen sind. Diesen Bedingungen entsprechen am besten die Gummibandleitungen, geeignet zur Verlegung in trockenen Räumen bei Spannungen bis 250 Volt, und die Gummiaderleitungen für feuchte Räume sowie für Spannungen bis 1000 Volt. Für mehr als 1000 Volt werden Gummiaderleitungen benutzt, deren Gummihülle aus mehreren Lagen besteht, und zur Verlegung in Erde oder Wasser dienen die sogenannten

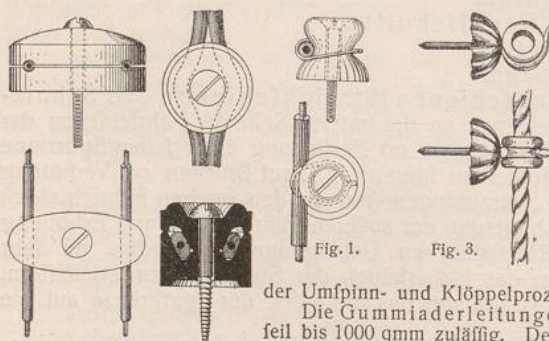


Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 1.

Fig. 3.

Kabel (f. d. und Seekabel).

Die Gummibandleitungen sind mit massivem Draht in den Querschnitten 1–16 qmm, als Drahtseil bis 150 qmm zulässig [1]. Der Kupferleiter ist verzinkt, mit Baumwolle umspunnen und dann mit reinem, unvulkanisiertem Paragummiband bei 2 mm Ueberdeckung umwickelt; die Gummihülle ist mit Baumwolle umspunnen und dann nochmals mit Hanf oder Baumwolle umklöpelt. Ueber die Ausführung der Umspinn- und Klöppelprozesse findet man Näheres in [4].

Die Gummiaderleitungen sind massiv bis 16 qmm, als Drahtseil bis 1000 qmm zulässig. Der verzinkte Kupferleiter ist mit einer wasserdichten vulkanisierten Gummihülle von bestimmter Wandstärke umpreßt [1]; hierauf folgt eine Umwicklung aus gummiertem Band und eine imprägnierte Umklöppelung.

Für viele Zwecke, z. B. zum Bewickeln der Spulen von elektrischen Maschinen, Apparaten, Meßinstrumenten u. dergl., genügt eine einfache oder doppelte Befspinnung der Leitungsdrähte mit Baumwolle oder Seide. Da die Stärke der Befspinnungsschicht für manche Zwecke, besonders bei feinen Drähten störend ist, stellt die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft Berlin neuerdings sogenanntes Acetatdraht in den Stärken 0,07–0,17 mm her, der mit einer nahtlosen Hülle von nur 0,02 mm Dicke aus Celluloseacetat umgeben ist. Drähte über 0,17 mm Kupferdurchmesser erhalten eine Art Emailüberzug von gleicher Stärke.

Für die Verlegung (Installation) der Leitungen in Innenräumen sind folgende Methoden üblich. Die Verlegung an Porzellanrollen (Fig. 1) oder auf Porzellanclammern (Fig. 2), die mittels Holz- oder Eifendübeln an der Wand befestigt werden, ist die bequemste und billigste. An die Rollen wird jede Leitung mit weichem Kupferdraht angebunden, während die Klammern beide Drähte zugleich festhalten; die Befestigungsstellen sollen höchstens 80 cm voneinander entfernt sein, und der Abstand von der Wand muß bis 500 Volt Spannung 1 cm, bis 1000 Volt 2 cm, darüber 1 cm für je 1000 Volt, mindestens jedoch 5 cm betragen. Für sogenannte Mehrfachleitungen, d. h. gut isolierte Leitungsfchnüre aus dünnem Kupferdraht, die zwei und mehr selbständige Leitungen enthalten, sind außer den bisher erwähnten Verlegungsmethoden auch noch die beiden folgenden viel verwendet worden. — Das Ringisolatorensystem von Pefchel (Hartmann & Braun in Frankfurt a. M.), bei welchem die Mehrfachkabel durch Porzellanringe gezogen werden, die mittels Messinghaken auf Holzdübeln an der Wand befestigt sind (Fig. 3). Eine untergeschobene Rosette verdeckt den in die Wand geschlagenen Holzdübel. — Das Klemmisolatorensystem von Heller (Nürnberg-Glaishammer), bei welchem der Leiter zwischen zwei mit ringförmigen Nuten versehene Scheiben gepreßt wird (Fig. 4). Da bei diesen Verlegungsarten die Leitungen sichtbar bleiben, eignen sie

sich wenig für bessere Innenräume, und es hat deshalb das System Bergmann, bei dem der Leiter verdeckt in Rohren liegt, für Inneninstallationen eine sehr große Verbreitung gefunden. Bei diesem System wird aus imprägnierten Papierrohren ein zusammenhängendes Rohrnetz hergestellt, das zur Aufnahme des Leiters dient. Durch das Imprägnieren mit Isoliermasse werden die Rohre undurchlässig gegen Feuchtigkeit, sehr widerstandsfähig gegen Entzündung, erhalten eine hohe Isolierfähigkeit und können deshalb ohne Bedenken in die Wand eingeputzet werden. Bei der Verlegung wird die Verbindung der einzelnen 3 m langen Rohrstücke durch übergeschobene Messinghülsen (Fig. 5) bewirkt, während zur Bildung von Ecken sogenannte Ellbogen (Fig. 6) eingesetzt werden. An allen Stellen, an welchen Lampen oder Auschalter abzweigen, wird behufs bequemer Revision und Reparatur in die Rohrleitung eine ebenfalls aus imprägnierter Papiermasse hergestellte Abzweigdose (Fig. 7) eingefügt, die durch einen Deckel verschlossen werden kann. Als Leitungen benutzt man bei diesem System sogenannte Zwillingsleiter (Fig. 8), welche aus zwei mit Kautschuk umpreßten und dann durch eine Umspinnung vereinigten Kupferdrahtlitzen bestehen; sie werden in Querschnitten von 1—1,5—2,5—4—6 qmm (für jeden Leiter) hergestellt und können mit 2,5 Ampère pro Quadratmillimeter beansprucht werden. Das Einziehen in die Rohre geschieht nach Fertigstellung des ganzen Netzes von den Abzweigdosen aus; bei längeren Leitungen und wenn mehrere Ellbogen zu passieren sind, wird ein dünnes, elastisches Stahlband bis zur nächsten Dose vorgezogen, mittels dessen man dann den Leiter nachzieht. Die Verbindung der Enden der einzelnen Leitungsfstücke wird innerhalb der Dosen nicht durch Verlötlung, sondern mittels sogenannter Abzweigscheiben aus Porzellan, die mit entsprechenden Messingklemmen versehen sind, vorgenommen. Die Bleisicherungen (f. d.) werden ebenfalls auf Porzellanscheiben in die Dosen eingesetzt. Die Rohre sind gegen Gips und Mörtel ganz unempfindlich, werden jedoch durch die im Zement enthaltenen Alkalien angegriffen. Um sie auch hiergegen zu schützen, verzieht man sie mit einem Ueberzug aus dünnem Messing- oder Stahlblech, neuerdings auch aus verbleitem Stahlblech oder, zur Sicherung gegen das Eindringen von Nägeln, aus starkwandigem Stahlrohr (Panzerrohr). Ausführliche Angaben über das Bergmann-System in [4]. — Die früher vielfach übliche Verlegung in Holzleisten, bei der die Leitungsdrähte ebenfalls verdeckt wurden, darf wegen seiner Feuergefährlichkeit nicht mehr angewendet werden.

Berechnung der Leitungsquerschnitte. Nach den Sicherheitsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker [1] dürfen isolierte Kupferleitungen höchstens mit den nachstehend angegebenen Stromstärken dauernd belastet werden.

Querschnitt in qmm	Betriebsstromstärke in Ampère	Querschnitt in qmm	Betriebsstromstärke in Ampère	Querschnitt in qmm	Betriebsstromstärke in Ampère
0,75	4	25	80	240	330
1	6	35	90	310	400
1,5	10	50	100	400	500
2,5	15	70	130	500	600
4	20	95	165	625	700
6	30	120	200	800	850
10	40	150	235	1000	1000
16	60	185	275		

Die Querschnitte dieser Tabelle sind lediglich mit Rücksicht darauf gewählt, daß beim Stromdurchgange nur eine mäßige Temperaturerhöhung stattfindet; man bezeichnet sie als feuer sicherere Querschnitte. In den meisten Fällen ist jedoch nicht die Feuer sicherheit der Leitung für ihren Querschnitt maßgebend, sondern der zulässige Spannungsverlust. Man berechnet daher die Leitungen so, daß der größte in ihnen eintretende Spannungsverlust einen gewissen zulässigen Wert nicht überschreitet. In den Verteilungsleitungen von Beleuchtungsanlagen darf dieser Verlust 1,5—2,5% der Lampenspannung betragen; stärkere Spannungsschwankungen verkürzen die Lebensdauer der Glühlampen und erzeugen unangenehme Lichtschwankungen. Der Spannungsverlust in den Speiseleitungen ist lediglich von wirtschaftlichen Erwägungen abhängig; man findet ihn bis zu 10 und 15% gewählt.

Bezeichnet i die Stromstärke in Ampère, l die Entfernung der Verbrauchsstelle von der Stromquelle in Metern (die Hin- und Rückleitung = $2l$), δ den Spannungsverlust in Volt, ω den Widerstand der Leitung in Ohm, c den spezifischen Leitungswiderstand des Kupfers ($c = \frac{1}{57} = 0,0175$), q den Querschnitt der Leitung in Quadratmillimetern, so ist nach dem Ohmschen Gesetz $\delta = i \cdot \omega$ und hierin der Widerstand ω für die Hin- und Rückleitung $\omega = c 2l : q$, somit $\delta = i c 2l : q$, $q = c i 2l : \delta = 0,035 i l : \delta$. Für einen so berechneten Querschnitt wählt man aus den im Handel vorkommenden Normalquerschnitten (Tabellen in [5]) den nächstliegenden aus. Sind eine größere Anzahl Leitungsquerschnitte zu berechnen, so kann die Arbeit durch Anlegung einer

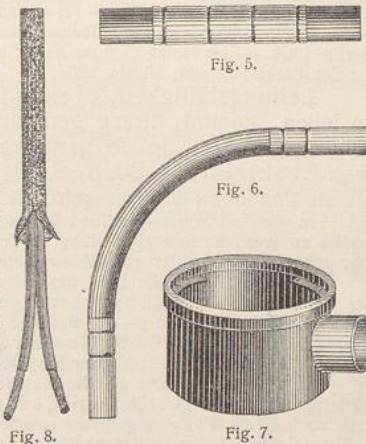


Tabelle wesentlich vereinfacht werden [5]. Ausführliche Angaben über die Methoden zur Berechnung größerer Leitungssysteme findet man in [2]—[4].

Zum Schutze der Leitungen gegen eine zu hohe Stromstärke werden an allen Abzweigen sowie an jeder Dynamo, jedem Motor und jedem Lampenkreise fogenannte Abschmelzicherungen eingeschaltet (f. Bleisicherung, Bd. 2, S. 74). Ebenso sind bei allen Freileitungen Blitzschutzvorrichtungen (Bd. 2, S. 85) anzubringen, welche Entladungen der atmosphärischen Elektrizität ohne Schaden für Leitungen, Apparate und Bedienungspersonal abführen. Ueber Störungen durch Erdchluß und Isolationsprüfungen f. Isolationswiderstand.

Literatur: [1] Weber, Erläuterungen zu den Sicherheitsvorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker, Berlin 1905. — [2] Herzog und Feldmann, Die Berechnung elektrischer Leitungssysteme, Berlin 1905. — [3] Gallusser und Hausmann, Theorie und Berechnung elektrischer Leitungen, Berlin 1904. — [4] Holz, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [5] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907.

Leitungsfähigkeit, elektrische. Die Fähigkeit, den galvanischen Strom zu leiten, kommt, streng genommen, allen Stoffen in jeder Form zu, jedoch zum großen Teil in so geringem Grade, daß man solche als Nichtleiter (vgl. Elektrizität, Bd. 3, S. 401) zu bezeichnen pflegt. Zu den im Gegensatz hierzu stehenden Leitern gehören vor allem die Metalle.

In welcher Weise dieselben leiten, beginnt anscheinend auf Grund der Elektronentheorie erklärt zu werden; ihre elektrische ist der Wärmeleitfähigkeit parallel. Legierungen leiten meist sehr erheblich schlechter als die einzelnen Komponenten.

Bezeichnet man die Leitfähigkeit von Quecksilber bei 0° mit 1, so ist bei gleicher Form der Leitung (f. a. Leitungsvermögen, spezifisches) jene von Silber 59, Kupfer 55, Gold 41, Zink 15, Eisen 6—10, Platin 6,5, Blei, 4,6, Antimon 2,1, Wismut 0,8 Stahl 2—6, Gaskohle ca. 0,02, Messing 10—14, Neufilber 2,4—6, Nickel 2,3, 20% Platin-Silber 4,8, 40% Nickel-Kupfer 2,0, 12% Mangan-Kupfer 2,8, 30% Mangan-Kupfer 0,9 mal so gut.

Sehr viel schlechter als die Metalle, jedoch noch sehr viel besser als die Nichtleiter, leiten wässrige und auch gewisse andre Lösungen von Säuren, Basen und Salzen, die deshalb auch Elektrolyte genannt werden. Auch zeigen viele Salze im reinen geschmolzenen Zustand elektrolytische Leitfähigkeit (f. Elektrolyse). Elektrolyte zeigen sämtlich die Erscheinung der Dissoziation (f. d.) in Ionen, und die Leitung der Elektrizität durch solche Lösung erfolgt gleichzeitig mit einem proportionalen Transport von Ionen, indem jedes Grammäquivalent eines Ions 96600 Coulombs mit sich führt. — Die besten elektrolytischen Leiter haben nur eine Leitfähigkeit von ca. $\frac{1}{100\,000}$ der schlechtesten metallischen; die Größe der elektrolytischen Leitfähigkeit ist übrigens von der Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen des Elektrolyten abhängig, sowie ihrer Konzentration in der Lösung proportional, mit welcher sie wächst, also von der Stärke, d. h. dem Dissoziationsgrad (f. d.) und der Konzentration des Elektrolyten [1].

Die noch viel geringere elektrische Leitfähigkeit der Gase könnte sich nach neueren Untersuchungen [2] ebenfalls als eine elektrolytische erweisen, doch ist darüber noch wenig bekannt. Die Größe der Leitfähigkeit reiner Nichtleiter ist neuerdings untersucht worden [3] und ist etwa millionfach schlechter als die der besten Elektrolyte.

Literatur: [1] Kohlrausch und Hohlborn, Leitvermögen der Elektrolyte, Leipzig 1898; Arrhenius, Zeitf. physik. Chem., 1, 631 (1887); Ostwald, Lehrbuch d. allgem. Chemie, Leipzig 1893, Bd. 2, 1. — [2] Arrhenius, Wied. Ann. 42, 18 (1891). — [3] Walden, Zeitf. anorgan. Chemie 25, 225, 1900.

Leitungsvermögen, magnetisches (magnetische Permeabilität), f. Elektromagnetismus, Bd. 3, S. 420.

Leitungsvermögen, spezifisches, die elektrische Leitfähigkeit einer Substanz im Verhältnis zu derjenigen des Quecksilbers bei 0° unter Voraussetzung gleicher geometrischen Formen der leitenden Volumina beider. Statt dieser Zählung wird für Elektrolyte neuerdings die spezifische Leitfähigkeit in reziproken Ohm pro Kubikzentimeter ausgedrückt, in welchem Maß befließende Schwefelsäure bei 35° den Wert 1 besitzt und Quecksilber bei 0° den Wert 10600.

Leitungsvorschriften, f. Eisenbahntarife.

Leitungswiderstand, spezifischer, f. Dampfleitungen, Gasrohrleitungen, Hydraulik und die dortigen weiteren Verweise; f. a. Widerstand, elektrischer.

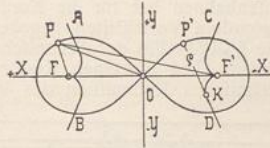
Leitwerk, f. v. Parallelwerk (f. d. und Flußregulierung).

Lemiellesches Gebläse, f. Kapfelgebläse.

Lemniscate, eine schleifenförmige Kurve vierter Ordnung von der Gleichung $(x^2 + y^2)^2 = a^2(x^2 - y^2)$ oder in Polarkoordinaten $r = a\sqrt{\cos 2\vartheta}$.

Sie hat im Ursprung O einen Doppelpunkt mit Wendetangentenpaar. Die Punkte F und F' mit den Koordinaten $\pm \frac{a}{\sqrt{2}}$, 0 heißen Brennpunkte der Lemniscate. Ist P ein Kurvenpunkt, so ist $FP \cdot F'P = OP^2$. Der Winkel zwischen Radiusvektor und Normale ist 2ϑ , der Krümmungsradius $P'K = \rho = \frac{a^2}{3r}$; die Projektion des Krümmungsradius auf den Radiusvektor ist $\frac{r}{3}$; die

Evolute $AFB, C'F'D$ hat die Gleichung $9(x^{\frac{3}{2}} + y^{\frac{3}{2}})^2$. $(x^{\frac{3}{2}} - y^{\frac{3}{2}}) = 4a^2$. Die Sektorfläche ist $S = \frac{1}{2} a^2 \sin 2\vartheta$, daher die Fläche der ganzen Kurve a^2 . Der Bogen ist nur durch elliptische Integrale ausdrückbar; doch gibt es Lemniscatenbogen, deren Differenz konstruierbar ist (berühmtes Theorem von Fagnano). Die ganze Bogenlänge ist $5,2441 \dots a$, der Inhalt des Drehungskörpers um die x -Achse $\pi a^3 [1 + \sqrt{2} - \frac{1}{2}\sqrt{2}]$. Die Lemniscate ist die Fußpunktkurve der gleichseitigen Hyperbel mit dem Mittelpunkt als Pol. — Die logarithmische Lemniscate mit der Gleichung $y^2 = x^2 l \frac{a^2}{x^2}$ hat eine ähnliche Gestalt, besitzt jedoch im Ursprung einen Selbstberührungspunkt.



Wölfing.

Lemnische Erde, f. Bolus.

Lenkachfen, Einzelachfen von Eisenbahnfahrzeugen, deren Verbindung mit dem Rahmenbau die radiale Einstellung in Krümmungen gestattet.

Diese wird bei den Hinterachfen in ähnlicher Weise hervorgerufen wie bei einem Straßenfahwerk, dessen Hintergestell durch einen Drehzapfen mit dem Vordergestell verbunden ist. Wird bei einem solchen Fahwerk das Vordergestell in einem bestimmten Bogen geführt, so stellt sich die Hinterachse radial. Bei einem Eisenbahnfahrzeug übernimmt in der Krümmung der an die äußere Schiene anlaufende Spurkranz des äußeren Vorderrads die Führung, während die Hinterachse sich radial zu stellen sucht, wodurch der Spurkranz des inneren Rads an die innere Schiene gepreßt wird. Dies geschieht auch dann, wenn das äußere Rad dieser Achse auf einem kleineren Laufkreis läuft als das innere. Bei einem Eisenbahnfahrzeug wird das Bestreben der Hinterachse, sich radial einzustellen, durch das Anlaufen des Spurkranzes des inneren Rads an der inneren Schiene begrenzt. Der Spurkranz des äußeren Rads der Vorderachse wird bei im Rahmen parallel gelagerten Achfen, also bei einem steifachfigen Fahrzeug, hiedurch unter größerem Winkel gegen die äußere Schiene gedrängt, wodurch der Widerstand vermehrt wird. Läßt nun die Verbindung der Achfen mit dem Rahmen eine gegenfeitige Drehung zu, so wird sich die Hinterachse durch das Anpressen des Spurkranzes radial stellen, während die Vorderachse bei genügend großer Geschwindigkeit und nicht zu starker Ueberhöhung, also bei genügendem Seitendruck, durch Abrollen des äußeren Rads auf einem in der Hohlkehle des Spurkranzes liegenden Laufkreis in radialem Sinn abgelenkt wird. In scharfen Krümmungen von 300 m und weniger mit starker Ueberhöhung tritt die Radialstellung der Vorderachse erfahrungsgemäß nur unvollständig ein.

Derartige unabhängig voneinander sich einstellende Endachfen eines Eisenbahnfahrzeugs heißen freie Lenkachfen. Um mit Sicherheit die Vorderachse zur Einstellung zu bringen, werden die Achsbüchfen der Vorder- und Hinterachfen in geeigneter Weise durch Gestänge verbunden. Solche Lenkachfen heißen gekuppelte oder zwangsläufige Lenkachfen. Die radiale Einstellbarkeit wird bei freien Lenkachfen stets dadurch erreicht, daß man den Achsbüchfen Spielraum in den Achshaltern gibt. Bei gekuppelten Lenkachfen geschieht dies in gleicher Weise, oder aber man ordnet die Achshalter in besonderen Drehrahmen an, die die Achsbüchfen mitnehmen

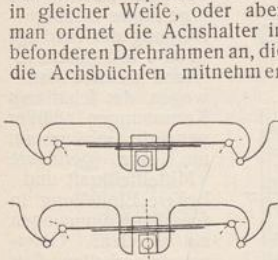


Fig. 1 und 2.

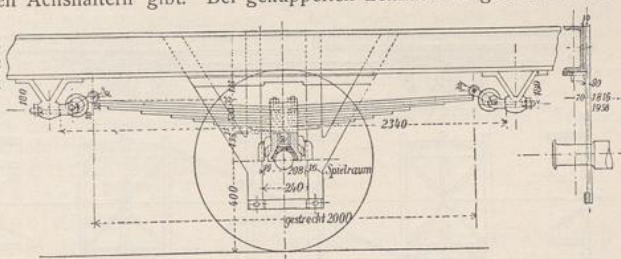


Fig. 3.

Die Räder einer Eisenbahnachse haben bei freiem Rollen das Bestreben, in der Ebene ihrer Laufkreise zu verharren. Es bedarf daher einer Vorrichtung, um die radial gestellten Lenkachfen beim Eintritt in die Gerade in die normale Stellung zum Rahmenbau zurückzubringen. Diese Mittelstellung wird gegenwärtig durchweg durch pendelndes Federgehänge erreicht. Der Rahmenbau wird, wie dies schematisch in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, an den Enden der mit den Achsbüchfen fest verbundenen Tragfedern pendelartig aufgehängt. Bei normaler Stellung der Achse (Mittelstellung) sind die beiden Pendel gegen die Mitte gleich geneigt, die aus der Belastung resultierenden, an den Federaugen angreifenden Horizontalkräfte sind daher gleich groß und heben sich auf. Bei Radialstellung einer Achse werden die Achsbüchfen etwas seitlich verschoben. Die Pendel erhalten ungleiche Neigung, die an den Federaugen wirkenden Horizontalkräfte werden ungleich und suchen sich auszugleichen und die Achsbüchfen in die Mittelstellung zu bringen. Dies geschieht, sobald beim Eintritt in die Gerade das innere Rad der Hinterachse nicht mehr an die Innenschiene angepreßt wird. Je flacher die Stellung der Pendel und je geringer ihre Länge ist, desto energischer geschieht die Rückstellung in die Mitte, um so größer wird aber auch die zur Radialstellung erforderliche Kraft und um so unvollständiger wird daher die Radialstellung in scharferen Krümmungen.

Die Anwendung von Lenkachfen gestattet größere Radstände; aber auch für kleinen Radstand werden Lenkachfen empfohlen. Nach § 123 der Technischen Vereinbarungen ist das

Befahren von Krümmungen mit 180 m Halbmesser bei festem Radfland nur noch mit Wagen von höchstens 4,5 m Radfland zulässig, während bei Lenkachfen der Radfland 9 m betragen kann. Der Verein deutscher Eisenbahnen hat für die Konstruktion der Lenkachfen besondere Vorschriften gegeben, die im wesentlichen die §§ 124—126 der Technischen Vereinbarungen enthalten. Die einzelnen Konstruktionen sind von der technischen Kommission des Vereins zu genehmigen,

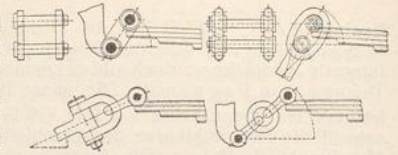


Fig. 4.

um für den Verkehr auf den Vereinsbahnen zugelassen zu werden. Diese Achfen heißen Vereinslenkachfen.

Die Anordnung von freien Lenkachfen der Personenwagen der preußischen Staatsbahnen ist in Fig. 3 dargestellt. Der Federbund hat einen starken Drehzapfen über dem Achslager, die Aufhängung an den Federenden geschieht durch einen Ring. Die Aufhängung geschieht auch in anderer Weise durch Laschen, Kettenglieder oder längliche Ringe, wie Fig. 4 zeigt. Ringe und Kettenglieder lassen kleine Querbewegungen zu, was bei Laschengehängen nicht möglich ist. Bei letzteren müssen daher die Federn auf den Achsbüchsen drehbar gelagert sein. Die geringste zulässige Neigung der Gehänge ist 30°. In Süddeutschland wendet man wegen der schärferen Krümmungen stärker geneigte Gehänge an, um eine geringere Mittelstellkraft und bessere Einstellung in scharfen Krümmungen zu erzielen. Güterwagen erhalten stets Laschengehänge mit 45—60°.

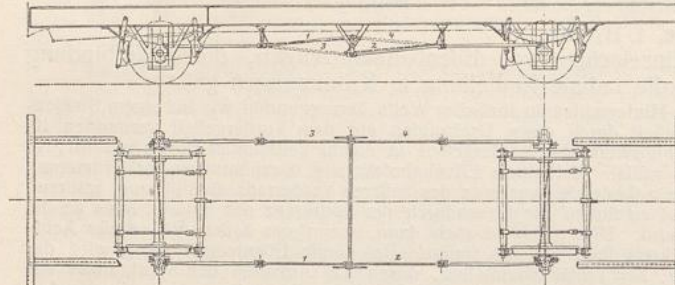


Fig. 5.

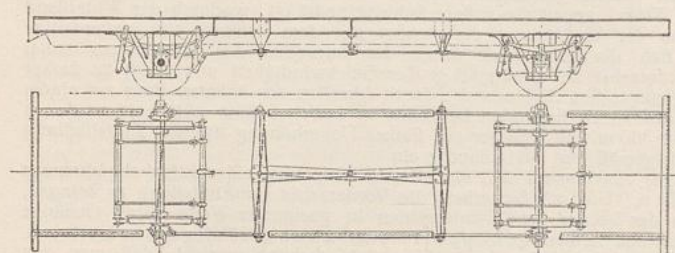


Fig. 6.

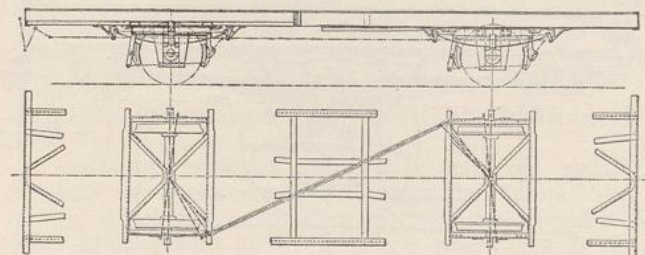


Fig. 7.

Bei dreiachsigem Fahrzeugen mit freien Lenkachfen braucht die Mittelachse nur quer verschiebbar zu sein. Die Verschiebbarkeit muß so groß sein, daß Krümmungen mit 180 m Halbmesser durchfahren werden können (f. § 30 (2) der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung).

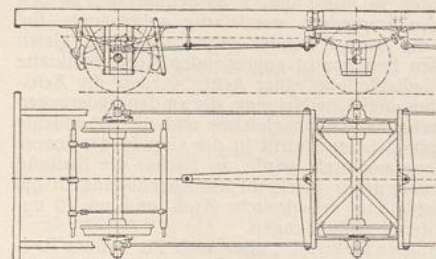


Fig. 9.

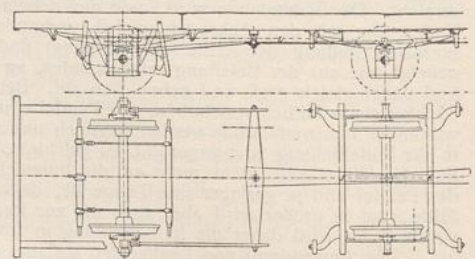


Fig. 8.

Gekuppelte oder zwangsläufige Lenkachsen kommen sowohl bei zweiachsigen als bei dreiachsigen Eisenbahnfahrzeugen zur Anwendung. Bei zweiachsigen Fahrzeugen wird die Vorderachse von der Hinterachse aus radial gestellt, bei den dreiachsigen Wagen wirkt bei der Radialstellung die Verschiebung der Mittelachse mit. Beispiele von zweiachsigen Wagen mit gekuppelten Lenkachsen zeigen die Fig. 5–7. Bei den Wagen Fig. 5 wird die radiale Einstellung von den Achsbüchsen der Hinterachse auf jeder Seite des Wagens auf die Achsbüchsen der Vorderachse durch Lenkflangen und einen zweiarmigen Hebel übertragen. Die beiden Hebel sitzen auf

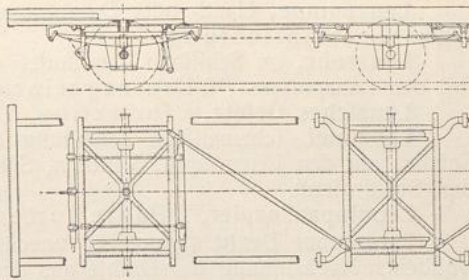


Fig. 10.

einer gemeinsamen Achse, auf der einen Seite befinden sich die Lenkflangen 1 und 2, auf der andern die Lenkflangen 3 und 4. Die Anordnung Fig. 6 unterscheidet sich von der vorigen nur durch die Art der Übertragung auf die Vorderachse. Hierzu sind hier zwei um senkrechte Zapfen schwingende dreiarmlige Hebel gewählt, deren mittlere Arme an den Enden in ovalen Löchern gelenkartig ineinander greifen, während die beiden andern Arme vermittels Lenkflangen mit den Achsbüchsen verbunden sind. In Fig. 7 sind über den Achsen besondere Drehrahmen angeordnet, die an den Langträger aufgehängt sind und die sich um einen senkrechten Zapfen drehen, der im Untergestell über der Achsenmitte gelagert ist. Beide Rahmen sind durch eine diagonal gerichtete Lenkflange verbunden, durch die die radiale Einstellung der Hinterachse auf die Vorderachse übertragen wird. Statt der diagonalen Lenkflange können hierbei auch, wie in Fig. 5, Lenkflangen mit einem Doppelhebel zur Anwendung kommen. Bei dreiachsigen Wagen mit gekuppelten Lenkachsen geschieht die radiale Einstellung der Endachsen hauptsächlich durch die in seitlich verschiebbarem Mittelgestelle gelagerten Mittelachsen, wie in Fig. 8 und 9, durch dreiarmlige Winkelhebel oder wie in Fig. 10, wo die Endachsen in Drehrahmen gelagert sind, durch diagonale Lenkflangen, die Wirkungsweise ist ohne weitere Erklärung ersichtlich. Bei den Konstruktionen, wie Fig. 8 und 9, sind die Winkelverhältnisse so zu wählen, daß sich verhält $e:e_1 = \frac{1}{2} r:b$, wo e die seitliche Verschiebung der Mittelachse, e_1 die Verschiebung der Endachsenbüchsen in radialem Sinn, r den Radstand und b den Abstand der Achsbüchsenmitten auf der Achse bezeichnet. Eine weitere, in gleicher Weise wirkende Anordnung von Claminfon, die in England mehrfach ausgeführt ist, ist aus Fig. 11 ersichtlich.

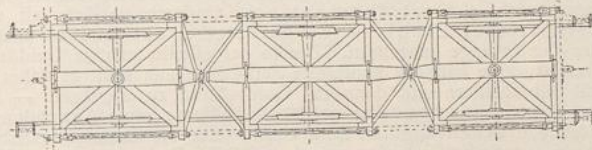


Fig. 11.

Literatur: Eisenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 1, Das Eisenbahnmaschinenwesen, 1. Abschnitt, 2. Teil, Die Wagen, Bremsen u. f. w.; Röhl, V., Encyclopädie des gesamten Eisenbahnwesens, Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens, sowie die sonstigen Zeitschriften, welche beim Artikel Lokomotive angeführt sind.

Kübler.

Lenkbeil, f. Beil, Böttcherei, Bd. 2, S. 138.

Lenkrute, f. Böttcherei, Bd. 2, S. 140.

Lenkflange, f. Pleuelstange.

Lennefschiefer, dem Mitteldevon (Calceolafschichten) im südlichen Westfalen angehörige, dunkle Ton- und Grauwackenschiefer, welche nach oben zu Mergel und dunkle Kalksteine aufnehmen.

In ihren oberflächigen Verwitterungsprodukten führen sie Brauneisenerz, außerdem gangartig Kupfererze. Blaugraue Schiefer werden bei Berleburg als Dachziegel gewonnen. Sie sind meist kalkhaltig, oft von ungleichmäßigem und rauhem Korn, geben aber leicht bearbeitbare große Platten. Letztere werden bei einiger Dicke auch zu Türschwellen, Flurplatten u. f. w. verwendet (Finnentrop). Manche eisenreiche Kalksteine dienen als Zuschlag beim Hochofenbetrieb. Untersuchungen über technische Eigenschaften vgl. Mitteilungen technischer Versuchsanstalten 1893, XI, 229.

Leppla.

Lenzeinrichtung eines Schiffes umfaßt die Pumpen nebst Rohrleitungen zum Lenzen bezw. Trockenhalten des Schiffsinners; f. Drainageeinrichtung.

Lenzejektor, Dampfejektor zum Lenzen von Schiffsräumen.

Lenzen (seemännlich), vor Sturm und See laufen; (technisch) Leerpumpen.

Lenzinweiß, weißer Ton, feinpulverige weiße, in Wasser fein verteilbare Substanz, aus fast reiner kiefsaurer Tonerde bestehend. Bei Worms wird ein weißer Ton als „Lenzin“ gegraben, der ebenfalls, durch Schlämmen von den sandigen Beimengungen befreit und fein zerrieben, ein schönes weißes Pulver liefert, welches als Wasserfarbe dient.

Andés.

Lenzpumpe, Hand- oder Dampfpumpe zum Lenzen von Schiffsräumen; f. Drainageeinrichtung.

Lenzrohr, im Schiffbau, verbindet die Bilgen bzw. Doppelbodenräume mit den Lenzpumpen; f. Drainageeinrichtung.

Lenzliches Gefetz, f. Induktion.

Lenztafel, schematische Zeichnung der wasserdichten Abteilungen eines Schiffes mit den Lenzrohren, Ventilen, Schleufen, Pumpen, zum Gebrauch für den Schiffsdienst.

T. Schwarz.

Leoninpauspapier, f. Papierforten.

Leonischer Draht (lyonischer unechter Gold- und Silberdraht) dient zur wohlfeilen Nachahmung der Drähte aus den edeln Metallen, bei der Herstellung der leonischen Waren, d. h. der in Metall ausgeführten Quincailleries [1]. Der unechte Silberdraht besteht aus Kupfer und einem dünnen Ueberzug von Silber, der unechte Golddraht aus Kupfer mit dünnem Goldüberzug.

Der Silberüberzug auf den Kupferstangen wird entweder durch Auflegen und Anreiben dünner geschlagener Blätter hervorgebracht (verfilberter Draht) oder, wenn er dicker sein soll, dadurch, daß man ein Rohr von Silberblech auf die Kupferstange schiebt und beide zusammenzieht (f. Drahtfabrikation), wodurch sie sich fest vereinigen (plattierter oder verplatteter Draht). — Vergoldeter Draht wird in analoger Weise durch Vergoldung der Kupferstange ausgeführt. Der so hergestellte unechte Golddraht nimmt aber, wenn er sich abnutzt, eine häßliche kupferrote Farbe an; man zieht es daher vor, die Kupferstangen zuerst mit Silberblättern und dann mit Goldblättern zu überlegen. — Der zementierte Draht ist aus Kupfer, welches seine goldähnliche Farbe ohne Anwendung von Gold bloß durch oberflächliche Verbindung mit Zink erhält. Zur Herstellung desselben werden die Kupferstangen in einen gußeisernen Kasten gelegt, auf dessen Boden gekörntes Zink mit etwas Salmiak gegeben ist. Der verschlossene Kasten wird in einem Ofen zum Glühen erhitzt; die aufsteigenden Zinkdämpfe verwandeln das Kupfer äußerlich (jedoch nur bis auf eine höchst geringe Tiefe) in Messing.

Literatur: [1] Karmarsch-Fischer, Handbuch der mechanischen Technologie, Leipzig 1889, Bd. 2, S. 245.

E. Müller

Leonische Waren, Fabrikate aus zementierten, verfilberten oder vergoldeten Kupferdrähten und sogenannten „Platten“, d. h. bandartig platt gewalzten Drähten. Diese Fabrikate, welche auch die Namen „Bouillon“ und „Cannetillen“ (Kantillen) tragen, bilden das Material für Militäreffekten (Säbelkuppeln, Portepées, Borten), Kultusgewänderstickereien, für Theater- und Maskenkostüme, Litzen, Borten, Treifen, Quasten, Spitzen, Franzen und andre Posamentierarbeiten von Gold und Silber. S. a. Leonischer Draht.

Andés.

Leopoldit, f. Sylvin.

Lepidokrokit, Mineral, ein schuppig-faseriger oder nierenförmiger, manganhaltiger Goethit (f. d.).

Lepidolith, f. Glimmer.

Lepta, der griechische Centime = $\frac{1}{100}$ Drachme.

Leptoklase, f. Lithoklase.

Lesbische Welle, f. Blattwelle, Bd. 2, S. 41, Fig. 3 und 4.

Lesebrett, f. Weberei.

Lefesteine (Findlinge), die bei der oberflächigen Verwitterung nicht oder wenig zersetzten Brocken des Muttergesteins des Bodens.

Leppla.

Lefine (Lefene), f. Lifene.

Lefung, Ablefung an den Teilungen der Meßinstrumente mit Hilfe von Nonius (f. d.) und Mikroskop (f. d.).

Letten, eisenreiche, im feuchten Zustande zähe, fette und schmierige, schwer austrocknende, oft kohlenhaltige, unreine Tone, die aus der Umwandlung von Schieferthon hervorgehen. Sie stehen beim Brennen nicht, werden rot und schmelzen leicht. Ihre Verwendung in der Keramik ist diejenige nicht feuerfester Tone.

Leppla.

Lettingänge, f. Erzlagerstätten, Gang.

Lettenkohle, -kohlen sandstein, f. Keuperformation.

Lettern, -gießmaschine, f. Buchdruckerkunst, Schriftgießerei.

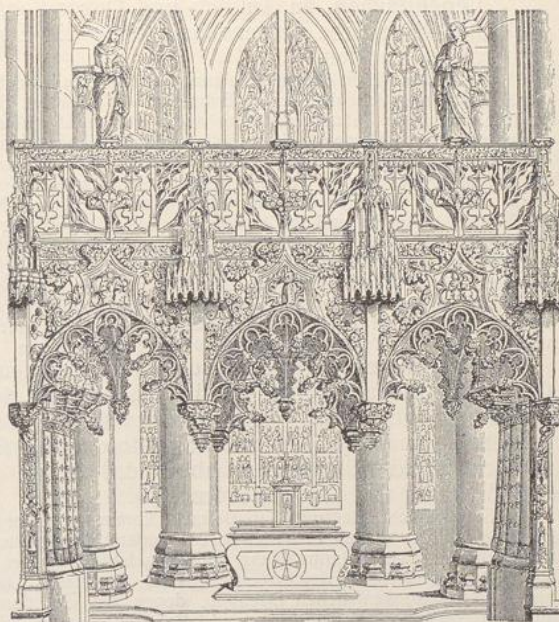
Letternholz, f. Nutzhölzer.

Letternmetall, -schleifmaschine, f. Schriftgießerei.

Lettner (Lectorium) nannte man die Trennung zwischen Chor und Schiff, die sich von den einfachen Formen der altchristlichen Basilika (f. Bd. 1, S. 556)

später zu hohen Einbauten ausbildete, die nicht selten Emporen gleich durch enge Wendeltreppen vom Chore aus zugänglich waren und sich durch Bogenstellungen oder Türen nach dem Schiffe zu öffneten.

Sie waren insbesondere zur Vorlesung des Evangeliums bestimmt, weshalb sie Lectorium genannt wurden, woraus Lettner entstand [1]. Zuweilen dienten sie auch zur Aufnahme eines Sängerkhore, der in Begleitung der Orgel liturgische Gefänge anstimmte. Aus spätromanischer Zeit hat sich in der Klosterkirche zu Maulbronn ein einfacher Lettner erhalten, ferner im Dome zu Lübeck, in der Barfüßerkirche zu Basel, in der Franziskanerkirche zu Rothenburg a. T. u. a. m. Aber auch in England, Frankreich (vgl. die Figur) und Italien wurden in früheren Zeiten Lettner angewendet. Zu Ende des 17. und im Laufe des 18. Jahrhunderts begann man, um einen freien Blick auf den Chor zu haben, mit deren Entfernung. Aus dem Lettner entstand in der griechischen Kirche die Ikonostasis.



Lettner von S. Madeleine zu Troyes.

Literatur: [1] Otte, D. H., Handbuch der kirchlichen Kunstarchäologie, Leipzig 1883. Weinbrenner.

Lettre-wood, f. Nutzhölzer.

Leuchtbolzen, -schraube, -stand, bei trigonometrischen Punkten die durch Bolzen oder Schrauben bezeichneten Standpunkte, über welchen die zur Signalisierung dienenden Heliotropen (f. d.) aufgestellt werden. Weiteres f. Triangulierung. (f. Reinherz) Hillmer.

Leuchter (Kirchenleuchter). Schon unter Papst Silvester (313—334) wurden auf dem Altare eiserne und silberne Hängeleuchter (phari, phari canthari und coronae) angebracht, an denen teils Lampen, teils Kerzen brannten.

Die gebräuchlichste Form der Hängeleuchter war die Krone (Lichterkrone, Leuchterkrone oder Kronleuchter), wovon schöne Beispiele zu Comburg bei Schwäb. Hall und zu Weißenburg i. E. (hiernach Kron-Weißenburg genannt). Ziemlich häufig sind auch die Standleuchter (candelabra, cereostati, Lichtstöcke, f. die Figur). Die schönen Säulen, die an den Ambonen der altchristlichen Basiliken standen, hatten die Osterkerze zu tragen. Siebenarmige Leuchter wurden nach dem Muster der in Jerusalem vorgefundenen Form gebildet; auch andre vielarmige Leuchter, namentlich solche, die sich baumartig gestalteten (arbores), wurden verwendet. Die Leuchter mit ihren Kerzen nahmen auch die Form von Eggen (herciae), Rechen (rastella) oder Spalieren (pergulae) an. Besonders erwähnt seien noch die dreieckigen Teneberleuchter mit ihren 13 oder 15 Kerzen, die



Standleuchter aus der Schloßkapelle zu Heiligenberg a. B.

in der Chornische angezündet wurden. In Deutschland heißen sie, wie überhaupt jeder Handleuchter mit mehreren Kerzen, „Kerzstal“ [1].

Literatur: [1] Otte, D. H., Handbuch der kirchlichen Kunstarchäologie, Leipzig 1883. Weinbrenner.

Leuchterweibchen, Hängeleuchter, in der Regel aus Hirschgeweihen mit geschnitzten, bemalten Figuren (f. die Figur von Weife & Bitterlich, Ebersbach i. S.).



Leuchterweibchen.

Leuchtfarben, zu Anfrich- und Dekorationszwecken dienende Farben, als Oel- und Wasserfarbe verwendbar, welche die Eigenschaft besitzen, im Dunkeln schwach zu leuchten.

Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind die Leuchtfarben, die keinen Phosphor enthalten, eine Verbindung von alkalischem Erdmetall mit Schwefel, Sauerstoff und etwas Wasser. Indessen ist ihre chemische Zusammensetzung nicht allein maßgebend für ihre Leuchtfähigkeit, dieselbe hängt vielmehr außer von der richtigen Verbindung noch von einem besonderen Molekularzustande ab. Zur Darstellung werden Austerfchalen mit warmem Wasser gereinigt, eine halbe Stunde ins Feuer gelegt, herausgenommen, erkalten gelassen, fein zerstoßen und die wertlosen Teile entfernt. Das Pulver wird abwechselnd mit Schwefelschichten in einen Tiegel gebracht, der Deckel aufgelegt und mit einem Kitt aus mit Bier angemachtem Sand verklebt. Nachdem der Tiegel eine Stunde geglüht und erkaltet ist, erscheint sein Inhalt weiß, derselbe wird fein gepulvert und mit Oel oder Wasser, dem etwas Gummi zugesetzt wurde, angemacht. Die Masse leuchtet — und auch da ist das Leuchten nur als Phosphoreszenz zu betrachten — aber nur bei Abschluß jeglichen andern Lichtes, also bei absoluter Dunkelheit und auch dann nur, wenn sie auf längere Zeit wieder dem Tageslicht ausgesetzt werden kann; bei längerem Verweilen unter Lichtabfluß büßt sie die Phosphoreszenz ganz ein.

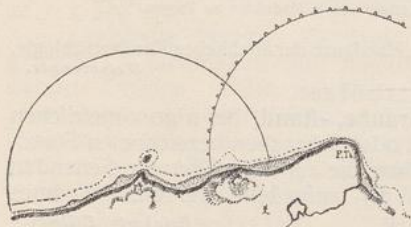
Leuchtfeuer. Die Benutzung der Leuchtfeuer ist so alt wie die Schifffahrt selbst. In früheren Zeiten behalf man sich mit dem Anzünden von Feuern an bestimmten, als wichtig erkannten Punkten bei Beginn der Dunkelheit. Später verwendete man Lampen und Refraktoren, die sich in ihrer Konstruktion allmählich so vervollkommen haben, daß sie zu den sinnreichsten Erzeugnissen der Mechanik und Optik gehören.

Soweit nicht Elektrizität in Betracht kommt, von der man jedoch neuerdings wieder abgegangen ist, da die allein benutzbaren Kohlenflöze plötzliche Lichtunterbrechungen nicht ausschließen, dient als Lichtquelle ein gutes vegetabilisches Oel, wie Rüböl, Kolza, Olivenöl u. f. w., natürlich von reiner Beschaffenheit, oder Preßgas. Die Lampen — Argandlampen mit bis zu sechs konzentrischen Dochten, denen das Oel durch ein Uhrwerk zugeführt wird — sind von einem System von Linfen und Prismen umgeben (Zonenlinsen), die so geschliffen sind, daß sie alle Lichtstrahlen in horizontalen Linien zurückwerfen, wodurch ihr Schein konzentrierter und heller wird (katadioptrische Apparate). Auch verwendet man zur Strahlenbrechung und -fammlung Parabel- oder sphärische Spiegel, in deren Brennpunkt die Lampe steht. Diese Spiegel sind für Leuchtfeuer erster Ordnung aber nicht genügend.

Die Leuchtfeuer, welche in Feuertürmen, an Stangen, auf Feuer Schiffen und auch in Gasbojen untergebracht werden, brennen in letzteren ununterbrochen, sonst von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang und hatten ursprünglich einen doppelten Zweck. Sie dienten den Schiffen entweder zur Warnung vor gefährlichen Küsten, Klippen u. dergl. oder aber als Wegweiser, um in die Häfen einlaufen zu können. Dementsprechend waren auch nur an solchen Orten Leuchtfeuer zu finden.

Mit zunehmender Erfahrung in der Schifffahrt, dem Herausfinden ihr dienlicher Neuerungen ist man allmählich weiter gegangen und hat in allen zivilisierten Ländern den ganzen Küstenstrich mit einer so dichten Kette von Leuchtfeuern versehen, daß das Licht des einen mit demjenigen des benachbarten schon auf größere Entfernung von der Küste gleichzeitig wahrgenommen werden kann, daß sich mit andern Worten die Kreise, welche mit dem Radius der Sichtweite um den Aufstellungsort des Leuchtfeuers als Zentrum geschlagen sind, bei benachbarten Feuern nicht an der Küste selbst, sondern weiter draußen in See schneiden (s. die Figur). Hierdurch ist nicht nur eine vollkommene Beleuchtung der ganzen Küste und damit eine Verminderung der Strandungsgefahr, sondern auch die Möglichkeit erreicht, während der Fahrt durch Kreuzpeilung zweier Feuer den Ort des Schiffes auf See häufiger bestimmen, d. h. auf der Karte festlegen und danach die Navigierung einrichten zu können. Außerdem verfäh man nicht nur die Einfahrt zu den Häfen, sondern auch diese selbst im Innern mit Leuchtfeuern zur Erleichterung der An- und Einfegung (Hafenfeuer, Leitfeuer, Richtfeuer, Quermarkenfeuer). Die Folge davon war, daß man nicht mehr — wie früher — nur feste Feuer verwenden konnte, sondern — um verhängnisvollen Verwechslungen vorzubeugen — darauf bedacht sein mußte, Abarten herauszufinden, die sich naturgemäß nur auf das gezeigte Licht zu erstrecken, dabei aber so vielerlei Unterschiede aufzuweisen hatten, daß eine und dieselbe Lichtart sich, wenn überhaupt, an einer längeren Küste nur in großen Abständen wiederholte. Es lag am nächsten, einmal die Farbenunterschiede für diesen Zweck heranzuziehen, jedoch konnte man nur „Weiß“ und „Rot“ sowie bei Leuchtfeuern, die nur kurze Sichtweite erfordern, „Grün“ gebrauchen, da die andern Farben ebenso wie auf große Entfernungen das „Grüne“ sich von dem „Weiß“ nicht oder doch nur schwer unterscheiden lassen. — Man verwendet daher rotes und grünes Licht hauptsächlich zu Hafenfeuern, zuweilen auch ersteres auf Feuer Schiffen, während weißes Licht und stellenweise auch rotes zur Beleuchtung der Küste benutzt wird.

Ein andrer Ausweg, der viel praktischer war, weil er die zahlreichsten und größtmöglichen Unterschiede gestattete, fand sich in der Anordnung eines um das eigentliche Licht des Leuchtfeuers durch ein Uhrwerk gedrehten, mit Schlitzen versehenen Schirmes, welcher jenes auf



längere oder kürzere Zeit verdunkelt. Je nachdem man die Schlitze mit Linfen bzw. Prismen größerer oder geringerer Krümmung verieht, erreicht man Lichtblitze von gleichmäßiger Stärke oder Blinke, die zu- und abnehmende Lichtstärke aufweisen.

In der beliebigen Veränderung der Zahl und Dauer der Lichtblitze bzw. -blinke einerseits und der zwischen ihnen liegenden Dunkelpausen andererseits hat man ein Mittel an der Hand, dem Lichte der Leuchtfeuer alle möglichen Abarten zu geben, so daß jedes Feuer an seiner Eigenart sofort als ein ganz bestimmtes, an der und der Stelle befindliches erkannt werden kann. Durch Einschaltung farbiger Gläser kann man andererseits bei ein und demselben Leuchtfeuer die Lichtfarbe wechseln. Auf diesen Prinzipien beruhen heutzutage alle Leuchtfeuerkonstruktionen. Der bekannteste Apparat in dieser Hinsicht ist der Fresnelsche.

Man unterscheidet bei den Leuchtfeuern: 1. nach der Lichtquelle: Feuer und elektrische Feuer; 2. nach der Farbe des gezeigten Lichtes: weiße, rote und grüne Feuer; 3. nach der Art des gezeigten Lichtes: feste Feuer, feste Feuer mit Blinken, unterbrochene Feuer, Wechselfeuer, Blinkfeuer, Gruppenblinkfeuer, Funkelfeuer, Blitzfeuer, Gruppenblitzfeuer und Mischfeuer (außer diesen offiziellen Bezeichnungen, die in fast allen Ländern die gleichen sind, findet man im Sprachgebrauch auch: Drehfeuer, Doppelfeuer und Gürtelfeuer); 4. nach dem Zweck, welchem sie dienen bzw. ihrem Standort: Küstenfeuer (einfach: Feuer), Hafenfeuer, Leitfeuer, Quermarkenfeuer, Richtfeuer und Brückenfeuer.

Literatur: Die Seefeuer der deutschen Küste; Stevenson, Lighthouse illumination 42; vgl. a. die Literatur unter Leuchtturm und den Katalog von Julius Pintsch, Fabrikation von festen und schwimmenden Seezeichen jeder Größe, Berlin 1900.
von Niesfen.

Leuchtgas, Gemisch von Gasen und Dämpfen, welches bei der Zersetzung vorzugsweise von Steinkohlen durch Hitze — durch trockene Destillation von Steinkohlen — entsteht und zu Beleuchtungszwecken in den Gasfabriken in großem Maßstab hergestellt wird.

In rohem Zustande besitzt es eine komplizierte Zusammensetzung, welche je nach der Dauer der Destillation und der innegehaltenen Temperatur eine etwas wechselnde ist. Neben den eigentlichen und wertvollen Bestandteilen, den Fettkohlenwasserstoffen, dem Benzol und einigen feiner Abkömmlinge, sowie Wasserstoff und Kohlenoxyd, enthält das rohe Leuchtgas noch Stickstoff, Cyan, Cyanwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlenäure, Kohlenoxydsulfid und Schwefelkohlenstoff als Verunreinigungen, von welchen es durch die Reinigung mehr oder weniger vollständig befreit wird. Die Zusammensetzung des Gases ist eine schwankende. Es enthält etwa 4 Vol.-Proz. schwere Kohlenwasserstoffe (Aethylen, Acetylen, Benzol und deren Homologe und Naphthalin) als leuchtende Bestandteile, ca. 50 Vol.-Proz. Wasserstoff, ca. 35 Vol.-Proz. Methan (Grubengas), ca. 8 Vol.-Proz. Kohlenoxyd als nichtleuchtende Bestandteile, ca. 1—2 Vol.-Proz. Kohlenäure, bis zu 5 Vol.-Proz. Stickstoff, dann noch Schwefelverbindungen, Cyanverbindungen, Ammoniak als Verunreinigungen.

Den Schwefel enthält jedes gereinigte Leuchtgas noch in Form von Schwefelkohlenstoff; doch sollte ein gutgereinigtes Gas nicht mehr als 0,3—0,4 g Schwefel pro 1 cbm Gas enthalten. An Cyan fand der Unterzeichnete im Stuttgarter Gas 0,3—1,2 g im Kubikmeter (zahlreiche Untersuchungen). 1 cbm Leuchtgas wiegt 0,5196 kg, was dem spez. Gew. 0,4 entspricht. Der Heizwert von 1 cbm Leuchtgas mittlerer Zusammensetzung beträgt zwischen 5000 bis 5600 W.E. Zur vollständigen Verbrennung von 1 cbm Gas sind 6 cbm Luft erforderlich. Die Mischung ist explosiv; es explodieren noch Mischungen, welche auf 1 cbm Gas 4—11 cbm Luft enthalten. Die Verbrennungsprodukte des Gases sind Wasserdampf und Kohlendioxyd, und zwar erzeugt 1 cbm Leuchtgas etwa 0,5 cbm Kohlenäure und 1 cbm Wasserdampf. Die Leuchtkraft des Gases ist nicht ohne weiteres anzugeben; sie ist auch abhängig von der Konstruktion der Lampe, welche zur Verbrennung des Gases benutzt wird, überhaupt von den Bedingungen, unter welchen das Gas verbrennt. Im allgemeinen wird auf eine Leuchtkraft von etwa 12—14 Hefnerkerzen bei einem stündlichen Verbrauch von 150 l Gas, verbrannt in einem Normalspecksteinbrenner, zu sehen sein. Karburieren (Karburierung) nennt man das Zumischen von Dämpfen der schweren Kohlenwasserstoffe (Benzol, Benzin, Petroleumäther u. dergl.), um im Gas den Gehalt an solchen Stoffen zu ergänzen. Hierzu dienen besondere Apparate. Auch die Beimischung von hocherhitzten Mineralölen (Ölkarburierung) gehört hierher. Durch Karburieren mit Benzol oder Mischungen von Benzol und Benzin wird die Leuchtkraft aufgebessert. Von den Gasarten wird auf die Leuchtkraft des Gases im Hinblick auf das Auerlicht (f. Gasglühlicht) kein besonderer Wert mehr gelegt. Die Tatsache aber, daß trotz des Auerlichtes noch eine Menge der alten gewöhnlichen Specksteinbrenner benutzt werden, gibt zu steten Klagen über die schlechte Leuchtkraft des von den Gasfabriken gelieferten 10—12-Kerzen-Gases Anlaß. Das Leuchtgas ist durch seinen charakteristischen widerlichen Geruch ausgezeichnet; beim Einatmen wirkt es durch seinen Kohlenoxydgehalt giftig. Aus 100 kg Steinkohlen werden durchschnittlich 30 cbm Gas gewonnen. Der Preis des Gases schwankt zwischen 12 und 24 M pro 1 cbm. Außer zur Beleuchtung wird das Gas noch für Heiz- und Kochzwecke sowie für den Betrieb der Gaskraftmaschinen verwendet (f. Kraftgas). Abgesehen von dem durch Destillation der Steinkohlen gewonnenen Leuchtgas kennt man noch andre nach ihrem Herkommen benannte Gasarten, welche, in ihrer Zusammensetzung dem gewöhnlichen Leuchtgas mehr oder weniger ähnlich, ebenfalls für Beleuchtungszwecke dienen, wie das Torfigas, Öelgas, Holzgas, Wassergas, Luftgas und Naturgas. Das Torfigas dürfte in größeren Mengen wohl nie angewendet werden, dagegen haben Holz- und Öelgas, und namentlich das letztere, für kleine Anlagen eine gewisse Bedeutung, da das durch Erhitzen von Fetten, Erdölrückständen, Paraffinöl erhaltene schwere Gas eine große Leuchtkraft besitzt. So wird das Öelgas, unter 6—8 Atmosphären Druck, in eiserne Zylinder gepreßt, teils für sich, teils in Mischung mit Acetylen zum Beleuchten der Eisenbahnwagen verwendet. Das Wassergas

wird durch abwechselndes Leiten von Luft und Wasserdampf über glühende Kohlen bezw. Koks erhalten. Luftgas wird ein Gas genannt, welches durch Sättigung von atmosphärischer Luft mit den Dämpfen flüchtiger Kohlenwasserstoffe, namentlich von Petroleumäther, gewonnen wird. Naturgas ist ein in den verschiedenen Erdölbezirken dem Boden entflühendes Gas, welches namentlich in der Gegend von Pittsburg in großen Mengen auftritt, dort aufgefangen und vorzugsweise zu Heizzwecken verwendet wird; f. a. Gasbeleuchtung, Gasfabrik, Acetylen, Brennstoffe, Kraftgas, Luftgasapparate.

Literatur: [1] Fischer, F., Handbuch der chem. Technologie, Leipzig 1893, S. 41—59 und S. 100—123. — [2] Schilling, Kalender für Gas- und Wasserfachmänner, neue Jahrgänge. — [3] Schillings Journal für Gasbeleuchtung. Bujard.

Leuchtschiff, f. v. w. Feuer Schiff (f. d.).

Leuchstein, Bologneser, f. Baryumsulfuret.

Leuchtturm (auch Feuerturm, Feuer), Bauten an der Seeküste oder in der See aus Holz, Eisen und Stein, welche in ihrem oberen Teile die Lampe, das eigentliche Feuer, tragen und dazu dienen, letzterem durch die erhöhte Lage eine größere Sichtweite zu geben.

Die einfachste Form, eine an der Wärterwohnung befestigte oder freistehende Stange (Laternenträger) genügt, wenn — z. B. bei Hafeneingängen u. f. w. — das Licht nur auf geringe Entfernung sichtbar zu sein braucht. Eiserne Laternengerüste empfehlen sich über Sandbänken und ruhen in der Regel auf einzelnen tief in den Boden eingeschraubten eisernen Pfählen, die durch Spreizen und Anker über Wasser verbunden werden. Sie können fertig bearbeitet an die Baustelle geführt und dort rasch aufgestellt, ebenso auch leicht versetzt werden, was in gewissen Fällen Vorteile bietet. Leuchttürme aus Stein erfordern ein sicheres Fundament. Besteht der Untergrund nicht aus Fels, so muß das Fundament entweder durch Spuntwände geschützt oder aus großen verenkten, mit Beton gefüllten Caissons gebildet werden. In beiden Fällen ist auch gegen die Vertiefung des Wassers durch Deckwerke Vorforge zu treffen. Bei festem Untergrunde wird direkt aufgemauert. Der Horizontalschnitt soll ein Kreisprofil zeigen. Im Vertikalschnitte soll bei flachem Wasser und in aufgeschwemmtem Boden das Profil allmählich aus der Horizontalen in die Vertikale übergehen, während bei festem Untergrunde der Turm sofort mit steilen Wänden beginnen kann. Als Baumaterial dienen Ziegel mit Klinkerverblendung oder Quader in gutem Fugenverbande. Gegen Verwitterung schützt man das Mauerwerk vielfach durch Anstrich mit Oelfarbe. Zur Lampe, um die am Turme außen meist eine Galerie führt, gelangt man auf einer Wendeltreppe (f. Fig. 1, welche den von Fresnel entworfenen Plan des Leuchtturms von Belle-Isle darstellt). Die Wohnräume für die Leuchtturmwärter sowie die Kammern für das Brennmaterial liegen entweder im Turme selbst oder in besonderen Gebäuden daneben, wo sich auch meist Signal- oder Rettungstationen befinden. Einzelne Leuchttürme erheben sich direkt aus dem Wasser („Roter Sand“ an der Weser). Die Leuchttürme zu hoch zu legen empfiehlt sich nicht, da das Feuer bei ungünstigem Wetter leicht im Dunst oder in den Wolken verschwindet. Um diesem Mangel abzuhelfen, hat man an solchen Stellen nach dem Wasser zu abfallende, schiefe Ebenen konstruiert, auf denen bei dickem Wetter ein Wagen mit einer Sonder-

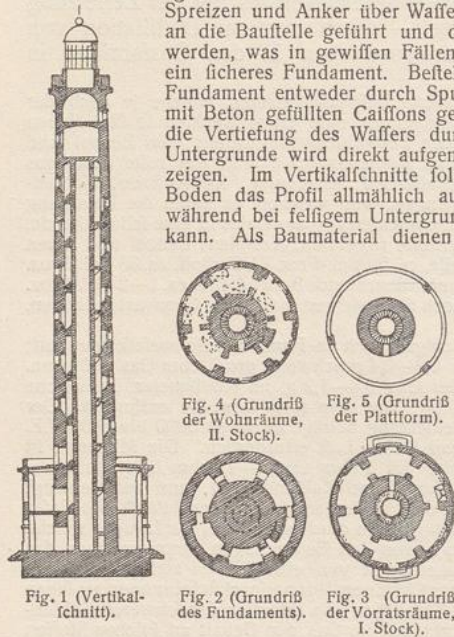


Fig. 1 (Vertikalschnitt).

Fig. 4 (Grundriß der Wohnräume, II. Stock).

Fig. 5 (Grundriß der Plattform).

Fig. 2 (Grundriß des Fundaments).

Fig. 3 (Grundriß der Vorratsräume, I. Stock).

lampe (meist elektrisch) an Drahtseilen herabgelassen wird. — Die berühmtesten Leuchttürme sind Eddystone (Kanal), Pharos (Alexandria), Freiheitsstatue (New York). Beispiele f. in nachstehender

Literatur: Elliot, G. H., Report of a tour of inspection of European lighthouse establishments, made in 1873, Washington 1874; Reynaud, L., Etat de l'éclairage et du balisage des côtes de France, Paris 1876; Cialdi, A., Cenni storici dei fari antichi più famosi e di alcuni moderni compresi quelli d'Ancona, Civita-Vecchia, Ostia, Anzio e Circeo, Rom 1877; Hofmann, A. W., Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, Braunschweig 1878—81; Stevenfon, Th., Lighthouse construction and illumination, Edinburgh 1881; Heap, D. P., Ancient and modern lighthouses, Boston M., 1889; Allard, E., Les phares, histoire, construction, éclairage, Paris 1890; Riemsberg, C., Die Beleuchtung der unteren Ems und der Leuchtturm bei Campen, Zeitchr. d. Ver. deutlich. Ing. 1890, S. 1193; Organisation, Entwicklung, neuere Fortschritte und gegenwärtiger Stand des französischen Leuchtfeuerwesens, Marine-Rundschau, Novemberheft 1896; Annual report of the lighthouse board (amtlicher Bericht an den Schatzsekretär), Washington. von Nießen.

Leucin (Amidokapronsäure) $C_5H_{10}[NH_2]COOH$ findet sich in tierischen Organen, den Kartoffeln, den Keimen der Wicken, auch in der Hefe. Es entsteht bei der Fäulnis fast aller Eiweißkörper, ferner bei Behandlung derselben mit starken Säuren und Alkalien. Schmelzpunkt bei $170^{\circ}C$. Näheres über

die Konstitution f. Gmelin, Bernhard, Zeitschr. für physiologische Chemie 1893, Bd. 18, S. 21.

Leucit, ein Tonerde-Kali-Silikat, $K_2Al_2Si_4O_{12}$ (54,97% SiO_2 , 23,50% Al_2O_3 , 21,53% K_2O), kristallisiert regulär (Ikositetraeder) in rundum ausgebildeten Formen, niemals derb.

Farblos, gelblich oder grau, glasglänzend, durchscheinend bis durchsichtig. Teilweise und anormal doppelbrechend. Die Elastizitätsverhältnisse für Licht sind oft abweichend von der Form des Kristalls gestaltet und häufig denen der zweiachsigen Kristalle ähnlich. Bei Erwärmung auf 500° C. wird er einfachbrechend. Bruch muschelrig; spröde. Härte $5\frac{1}{2}$ —6. Spez. Gew. 2,45. Schmilzt nicht vor dem Lötrohr. Wird von Säuren in der Wärme unter Abcheidung von gallertiger Kieselsäure vollständig zersetzt. Verwittert leicht. Tritt nur als Gesteinsgemengteil in jüngeren Laven, Phonolith, Andesit, feltener selbständig auf.

Bujard.

Leppla.

Leucitdolerit, f. Basalte.

Leucitgesteine, an Leucit, als einem wesentlichen Gemengteile, reiche Gesteine der Tertiärformation und Jetztzeit.

Je nach den einzelnen Mineralassoziationen unterscheidet man: 1. Leucitit, vorwiegend aus Augit und Leucit bestehend. Olivin und Feldspat fehlen. Die meist porphyrischen Gesteine sind reich an Kali (5—7%) und alkalischen Erden (Kalk, Magnesia, Eisenoxydul) und arm an Kieselsäure (40—50%). Sie enthalten immer viel glasige Grundmasse und sind oft porös und schlackig ausgebildet. In Deutschland selten und ohne technische Bedeutung. Verbreitet in der Umgegend von Rom, wo sie in einem aus dem Albaner Gebirg herkommenden Lavastrom zur Gewinnung von Plastersteinen (Selce Romano) viel verwendet werden. — 2. Leucitophyr, vorwiegend aus Feldspat, Augit und Leucit; ebenfalls jüngere, meist lavaartige Gesteine von geringer Verbreitung. — 3. Leucitbasalt, aus Feldspat (Plagioklas), Augit, Olivin und Leucit bestehend. Die Gesteine sind selten, nur in den tätigen und erloschenen Vulkanen Italiens sehr verbreitet. Die heutigen Laven des Vesuv gehören hierher. Manche sind durchaus glasartig (Obsidian) ausgebildet.

Leppla.

Leucittuff, aus Aschen und feinen Auswürflingen von Leucitgesteinen bestehende, im Bereich der modernen Vulkane teils in der Luft, teils im Wasser schichtenförmig abgelagerte Tuffe von heller Farbe.

Besonders wichtig als Hochbaumaterial sind die Leucitphonolithtuffe von Weibern (Weiberstein), Bell, Olbrück, Rieden u. f. w. am Laacher See in der Rheinprovinz. Es sind hellgelbe bis hellgraue, wesentlich aus Bruchstücken von Leucitphonolith und dessen glasigen und bimssteinartigen Ausbildungen bestehende, grobkörnige, breccienartige Gesteine, die lagenweise oft Bröckchen von dunkelgrauem Schiefer, feltener von Basalt und Quarz enthalten. Das Bindemittel ist aus Glasteilchen und Leucit zusammengesetzt. Die Analysen ergeben 52—59% SiO_2 , 18—23% Al_2O_3 , 3—4% Fe_2O_3 , 3% CaO , 5—6% K_2O , 4—5% Na_2O , 6—8% H_2O . Die Tuffe sind in dicken Bänken geschichtet, ziemlich weich und lassen sich sägen, schneiden und zu Werksteinen in größeren Profilierungen leicht bearbeiten. Die Druckfestigkeit reicht von 50 bis 300 kg/qcm. Das Raumgewicht beträgt rund 1,2—1,3; Wasseraufnahme bis rund 20% des Gewichtes. Von den Gemengteilen gehen mehr als 80% bei der Behandlung mit Säuren in Lösung.

Literatur: Buß, K., Die Leucitphonolithe und deren Tuffe im Gebiet des Laacher Sees, Verhandl. d. Naturhistor. Ver. d. preuß. Rheinlande u. f. w., Bonn 1891, 48. Jahrg., S. 209. Leppla.

Leukogen (saures schwelligsaures Natron), f. Natriumfulfit.

Leukophyr, f. Diabas.

Leukofaphir, f. Korund.

Leuwagen, eine runde eiserne, quer über dem Wetterdeck eines Schiffes angebrachte Stange, auf welcher die Schote eines Baumsegels oder Stagsegels gleitet, wenn das Schiff über Stag geht.

T. Schwarz.

Levantin, f. Weberei.

Levermaschinen, f. Bobbinet.

Levets Keil, f. Hereintreibarbeit, Bd. 5, S. 49.

Leviathan, f. Kammgarnspinnerei.

Levieren, f. Weberei.

Levitensitz (Celebrantenstuhl, scamnum) befand sich an der Wand auf der Epistelfeite des Altars und war für den Priester, auch Bischof und die Diakonen, auf der dieselben während des Gloria und Credo Platz nahmen. Es waren gewöhnlich drei Sitze und in der ältesten Zeit aus Stein, später aus Holz, mit Schnitzwerk verziert; dabei war der Sitz des Priesters zumeist höher gestellt.

Lew, Geldeinheit in Bulgarien und Rumelien, ist gleich dem Frank = 100 Stotinki (Centimes).

Ley (Mehrzahl Leyen), 1. beim linksrheinischen Steinbruchbetriebe die Mühlsteingruben selbst; 2. auch die fertigen Dachschiefer werden Leyen genannt.

Literatur: Nöggerath, Ausdrücke beim linksrheinischen Steinbruchbetriebe, Zeitschrift für Bergrecht 1871, S. 360. Treptow.

Leydener (Leidener) blau, f. Kobaltblau.

Leydener (Leidener) Flasche, f. Elektrizität, Bd. 3, S. 402.

Lherzolith, f. Peridotit.

L'Huiliers Flächenformel, f. Flächenberechnung, Bd. 4, S. 69.

Li, chemisches Zeichen für Lithium (f. d.).

Liang, chinesisches Gewicht = $\frac{1}{16}$ Kin (Tael, Unzen); 1 Liang = 10 Tschin (Mehs) = 37,8 g; 1 Tschin = 10 Fan = 100 Li (Käpfchen). — Der Liang bildet auch die Einheit des chinesischen Geldes, er wird aber nicht durch eine Münze, sondern durch ein bestimmtes Quantum Feinsilber dargestellt; 1 Liang = 37,783 g Feinsilber.

Plato.

Liasformation, f. Juraformation.

Lias kalk, der Liasformation angehörig, meist dunkelgraue, dichte tonige und bituminöse, auch schwefelkiesführende Kalksteine, die zur Zementfabrikation verwendet werden (f. Juraformation).

Leppa.

Lias mergel, meist bituminöse, dunkelgraue bis schwarze Mergel der Liasformation (f. Juraformation).

Libelle, Niveau, Wasserwaage, ein Hilfsmittel zur Lot- und Wagerechtfeststellung und zum Messen geringer Neigungen von Linien und Ebenen. Nach ihrer Einrichtung werden Dosen- und Röhrenlibellen unterschieden. Sie sind entweder mit andern Instrumenten fest verbunden oder werden als Setz-, Aufsatz-, Reiter- und Hängelibellen verwendet.

A. Die Dosenlibelle.

1. Einrichtung und Gebrauch. Die Dosenlibelle ist ein zylindrisches Gefäß, das mit einem innenseitig kugelförmig abgeschliffenen Glasdeckel geschlossen ist. Das Gefäß wird mit Flüssigkeit und dünner Luft gefüllt. Der Druck der dichteren Flüssigkeit drängt die Luft an der Kuppe der Kugelfläche zu einer flachen, linsenförmigen Blase von kreisförmigem Umfange zusammen. Der Mittelpunkt der Blasenoberfläche bezeichnet den höchsten Punkt der Kugelwölbung. Der durch diesen Mittelpunkt gehende Radius der Kugelfläche ist stets eine Lotlinie. Wenn die Libelle geneigt wird, so nimmt ein anderer Punkt der Kugelfläche die höchste Stellung ein, und der Mittelpunkt der Blasenoberfläche gleitet in diese Stellung. Sein Weg gibt den Libellen ausschlag an. Auf der Oberfläche des Glasdeckels sind mehrere konzentrische Kreise gezogen, deren Mittelpunkt *n* der Haupt- oder Normalpunkt der Libelle ist (Fig. 1). Der Radius des Normalpunktes ist die Achse der Dosenlibelle. Liegt der Mittelpunkt der Blasenoberfläche lotrecht unter dem Normalpunkte, so spielt die Libelle ein. Ihre Achse steht dann lotrecht, und eine zu ihr rechtwinklige Ebene ist wagerecht. Hierauf gründet sich der Gebrauch der Libelle. Die Gefäßdurchmesser werden zwischen 1,5 und 5 cm gewählt, die Blasendurchmesser etwa zu einem Drittel dieser Maße. Das Gefäß wird durch ein Füllloch am Boden mit Spiritus, Schwefeläther oder Benzin gefüllt. Ein dichter Verschluss des Füllloches ist notwendig, damit die Verdunstung der Flüssigkeit verhindert wird. Am meisten verbreitet sind Libellen mit Metallgefäßen, deren Fülllöcher durch Schrauben verschlossen sind. In neuerer Zeit werden nach Angabe von Mollenkopf in Stuttgart erfolgreich Glasgefäße mit zugeflossenen Fülllocher in Metallfassung verwendet. Zur

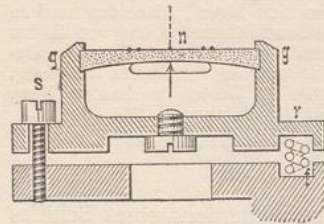


Fig. 1.

scharfen Beleuchtung der Blasenränder gibt man dem Gefäßboden konkave Form. Bei Metall-dosen wird er außerdem verfilbert oder vernickelt, bei Glasdosen mit Gips unterlegt. Die Radien der Deckelschliffflächen sind etwa 0,5–2 m.

2. Berichtigung. Sollen Dosenlibellen zur Lotrechtfeststellung von Instrumentachsen, Stab- und Lattenmittellinien benutzt werden, so werden sie an diesen Instrumenten derart angebracht, daß ihre Achsen jenen Achsen und Linien parallel sind. Zur Wagerechtfeststellung einer Ebene, z. B. einer Meßtischplatte, muß die Libellenachse dann rechtwinklig zur Setzfläche stehen. Die Erzielung dieser Achsenstellung nennt man Berichtigung, Justierung, Rektifizierung. Dazu ist nötig, daß nach Befestigung der Libelle an dem Instrumente noch eine geringe Neigung ihrer Achse ausgeführt werden kann. Diese läßt sich am einfachsten durch Befestigung des Gefäßes *gg* (Fig. 1) auf einem Träger mit drei Schrauben *s* ermöglichen, deren Verbindungslinien ein gleichseitiges Dreieck bilden. Drei zwischen diesen Schrauben liegende Federn *f* oder auch eine Blattfeder wirken den Schrauben entgegen und drücken die Ringfläche *r* der Dose gegen die Schraubenköpfe. Zur Ausführung der Berichtigung wird die Blasenmitte in einer passenden, aber sonst beliebigen Stellung nicht zu nahe dem Rande bezeichnet. Danach wird die Libelle um die einzustellende oder die eigne Achse um 180° gedreht, wodurch der größte Aus Schlag erlangt wird. Ein Punkt in der Mitte zwischen dem jetzigen und dem früheren Blasenmittelpunkte bezeichnet den Spielpunkt der Dosenlibelle, der als der höchste Punkt der Kugelschlifffläche bei wagerechter Setzfläche gekennzeichnet werden kann. Wird die Instrumentachse oder die Setzfläche so verstellt, daß die Blase auf den Spielpunkt geführt wird, so wird die Achse lotrecht, die Setzfläche wagerecht gerichtet. Die Libellenberichtigung erfolgt nun durch

Einstellen der Blase auf den Normalpunkt mit den Schrauben *s*. Da die Lotrechtstellung der Instrumentachse oder die Wagerechtheftstellung der Setzfläche nach dem Spielpunkt ausgeführt werden kann, ist eine Berichtigung nicht unbedingt erforderlich. Bei Setzlibellen ohne Berichtigsvorrichtung ist zweckmäßig, daß die Achse ein für allemal rechtwinklig zur Setzfläche gestellt ist.

3. Die Genauigkeit der Einstellung durch eine gute Dosenlibelle mit 1,5–2 m Schliff-radius kann auf 5–10'' angegeben werden.

B. Die Röhrenlibelle.

1. **Einrichtung und Gebrauch.** Wenn ein Kreisbogenstück um feine Sehne gedreht wird, so beschreibe es eine tonnenförmige Fläche. Zur Herstellung einer Röhrenlibelle wird ein Teil der Innenwand einer zylindrischen Glasröhre zu einer solchen Fläche geschliffen. Die Röhre wird mit Spiritus, Schwefeläther oder Benzin sowie mit dünner Luft gefüllt und durch einen verkitteten Stöpsel oder durch Zuschmelzen luftdicht verschlossen. Bei nahezu wagerechter Lage der Röhre mit der Schlifffläche nach oben bildet der Luftraum unter dem Drucke der Flüssigkeit an der höchsten Stelle der Röhrenwölbung eine lange ovale Blase von symmetrischer Gestalt. Der Mittelpunkt der Blasenoberfläche liegt im höchsten Punkte des Bogens eines Vertikalschnittes, der durch die Umdrehungssehne geht. Sein Krümmungsradius steht lotrecht, und die zugehörige Tangente im Vertikalschnitt ist wagerecht. Wird die Röhre in dieser Vertikalebene geneigt, so gleitet der Mittelpunkt der Blasenoberfläche an eine andere Stelle des Kreisbogens. Sein Radius ist wieder lotrecht und seine Tangente wieder wagerecht. Der Winkel, den die Radien und Tangenten in beiden Stellungen einschließen, ist der Ausdruck für die Größe der Neigung. Der vom Mittelpunkt durchlaufene Bogen heißt *Ausschlag*. Zur scharfen Bestimmung des Mittelpunktes trägt das Glasrohr an seiner Oberfläche eine Teilung, deren Striche in der Regel einen Abstand von 2 mm oder von 1 Pariser Linie = 2,26 mm haben. Die Uebersichtlichkeit wird erhöht durch eine Bezifferung der Teilung und durch Hervorheben jedes fünften Teilstrichs. Eine Bezifferung, die von einem Ende der Teilung bis zum andern durchläuft, ist am empfehlenswertesten. Ein in der Mitte der Teilung liegender Punkt *n* (Fig. 2) wird als Haupt- oder Normalpunkt gewählt und durch Marken oder durch die Bezifferung kenntlich gemacht. Die Tangente des Normalpunktes im Vertikalschnitte der Umdrehungssehne heißt die Achse der Röhrenlibelle (*TT* in Fig. 2). Andererseits wird auch wohl die Umdrehungssehne selbst als Achse bezeichnet. Da die Tangente am Mittelpunkte der Blasenoberfläche stets horizontal ist, so steht auch die Achse horizontal, sobald der Mittelpunkt auf den Normalpunkt eingestellt ist, sobald die Libelle einspielt. Hierauf beruht die Verwendung der Röhrenlibelle zur Vertikalstellung von Linien, z. B. Instrumentachsen, und zur Horizontalstellung von Ebenen, z. B. einer Meßtischplatte. — Für Libellen an geodätischen Instrumenten wählt man Glasröhren von 90–140 mm Länge und 14–16 mm lichter Weite. Bei besonders feinen Libellen sind die Abmessungen noch etwas größer. Zu kurze und enge Libellen sind ungeeignet. Die Länge der Blase soll etwa ein Drittel der Röhrenlänge betragen. Die Glasröhre wird in ein Metallrohr mit Ableseöffnung gefaßt und zur Beleuchtung der Blase mit einer hellen Maffe, z. B. weißem Gips, unterlegt. Die Blase wird am sichersten im Profil beobachtet, da sie sich in diesem am schärfsten gegen die Flüssigkeit abhebt. Für eine derartige Beobachtung an Libellen von Nivellierinstrumenten sind häufig seitlich gestellte Spiegel angebracht. Die Teilstriche auf der Glasröhre müssen scharf und dürfen nicht zu kurz sein. — Derjenige Winkel, der einem Ausschlage des Mittelpunktes der Blasenoberfläche von einem Teilungsabstande, einem Pars, entspricht, heißt *Libellenangabe*. Dieser Wert wird auch wohl als *Empfindlichkeit* bezeichnet, während andererseits unter *Empfindlichkeit* derjenige Ausschlag verstanden wird, der bei einer Libellenneigung von 1'' entsteht. Die Wahl der Größe der Angabe richtet sich nach der Verwendung der Libelle. Für große astronomische Instrumente kommen Libellen in Betracht mit Angaben bis zu 2'', während in Deutschland für geodätische Feldinstrumente Libellen mit weniger als 5'' Angabe nicht verwendet werden. Man wählt etwa folgende Angaben: für Libellen an Feinnivellierinstrumenten und großen Feldmeßtheodoliten 5–10'', an großen Nivellierinstrumenten zu technischen Zwecken und mittleren Theodoliten 10–20'', an mittleren Nivellierinstrumenten und kleinen Theodoliten 20–30'', an untergeordneten Instrumenten, wie Tafelnivellierinstrumenten und Höhenmessern, 40–60'' und für Setzlibellen zur Aufnahme von Querprofilen 2'. Die Beziehung zwischen der Angabe *A*, dem Radius *R* der Schliffkurve und dem Teilungsabstande *t* ist $A = t \rho : R$. Für das Intervall von einer Pariser Linie und Angaben von 1'–2'' sind die Radien danach etwa 8–235 m. — Die Güte der Libelle ist abhängig von der Beschaffenheit des Glasrohres und der Füllung und von den thermischen Einflüssen auf beide und auf die Fassung. Das Glas soll nicht zu dick, aber widerstandsfähig gegen die Einwirkung des Wassergehalts der Flüssigkeit sein. Wenn es nicht genügend widerstandsfähig ist, bilden sich im Laufe der Zeit alkalische Ausscheidungen, die sich als leichter Niederschlag oder gar als Flocken an den Glaswänden absetzen und den Lauf der Blase derartig stören können, daß wertvolle Untersuchungen nicht mehr möglich sind. Der Wärmeinfluß macht sich zunächst durch eine Veränderung der Blasengröße geltend. Solche Veränderung wirkt namentlich bei großen und feinen Libellen störend. Es wird daher eine besondere Einrichtung zur Regulierung der Blasenlänge getroffen. Durch Einkitten einer Glasplatte an

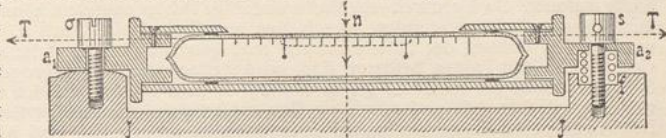


Fig. 2.

Der Mittelpunkt der Blasenoberfläche liegt im höchsten Punkte des Bogens eines Vertikalschnittes, der durch die Umdrehungssehne geht. Sein Krümmungsradius steht lotrecht, und die zugehörige Tangente im Vertikalschnitt ist wagerecht. Wird die Röhre in dieser Vertikalebene geneigt, so gleitet der Mittelpunkt der Blasenoberfläche an eine andere Stelle des Kreisbogens. Sein Radius ist wieder lotrecht und seine Tangente wieder wagerecht. Der Winkel, den die Radien und Tangenten in beiden Stellungen einschließen, ist der Ausdruck für die Größe der Neigung. Der vom Mittelpunkt durchlaufene Bogen heißt *Ausschlag*. Zur scharfen Bestimmung des Mittelpunktes trägt das Glasrohr an seiner Oberfläche eine Teilung, deren Striche in der Regel einen Abstand von 2 mm oder von 1 Pariser Linie = 2,26 mm haben. Die Uebersichtlichkeit wird erhöht durch eine Bezifferung der Teilung und durch Hervorheben jedes fünften Teilstrichs. Eine Bezifferung, die von einem Ende der Teilung bis zum andern durchläuft, ist am empfehlenswertesten. Ein in der Mitte der Teilung liegender Punkt *n* (Fig. 2) wird als Haupt- oder Normalpunkt gewählt und durch Marken oder durch die Bezifferung kenntlich gemacht. Die Tangente des Normalpunktes im Vertikalschnitte der Umdrehungssehne heißt die Achse der Röhrenlibelle (*TT* in Fig. 2). Andererseits wird auch wohl die Umdrehungssehne selbst als Achse bezeichnet. Da die Tangente am Mittelpunkte der Blasenoberfläche stets horizontal ist, so steht auch die Achse horizontal, sobald der Mittelpunkt auf den Normalpunkt eingestellt ist, sobald die Libelle einspielt. Hierauf beruht die Verwendung der Röhrenlibelle zur Vertikalstellung von Linien, z. B. Instrumentachsen, und zur Horizontalstellung von Ebenen, z. B. einer Meßtischplatte. — Für Libellen an geodätischen Instrumenten wählt man Glasröhren von 90–140 mm Länge und 14–16 mm lichter Weite. Bei besonders feinen Libellen sind die Abmessungen noch etwas größer. Zu kurze und enge Libellen sind ungeeignet. Die Länge der Blase soll etwa ein Drittel der Röhrenlänge betragen. Die Glasröhre wird in ein Metallrohr mit Ableseöffnung gefaßt und zur Beleuchtung der Blase mit einer hellen Maffe, z. B. weißem Gips, unterlegt. Die Blase wird am sichersten im Profil beobachtet, da sie sich in diesem am schärfsten gegen die Flüssigkeit abhebt. Für eine derartige Beobachtung an Libellen von Nivellierinstrumenten sind häufig seitlich gestellte Spiegel angebracht. Die Teilstriche auf der Glasröhre müssen scharf und dürfen nicht zu kurz sein. — Derjenige Winkel, der einem Ausschlage des Mittelpunktes der Blasenoberfläche von einem Teilungsabstande, einem Pars, entspricht, heißt *Libellenangabe*. Dieser Wert wird auch wohl als *Empfindlichkeit* bezeichnet, während andererseits unter *Empfindlichkeit* derjenige Ausschlag verstanden wird, der bei einer Libellenneigung von 1'' entsteht. Die Wahl der Größe der Angabe richtet sich nach der Verwendung der Libelle. Für große astronomische Instrumente kommen Libellen in Betracht mit Angaben bis zu 2'', während in Deutschland für geodätische Feldinstrumente Libellen mit weniger als 5'' Angabe nicht verwendet werden. Man wählt etwa folgende Angaben: für Libellen an Feinnivellierinstrumenten und großen Feldmeßtheodoliten 5–10'', an großen Nivellierinstrumenten zu technischen Zwecken und mittleren Theodoliten 10–20'', an mittleren Nivellierinstrumenten und kleinen Theodoliten 20–30'', an untergeordneten Instrumenten, wie Tafelnivellierinstrumenten und Höhenmessern, 40–60'' und für Setzlibellen zur Aufnahme von Querprofilen 2'. Die Beziehung zwischen der Angabe *A*, dem Radius *R* der Schliffkurve und dem Teilungsabstande *t* ist $A = t \rho : R$. Für das Intervall von einer Pariser Linie und Angaben von 1'–2'' sind die Radien danach etwa 8–235 m. — Die Güte der Libelle ist abhängig von der Beschaffenheit des Glasrohres und der Füllung und von den thermischen Einflüssen auf beide und auf die Fassung. Das Glas soll nicht zu dick, aber widerstandsfähig gegen die Einwirkung des Wassergehalts der Flüssigkeit sein. Wenn es nicht genügend widerstandsfähig ist, bilden sich im Laufe der Zeit alkalische Ausscheidungen, die sich als leichter Niederschlag oder gar als Flocken an den Glaswänden absetzen und den Lauf der Blase derartig stören können, daß wertvolle Untersuchungen nicht mehr möglich sind. Der Wärmeinfluß macht sich zunächst durch eine Veränderung der Blasengröße geltend. Solche Veränderung wirkt namentlich bei großen und feinen Libellen störend. Es wird daher eine besondere Einrichtung zur Regulierung der Blasenlänge getroffen. Durch Einkitten einer Glasplatte an

einem Ende des Glasrohrs wird eine Luftkammer hergestellt, die durch eine kleine Oeffnung mit dem Hauptrohre in Verbindung steht und eine angemessene Vergrößerung und Verkleinerung der Luftblase gestattet. Libellen mit solcher Vorrichtung heißen *Kammerlibellen* [3]. Ferner wirkt die Wärme auf das Glasrohr und die Fassung ein, so daß durch die Verschiedenheit der thermischen Dehnungen die Krümmung des Glasrohres und damit die Libellenangabe wesentlich geändert werden können, f. [3]. Dieses ist besonders der Fall bei starrer Verbindung von Glasrohr und Fassung. Eine Verkittung beider ist daher nur bei kleinen, minder feinen Libellen zulässig. Bei mittelgroßen Libellen wird die Verbindung durch elastische Ringe aus Leder, Werg, Kork, Papier, Gummi oder in ähnlicher Weise hergestellt, bei großen Libellen durch Federlagerung. Besonders schädlich ist eine einseitige Temperaturänderung der Fassung und des Glasrohres. Durch einseitige Erwärmung des letzteren, z. B. bei Berührung mit der Hand, wird die Adhäsion der Flüssigkeit an der Glaswand geändert, so daß die Blase stets der erwärmten Stelle zutreibt. Da hierdurch erhebliche einseitige Fehler entstehen können, müssen feine Libellen durch geeignete Vorrichtungen, wie Hüllen aus Glas, Holz, Tuch u. f. w., sorgfältig geschützt werden. Zur Füllung der Libelle benutzt man gewöhnlich Schwefeläther; für Libellen, die zum Gebrauch in den Tropen bestimmt sind, wird vielfach Benzin vorgezogen, da dieses eine höhere Siedetemperatur hat (80,5° C. gegen 35° C.). — Eine Libelle, die sich um Zapfen in der Röhrenmittellinie drehen läßt und durch ein Gewicht in eine bestimmte Stellung gebracht wird, ist von Breithaupt bei Nivellierinstrumenten angewendet worden. Sie wird *Kompensationslibelle* genannt, weil bei ihrem Gebrauch durch entsprechende Anordnung des Beobachtungsverfahrens gewisse Instrumentfehler unschädlich gemacht werden. — Eine besondere Einrichtung an feinen Libellen ist nach Erfindung von Amsler die Anordnung einer zweiten Schlißfläche der ersten gegenüber, wodurch eine Libelle mit Doppelschliff, eine *Doppellibelle*, entsteht. Ihre beiden Achsen sollen parallel sein. Schnitte rechtwinklig zu den Achsen durch den oberen Normalpunkt und durch die oberen Teilstriche sollen den unteren Normalpunkt und die entsprechend liegenden unteren Teilstriche treffen. Beide Schlißflächen einer solchen Libelle können in Gebrauch genommen werden. Es bedarf dazu nur einer geeigneten Wendung der Libelle. Sie heißt daher auch *Wende- oder Reversionslibelle*. — Ueber den Gebrauch von Libellen an Instrumenten s. die Instrumente selbst.

2. **Prüfung und Berichtigung.** Die Angaben der Libellen, mit denen geringe Neigungen gemessen werden sollen, müssen genau bekannt sein. Zur Bestimmung dient der *Libellenprüfer* oder das *Legebrett*. Ein Längs- und ein Querstück aus Metall, in T-Form miteinander verbunden, sind wie ein Dreifuß an den drei Enden mit Schrauben ausgerüstet. Das Querstück kann durch seine beiden Stellschrauben nach einer Libelle horizontal gerichtet werden. Die mit einem geteilten Kopf versehene feine Meßschraube des Längsstückes ermöglicht, kleine Neigungen desselben scharf zu messen. Weiteres f. [3]—[6]. Es ist einfach, mit einer solchen Vorrichtung die Angabe zu bestimmen und die erforderliche Regelmäßigkeit der Schlißkurve zuverlässig zu prüfen. Die Prüfung muß bei feinen Libellen sorgfältig ausgeführt werden. Die Angabe von Libellen an Nivellierinstrumenten kann ermittelt werden aus der Neigung der Absehlinie zwischen verschiedenen Blasenstellungen. Die Neigung wird aus der bekannten Entfernung einer Nivellierlatte und aus dem Lattenstück bestimmt, das die Absehlinie bei der Blasenverstellung durchläuft. Die Angabe einer Libelle an einem Höhenkreise läßt sich an diesem feststellen. Ueber den Gebrauch der Libelle beim Nivellieren s. d., bei der Bestimmung kleiner Neigungen von Horizontalachsen s. *Achsenlibelle*. — Wenn bestimmte Linien eines Instruments mit einer Libelle wagerecht oder lotrecht gerichtet werden sollen, so ist es für den schnellen Gebrauch der Libelle notwendig, daß ihre Achse zu diesen Linien parallel bzw. rechtwinklig gestellt ist. Um dies zu erreichen, muß nach der Verbindung der Libelle mit dem Instrument noch eine geringe Neigung ihrer Achse, d. h. eine *Berichtigung*, ausführbar sein. Die Libellenfassung trägt Ansätze, mit denen sie durch Schrauben an ihrem Träger befestigt ist. Der Träger der gewöhnlichen Setzlibelle ist eine Metallplatte; der Träger der Reiterlibelle endet in Füßen, mit denen sie auf Ringflächen und Achsen aufgesetzt wird; Hängelibellen werden an Haken aufgehängt; andre Libellen sind mit Instrumentteilen fest verbunden. Die Berichtigungsvorrichtung einer einfachen kleinen Libelle zeigt Fig. 2. Die beiden Ansätze a_1 und a_2 der Fassung sind durch die Halteschraube σ und die Berichtigungsschraube s mit dem Instrumentteile JJ verbunden. Der Ansatz a_2 wird durch die Feder f gegen den Kopf der Berichtigungsschraube gedrückt. Andre Vorrichtungen an feineren Libellen sind für das eine Ende Kugellagerung wie bei den Libellen von Reichel und Bamberg [4] oder auch Lagerung in einer Spitzenachse (Körnerlager) sowie für das andre Ende zwei entgegengerichtete Druckschrauben oder Zug- und Druckschrauben oder Schraubenpindel mit Gegenmutter. — Für die Reiter- und Hängelibellen, die sogenannten *Achsenlibellen*, sowie für feste Libellen an Ringfernrohren ist neben der beschriebenen Berichtigungsvorrichtung noch eine zweite, wagerecht wirkende Vorrichtung nötig, um die Libellenachse in horizontalem Sinne in die Ebene der Instrumentenachse bringen, um die sogenannte *Libellenkreuzung* beseitigen zu können. Diese ist vorhanden, wenn bei einem geringen seitlichen Neigen der aufgesetzten Libelle ein Ausschlag erfolgt. — Die Setzlinie einer Setz-, Reiter- oder Hängelibelle ist wagerecht, wenn die Libellenblase beim Umsetzen in zwei Lagen die gleiche Stellung zeigt. Der Mittelpunkt der Blasenoberfläche gibt dann den *Spielpunkt* der Libelle an. Dieser ist der höchste Punkt der Schlißkurve im Vertikalschnitte der Umdrehungssehne (s. oben) bei wagerechter Setzlinie. Zur Bestimmung des Spielpunktes wird die Blasenstellung an ihren beiden Enden an der Teilung abgelesen. Nach Umsetzen der Libelle an derselben Stelle der Setzlinie wird die Blasenstellung wieder abgelesen. Wenn die Bezifferung vom Normalpunkte aus nach rechts und links geht, so ist eine Seite der Bezifferung positiv und die andre negativ einzuführen. Sind die Ablefungen b_1, b_2, b_3, b_4 , so wird der Spielpunkt s_p gefunden nach $s_p = \frac{1}{4} [(b_1 + b_2) + (b_3 + b_4)]$.

Die Neigung der Setzlinie wird dann in Teilungsintervallen bezeichnet durch $\alpha = \frac{1}{4} [(b_1 + b_2) - (b_3 + b_4)]$, und die Neigung der Libellenachse gegen die Setzlinie wird bestimmt durch die Abweichung des Spielpunktes vom Normalpunkte. Zur Wagerechtfertigung der Setzlinie ist nur nötig, diese so zu neigen, daß der Mittelpunkt der Blafenoberfläche auf den Spielpunkt geführt wird. Die Libelle wird berichtigt durch Verlegen des Spielpunktes auf den Normalpunkt mit der vertikal wirkenden Berichtigungsvorrichtung. Mit jeder Berichtigung einer Libelle der beschriebenen Konfruktion ist eine Aenderung der Spannung der Libellenteile verbunden. Es ist daher schwierig, eine feine Libelle vollständig zu berichtigen und dauernd berichtigt zu erhalten. Aus diesem Grunde verzichtet man bei feinen Libellen auf eine strenge Berichtigung und wählt für den Gebrauch den Spielpunkt an Stelle des Normalpunktes oder die Ablefung statt der Einstellung. — Eine Sonderheit zeigt die Zwicky-Reißsche Libelle. Auf der Röhrenoberfläche befindet sich nur ein Zeigerstrich, während die Teilung auf einem Metallplättchen oder einem Zellhorn- oder Glasplättchen angeordnet ist. Das Plättchen ist lose über der Röhre so angebracht, daß es sich der Länge der Röhre nach ohne Spannung verschieben läßt. Diese Konfruktion ermöglicht eine Verlegung des Normalpunktes. Näheres f. [9]. Ueber die Berichtigung der Libellen an Instrumenten f. die Einzelartikel.

3. **Genauigkeit.** Die mit guten Libellen bei sorgfältiger Behandlung zu erreichende Genauigkeit kann in Sekunden angegeben werden durch $0,2\sqrt{A}$ für Ablefung der Blafenstellung und $0,1\sqrt{A}$ für Einstellung der Blase auf den Normalpunkt. Näheres hierzu f. [3].

Literatur: [1] Eingehende Belehrung über Libellen geben die bei den Art. Geodäsie und Geodätische Instrumente genannten Lehr- und Handbücher. Ausführliche Literaturangaben gibt besonders: Jordan, Handb. der Vermessungskunde, Bd. 2. — Einen Beitrag zur Geschichte der Röhrenlibelle bringt [2] Müller, Zur Geschichte der Röhrenlibelle, Zeitschr. für Vermessungswesen 1906, S. 673. — [3] Reinhertz, Mitteilungen über Beobachtungen an Libellen, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1890, S. 309; Zeitschr. für Vermessungswesen 1891, S. 257. — [4] Löwenherz, Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879, Berlin 1880, S. 62. — [5] Bruns, Ein neuer Libellenprüfer, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1886, S. 198. — [6] Galle, Aeltere Niveauprüfer, ebend. 1897, S. 48. — [7] Rieth, Unregelmäßigkeiten der Libellen, Zeitschr. für Vermessungswesen 1887, S. 297. — [8] Mylius, Ueber die Störungen der Libellen, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1888, S. 267; Mylius und Förster, ebend. 1889, S. 117; Löwenherz, ebend. 1891, S. 166. — [9] Hammer, Neue Libelle, Patent Reiß-Zwicky, ebend. 1906, S. 30 und 128. († Reinhertz) Hillmer.

Libellendiopter, ein einfaches Nivellierinstrument mit Libelle, dessen Absehlinie durch ein Diopter gebildet wird. Weiteres f. Nivellieren.

Libelleninstrumente, f. Nivellieren.

Libellenprüfer, f. Libelle.

Libellenfetzwaage, f. Libelle, Grubeninstrumente.

Libellenpiegel, f. Libelle und Nivellieren.

Libra, Gewichtseinheit (Pfund).

Die spanische Libra = 460 g war (außer in Spanien) gebräuchlich in Mexiko, den Vereinigten Staaten Zentralamerikas, Westindien, den Staaten Südamerikas (außer Brasilien). Sie wird auch heute noch vielfach benutzt. — Die portugiesische Libra = 459 g wurde auch in Brasilien benutzt. — Die große Libra (libra grossa, venezianisches Pfund) wird in Griechenland noch für den Handel mit einzelnen Artikeln, z. B. Korinthen, Schwefel u. f. w., angewendet. — Das peruanische Pfund (libra de oro) bildet die Münzeinheit in Peru. 1 Libra peruana nach Gesetz vom 14. Dezember 1901 = 10 Soles = 100 Dineros = 1000 Centavos = 20,43 *M.* Plato.

Licella, f. Papierstoffgarne.

Licht, die Ursache derjenigen Reize unsers Sehorgans, durch welche uns die Außenwelt sichtbar wird.

I. Allgemeines.

Nach der älteren, besonders durch Newton (Optik vom Jahr 1698) vertretenen Hypothese, der **Emissionstheorie** (Emanationstheorie, Korpuskulartheorie) werden von den leuchtenden Körpern kleine Partikel eines Lichtstoffes ausgeworfen, die alle mit gleicher, in demselben Mittel konstanter Geschwindigkeit den Raum durchheilen, im Auge die Lichtempfindung erregen, an der Oberfläche und im Innern der Körper die mannigfaltigsten optischen Wirkungen erleiden und erzeugen. Die Hypothese ist gescheitert an ihrer Unfähigkeit, die Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts beim Uebergang von den optisch dünneren in die optisch dichteren Mittel, ferner die Erscheinungen der Polarisation und der Doppelbrechung und besonders die Erscheinungen der Interferenz zu erklären.

Nach der **Undulationstheorie** (Wellentheorie, Vibrationstheorie) besteht das Licht in Wellen des Lichtäthers, welcher sowohl den Weltraum, als auch den Raum der Körper, wenigstens der durchsichtigen, durchdringt. Die erste Annahme der Begründer der Undulationstheorie läßt die Aetherwellen in elastischen Schwingungen des Lichtäthers bestehen, der sich als vollkommen unzusammendrückbare Substanz verhalte und daher nur Transversalschwingungen zulasse, keine Longitudinalschwingungen, die durch die Erscheinungen der Polarisation ausgeschlossen zu sein scheinen.

Diese Anschauung ist jetzt durch die **elektromagnetische Lichttheorie** ersetzt, nach welcher die Aetherwellen in periodischen, sich nach dem Gesetze der Induktion fortpflanzenden elektrischen und zu diesen senkrecht gerichteten magnetischen Schwingungen bestehen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit aller Aetherwellen ist im leeren Raum = 300000 km in der Sekunde,

in den lichtbrechenden Mitteln aber kleiner, je nach deren Substanz und Dichte und je nach der Wellenlänge des Lichts. Nur diejenigen Aetherwellen sind Lichtwellen, d. h. vermögen den menschlichen Sehnerv zur Lichtempfindung zu reizen, deren sekundliche Schwingungszahl zwischen etwa 400 und 770 Billionen oder zwischen den Wellenlängen 760 und 390 Milliontel Millimeter liegt, dem Gebiet des sichtbaren Teils des Spektrums (f. Spektralanalyse).

Aus der **Geschichte** unrer Kenntnisse von der Natur und den Gesetzen des Lichts heben wir folgendes heraus: Die Erfindung des Fernrohrs (ca. 1600), die prismatische Zerlegung des Lichts durch Kepler [1], die Entdeckung des Sinusgesetzes der Brechung durch Snellius und durch Descartes [2], die Beschreibung und erste Erklärung der Beugungsercheinungen durch Grimaldi (1650), Olaf Römers Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts aus der Verfrühung oder Verspätung der Verfinsterungen der Jupitertrabanten je nach dem Abstände von Erde und Jupiter (1675), die Begründung der Wellentheorie des Lichts auf die Tatsache der Doppelbrechung im Kalkspat durch Huyghens [3], die Entdeckung der Aberration (f. d.) des Fixsternlichts durch Bradley (1725), diejenige der dunkeln Linien im Sonnenspektrum durch Wollaston (1802), diejenige der Polarisation des gespiegelten Lichts durch Malus (1809), Fraunhofers Versuche über die dunkeln Linien des Sonnenspektrums (f. [4]) und über die Beugung des Lichts, die definitive Feststellung der Wellentheorie des Lichts durch Th. Young (1802) und Fresnel (1820) [5] und [6], insbesondere des letzteren Interferenzversuch und mathematische Theorie der Doppelbrechung, W. Webers Nachweis des Zusammenhangs der Lichtgeschwindigkeit mit derjenigen der elektrischen Fernwirkung [7], Faradays Versuche über die Drehung der Polarisationsebene des Lichts im magnetischen Felde (1845), die Begründung der Spektralanalyse durch Kirchhoff und Bunsen (1861—63) [8], Maxwells elektromagnetische Lichttheorie [9], experimentelle Begründung der Maxwellschen Theorie durch H. Hertz (1889) [10], die Versuche zur Entscheidung über die Schwingungsrichtung des polarisierten Lichtes mittels stehender Lichtwellen von Wiener [11] und von Drude und Nernst [12].

Die **Lehre vom Licht**, die Optik, zerfällt in besondere Disziplinen; man unterscheidet die geometrische, physikalische, physiologische Optik, deren erstere sich mit den geometrischen Gesetzen der Strahlung beschäftigt, mit der Geschwindigkeit der Fortpflanzung, der Lichtflärkemessung, der Photometrie, der Spiegelung (Katoptrik), der Brechung (Dioptrik), der Beugung und der Doppelbrechung des Lichtes. Die physikalische Optik setzt die optischen Erscheinungen in Beziehung zu den physikalischen Eigenschaften der Körper und des Aethers, sie behandelt das Licht als Wellenbewegung, die Interferenz, die Farbenzerfreuung, die Absorptions-, Emissions- und Lumineszenzercheinungen. Soweit sie die Erscheinungen aus letzten einfachen Hypothesen mit Hilfe analytischer Entwicklungen herleitet, heißt sie theoretische oder höhere Optik. Die physiologische Optik beschäftigt sich mit dem Auge als Organ der Licht- und Farbenwahrnehmung, also mit den subjektiven Bedingungen des Unterschieds der Gesichtsempfindungen. Die meteorologische Optik hat die in der Atmosphäre auftretenden, bezw. durch Atmosphärrillen veranlaßten Lichteerscheinungen zum Gegenstand [31]. Als angewandte Optik bezeichnet man die Lehre vom Gebrauch der optischen Instrumente und der Anstellung optischer Untersuchungen. Von den am Schlusse dieses Artikels aufgezählten Werken gehören [13]—[16] mehr in das Gebiet der geometrischen Optik, [17]—[23] mehr in das der physikalischen und theoretischen Optik, [24] und [25], sowie größtenteils [13] und [15] sind der Theorie der optischen Instrumente und der angewandten Optik, [26] der physiologischen Optik gewidmet, [27]—[30] haben allgemeinere Tendenz von Kompendien.

Nun folgen hier die wichtigsten Kapitel der geometrischen Optik, während betreffs der wichtigsten Gegenstände der physikalischen, physiologischen und der angewandten Optik auf die besonderen Artikel, wie: Auge, Farbe, Fernrohr, Horopter, Linse, Lumineszenz, Mikroskop, Photometer, Polarisation, Spektralanalyse, Spiegel u. a. verwiesen wird. Hinsichtlich der physikalischen Bedingungen der Lichtausfendung durch Körper vgl. Emission.

II. Geometrische Optik.

Ueber die in verschiedenen Richtungen verschiedene Lichtmenge, welche von der Oberfläche eines leuchtenden Körpers ausstrahlt, gibt das geometrische Strahlungsgesetz von Lambert Auskunft. Die von einem Element der Oberfläche ausgehende Strahlenmenge ist in senkrechter Richtung (Emanationswinkel Null) ein Maximum und in jeder beliebigen Richtung dem Cosinus des Emanationswinkels proportional. Dieses Gesetz ist der Ausdruck der Tatsache, daß ein glühendes ebenes Flächenstück von jeder Richtung her betrachtet gleich hell erscheint, daß z. B. eine glühende Kugel wie eine gleichmäßig helle Scheibe erscheint.

Wie die Mechanik für die Abweichung bewegter Körper von der gleichförmigen Bewegung in gerader Bahn besondere Ursachen voraussetzt, so die Optik für die Abweichung der Strahlen von der Geradlinigkeit. Man unterscheidet drei Arten von Ursachen dieser Abweichung: die Reflexion (Zurückwerfung), die Refraktion (Brechung) und die Inflexion (Beugung).

Reflexion. Bei der Ankunft an der Grenze zweier Mittel spaltet sich die Lichtbewegung in zwei Teile, von denen der eine ins erste Mittel zurückkehrt, reflektiert wird, der andre ins neue Mittel übertritt und entweder hier als gebrochenes Licht sich fortpflanzt oder in eine neue Energieform (Wärme) umgewandelt, d. h. absorbiert wird. Je nachdem die Grenzfläche rau oder glatt ist, werden die Strahlen diffus, d. h. allseitig von jedem Punkt der Fläche, reflektiert, wie wenn die Fläche selbstleuchtend wäre, oder regelmäßig nach einem Gesetze, das als Reflexionsgesetz bezeichnet wird und die Grundlage der Katoptrik bildet.

Jede glatte, lichtreflektierende Fläche heißt Spiegel. Welches auch die geometrische Gestalt eines Spiegels sei, in feinen kleinsten Flächenelementen ist er eben. Aus dem Grundgesetz des ebenen Spiegels leiten sich daher die Wirkungen anderer Spiegelformen ab. Dieses

Grundgesetz selbst ergab sich für die Emissionshypothese als die Folge elastischer Stöße der Lichtteilchen gegen die Spiegelfläche, ergibt sich aber für die Undulationstheorie ebenso als Folge der Reflexion der Wellen an festen Wänden und lautet: der Winkel des einfallenden und des reflektierten Strahls wird vom Einfallslot (Spiegelnormale) halbiert. Das ist das Grundgesetz der Katoptrik; seine Anwendung auf verschiedene Formen des Spiegels f. d.

Eine Fläche, deren Unebenheiten, d. h. Wechsel kleiner Hervorragungen und Vertiefungen an linearer Ausdehnung, nur einen kleinen Bruchteil einer Lichtwellenlänge betragen, wirkt bei der Reflexion als Spiegel; sind die Unebenheiten aber größer als etwa ein Viertel der Wellenlänge, so tritt die diffuse Reflexion auf. Bei sehr schiefer Inzidenz der Strahlen zeigen auch matte Flächen noch Spiegelung. Durch die diffuse Reflexion werden die Körper sichtbar, die kleinsten Teile ihrer Oberfläche wirken wie selbstleuchtend, und zwar nicht in der Farbe des einfallenden Lichtes, sondern in demjenigen Teil dieses Lichtes, das zu dem von der Oberfläche absorbierten Licht komplementär ist. Bei der Befahrung durch weißes Licht zeigen daher die Körper eine charakteristische Oberflächenfarbe, bei der Befahrung durch farbiges Licht, das die Eigenfarbe eines Körpers nicht enthält, z. B. rote Körper durch grünes Licht, erscheint dieser schwarz.

Wie die Reflexion, so ist auch die **Brechung** (Refraktion) die Folge physikalischer Ungleichheit des lichtfortpflanzenden Mittels.

Wenn eine in nichthomogenem Mittel erregte Welle sich fortplant (f. Wellenbewegung), so hat die Geschwindigkeit c der Fortpflanzung in verschiedenen Teilen des ungleichartigen Mittels verschiedene Werte. Die Punkte AA_1 (Fig. 1) eines ebenen Stückes einer Welle (Punkte, die in übereinstimmender Schwingungsphase begriffen sind) erzeugen Elementarwellen von nicht ganz gleicher Größe, so daß die neue Lage BB_1 , bis zu der die Welle in dem Zeitelement dt fortgeschritten, der alten Lage AA_1 nicht parallel ist. Kommt der von A ausgehenden Elementarwelle die Geschwindigkeit c , der von A_1 ausgehenden die Geschwindigkeit $c + dc$ zu und setzt man $AA_1 = dn$, so schneiden sich die Ebenen AA_1 und BB_1 derart nach einer Achse O , daß der Strahl AB , d. h. die zur Wellenfläche senkrechte Richtung der Fortpflanzung, um O einen Kreisbogen beschreiben, für dessen Radius wir aus der Proportion: $q + dn : q = c + dc : c$ die Gleichung erhalten:

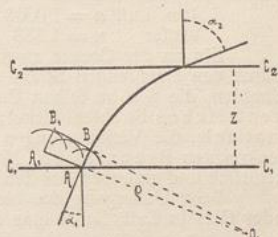


Fig. 1.

$$I. \quad q = c : \frac{dc}{dn} \quad (\text{Grundgleichung der Refraktion}).$$

Der Quotient $\frac{dc}{dn}$ ist das Gefälle der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen, genommen in Richtung der Normale des gekrümmten Strahls.

Ist eine ebene Schicht von der Dicke z so beschaffen, daß zwischen ihren parallelen Endflächen der Wert c der Wellengeschwindigkeit von c_1 bis c_2 sich gleichmäßig verändert, so ist $g = \frac{c_2 - c_1}{z}$ das Geschwindigkeitsgefälle der Schicht. Betrachten wir die Schicht als Uebergangsschicht zwischen zwei Mitteln, denen die Werte c_1 und c_2 zukommen, und macht ein in die Schicht eintretender Strahl mit der Richtung z (Richtung des Einfallslotes) den Winkel α_1 und beim Austritt den Winkel α_2 mit derselben Richtung, so ist $\frac{dc}{dn} = g \sin \alpha$ und daher $q = c_1 : g \sin \alpha_1 = c_2 : g \sin \alpha_2$, woraus folgt:

$$II. \quad \frac{\sin \alpha_1}{c_1} = \frac{\sin \alpha_2}{c_2} \quad (\text{Sinusgesetz der Refraktion}).$$

Wird die Dicke z der Schicht zwischen c_1 und c_2 unendlich klein, d. h. grenzen zwei homogene Schichten mit den Werten c_1 und c_2 direkt aneinander, so bleibt das Sinusgesetz bestehen, der geradlinige Strahl erleidet an der Grenze zweier Mittel einen Bruch derart, daß der Sinus des

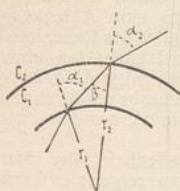


Fig. 3.

Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels in konstantem Verhältnis (dem Verhältnis der Werte von c) steht. In dieser Form rührt das Gesetz von Descartes und Snellius her. E. Reusch gibt für die graphische Herleitung der Richtung des gebrochenen aus der des einfallenden Strahls die durch Fig. 2 erläuterte Konstruktion: EE ist die Grenzfläche zweier durchlichtiger Mittel, eines optisch dichteren unten und eines optisch dünneren oben; MO das Einfallslot, AO ein einfallender Strahl, die Verlängerung von A_1O die Richtung des gebrochenen

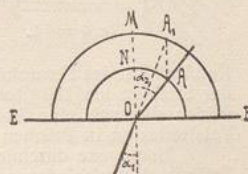


Fig. 2.

Strahls oder umgekehrt. Die Radien OM und ON der beiden Halbkreise stehen im Verhältnis der Werte von c des oberen und unteren Mittels. — Für eine ganze Reihenfolge paralleler Schichten mit beliebig wechselnden Werten von c folgt aus der Aufeinanderfolge der Gleichungen:

$$\frac{\sin \alpha_1}{c_1} = \frac{\sin \alpha_2}{c_2} = \frac{\sin \alpha_3}{c_3} = \dots \text{ u. f. w., daß das Verhältnis } \frac{\sin \alpha_n}{\sin \alpha_1} \text{ durch das Verhältnis } \frac{c_n}{c_1} \text{ ge-}$$

geben und von der Beschaffenheit der Zwischenschichten unabhängig ist. Sind die parallelen Schichten nicht eben, sondern sphärisch gekrümmt, so wie z. B. die Luftschichten verschiedener Dichte, welche die Atmosphäre eines Himmelskörpers bilden, so erhält man als Grundgleichung

für die Theorie der Strahlenbrechung in konzentrisch geschichteten Mitteln, entsprechend Fig. 3, aus den beiden Gleichungen $\frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta} = \frac{c_2}{c_1}$ und $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha_1} = \frac{r_1}{r_2}$ folgende Beziehung:

$$\text{III. } \frac{r_1 \sin \alpha_1}{c_1} = \frac{r_2 \sin \alpha_2}{c_2} = \frac{r_n \sin \alpha_n}{c_n},$$

wobei r den Abstand eines Strahlpunkts vom gemeinsamen Kugelmittelpunkt der Schichten, α den jeweiligen Winkel der Strahlrichtung mit der Richtung r bezeichnet. Das Verhältnis der Wellengeschwindigkeit c_0 des Lichts im freien Weltraum zu derjenigen c in einem durchsichtigen Mittel heißt der Brechungskoeffizient oder Brechungsindex oder Brechungsexponent des durchsichtigen Mittels; er wird gewöhnlich mit dem Buchstaben n bezeichnet. Nimmt man für das Gefälle von n in Richtung der Normale des gekrümmten Strahls die Bezeichnung n' , so lassen sich die obigen drei Gleichungen auf die Formen bringen:

$$\text{I. } \varrho = \frac{n}{n'}, \quad \text{II. } n \sin \alpha = \text{Konst.}, \quad \text{III. } nr \sin \alpha = \text{Konst.}$$

Eine Zusammenstellung der bis jetzt ermittelten Werte von n bei verschiedenen Substanzen und für verschiedene Farben des Spektrums findet sich in [30]. Einige der wichtigsten Werte, für Farben mittlerer Wellenlänge abgerundet, sind folgende:

Atm. Luft $n = 1,0003$	Flintglas $n = 1,63-1,79$	Crownglas $n = 1,530$
Wasser $n = 1,333$	Alkohol $n = 1,365$	Diamant $n = 2,487$.

Ein an der Grenze zweier Mittel gebrochener Strahl bleibt in der Einfallsebene, er durch den einfallenden Strahl und die Normale der Grenzfläche gelegten Ebene. Ein Bündel Strahlen, die sich im selben Punkt schneiden oder nach demselben Punkt konvergieren, homozentrisches Strahlenbündel, bleibt bei der Brechung nicht homozentrisch, es wird astigmatisch, die Verlängerungen der Strahlen schneiden sich nach zwei windstiefen zueinander senkrechten Brennlinien. Nur annähernd senkrecht einfallende Strahlenbündel bleiben homozentrisch und erzeugen bei den optischen Instrumenten gutdefinierte Bilder; f. Astigmatismus.

Beim Uebergang des Lichts vom optisch dichteren ins dünnere Mittel, wie von Wasser oder Glas in Luft, findet eine Ablenkung des Strahls vom Einfallslot statt nach der Gleichung

$$\sin \alpha_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \alpha_1. \quad \text{Da in diesem Fall } n_1 > n_2, \text{ so wird } \alpha_2 > \alpha_1. \text{ Wenn aber hierbei der}$$

Winkel α_1 einen gewissen Grenzbetrag überschreitet, so wird $\sin \alpha_2 > 1$, der Winkel α_2 wird unmöglich. In Fig. 2 läßt sich in solchen Fällen zu Punkt A_1 kein Punkt A des inneren Halbkreises finden, weil die Parallele durch A_1 zum Einfallslot MO den inneren Halbkreis nicht trifft. Eine an Fig. 1 angeknüpfte Ueberlegung kann darüber Aufschluß geben, welchen Weg der gebrochene Strahl in diesem Falle macht. Der Strahl erreicht die Grenze der Uebergangsschicht nicht, er wendet sich im Bogen zurück zum dichteren Mittel unter demselben Winkel mit dem Einfallslot, wie wenn er gespiegelt worden wäre. Bei unftetigem Wechsel des Wertes von c findet nun aber immer neben der Brechung auch eine Spiegelung statt; es fallen daher bei unmöglichen Werten des Brechungswinkels α_2 beide Strahlen, der gebrochene und der gespiegelte, in eine Richtung zusammen: es entsteht die Erscheinung der sogenannten Totalreflexion. Der Grenzwert der möglichen Winkel α_2 , der sogenannte Grenzwinkel der totalen Reflexion,

beträgt entsprechend der Gleichung $\sin \alpha_2 = \frac{1}{n}$ (bei Begrenzung der Körper durch Luft oder leeren Raum) für Wasser $48,5^\circ$, für Glas $40,8^\circ$, für Diamant $23,9^\circ$. Je größer der Brechungskoeffizient ist und je stumpfer die Winkel der den Körper begrenzenden Flächen sind (Edelsteinschliff), um so leichter zeigt ein Körper die Erscheinung der Totalreflexion. Sie gestattet, in einem durchsichtigen Wasserstrahl oder in einem gekrümmten Glasstab (Mikroskoplampe) Licht fortzuleiten, wie in einem Rohr mit innen spiegelnden Wänden. Auf ihr beruht die Verwendung des Reflexionsprismas (Fig. 4 und 5), das entweder durch einmalige Totalreflexion an der Hypotenusenfläche eine Strahlablenkung um 90° oder durch zweimalige Totalreflexion an den beiden Kathetenflächen eine Ablenkung um 180° bewirkt. Die erstere Verwendung findet das Reflexionsprisma u. a. bei einigen Distanzmessern, die letztere bei einer

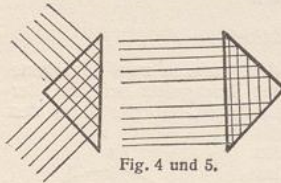


Fig. 4 und 5.

Konstruktion des Fernrohrs (Hofmanns Reiterfernrohr), wobei durch eine zweimalige Ablenkung der Strahlen um 180° sowohl eine Aufrechthaltung der im astronomischen Fernrohr umgekehrten Bilder als auch eine Abkürzung der Rohrlänge bewirkt wird. Eine weitere Verwendung der Totalreflexion in Prismen f. bei Camera lucida.

Homogene durchsichtige Körper können trotz der gleichartigen Beschaffenheit aller ihrer Teile noch verschiedenes physikalisches Verhalten in verschiedenen Richtungen zeigen; es kann bei Zug oder Druck der einen Richtung im Körper ein anderer Elastizitätsmodul entsprechen als der andern, es kann in der einen Richtung der Ausdehnungskoeffizient, die Wärmeleitfähigkeit anders sein als in einer andern Richtung. Solche Körper heißen anisotrop oder heterotrop, zum Unterschied von den nach allen Richtungen gleichbeschaffenen, den isotropen Körpern. Ihre besonderen optischen Eigenschaften bezeichnet man als Doppelbrechung. Alle Kristalle, soweit sie nicht dem regulären Kristallsystem angehören, sind anisotrop; daraus geschnittene Platten zeigen, mit Ausnahme bestimmter Richtungen des Schnitts, nach zwei aufeinander senkrechten Achsen eine größte und kleinste Wärmeleitfähigkeit, wie die schönen Versuche von Sénarmont beweisen. Infolge der Ungleichheit der Ausdehnung je nach der Richtung der Achsen ändern sich auch die Winkel der Kristallflächen beim Erwärmen. Die kristallographischen Hauptachsen sind auch die Achsen der Anisotropie. Als Bild für diese kann man

die mit der Richtung veränderliche physikalische Eigenschaft durch die verschiedene Länge der Mittelpunktstrahlen einer um einen Punkt des Innern beschriebenen gedachten Fläche, mit drei aufeinander senkrechten Symmetrieebenen darstellen. Diese Fläche, welche in den isotropen Körpern selbstverständlich eine Kugeloberfläche ist, wird für das hexagonale und quadratische Kristallsystem zur Rotationsfläche, für alle andern Kristallsysteme zu einem dreiaxigen Ellipsoid oder einer diesem verwandten Fläche mit drei zueinander senkrechten ungleichen Achsen.

Auch die Fortpflanzung des Lichtes wird durch die Heterotropie beeinflusst, teils so, daß in den drei Hauptrichtungen die Absorption verschieden ist (s. Dichroismus), teils so, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes je nach der Richtung, in welcher innerhalb eines Kristalls die Lichtschwingungen erfolgen, verschieden ist. Dadurch entstehen die Erscheinungen der Doppelbrechung. Wir wollen ohne analytische Entwicklungen eine geometrische Veranschaulichung der Gesetze geben. Man denke sich zunächst einen langen runden Stab aus Tannenholz, dessen durch die Jahresringe gebildete Schichten alle parallel einem ebenen Achsenschnitt des Stabes gelagert sind. Der Stab zeigt in Richtung der Schichtung einen größeren Widerstand gegen Verbiegung als in dazu senkrechter Richtung. Hätte der Stab rings um die Achse gleiche Verbiegungselastizität, so würde ein gegen das eine Ende in schiefer Richtung geführter Hammer Schlag im Stabe zwei Stoßwellen erzeugen, eine Longitudinalwelle oder Verdichtungswelle, welche sich dem Stabe entlang fortpflanzen würde, und eine Transversalwelle oder Verbiegungswelle, welche ebenfalls, aber mit kleinerer Geschwindigkeit als die vorige, sich vom einen zum andern Ende des Stabes fortpflanzen würde. Infolge der verschiedenen Verbiegungselastizität des Stabes spaltet sich nun aber der Schlag im allgemeinen in drei Komponenten und neben der Longitudinalwelle gehen nun dem Stabe entlang zwei Transversalwellen mit zueinander senkrechten Schwingungsrichtungen und ungleichen Geschwindigkeiten,

denn nach dem Gesetze (vgl. Wellenbewegung) $c = a \sqrt{\frac{e}{d}}$, worin c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle, e und d die Elastizität und Dichte des Mittels messen, a eine

Konstante ist, pflanzt sich die zur Schichtung senkrechte Stoßkomponente langsamer fort als die den Schichten parallele. In den Erscheinungen der Optik treten nun nur Transversalwellen auf; es sind keine Longitudinalwellen, keine Erscheinungen einer Tripelbrechung des Lichts beobachtet. Die periodischen Veränderungen elektrischer bzw. magnetischer Spannung des Lichtäthers, in welchen die Lichtschwingungen bestehen, erfolgen nur in zum Strahl senkrechten Richtungen. Sollten vielleicht die Röntgen- oder die Becquerel-Strahlen longitudinale Aetherwellen darstellen, so haben diese doch keine direkten optischen Wirkungen. Innerhalb eines anisotropen Kristalls hat auch der Lichtäther eine anisotrope Beschaffenheit; es sind im allgemeinen in jeder Richtung durch den Kristall zwei Lichtwellensysteme möglich mit zueinander senkrechten Ebenen der Polarisation (s. Polarisation des Lichts). Nach den Theorien von Fresnel und F. Neumann sind die Lichtschwingungen Elastizitätsschwingungen und die Schwingungsebene entweder senkrecht zur Polarisationsebene oder mit ihr zusammenfallend. Die Einführung dreier Hauptachsen, deren Längen die Quadrate der Elastizitätsmodule messen, führt auf die sogenannte Elastizitätsfläche als Bild des elastischen Verhaltens nach verschiedenen Richtungen. Wir können uns, ohne eine Hypothese über die Schwingungsrichtung zu bevorzugen, des von Cauchy eingeführten Polarisationsellipsoids bedienen, welches zur Elastizitätsfläche in sehr inniger Beziehung steht. Seine Radien sind bei geeigneter Wahl der entsprechenden Achsen beider Flächen die reziproken Werte der Radien jener Fläche. Zu jeder Strahlrichtung innerhalb des anisotropen Mittels gehören im allgemeinen zwei zueinander senkrechte Richtungen möglicher Polarisation des Strahls, und jeder dieser Polarisationsrichtungen entspricht ein besonderer Wert der Fortpflanzungsgeschwindigkeit entlang dem Strahl.

Um einen beliebigen Punkt im Innern eines Kristalls denken wir uns (Fig. 6 zeigt in der Mitte einen Oktanten des Ellipsoids), das Polarisationsellipsoid konstruiert mit den Halbachsen $OA = a$, $OB = b$, $OC = c$, $a > b > c$, deren Längen denjenigen Geschwindigkeiten umgekehrt proportional sein sollen, mit welchen sich Lichtwellen fortpflanzen, denen diese Achsen als Richtungen der Polarisation der dazu senkrechten Strahlen zugehören. Diese Größen a , b , c sind den Brechungsquotienten der zu ihnen senkrechten und ihrer Richtung parallel polarisierten Strahlen direkt proportional. Die Werte $\frac{1}{a}$, $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{c}$ sind die Maße der Geschwindigkeiten. In einer gegebenen Zeit t wird sich eine Lichtwelle entlang der Achse OA , wenn sie parallel OB polarisiert ist, um die Weglänge $OA_2 = \frac{t}{b}$ fortpflanzen, dagegen um $OA_3 = \frac{t}{c}$, falls sie entlang OC polarisiert ist. Ebenso entsprechen Strahlen in den Richtungen OB und OC als Weglängen in der Zeit t die Längen OB_1 und OB_3 resp. OC_1 und OC_2 je nach der Richtung ihrer Polarisation. Für eine beliebige Strahlrichtung von O aus ergeben sich die Weglängen zur Zeit t , wenn man senkrecht zur Strahlrichtung einen ebenen Schnitt durch O legt und in der Schnittebene die Hauptachsen aufsucht. Die Richtungen und die reziproken Längen dieser Achsen bestimmen die Polarisationsebenen und die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten entlang dem Strahl. Auf diese Weise erhält man als Endpunkte der verschiedenen Weglängen die Punkte einer Doppelfläche, der Fresnelschen Wellenfläche, von

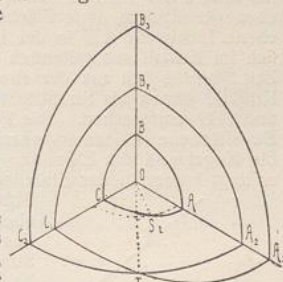


Fig. 6.

welcher Fig. 6 ein Bild gibt, indem sie die Schnitte eines Oktanten der Fläche mit den drei Hauptebenen darstellt. Drei der Schnitte sind Kreisquadranten, die andern drei Ellipsenquadranten. Beschreibt man in der Ebene AOC einen Kreis um O mit b , so schneidet dieser die Ellipse AC in vier paarweis diametralen Punkten S_1, S_2, S_1', S_2' . Sowohl der durch OB und S_1, S_1' gelegte ebene Schnitt, als der durch OB und S_2, S_2' gelegte schneiden das Ellipsoid nach Kreisen. Die beiden zu den Ebenen dieser Kreise senkrechten Strahlen schneiden die Wellenfläche in vier Punkten T_1, T_2, T_1', T_2' , in welchen der innere und äußere Mantel der Wellenfläche ineinander übergehen wie der Mantel eines Kegels und feines Scheitelkegels. Der äußere Mantel ist in den Punkten T trichterförmig vertieft. Die zwei Richtungen OT_1 und OT_2 heißen die optischen Achsen des Kristalls; entlang diesen Richtungen geht ein Lichtstrahl ohne Spaltung in zwei senkrecht zueinander polarisierte Komponenten durch, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist für beliebige Richtungen der Polarisation solcher Strahlen dieselbe. — Kommt der Wert der Achsenlängen b entweder dem Werte a oder dem Werte c nahe, so kommt umgekehrt die Richtung der optischen Achsen entweder der Richtung c oder der Richtung a nahe; wird $b = a$ oder $b = c$, so fallen beide optische Achsen in eine Achse zusammen, die Wellenfläche besteht alsdann aus zwei sich berührenden Flächen, einer Kugel und einem Rotationsellipsoid. Diese Gestalt hat die Wellenfläche in den Kristallen des quadratischen und des hexagonalen Kristallsystems. Diese Kristalle heißen optisch einachsig zum Unterschied von denjenigen Kristallsystemen, deren Symmetrie keine Hauptachse bietet, um welche herum gleiche Gesetzmäßigkeit in verschiedenen Richtungen besteht, den optisch zweiachsig. Je nachdem bei den einachsigen Kristallen das Ellipsoid die Kugel umschließt ($b = c$) oder die Kugel das Ellipsoid $b = a$, wobei in beiden Fällen die Rotationsachse des Ellipsoids Durchmesser der Kugel ist, unterscheidet man negativ einachsig (Kalkspat, Turmalin u. a.) und positiv einachsig (Quarz, Zirkon u. a.).

Für den Uebergang des Lichts aus der Luft oder einem andern isotropen Mittel in ein anisotropisches Mittel erleidet das gewöhnliche Gesetz der Brechung eine wesentliche Veränderung. Während beim Uebergang des Lichtes aus einem isotropen Mittel in ein andres isotropes an der Grenzfläche der Strahl sich in einen reflektierten und einen gebrochenen spaltet, die mit dem einfallenden Strahl und dem Einfallslot in einer Ebene bleiben, so findet an der Grenzfläche eines anisotropen Mittels eine Spaltung in drei Strahlen statt, einen reflektierten und zwei gebrochene, beide letztere wegen der verschiedenen Brechungsquotienten von verschiedener Richtung und im allgemeinen der eine oder beide aus der Einfallsebene heraustretend.

Fig. 7 zeigt um einen Punkt der Schnittfläche eines zerschnittenen Kalkspatkristalls die ins Innere des Kristalls fallende Hälfte der Wellenfläche bezw. deren Schnitt mit der Einfallsebene konstruiert, diese Fläche in solcher Ausdehnung, daß in derselben Zeit t , in welcher eine ebene Lichtwelle AB in der Luft die Weglänge BC zurücklegen würde, die beiden von A aus sich im Kristall ausbreitenden Wellen an die Oberfläche der Wellenfläche gelangen. Nach der Zeit t bilden sich aus der ebenen Welle AB in der Luft die ebenen Wellen CE und CO im Kristall, denen als Strahlrichtungen in der Luft der Strahl SA , im Kristall die Strahlen AE und AO entsprechen. Die Punkte E und O erhält man, wenn man durch C senkrecht zur Einfallsebene (Zeichnungsebene) Berührungsebenen an die zwei Teile der Wellenfläche legt, an die Kugel und das Ellipsoid. Der Strahl AO folgt den Gesetzen der gewöhnlichen Brechung, er liegt immer in der Einfallsebene, er heißt der ordinär gebrochene Strahl. Nicht so der Strahl OE . Der Berührungspunkt E fällt nur dann in die Einfallsebene, wenn auch die Hauptachse der Wellenfläche in der Einfallsebene liegt, die Hauptachse des Kristalls der Einfallsebene parallel ist. Der Strahl OE heißt der extraordinäre Strahl. Bei den zweiachsigen Kristallen sind beide Strahlen extraordinär gebrochen, da im allgemeinen beide von C an die Wellenfläche gelegte Berührungsebenen Berührungspunkte außerhalb der Einfallsebene ergeben. In einem ganz besonderen Fall entstehen sogar mehr als zwei gebrochene Strahlen, dann nämlich, wenn die von C aus gelegte Berührungsebene die Wellenfläche rings um den Punkt T (Fig. 6) nach einem geschlossenen Kreise berührt; der von A ausgehende Strahl spaltet sich dann in einen Strahlenkegel, es ist das der Fall der konischen Refraktion, welche von Hamilton theoretisch gefolgert, von Lloyd experimentell nach-

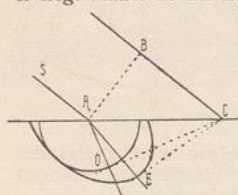


Fig. 7.

gewiesen wurde.

Infolge der Spaltung des in ein doppelbrechendes Mittel eintretenden Strahls in zwei Strahlen verschiedener Richtung zeigen diese Mittel doppelte Bilder der durch sie gesehenen Objekte. Bei planparallelen Platten werden die Strahlen beim Austritt wieder parallel; der Abstand zweier zusammengehöriger Strahlen ist daher der Plattendicke proportional. Bei Prismen dagegen verlassen die zusammengehöriger Strahlen die Austrittsfläche in divergenten Richtungen. Rochons Prisma, durch Verbindung zweier Prismen mit zueinander senkrechten Richtungen der optischen Achse achromatisch gemacht, dient, zwischen Objektiv und Bildebene eines Fernrohrs eingeschaltet, als Mikrometer und als Distanzmeßer. Je mehr innerhalb des Rohrs das Prisma gegen das Objektiv verschoben wird, um so weiter treten im Sehfeld die zwei Bilder eines Punktes auseinander.

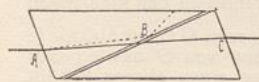


Fig. 8.

Die Doppelbrechung bietet bequeme Mittel zur Herstellung von Polarifaktoren und Analyfaktoren der Polarifaktionsapparate (i. Polarisation des Lichts). In dem Nicol'schen Prisma (Fig. 8) ist ein Kalkspatkristall derart schief durchgeschnitten und sind die zu den durchgehenden Strahlen schiefen Schnittflächen unter Zwischenbringen einer Schicht einer schwächer brechenden Substanz (Kanadabalsam, Luft) einander wieder genähert, daß die

stärker gebrochenen ordinären Strahlen (Strahl *AB* der Figur) an der Zwischenschicht eine totale Reflexion erfahren, die extraordinären Strahlen (Strahl *AC*), aus dem Prisma austretend, eben polarisiertes Licht liefern. Polarisiertes Licht, welches durch das Prisma geleitet wird, geht durch, wenn die Polarisationsebene mit derjenigen des extraordinären Strahls übereinstimmt, nicht aber, wenn sie diejenige des ordinären Strahls ist. Beim Drehen des Nikols um den Strahl als Achse erhält man mit polarisiertem Lichte abwechselnd helles und dunkles Feld. Eine Platte aus schwarzem Turmalin, entlang der Kristallachse geschliffen, liefert ohne weiteres polarisiertes Licht, da sie den einen der beiden Strahlen absorbiert; in der Turmalinzange zeigen die parallel gestellten Platten helles, die gekreuzten Platten dunkles Gesichtsfeld.

Nicht bloß Kristalle, auch amorphe Körper können anisotrop sein und Erscheinungen der Doppelbrechung zeigen, wie z. B. Gläser, wenn sie in der einen Richtung gepreßt werden oder wenn sie einer ungleichmäßigen Abkühlung unterworfen wurden. Der Zustand dielektrischer Polarisation in einem elektrischen Felde ändert das optische Verhalten der doppelbrechenden Kristalle und gibt Flüssigkeiten die Eigenschaft einachsiger Kristalle. Der Doppelbrechung unterliegen nicht nur die Strahlen bzw. Wellen des Lichts, sondern auch diejenigen der Wärme, die elektrischen Wellen der Hertz'schen Versuche und selbst die Stoßwellen der Erdbeben, welche im Innern der Erdkruste vielleicht gar eine Tripelbrechung erfahren, nicht aber die Wellen des Schalls, weil diese als Verdichtungs- und Verdünnungswellen nicht durch Transverfall, sondern durch Longitudinalschwüngen gebildet werden.

Beugung (Inflexion, Diffraction) des Lichtes heißt die Ablenkung von der geradlinigen Fortpflanzung, die das Licht am Rande undurchsichtiger Körper erfährt. Die Beugungsercheinungen sind Wirkungen dieser Ablenkung und der Interferenz des Lichtes.

Trifft ein schmales Bündel paralleler Lichtstrahlen auf einen engen Spalt und dringt es durch diesen in eine Dunkelkammer (Camera obscura), so erzeugt es auf der dem Spalt gegenüberstehenden Wand nicht bloß ein direktes Bild des Spaltes, sondern, falls man mit einfarbigem Lichte experimentiert, eine größere Anzahl schwächerer Bilder zu beiden Seiten des Hauptbildes (Fig. 9) von einer mit wechselnder Entfernung vom Hauptbilde abnehmenden Intensität. Falls man weißes Licht hat, zeigt sich das Hauptbild zu beiden Seiten durch Streifen prismatischer Farben umfäumt (Interferenzfransen). Bei der Fortpflanzung von Wellen in irgendwelchem Mittel bildet nämlich jeder Punkt, der von der Wellenbewegung ergriffen wird, wieder den Ausgangspunkt neuer Wellen, der sogenannten Elementarwellen (i. Wellenbewegung), durch deren Zusammenwirken (Interferenz) eben die Hauptwellen entstehen. Von allen Punkten des Spaltes gehen nach allen Richtungen Elementarwellen ins Innere der Kammer. Am Orte des mittleren Hauptbildes treffen alle diese Wellen gleichzeitig mit gleicher Schwingungsphase ein. Zu beiden Seiten des Hauptbildes aber werden die Wege der Lichtstrahlen, die vom rechten oder linken Rande des Spaltes ausgehen, ungleich. Beträgt die Differenz der Wege eine Lichtwellenlänge λ , so entsteht am betreffenden Orte Dunkel, denn die von der einen Hälfte der Spaltbreite kommenden Wellen interferieren mit denen der andern Hälfte wegen der Wegdifferenz von $\frac{1}{2} \lambda$ zwischen je zwei derselben derart, daß sie sich gegenseitig vernichten. Beträgt aber die Wegdifferenz zwischen den von den Rändern kommenden Wellen $1\frac{1}{2} \lambda$, so erhält man wieder Hell, weil nur zwei Drittel der Spaltbreite durch Interferenz unwirksam werden. Die Lichtintensität dieses ersten Bildpaares zu beiden Seiten des Hauptbildes ist nur ein Drittel der Intensität des Hauptbildes. Bei 2λ Differenz erfolgt wieder Dunkel, denn die ganze Spaltbreite läßt sich in vier Teile teilen, von denen der zweite die Wirkung des ersten, der vierte die Wirkung des dritten aufhebt. Bei der Differenz $2\frac{1}{2} \lambda$ entsteht das zweite Bildpaar mit einem Fünftel Intensität u. f. w. Da für Licht verschiedener Farbe λ verschiedene Werte hat, so ist die Entfernung der blauen Bilder voneinander kleiner als diejenige z. B. grüner oder gelber Bilder, und die Entfernungen dieser Bilder sind kleiner als diejenigen des Rot. Je weiter man sich

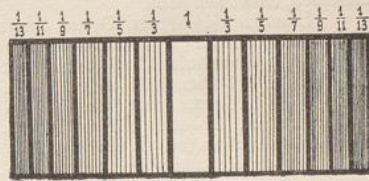


Fig. 9.

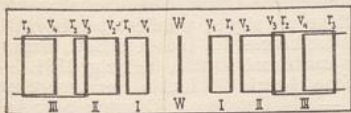


Fig. 11.

erscheinungen, die aus dem Zusammenwirken sehr vieler benachbarter paralleler Spalten in kleinen regelmäßigen Abständen voneinander entstehen. Die Drahtgitter, feine parallele Drähte in geringen gleichen Abständen, Rußgitter, parallele mit einer Nadel auf berußtem Glas gezogene Linien, zarte Vogelfedern mit ihren parallelen Fäserchen, besonders aber die Glasgitter, mit der Teilmaschine und einer Diamantspitze auf Glas aufgetragene, feinste parallele Linien, zeigen beim Durchsehen nach einem fernen Lichtpunkt sehr schöne prismatische Erscheinungen. In größter Feinheit (14 000 Linien auf den Zoll engl.) wurden die Gitter von Rowland hergestellt und noch auf photographischem Wege verjüngt (Rowlands Konkavgitter). Diese dienen zur Erzeugung der reinsten Spektren des Sonnenlichts und zeigen die Fraunhofer'schen Linien. Da bei dieser Erzeugung des Spektrums zum Unterschiede von der Erzeugung durch Brechung in

aber von dem mittleren Bilde entfernt, in um so mannigfaltiger Weise überdecken sich die farbigen Erscheinungen und verschwinden. Von besonderer Schönheit sind die Gittererscheinungen — Beugungs-



Fig. 10.

Prismen (Brechung) der Ort der Linien nur von der Teilung des Gitters und der Wellenlänge abhängt, so gestattet sie die schärfste Feststellung der Wellenlängen. Zur kurzen Erklärung der Entstehung des Spektrums durch Gitter mögen die Fig. 10 und 11 dienen: Das Auge O sieht durch ein vorgehaltenes Gitter in der Richtung OM nach einem fernen Lichtpunkte, die von zwei Nachbarpalten P und Q im Abstände $PQ = d$ ausgehenden Elementarwellen besitzen einen Gangunterschied $OP - OQ = PR = d \sin \varphi$. Beträgt dieser Gangunterschied eine ganze Wellenlänge λ oder 2λ oder 3λ , so erhält das Auge in der Richtung des Winkels φ Hell, da in

dieser Richtung sich die Einzelwellen summieren. Ist aber $d \sin \varphi = \frac{\lambda}{2}$, so entsteht Dunkel, weil sich die Elementarwellen durch Interferenz aufheben. Ebenso bei $d \sin \varphi = \frac{3\lambda}{2}$ oder $\frac{5\lambda}{2}$ u. f. w. Aber auch bei $d \sin \varphi = \frac{\lambda}{4}$ oder $\frac{3\lambda}{4}$ und weiteren Zwischenabteilungen wird Dunkel ent-

stehen, weil in der Richtung φ jeder Strahl durch Interferenz mit dem übernächsten unwirksam wird. Eine bestimmte Farbe, z. B. Rot, wird daher neben dem direkten Bilde W (Fig. 11) in denjenigen Richtungen φ feiliche Bilder r_1, r_2, r_3 u. f. w. erzeugen, in denen die Gangunterschiede $\lambda, 2\lambda, 3\lambda$ des roten Lichtes betragen. Eine andre Farbe, z. B. Violett, das, am andern Ende des Spektrums liegend, eine nur stark halb so große Wellenlänge hat, erzeugt feiliche Bilder v_1, v_2, v_3 u. f. w. in kleineren Abständen von W . So entsteht durch das weiße Licht einer fernen Spalte zu beiden Seiten des weißen Bildes W ein System von Spektren I, II, III u. f. w., deren erstes von den übrigen getrennt steht, deren folgende sich mehr und mehr überdecken und gemischte Farbeindrücke erzeugen. Nicht bloß im durchgehenden Lichte, auch bei Reflexion zeigen die Gitter solche farbige Erscheinungen. Die Perlmutter verdankt ihr Farbenpiel einer feinen Streifung, die man durch Abdrücken auf Guttapercha samt dem Farbenpiel übertragen kann. Die Bartonischen Irisknöpfe sind durch Gravierung mit gestreifter Oberfläche verfehene Metallknöpfe. Fraunhofer hat experimentell gezeigt, daß kleine Körperchen von annähernd gleicher Größe (Bärlappfamen auf einer Glasplatte) im zwischen ihnen durchgehenden Licht einer Flamme, der Sonne, des Mondes ebenfalls Beugungsercheinungen liefern, wodurch die kleinen Höfe um Sonne und Mond sich erklären, Systeme farbiger Ringe mit um so größeren Durchmessern, je kleiner die erzeugenden Dunfkörperchen sind. Auch der sogenannte Heiligenschein, die Aureole um den Schatten des Kopfes auf betauter Wiese, der Ring des Ulloa, eine Ringbildung um den Kopf beim Brockengepenst sind solche Beugungsercheinungen, nur nicht im durchgehenden, sondern im zurückgeworfenen Lichte erzeugte. Von technischem Interesse ist die Möglichkeit, auf der Oberfläche von Glaswaren eine feine kristallinische Abfonderung zu erzeugen und sie dadurch farbig schillernd zu machen, indem man im Ofen bei hoher Temperatur Salzfäuredämpfe auf dieselben einwirken läßt.

Literatur: [1] Kepler, Opera omnia, ed. Frisch, II, S. 530, Frankfurt-Erlangen 1858–71. — [2] Descartes, Essais philosophiques, Leyden 1637. — [3] Huyghens, Traité de la lumière, Leyden 1690. — [4] Fraunhofer, Bestimmungen des Brechungs- und Farbenzerstreuungsvermögens u. f. w., Denkschr. d. Münchener Akad. 1814–15. — [5] Course of lectures of natural philosophy, London 1845. — [6] Œuvres complètes d'Aug. Fresnel, Paris 1866–70. — [7] Elektrodynam. Maßbestimmungen, Abhandl. d. Sächf. Akad. d. Wissensch. 1846. — [8] Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen, G. Kirchhoff, Gefammelte Abhandlungen, Leipzig 1882. — [9] Maxwell, A treatise on electricity and magnetism, Oxford 1873. — [10] Hertz, H., Gefammelte Werke, Leipzig 1894. — [11] Wiener, O., Stehende Lichtwellen u. f. w., Wied. Ann. 40, 1890, S. 203. — [12] Drude und Nernst, Ueber die Fluoreszenzwirkungen stehender Lichtwellen, Wied. Ann. 46, 1892, S. 460. — [13] Ferraris, G., Le proprietà cardinali degli istrumenti diottrici, esposizione elementare della teoria di Gauss, Turin 1877, deutsch von Lippich, Leipzig 1879. — [14] Meißel, Geometrische Optik, Halle 1886. — [15] Czapfki, Theorie der optischen Instrumente, Breslau 1893, 2. Aufl., Leipzig 1904. — [16] Heath, Lehrbuch der geometrischen Optik, deutsch von Harnak, Berlin 1894. — [17] Airy, G. B., On the undulatory theory of optics, neue Ausgabe, Cambridge 1877 (mathemat. tracts, 4. Aufl.). — [18] Beer, A., Einleitung in die höhere Optik, 2. Aufl., bearbeitet von V. v. Lang, Braunschweig 1882. — [19] Billet, Traité d'optique physique, Paris 1850–59. — [20] Neumann, J., Vorlesungen über theoretische Optik, herausgegeben von F. Dorn, Leipzig 1885. — [21] Verdet, E., Leçons d'optique physique, publiées par Levalist, Paris 1869–70, deutsch: Exner, Vorlesungen über die Wellentheorie des Lichts, 2 Bde., Braunschweig 1881–87. — [22] Kirchhoff, Vorlesungen über mathemat. Optik, Leipzig 1891. — [23] Helmholtz, H. v., Vorlesungen über die elektromagnetische Theorie des Lichts, herausgegeben von A. König und C. Runge, Hamburg und Leipzig 1897. — [24] Littrow, J., Dioptrik oder Anleitung zur Verfertigung von Fernrohren, Wien 1830. — [25] Steinheil und Voit, Handbuch der angewandten Optik, Leipzig 1890. — [26] Helmholtz, H. v., Handbuch der physiologischen Optik, 2. Aufl., Hamburg 1886. — [27] Radicke, G., Handbuch der Optik, 2 Bde., Berlin 1839. — [28] Moigno, N., Répertoire d'optique moderne, 4 Bde., Paris 1847–50. — [29] Mascart, M., Traité d'optique, Bd. 1, Paris 1889. — [30] Winkelmann, Handbuch der Physik, Bd. 2, 1, Optik, Breslau 1894, und 2. Aufl., Bd. 6, zweite Hälfte, Leipzig 1906. — [31] Pernier, J. M., Meteorologische Optik, Wien und Leipzig 1902–06.

Aug. Schmidt.

Licht (das Lichte), das Maß einer Oeffnung oder eines Raumes zwischen den begrenzenden Flächen, demnach Lichtenbreite = das Maß zwischen Pfeilern, Wänden oder Gewänden, Lichtenhöhe = zwischen Fußboden und Decke, Bank und Sturz, Lichtenweite = zwischen den Mauerflächen gemessen. Lichtenmaß: gemeinsame Benennung für diese Abmessungen.

Lichtbäder, elektrische, f. Bad und Finfenfche Lichttherapie.

Lichtbildkunst, f. v. w. Photographie (f. d.).

Lichtbildmeßkunst, f. Photogrammetrie.

Lichtbogen, f. Beleuchtung, elektrische, und Bogenlampe.

Lichtdruck (Albertotypie, Artotypie, Glasdruck, Heliotypie, Kollographie, Leimdruck, Photographiedruck, Phototypie), 1855 von Alphons L. Poitevin in Paris erfundenes, 1865 von C. M. Teffié du Motay und Ch. R. Maréchal in Metz in die Praxis eingeführtes und mehrmals, namentlich aber von Joseph Albert in München (1868) wesentlich verbessertes photomechanisches Druckverfahren (vgl. Graphische Künfte), bei dem von einer dünnen Leimschicht gedruckt wird.

Eine dicke, mit Schlammkreide und Wasser, dann mit verdünntem Ammoniak sorgfältig gereinigte Spiegelglasplatte, die beim Anhauchen sich völlig gleichmäßig beschlägt, wird zunächst der Vorpräparation unterzogen, d. h. man bringt eine sehr dünne Schicht eines aus Wasser, Glas und Bier, Gelatine oder Eiweiß bestehenden Gemenges auf. Dies ist notwendig, um eine sichere Haftung der nun auf die Platte gelangenden Druckschicht aus Gelatinelösung (die mit Kaliumbichromat lichtempfindlich gemacht wurde und in bestimmten Mengen auf die mittels eines Nivelliergestells wagerecht postierte Platte gegossen wird) zu bewirken. Hierauf kommt die Glastafel in den Trockenofen, in dem sie unter Lichtabschluß bei etwa 50° C. getrocknet wird. Hierbei geht die Bildung des notwendigen und für Lichtdruckprodukte sehr charakteristischen Lichtdruckkorns (Runzelkorns) vor sich, indem bei der erhöhten Temperatur die Gelatineschicht zu untert noch flüssig bleibt, wenn sie oben schon austrocknet, verhornt und dabei zerreißt, wodurch eine runzlige Struktur verursacht wird. Je nachdem die Gelatine weicher oder härter, die Schicht dicker oder dünner ist, wird das Korn gröber oder zarter. Nachdem die Platte unter einem Negativ kopiert worden ist, wäscht man sie in kaltem Wasser aus, wodurch das unveränderte Chromsalz entfernt wird, und läßt sie trocknen. Behandelt man nun die Leimschicht mit der aus Wasser, Glycerin und etwas Ammoniak (eventuell mit Zusatz von Kochsalz, zum „Ausputzen der Lichter“ von Aetzkalkium) bestehenden Lichtdruckkätze (als Feuchtlöslichkeit), läßt diese geraume Zeit einwirken, entfernt den Ueberschuß mit Schwamm und löschendem Papier und überrollt die Platte mit fette Druckfarbe führenden Walzen, so nehmen die Bildstellen an den verschiedenen Partien entsprechend ihrem Tonwerte mehr oder weniger Farbe an, nämlich der je nach dem Tonwert verschiedenen Gerbung entsprechend. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß durch die Feuchtung die unteren unbelichtet, daher ungegerbt gebliebenen Schichtteile quellen und infolgedessen eine stärkere oder schwächere Glättung des Runzelkorns eintritt, je nachdem ob die Härtung (infolge der Belichtung) sich nur in geringe Tiefe (an den hellen Bildstellen) oder in größere (an den dunkleren Stellen) sich erstreckt hat. — Die Negative für den Lichtdruck müssen gut durchgezeichnet sein. Zumeist zieht man die Haut vom Glafe ab; mehrere Häute vereinigt man auf einer Glasplatte zu einer Form. — Beim Vielfarbenlichtdrucke, der außerordentlich fein modulierte polychrome Reproduktionen ergibt, stellt man eine Anzahl von verschieden dichten und verschieden durchgezeichneten Negativen her und löst durch Retusche die zur betreffenden Farbenkomponente nicht gehörigen Anteile. Oder es werden nach einem Negativ entsprechend viele Diapositive angefertigt, diese retuschiert und nach ihnen erst die Negative gemacht (Höfshotypie). Der Dreifarbenlichtdruck wird analog der Dreifarbenautotypie (f. Dreifarbendruck) abgewickelt. — Man kann unter Umständen Lichtdruck gleichzeitig mit dem Druck von Letternsatz vornehmen (typographischer Lichtdruck, ferner die Biffotypie) und verwendet dann Bleizinnplatten (Unger) oder Aluminium (Albert) als Schichtträger (f. a. Lichtdruckmaschinen). — Bei der Metall-Lichtdruckhochätzung wird eine Kupferplatte ganz so wie sonst die Glastafel behandelt, sodann mit ätzfester Harzfarbe angedruckt, an den Rändern und auf der Rückseite mit Asphalt bestrichen und in Eisenchloridlösungen geätzt. Wird ein Negativ benutzt, so erhält man ein Buchdruckklischee mit Kornönen (vgl. Kornätzung), dagegen eine Tiefdruckform, wenn ein Diapositiv zur Anwendung gelangte.

Der Lichtdruck ergibt falsche Halbtonbilder (vgl. Klischee) von großer Feinheit und reicher Abschattierung. Er gestattet ferner eine bedeutende Reduktion des Originals. Seine Anwendung empfiehlt sich namentlich bei der Reproduktion von sehr detailreichen Objekten, bei der Fakimilewiedergabe von Handzeichnungen und bei kleinen Auflagen von Bilderdrucken überhaupt, in welchem Falle die größere Kostspieligkeit der von mancherlei Faktoren beeinflussten Methode — gegenüber einem Hochdruckverfahren (z. B. der Autotypie, f. d.) nämlich — dadurch wettgemacht wird, daß man die Herstellung der teuern Klischees erspart; ferner ist beim Lichtdrucke die Beschaffenheit der Papieroberfläche von nebenfächlicherer Bedeutung. Da durch eine entsprechende Ausstattung den Lichtdrucken eine große Ähnlichkeit mit photographischen Silberbildern erteilt werden kann, benutzt man den Lichtdruck sehr gerne zur Erzeugung von Ansichtskarten, Städtebildern u. f. w.

Literatur: Husnik, J., Das Gesamtgebiet des Lichtdrucks, 4. Aufl., Wien 1898; Albert, A., Die verschiedenen Methoden des Lichtdrucks, Halle a. S. 1900; Derf., Der Lichtdruck an der Hand- und Schnellpresse, 2. Aufl., Halle a. S. 1906. A. W. Unger.

Lichtdruckmaschinen. Der Druck kleiner Auflagen sowie die Herstellung von Probedrucken erfolgt mittels Handpressen (f. d.), aller übrige Auflagen-
druck mittels Schnellpressen (f. d.).

Die Lichtdruckhandpresse besteht aus dem hölzernen Formenbette (in dem eine Eisenplatte zur Aufnahme der mit Facetten zu befestigenden Glastafel sich befindet), dem Reibergehäuse (ein eiserner, zurückschlagbarer, in ein am Formenbette angebrachtes Schloß einschnappernder oder fix angeordneter Rahmenbügel, in dem eine mit einem Lederstreifen überzogene Holzleiste, der den Druck ausübende Reiber, beweglich befestigt und durch einen Hebel herabzudrücken ist; nach erfolgtem Druck treiben Federn den Reiber beim Lösen des Hebels selbsttätig in die Höhe), dem Abdeckrahmen (zur Aufnahme von Papierstreifen, um das Bild scharf begrenzen zu können) und dem Deckelrahmen (in diesem befindet sich ein Schutzdeckel aus Pappe oder Zinklech). Nach dem Einschwärzen der Leimschicht mittels Lederwalzen (zur Sättigung der kräftigen Bildstellen) und Maffewalzen (zur Einfärbung der zarten Tonpartien, um Tonfülle zu erhalten, vgl. a. Walzenmasse) wird der Abdeckrahmen niedergeschlagen, das Papierblatt und gewöhnlich noch ein Preßspan aufgelegt, der Deckel geschlossen, der Reiber herabgedrückt und das Formenbett (infolge der beim Antreiben einer eisernen oder papierenen Walze mittels Kurbels entstehenden Friktion) hindurchgezogen. Hierauf löst man den Reiber, zieht mit der Hand das Formenbett zurück, öffnet den Deckel und hebt das bedruckte Papierblatt ab.

Die Lichtdruck Schnellpresse für größere Papierformate ist in der Hauptfache der für Buchdruck benutzten einfachen Schnellpresse mit Stoppzylinder (f. Buchdruckmaschinen, vgl. a. Steindruckmaschinen) sehr ähnlich. Dagegen müssen einige besondere Einrichtungen vorgesehen sein; z. B. wird ein gebogener Abdeckrahmen angebracht, der sich im gegebenen Momente um den Zylinder schmiegt, wobei das sonst feststehende Anlegebrett automatisch in die Höhe bewegt werden muß. Die Pressen besitzen zwei Farbwerke; das eine mit Maffewalzen vor, das andre mit Lederwalzen hinter dem Druckzylinder. Zur Aufnahme der gläsernen Formenplatten dient ein mit prismatischen Einschnitten und darin laufenden Schraubefacetten versehener eiserner Block. Endlich sind diese Schnellpressen derart eingerichtet, daß die Form vor jedem Abdruck zweimal (einfacher Gang) oder viermal (Doppelgang) eingefärbt werden kann; bei einzelnen ist es noch überdies möglich, unter den gleichen Bedingungen das am Zylinder von den Greifern entsprechend lange festgehaltene Blatt zweimal hintereinander zu bedrucken (Doppeldruck, hie und da, z. B. bei sehr kontrastreichen Bildern, angewendet). Es kann das Farbwerk mit Lederwalzen mit einer anders nuancierten Druckfarbe beschriftet werden als das Farbwerk mit Maffewalzen; es resultiert dadurch ein Lichtdruck mit beispielsweise schwarzen Kraftpartien und grünlichen, rötlichen u. f. w. Tonflächen. Bei kleinen Formaten benutzt man auch dem besonderen Zweck angepaßte Tiegeldruck Schnellpressen nach Art der „Amerikaner“ (f. Buchdruckmaschinen). Bei diesen muß sich vor allem zur Feuchtung der Druckform (f. Lichtdruck) das „Fundament“ vollkommen wagerecht legen lassen. Für den typographischen Lichtdruck gebraucht man aber Pressen nach dem System Gally. Eine speziell für Vielfarbenlichtdruck konstruierte sogenannte Lichtdruckrotationsmaschine fand keine Ausbreitung. Bei ihr war ein stellenweise abgeflachter Formenzyylinder vorgesehen. Auf den Abflachungen wurden die Glasplatten befestigt; die runden Segmente des Zylindermantels dienten als Farbtische. Der elastisch gelagerte Druckzylinder besaß gleichfalls unrunde Gestalt und wurde periodisch gegen den Formenzyylinder gepreßt. Bei andern Rotationsmaschinen benutzte man, um richtige Zylinder benutzen zu können, Leinwand oder Folien als Schichtträger. Aber auch diese Pressen erwiesen sich als unvorteilhaft für die allgemeine Praxis.

A. W. Unger.

Lichte, f. Kerzen.

Lichtecktheit, f. Farbenechtheit und Belichtung der Farben.

Licht, elektrisches, f. Beleuchtung, elektrische, Bogenlampen, Glühlampen, Duffon-Gardner-Licht, Bd. 3, S. 155.

Lichten, Aufnehmen oder Aufwinden von Gegenständen aus dem Wasser, z. B. Ankerlichten; f. Ankergeschirr.

Lichter Raum, f. Bahnprofil.

Lichtevorrichtung (Lichtezeug), f. Mahlgang.

Lichtfilter, f. Dreifarbendruck, Dreifarbenphotographie.

Lichtflur, ein Gang, der die Bestimmung hat, langen Mittelgängen, die an ihren Enden wenig Licht erhalten, solches von der Seite zuzuführen.

Lichtgaden, Fenstergeschoß, das den übrigen Teil des Baues überragt und diesem Licht von oben zuführt; so an Mittelschiffen basilikal Bauanlagen (f. Bd. 1, S. 556, Fig. 3), an Treppenhäusern u. dergl.

Lichthof, kleiner, rings umbauter Hof zur Beleuchtung innerer Räume von sehr tiefen Gebäuden. Wenn bei der Anlage wenig Luft Zutritt, ist es vorteilhaft, zur Abhaltung von Feuchtigkeit den Hof mit einem Glasdache abzudecken.

Weinbrenner.

Lichtkappe, f. v. w. Dachfenster (f. d.).

Lichtkasten, f. Lichtschlauch.

Lichtleimdruck, f. v. w. Lichtdruck (f. d.).

Lichtloch, kleines Fenster oder Oeffnung, durch welches Tageslicht in einen sonst dunkeln Raum fällt; vgl. a. Stollen.

Lichtmesser, f. Photometer.

Lichtmühle, f. Radiometer.

Lichtpausen, die mittels besonderer auf Lichtwirkung beruhender Prozesse zumeist unmittelbar nach Werkzeichnungen, Plänen u. f. w. (also ohne das photographische Aufnahmeverfahren, f. Photographie) gewonnenen Kopien.

Da die Originalzeichnungen selbst zum Kopieren benutzt werden müssen (also ohne erst ein Negativ zu fertigen), sind sie auf möglichst durchsichtigem, dünnem Papier oder auf Pausleinen mit stark deckender Tuche (welcher Kaliumbichromat oder Gummigutt zugefetzt werden kann) herzustellen.

Die am häufigsten benutzte, weil am leichtesten durchführbare und die wenigsten Fehlergebnisse ergebende Lichtpausmethode ist das **negative Eisenblaudruckverfahren**, welches Kopien mit weißer Zeichnung auf blauem Grunde ergibt. Die Herstellung des lichtempfindlichen Papiers erfolgt durch Präparieren „photographischen Rohpapiers“ (oder andern guten holzfreien Papiers) bei gedämpftem Tageslicht mit gemischten Lösungen von grünem Ammoniumferrizitrat (25 Teile und 60 Teile Wasser) und rotem Blutlaugensalz (9 Teile Kaliumferricyanid und 60 Teile Wasser, Valenta), und zwar durch Bestreichen mit einem Pinsel. Kräftige Pausen erhält man, wenn die lichtempfindlichen Salze in kleisterhaltigem Wasser gelöst werden (z. B. 20 Teile Mondamin, in kaltem Wasser verrührt, werden unter Umrühren in 500 Teilen kochenden Wassers eingetragen. In den auf 40° C. abgekühlten Kleister schüttet man möglichst konzentrierte Lösungen von 50 Teilen rotem Blutlaugensalz und 45 Teilen grünem zitronenfarbem Eisenoxydammoniak und fügt $\frac{1}{4}$ Teil Karbolsäure hinzu). Die Mischung ist sofort zu verstreichen und das Papier soll schnell durch künstliche Wärme (natürlich unter Lichtabschluß) völlig getrocknet werden. Aufgerollt und in Büchsen mit Chlorcalcium aufbewahrt, hält sich solcherart vorbereitetes Papier monatelang. Bei der fabrikmäßigen Herstellung von Eisenblaudruck-Lichtpauspapier als Handelsartikel verwendet man besondere Streichmaschinen und Rollenpapier von 75 oder 100 cm Breite, 10 m Länge und 75–150 g pro Quadratmeter schwer. Sehr wichtig ist die Leimung. Sie soll nur „etwas mehr als dreiviertel“ und fettfreie Harz-, keine Kafein- oder Eiweißleimung sein. Folgende Vorschriften geben ein mehrere Monate haltbares Papier (wenn es gegen Licht und Feuchtigkeit gut verwahrt wird) von großer Empfindlichkeit. I. Für glattes (fatiertes), sehr hartes und stark geleimtes Papier aus reinem Zellstoff, und zwar für etwa 500–600 qm Streichfläche: 3000 g Eisenammoniumzitratlösung (1000 g grünes Ammoniumferrizitrat auf 2 l Wasser), 1333 g rote Blutlaugensalzlösung (333 g Ferricyankalium auf 1 l Wasser), 500 g Dextrinlösung (1:10) und 10 g Kaliumbichromatlösung (1:10). II. Für sehr weiches Papier mit starkem Baumwollzusatz gelangen dieselben Lösungen von Ammoniumferrizitrat und Ferricyankalium mit weiteren 5 l Wasser (ohne Dextrin und Kaliumbichromat, welche die Blaupausen auf dem andern Papier brillanter machen) zur Anwendung. Zusatz von 10 g Oxalsäure, in 100 g Wasser gelöst, steigert die Empfindlichkeit, verringert aber die Haltbarkeit, weshalb man davon nur während der Wintermonate Gebrauch machen soll (Lux). Das Kopieren muß im Sonnen-, kräftigen Tages- oder elektrischem Lichte genügend stark erfolgen, bis der belichtete Grund braun erscheint; die von der Tuschzeichnung geschützten Stellen bleiben gelb. Durch die Lichtwirkung wird das Eisenoxyd zu Eisenoxydul reduziert, welches dann — die Kopie wird in Wasser fixiert und erscheint hernach blau — mit dem Ferricyankalium Turnbullblau bildet. Die blaue Farbe der Eifendrucke kann durch Behandlung der fertigen Kopie mit Chemikalien geändert werden. In Grün: durch Baden in 10prozentiger kochender Bleiacetatlösung, Waschen in Wasser, Eintauchen in kaltgefättigter Kaliumbichromatlösung und abermaliges Waschen in Wasser. In Braun: durch Baden in kochender 10prozentiger Tanninlösung, dann in lauer 2prozentiger Aetznatronlauge und Waschen in Wasser. In Schwarzviolett: durch Baden in konzentrierter Boraxlösung oder in 2prozentiger Aetznatronlauge (bis zum Verschwinden des Bildes), dann in konzentrierter Gallussäurelösung und Waschen in Wasser. In Violett: durch Baden in 7prozentiger Kupfervitriollösung (mit Ammoniak bis zum Auflösen des Niederschlags versetzt) und Waschen mit Wasser (Probst). Rotorange Lichtpausen erhält man, wenn der Eisenblaulösung (s. oben) etwas gefättigte Chlorkupferlösung zugefetzt oder das Papier vorher mit solcher getränkt wird. — Das geschilderte Eisenblaudruckverfahren wird auch für Kopien nach photographischen Negativen benutzt (Cyanotypie, vgl. Kopierverfahren im Art. Photographie).

Positive Lichtpausen, nämlich solche mit blauer Zeichnung auf weißem Grunde, lassen sich mittels des Pelletschen Gummieisenverfahrens (positiver Eisenblaudruck) gewinnen. Man sensibilisiert das Papier mit einem Gemisch von 20 Teilen Gummiarabikumlösung (1:5), 8 Teilen einer Lösung von braunem Ammoniumferrizitrat (1:2) und 5 Teilen Eisenchloridlösung, welches Gemenge (Pizzighelli), anfangs dünnflüssig, schließlich die Konsistenz von Butter annimmt und so verstrichen wird. Es muß rasch im Finstern getrocknet werden. Die Kopie wird mit gelber Blutlaugensalzlösung (1 Teil Kaliumferricyanid auf 2 Teile Wasser) durch Bestreichen mit einem Pinsel entwickelt (es bildet sich hierbei nur an den nichtbelichteten, von der schwarzen Zeichnung geschützt gewesenen eisenoxydhaltigen Bildstellen Berlinerblau, während die belichteten Partien des Fonds, an denen das Eisenoxyd zu Eisenoxydul reduziert wurde, nur einen weißen Niederschlag annehmen), rasch mit Wasser abgestrahlt, mit verdünnter Salzsäure (1:10) behandelt (wobei die Gummischicht des Grundes entfernt wird und nur das Blaubild auf dem Papier verbleibt) und nochmals gewaschen. Der positive Eisenblaudruck ist weit umständlicher in der Durchführung als die „negative Methode“, und das allerdings sehr lichtempfindliche „Gummieisenpapier“ kann wegen der geringen Haltbarkeit nicht als Handelsprodukt geführt werden.

Lichtpausen mit weißer Zeichnung auf braunschwarzem Grunde erhält man

mittels der **Eisenfilberverfahren** (Sepiadruck, Kallitypie u. f. w.). Zum Beispiel das von Arndt & Troost in Frankfurt a. M. als Handelsartikel erzeugte „Sepiablitzlichtpauspapier“ ist 4–5 mal lichtempfindlicher als das gewöhnliche Eisenblaudruckpapier. Das verwendete lichtempfindliche Gemisch enthält Ammoniumferrizitrat, Silbernitrat, Weinsäure und Gelatine. Die vom Lichte getroffenen Stellen (das Ferrisalze wird reduziert und schlägt metallisches Silber nieder) werden dunkelgelblich und durch Waschen der Kopien mit Wasser tiefbraun und genügend fixiert. Fixiernatronlösung (1:50) noch angewendet, verbessert den Farbenton. Kopien auf Sepiablitzlichtpauspapier können gleichsam als Negative in der Lichtpauferei verwendet werden. Man erhält dann auch mit den „negativen Methoden“ positive Pausen.

Positive Kopien mit schwarzer Zeichnung auf weißem Grunde ergeben die sogenannten **Tintenkopierprozesse** (Eisengallusdruck). Sie beruhen darauf, daß Gallusäure nur mit den vom Lichte unzeretzten Ferrisalzen (also an den Bildstellen) tintenschwarze Niederschläge (beim Baden der Kopien in oxal säurehaltiger Gallus säurelösung) bildet, während die belichteten Stellen (wo Ferrisalze entfallen) dagegen weiß bleiben oder nur geringe Schwärzung annehmen, die beim Waschen mit Wasser verschwindet. Die im Handel erhältlichen Eisengalluslichtpauspapiere brauchen nur in Wasser entwickelt zu werden, weil bei der Erzeugung auf das trockene lichtempfindliche Papier bei 100° C. getrocknete Gallusäure (allein oder mit Weinsäure u. f. w. gemischt) in Pulverform aufgebürstet wird. Für die Herstellung von Galluslichtpauspapier im großen löst man in 8 l Wasser von 40° C. 450 g weiche Gelatine und 175 g Weinsäure, filtriert und vermischt mit 2000 g Eisenchloridlösung (400 g wasserfreies Eisenchlorid auf 1000 g Wasser) und 200 g schwefelsaures Eisenoxyd (Ferrifulfat). Nach mehrtägigem Stehen wird die gallertartige Masse flüssig und gebrauchsfähig (Lux). Sie ist, im Dunkeln aufbewahrt, mehrere Monate lang haltbar. Die Schicht soll dünn gemacht werden und das gefärbte Papier nicht vor 8 Tagen in Gebrauch kommen. — Um billigere Papierforten verwenden zu können, wird das Papier nach dem D.R.P. Nr. 140176 mit fettlauerem Alkali (Seife) getränkt und die Seife dann durch Säure oder Alaun zerlegt. Die dadurch bewirkte Umhüllung der Papierfasern mit einem fetten Körper verhindert eine schädliche Einflußnahme der Eisenalze und auch ein zu tiefes Eindringen der lichtempfindlichen Substanz.

Vorzügliche positive Kopien mit dunkler (aus unvergänglicher Schwärze bestehender) Zeichnung auf weißem Grunde lassen sich mittels der **Negrographie** von Itterheim gewinnen. Gutgeleimtes, mit Chromatgummi (25 Teile orangegebehr Senegalummi, 100 Teile destilliertes Wasser, 4–6 Teile Kaliumbichromat und 1 Teil Alkohol) im Dunkeln beschichtetes und getrocknetes Papier wird unter der Zeichnung belichtet. Hierbei wird die Gummischicht an den Bildstellen unlöslich, während das Gummi an den Bildpartien bei der nun folgenden Entwicklung mit Wasser entfernt und dadurch das Papier bloßgelegt wird. Man läßt trocknen und überstreicht mittels Pinsels oder Schwamms das ganze Blatt mit Schwärze (5 Teile Schellack, 100 Teile Alkohol und 15 Teile Lampenruß). In stark verdünnte Schwefel- oder Salzsäure (2–3prozentig) gebracht, kann schließlich vom Grunde der Kopien die Schwärze abgebürstet werden. — Bezüglich der andern noch mannigfach angewendeten Lichtpausverfahren, wie Silberdruck, Einstaubmethoden (Anthrakotypie), Anilin-, Primulindruck, Methoden mit fetten Farben u. f. w., wird auf die angegebene Literatur verwiesen.

Lichtpausapparate. Beim Kopieren von Pausen kleinen Formates benutzt man Rahmen von der Art der gewöhnlichen photographischen Kopierahmen (f. Photographie). Beim Kopieren von Pausen sehr großen Formates bewähren sich Sacks pneumatische Lichtpausapparate sehr gut. Auf einem fahrbaren Untergefelle ruht in Zapfen in der Längsachse drehbar ein hölzerner Doppelrahmen. Der eine Rahmenteil trägt eine dicke Spiegelglasplatte, in dem andern ist ein Gummituch eingespannt. Nach Einlegen der Originalzeichnung und des Pausblattes wird die zwischen Gummituch und Glasplatte befindliche Luft abgefaugt, wodurch ein ausgezeichneter Kontakt zwischen Original und Pausblatt bei völlig gleichmäßiger Belastung der Glascheibe zu erzielen ist. Hierauf dreht man den Rahmen, so daß die Glasplatte dem Tages- oder elektrischen Lichte zugewendet ist. Unter andern erzeugen Siemens & Halske in Berlin komplette Lichtpaufereianlagen mit pneumatischen Kopierahmen, elektrischen Lampen und Luftpumpe mit gekuppeltem Elektromotor, welcher nach Erreichung genügenden Vakuums in den Rahmen selbsttätig ausgeschaltet wird. Die Leistung derartiger Anlagen beträgt bei Verarbeitung von Eisenblaudruckpapier oder Sepiablitzlichtpauspapier und 25 Ampère Stromstärke für eine Lampe pro Rahmen (Format 80 × 100 cm) etwa 16 qm Kopien, bei zwei Lampen pro Rahmen (Format 120 × 120 cm) ungefähr 24 qm Kopien in 10 Stunden.

Eine andern Vorrichtung für Großbetriebe ist der **Haldensche elektrische Glaszylinderlichtpausapparat**. Er besteht aus zwei Kristallglashalbzylindern, die durch zwei Ringe gefaßt und mit Stangen zu einem Ganzen vereinigt sind. In einem Ständer drehbar und zum Kippen montiert, werden mittels Spannvorrichtungen zwei Originale und zwei Pausblätter auf dem Zylinder außen festgespannt. Nun in Vertikalstellung gebracht, läßt man im Innern des Zylinders eine Bogenlampe wiederholt auf und ab sich senken und steigen.

Der ähnlich konstruierte **Halbzylinderlichtpausapparat**, welcher für Kleinbetriebe gut geeignet ist, sowie der „**Arcus**“-Lichtpausapparat können sowohl für Tages- wie für elektrisches Licht benutzt werden. Beim letztgenannten ruht in einem Untergefelle drehbar ein Rahmen mit gewölbter Spiegelglascheibe, auf welcher infolge dieser Form Original und Pausblatt durch Anziehen eines Segeltuchs mittels Rolle festgespannt werden können. — Die **Star Photo-Printing-Machine** von Rondinella in Philadelphia und einige andre Lichtpausapparate gestatten die Verwendung von sehr langen Papierbahnen sowie die Benutzung von Sonnen- oder künstlichem Lichte. — Um das lästige Abtropfen der entwickelten Kopien zu verhindern, benutzt man die **Philippische Abstreifvorrichtung**, welche aus zwei mit Gummibahnen versehenen Metallstäben besteht, zwischen welchen hindurch die Bogen aus der

Wässerungschale herausgezogen werden. — Bei den Maschinen zum „Streichen“ von Lichtpauspapier paßiert in der Regel das Papierband eine sehr rasch rotierende, mit Filz bekleidete Walze, welche die lichtempfindliche Flüssigkeit aufträgt, gleitet dann unter einem Lineal, das den Ueberfluß abstreift, auf einen Tisch und wird schließlich getrocknet.

Literatur: Pizzighelli, G., Anthrakotypie und Cyanotypie, Wien 1881; Eder, J. M., Ausführliches Handbuch der Photographie, 4. Teil (oder 13. Heft), 2. Aufl., Halle a. S. 1899; Derf., Jahrb. f. Photogr. u. Reproduktionstechnik 1887 ff.; Stolze, Katechismus der Eifenkopierverfahren im allgemeinen und der Platinverfahren im besonderen, Halle a. S. 1905; Spörl, H., Die Lichtpausverfahren, Leipzig 1906. A. W. Unger.

Lichtpauspapier, f. Papierforten.

Lichtschacht, f. Stollen.

Lichtschlauch (Lichtkasten), Zuführung von Tageslicht in das Hausinnere vom Dache her. Der Schlauch ist nach unten breiter zu machen und an den Seiten mit Brettern zu verkleiden, die durch hellen Anstrich das Licht möglichst weiterleiten. Der obere Abschluß erfolgt durch ein Oberlicht (f. Dach, Bd. 2, S. 490). Weinbrenner.

Lichttherapie, f. Finfenfche Lichttherapie.

Lichtweite (lichte Spannweite) einer Brücke, der freie Abstand der Widerlager- oder Pfeilerflächen, der von der Tragkonstruktion (dem Ueberbau der Brücke) überspannt wird. Die Lichtweite ist immer etwas kleiner als die Stützweite der Tragkonstruktion; f. a. Licht (das Lichte).

Liderung nennt man die Abdichtung zweier aneinander gleitender Maschinenteile gegen das Durchdringen von Flüssigkeiten oder Gasen.

Sie ist von wesentlicher Bedeutung für Dampf- und Pumpenkolben sowie für Stopfbüchsen (f. d.). Man unterscheidet Metallliderung und weiche Liderung, je nachdem Metallflächen, auch solche mit Rillen als Labyrinthdichtung, oder Packungen von Hanf, Baumwolle, Leder, Gummi, Abest u. dergl. die Dichtung bewirken. Vgl. Dichtungsstoffe, Verschlässe der Geschütze. Lindner.

Lieferfrist, f. Eisenbahnverkehr, Bd. 3, S. 327.

Lieferungsbedingungen dienen als Grundlagen bei der Erteilung und Erledigung von Lieferungsauträgen.

Sie umfassen neben den Vorschriften hinsichtlich Zeit und Ort der Lieferung und neben den Vereinbarungen über Leistung und Gegenleistung in der Hauptfache die Forderungen hinsichtlich derjenigen Eigenschaften des zu liefernden Gegenstandes, die bei seiner beabsichtigten Verwendung in erster Linie in Frage kommen. Im nachstehenden sollen nur die letzteren, und zwar auch diese nur für Konstruktionsmaterialien, behandelt werden. (Lieferungsbedingungen für hydraulische Bindemittel f. Normenproben, für Drähte f. Drahtprüfungen, für Papier f. Papierprüfung.) Bei Verwendung von Konstruktionsmaterialien werden vornehmlich deren Widerstandsfähigkeit gegen statische (ruhig wirkende) und gegen dynamische (stoßweise wirkende) Belastungen und die Bearbeitungsfähigkeit angesprochen. Als Gütemaß für diese Eigenschaften dienen die Zug- bzw. Druckfestigkeit (f. Druck-, Zerreißversuch), die Dehnbarkeit, der Widerstand gegen Schlag und ferner die Biegebarkeit und Schmiedbarkeit bei verschiedenen Wärmegraden. Die Werte, welche für alle diese Eigenschaften vorgeschrieben zu werden pflegen, sind meistens auf praktische Erfahrungen begründet. Sie sind in erster Linie nach den Forderungen hinsichtlich des notwendigen Sicherheitsgrades bei der Verwendung der Materialien zu bemessen, aber auch so zu wählen, daß die Erzeugung des Materials wirtschaftlich möglich bleibt. Die Notwendigkeit der Vereinigung beider Interessen hat dahin geführt, daß in gemeinsamen Beratungen zwischen Verbraucher und Erzeuger Vorschriften aufgestellt wurden, welche die von den verschiedenen Materialien für bestimmte Zwecke zu fordernden Eigenschaften entsprechend der höchsten Leistungsfähigkeit der Industrie festsetzen. Diese Vorschriften sind nach den wirtschaftlichen Bedingungen, unter denen die gleichen Industrien in den verschiedenen Ländern arbeiten, d. h. vornehmlich nach den Eigenschaften der jeweiligen Rohmaterialien und den hierdurch bedingten Verarbeitungsverfahren verschieden. Durch den „Internationalen Verband für die Materialprüfung der Technik“ wird eine Vereinheitlichung der Lieferungsbedingungen angestrebt. Die zurzeit bestehenden wichtigsten Lieferungsbedingungen sind die folgenden: 1. Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken- und Hochbau, aufgestellt von dem Verbands deutscher Architekten- und Ingenieurvereine, dem Vereine deutscher Ingenieure und dem Vereine deutscher Eisenhüttenleute, Hamburg 1902 (O. Meißner). 2. Vorschriften für Lieferungen von Eisen und Stahl, aufgestellt vom Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf. 3. Grundsätze für die Prüfung von Schweiß- und Flußeisen zum Bau von Dampfkesseln (Würzburger Normen, 1905), Hamburg (Boysen & Maafsch) [1], [2]; vgl. a. Dampfkesselfabrikation. 4. Lieferungsbedingungen der Vereinigten Preussischen und Hessischen Staatseisenbahnverwaltung. 5. Materialvorschriften der deutschen Kriegsmarine (1905). 6. Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen. Vorschriften für die Einrichtung und Bearbeitung einer mit besonderer Rücksichtnahme auf die Materialgüte geführten Schienenstatistik. Ausgegeben von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins. Berlin 1903. 7. Bedingungen der Deutschen Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung. 8. Entwürfe für einheitliche Vorschriften des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik. 9. Vorschriften für die Lieferung von Gußeisen, aufgestellt vom Verein deutscher Eifengießereien (1904) [1], [3]. 10. Normalien zu Rohrleitungen für Dampf

von hoher Spannung, aufgestellt vom Verein deutscher Ingenieure (1900) [4]. 11. Bedingungen für die für die Luftschifferabteilung zu liefernden Gasbehälter. Vgl. a. Normalbedingungen.

Literatur: [1] Korrespondenz des Vereins deutscher Eifengießereien, Nr. 208, 25. Okt. 1904. — [2] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 404. — [3] „Stahl und Eisen“ 1904, S. 1255. — [4] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1481.

Rudloff.

Liegamboß, Gerät der Kupferschmiede, wird durch eine starke, wagrecht über einen Holzklotz gelegte Eisenfange gebildet, deren Enden aufwärts gebogen sind, so daß sie z. B. als Fausteisen für die Ueberhämmerung der Kessel von außen dienen. Statt dessen bedient man sich vielfach der Einfatzeisen (Geißfüße); f. Amboß.

Liegendes, f. Erzlagerstätten, Bd. 3, S. 510.

Liegestein, f. v. w. festliegender Schleifftein, der entweder an und für sich so schwer ist, daß er durch das zu schleifende Werkzeug nicht verschoben wird, oder der in irgend einer Weise fest in seiner Lage gehalten wird; vgl. Schleifen.

Liek, die Tauenfassung eines Segels; f. Befegelung.

Liernen (Zwischenrippen), Gewölberippen, durch die eine stern- oder netzförmige Teilung der Laibungsfläche eines dadurch zum Stern- oder Netzgewölbe werdenden Kreuzgewölbes bewirkt wird; f. Gewölbe. L. v. Willmann.

Liernurfches Kanalisationsystem, f. Kanalisationsysteme, besondere, Bd. 5, S. 356.

Lignin (Holzstoff), eine celluloseähnliche Substanz, welche neben Cellulose in wechselnden Mengen im Holz vorkommt, den unverdaulichen Teil der Futterpflanzen, die fogenannte Rohfaser, bildet und wahrscheinlich kein einheitlicher Körper, sondern ein Gemenge ist. Lignin wird durch Anilinsulfat und Salzsäure gelb und durch Phloroglucin und Salzsäure rot gefärbt und ist daher leicht, unter andern auch in dem aus Holz hergestellten Papier nachzuweisen (f. Cellulose).

Lignit, f. Brennstoffe, Bd. 2, S. 286.

Lignitpapier, das aus braunem, d. h. gedämpftem Holzschliff erzeugte Packpapier, das häufiger als Braunholzpapier, Lederpapier bezeichnet wird; f. Papierforten und Holzschliff.

Kraft.

Ligroin, f. Petroleum.

Liktorenbündel oder Fasces, Rutenbündel mit einem Beile in der Mitte, bildeten in Rom das Zeichen der höchsten Strafgewalt und wurden von den Liktoren den hohen römischen Beamten vorgetragen; vielfach architektonisch verwertet.

Lilaartikel, f. Alizarin in der Druckerei und Färberei.

Limburgit, Magmabasalt, feldspatfreie, vorwiegend aus Augit und Olivin bestehende, basaltähnliche, porphyrische oder dichte Gesteine der Tertiär- und Jetztzeit. Sie führen außer den Hauptgemengteilen noch eine sie teigartig umschließende oft glasartige Grundmasse, in der Magnet- und Titaneisen, auch Apatit in feiner Verteilung auftritt. Nephelin erscheint bei einigen Abarten als wesentlicher Gemengteil.

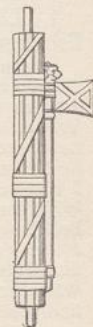
Die Limburgite sind meist spezifisch sehr schwer (spez. Gew. 2,9), im frischen Zustand schwarz, wenn dicht oder glasreich muschelig brechend und gewöhnlich sehr fest, bei umgewandeltem Olivin fogar zäh. Ihre chemische Zusammensetzung zeigt 40—43% SiO_2 , 8—23% Al_2O_3 , 10—18% $Fe_2O_3 + FeO$, 5—12% MgO , 8—13% CaO , 2—5% Na_2O , 0,5—2% K_2O . Bei der Verwitterung werden zumeist die Olivine zuerst angegriffen und in serpentinähnliche Substanz umgewandelt, die Farbe des Gesteins wird heller, bräunlich, grünlich oder schmutzgrau. Kalk und Alkalien werden fortgeführt, das Eisenoxydul wird in Oxyd übergeführt und so allmählich das Gestein dem Zerfall und der vollständigen Umwandlung näher gebracht. Das Endprodukt ist ein sehr brauner eisenreicher Lehm oder Ton bei sehr tonerreicheren und ein kieseläurehaltiges Eisenhydroxyd (Brauneisenstein) bei tonerarmen Gesteinen. Auftreten in Gängen und Decken; Absonderung plattig bis säulenförmig.

Die Limburgite sind weitverbreitet in der mittelhheinischen Tiefebene, im Westerwald, Eifel, Hesse, Rhön, Böhmen u. f. w. Ihre Verwendung ist diejenige des Basaltes zu Kleinschlag, Pflastersteinen (nur bei großporphyrischen und glasarmen Arten zu empfehlen, im allgemeinen nicht sehr widerstandsfähig gegen Abnutzung), Prellsteinen bei säulenförmiger Absonderung. Das grasartige und lehmige Verwitterungsstadium dient zum Düngen leichter Böden, bei schwarzer Farbe auch zum Düngen der Weinberge.

Leppia.

Limbus (Teilkreis), f. Theodolit.

Limmatifche Gesteine, solche, die aus der Zerfetzung anderer Gesteine, ohne in ein andres Medium übergeführt und von ihm wieder abgesetzt worden



zu fein, hervorgegangen sind, z. B. an Ort und Stelle nicht umgelagerter Kaolin, Ton, Verwitterungslehm u. f. w.

Linnocalcit, f. Kalkstein, Bd. 5, S. 298.

Limogesemail (Limufiner Email), f. Email, Kunstgewerbe.

Limonit, f. v. w. Brauneisenerz (f. d.).

Linarit, f. v. w. Bleilafur (f. d.).

Lincrufta, f. Linoleum.

Linde, f. Nutzhölzer.

Lineale, a) Zeichengeräte, f. Zeichnen, technisches; b) Werkstättengeräte zum Anzeichnen, Messen und Tufchieren (f. d.) bei der Herstellung gerader Kanten, ebener Flächen u. f. w.; c) Führungsbalken für den Kreuzkopf an Lokomotiven (Gleitlineale).

Die gewöhnlichen Lineale mit rechteckigem Querschnitt kommen im Handel in verschiedenen Ausführungen und Genauigkeiten vor; für genauere Arbeiten werden die Flächen geschabt und es ist bei den besten Ausführungen die Abweichung der unter Zuhilfenahme vollkommener Richtplatten und Mikrometer hergestellten Lineale in der Parallelität kleiner als $\frac{1}{1000}$ mm.



Fig. 3.



Fig. 2.



Fig. 1.

Als Normal- oder Präzisionslineale bezeichnet man im Maschinenbau die zum genauen und sauberen Abrichten von Maschinenteilen, Walzen u. f. w., zum Einpassen der Führungen an Werkzeug- und andern Maschinen dienenden Lineale, für die zur Vermeidung der Durchbiegung die aus Fig. 1 (Lineal aus Gußeisen) oder Fig. 2 (Lineal aus Gußstahl) ersichtlichen Formen gewählt werden. Sie besitzen geschabte Ober- und Seitenflächen. S. a. Tufchieren.

Von Linealen für besondere Zwecke sind die Keilnutenlineale (Wellenlineale, Wellenwinkel) zu erwähnen, die zum Anreißen (Anzeichnen) von Nuten auf Wellen verwendet werden, Fig. 3.

Linear, sich auf Linien beziehend, durch Linien darstellbar. Linear heißt auch die Gleichung der geraden Linie und demgemäß jeder mathematische Ausdruck, der wie diese in den Veränderlichen vom ersten Grad ist; daher die Bezeichnungen: lineare Form, lineare Transformation, lineare Differentialgleichung.

Linearaufnahme (Linearkonstruktion), f. Stückvermessung.

Linie, f. Längenmaße.

Linie, elastische, f. Elastische Linie, Biegungslinie.

Linienführung einer Eisenbahn (auch eines Weges, Kanals u. f. w.), f. Vorarbeiten.

Liniengeometrie, die Geometrie der Liniensysteme im Raum.

Eine Gleichung n ter Ordnung in Linienkoordinaten (f. Koordinaten) $f(p, q, r, \pi, \nu, \rho) = 0$ stellt ∞^3 Gerade im Raum, einen Komplex oder Linienkomplex n ter Ordnung dar. Durch jeden Punkt gehen ∞ Strahlen des Komplexes, die einen Kegel n ter Ordnung (Komplexkegel) bilden, und in jeder Ebene liegen ∞ Strahlen des Komplexes, die eine Kurve n ter Ordnung (Komplexkurve) umhüllen. — Ein spezieller Komplex besteht aus dem Inbegriff aller Geraden, welche eine Kurve schneiden oder eine Fläche berühren. Ein linearer Komplex (Nullsystem) wird durch zwei in involutorischer Lage befindliche reziproke räumliche Systeme gebildet. Durch jeden Punkt (Nullpunkt) geht und in jeder Ebene (Nullebene) liegt ein Strahlenbüschel erster Ordnung von Komplexgeraden (Nullgeraden). Hierdurch ist jedem Punkt eine durch ihn hindurchgehende Nullebene, jeder Ebene ein auf ihr liegender Nullpunkt zugeordnet. Die Nullebenen aller Punkte einer nicht zum Nullsystem gehörigen Geraden schneiden sich in der zu jener konjugierten Geraden (Polaren). Durch den Nullpunkt der unendlich fernen Ebene gehen alle Geraden, deren Polaren unendlich fern liegen (Durchmesser). Die Nullebenen der Punkte eines Durchmessers sind alle parallel. Der Durchmesser, der auf den Nullebenen seiner Punkte senkrecht steht, heißt Hauptachse. Das konstante Produkt aus der kleinsten Entfernung einer Geraden von der Hauptachse und der Tangente ihres Winkels mit ihr heißt Parameter. Ein spezieller linearer Komplex besteht aus allen Geraden, welche eine gegebene Gerade schneiden. Sämtliche Gerade, deren Schnittpunkte mit den Ebenen eines Tetraeders ein konstantes Doppelverhältnis haben, bilden einen Komplex zweiter Ordnung, einen sogenannten tetraedralen Komplex. Beispiele sind die sämtlichen Trägheitsachsen eines Körpers oder die sämtlichen Normalen einer Schar ähnlich gelegener konzentrischer Flächen zweiter Ordnung.

Alle Geraden eines Komplexes, welche eine gegebene, nicht dem Komplex angehörige Gerade g schneiden, umhüllen eine Fläche $2n(n-1)$ ter Ordnung, welche g als $n(n-1)$ fache Gerade hat und Komplexfläche der Geraden heißt; sie ist die Umhüllungsfläche der Komplexkegel der Punkte der Geraden. Zwei Gleichungen m ter und n ter Ordnung in Linienkoordi-

naten, $f(p, q, r, \pi, \kappa, \varrho) = 0$ und $\varphi(p, q, r, \pi, \kappa, \varrho) = 0$, stellen ∞^2 Gerade im Raum dar; dieselben bilden ein Strahlen-system m ter Ordnung und n ter Klasse, eine sogenannte Kongruenz oder Linienkongruenz. Durch jeden Punkt gehen mn Strahlen und in jeder Linie liegen mn Strahlen der Kongruenz. Singulär heißen die Punkte und Ebenen, welche unendlich viele Kongruenzstrahlen enthalten. Die Strahlen einer Kongruenz sind entweder die Doppeltangenten einer Fläche oder die Sehnen einer Raumkurve oder die gemeinsamen Tangenten zweier Flächen oder die Tangenten einer Fläche von den Punkten einer Raumkurve aus oder die gemeinsamen Sekanten zweier Raumkurven. — Die gemeinsamen Strahlen zweier Komplexe bilden eine Kongruenz. Jeder Komplex ordnet die Punkte und Ebenen eines Strahls derart einander zu, daß jedem Punkt die Tangentenebene seines Komplexkegels längs des Strahls, jeder Ebene der Berührungspunkt ihrer Komplexkurve mit dem Strahl entspricht. Gehört ein Strahl p zweien Komplexen an, so kann man nach einem Punkt P auf p fragen, welchem in bezug auf beide Komplexe dieselbe Ebene Π entspricht. Es gibt zwei solche Fokalfunkte P auf p und zwei solche Fokalebene Π durch p . Die Fokalfunkte aller Strahlen erzeugen und deren Fokalebene umhüllen die Brennfläche der den Komplexen gemeinsamen Kongruenz.

Ist $\varphi = 0$ ein Komplex, so heißt $\psi = \frac{\partial \varphi}{\partial p} \frac{\partial \varphi}{\partial \pi} + \frac{\partial \varphi}{\partial q} \frac{\partial \varphi}{\partial \kappa} + \frac{\partial \varphi}{\partial r} \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho} = 0$ der zugehörige abgeleitete Komplex; er ist von der Ordnung $2(n-1)$. Die Geraden, welche φ und ψ gemeinsam sind, heißen singuläre Linien des Komplexes. Die Fokalfunkte und Fokalebene der von den singulären Linien gebildeten Kongruenz heißen bezw. singuläre Punkte und singuläre Ebenen des Komplexes. Sie erzeugen bezw. umhüllen die Singularitätenfläche desselben von der Ordnung und Klasse $2n(n-1)^2$. Die Komplexkegel der singulären Punkte haben Doppelkanten, die Komplexkurven der singulären Ebenen Doppeltangenten. Jede Doppelkante ist auch Doppeltangente; diese Geraden heißen singuläre Geraden; sie bilden eine Kongruenz von der Ordnung und Klasse $2n(n-1)$. Ist $\varphi(p, q, r, \pi, \kappa, \varrho) = 0$ ein Komplex, $g = (p', q', r', \pi', \kappa', \varrho')$ eine Gerade, so heißen $\frac{\partial \varphi}{\partial p} p' + \frac{\partial \varphi}{\partial q} q' + \dots + \frac{\partial \varphi}{\partial \varrho} \varrho' = 0$; $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial p^2} p'^2 + 2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial p \partial q} p' q' + \dots + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \varrho^2} \varrho'^2 = 0 \dots$ Polarkomplexe von g in bezug auf $\varphi = 0$. Insbesondere ist $\frac{\partial \varphi}{\partial p} p + \dots$

$\frac{\partial \varphi}{\partial \varrho'} \varrho' = 0$ der lineare Polarkomplex von g in bezug auf $\varphi = 0$; gehört g dem Komplex $\varphi = 0$ an, so enthält auch der Polarkomplex g und heißt alsdann Tangentialkomplex von g . Zwei lineare Komplexe haben eine lineare Kongruenz gemein; diese besteht aus allen Geraden, welche zwei feste Gerade schneiden. Drei Komplexe von der Ordnung m, n, p haben eine Regelfläche $2mnp$ ter Ordnung, drei lineare Komplexe eine Regelfläche zweiter Ordnung, vier Komplexe von den Ordnungen m, n, p, q $2mnpq$ Strahlen gemein.

Literatur: [1] Salmon, G., Analytische Geometrie des Raumes, deutsch von Fiedler, 3. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1879, S. 69 ff.; Bd. 2, Leipzig 1880, Kap. 7. — [2] Reye, Th., Die Geometrie der Lage, 2. Aufl., 2. Abt., 10., 11., 18., 22. Vortrag. — [3] Hagen, Synopsis der höheren Mathematik, Bd. 2, Berlin 1894, Abchn. 4. — [4] Plücker, J., Neue Geometrie des Raums, herausgegeben von Clebsch und Klein, Leipzig 1868–69. — [5] Lie, S. und Scheffers, G., Geometrie der Berührungstransformationen I., Leipzig 1895, Kap. 7 und 8. — [6] Clebsch, A., Vorlesungen über Geometrie, herausgegeben von Lindemann, Bd. 2, 1. Teil, Leipzig 1891. — [7] Sturm, R., Die Gebilde ersten und zweiten Grades der Liniengeometrie in synthetischer Behandlung, I. Der lineare Komplex oder das Strahlengewinde und der tetraedrale Komplex, Leipzig 1892. II. Die Strahlenkongruenzen erster und zweiter Ordnung, Leipzig 1893. III. Die Strahlenkomplexe zweiten Grades, Leipzig 1896. — [8] Zindler, K., Liniengeometrie mit Anwendungen, I–II, Leipzig 1902–1906. Wölffing.

Linienmanier, f. Holzschneidekunst, Kupferstecherkunst.

Linienmesser, f. Rektifizierinstrumente.

Liniennetz, das bei der exakten Spezialvermessung, der Stückvermessung, erforderliche, auf dem Dreiecks- und Polygonnetz gegründete Netz der Messungslinien; f. Stückvermessung. († Reinherz) Hillmer.

Linienreißer, Werkzeuge, um Linien auf Metallarbeiten zu ziehen.

Hierzu dient ein spitziger gehärteter Stahlstift, eine Radiernadel, Reißnadel, Reißspitze oder ein kleiner scharfer Haken, Reißhaken. Diese höchst einfachen Werkzeuge werden zur Erzeugung von geraden Linien an dem Lineale entlang geführt und sind zum bequemen Anfaßen in ein hölzernes Heft gefaßt. Sollen gerade Linien parallel zu einer Kante des Arbeitsstückes gezogen werden, so bedient man sich des Streichmaßes (Reißmaßes, Parallelmaßes, Parallelreißers) [1]. Um den Lauf eingeriffener Linien deutlicher hervortreten zu lassen, werden auf denselben in kurzen Abständen mittels des Körners (f. Ankörnen, Körner) kleine kegelförmige Vertiefungen eingeschlagen.

Literatur: [1] Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 292, S. 36; Uhlands Techn. Rundschau, Gr. I, 1898, S. 26. E. Müller.

Linien-schiff, das Hauptkampfschiff einer Kriegsflotte; f. Kriegsschiffstypen.

Linien-signale, durchlaufende, im Eisenbahnwesen diejenigen Signale, mittels deren den Bahnwärtern von den Stationen gewisse allgemeine Mitteilungen über die Fahrt der Züge gemacht werden. Zu ihnen gehören z. B. die Abmelde- und Abfagesignale (f. d.).

Der Natur der Sache nach sind diese Signale, welche nur im allgemeinen die Aufmerksamkeit der Wärter erregen sollen, meist Hörsignale und werden entweder mittels elektromagnetischer Läutwerke, welche bei den Wärterposten aufgestellt sind, oder seltener mit dem Horn erteilt, in welchem letzterem Falle sie von Wärter zu Wärter weitergegeben werden müssen. Die Läutwerke werden zuweilen so eingerichtet, daß in Notfällen mittels derselben auch eine Verständigung der Wärter mit den Stationen möglich ist.

Die technischen und gesetzlichen Bestimmungen, welche für die deutschen Bahnen in betreff der durchlaufenden Linien signale gültig sind, sind die folgenden: Die technischen Vereinbarungen [1] empfehlen unter D. Signalwesen § 181 die Aufstellung von Läutwerken längs der Bahn, um auf elektrischem Wege sämtliche Wärter vom Abgange der Züge zu benachrichtigen. Gleichzeitig wird empfohlen, diese Läutwerke zur Abgabe der obigen Hilfs signale einzurichten. — Die deutsche Signalordnung [2] schreibt folgende durchlaufende Linien signale vor: Nr. 1. Der Zug geht von A nach B (Abmeldefignal). Einmal eine bestimmte Anzahl von Glockenschlägen. Nr. 2. Der Zug geht von B nach A (Abmeldefignal): zweimal dieselbe Anzahl von Glockenschlägen. Nr. 3. Die Bahn wird bis zum nächsten fahrplanmäßigen Zuge nicht mehr befahren (Ruhe signal). Dies Signal wird nur bei größeren Pausen im Zugverkehr gegeben, also gewöhnlich als Feierabend signal, im übrigen auch als Abfagesignal (f. d.): dreimal dieselbe Anzahl von Glockenschlägen. Nr. 4. Außergewöhnliches zu erwarten (Gefahr signal): sechsmal dieselbe Anzahl von Glockenschlägen. Dieselben Signale können mit dem Horn wie folgt gegeben werden: Nr. 1 a. Einmal die Tonfolge $\text{—} \text{—} \text{—}$. Nr. 2 a. Zweimal dieselbe Tonfolge $\text{—} \text{—} \text{—}$. Nr. 3 a. Einmal vier lange Töne $\text{—} \text{—} \text{—} \text{—}$. Nr. 4 a. Zweimal vier kurze Töne $\text{—} \text{—} \text{—} \text{—}$.

Das Gefahr signal 4 und 4 a wird z. B. vor dem gewöhnlichen Abmeldefignal gegeben, wenn ein Zug das falsche Gleis befahren soll. Die Konstruktion der Läutwerke f. unter Läutwerke im Eisenbahnwesen. S. a. Abmeldefignal, Abfagesignal, Gruppen schläger.

Literatur: [1] Technische Vereinbarungen für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneisenbahnen, herausgegeben und verlegt von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins deutscher Eisenbahnen, Berlin 1897. — [2] Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands, vom 1. Oktober 1898. Köchy.

Linienpektrum, f. Spektralanalyse.

Linienwechsel (Umschalter), f. Telegraphie, Telephonie.

Liniermaschine, auch Rastriermaschine genannt, eine zur Herstellung von Liniaturen (Rastrierung) auf Papier, wie sie bei Schulheften, Geschäftsbüchern, Briefpapier, quadriertem Skizzenpapier u. f. w. in Anwendung stehen, benutzte Maschine, die nach zwei Systemen, als Feder- oder Rollenliniermaschine, gebaut wird.

Die ältere Federliniermaschine verwendet als Werkzeug die in Fig. 1 dargestellte Messingchiene *a*, die nach einem stumpfen Winkel gebogen und deren eine Kante so ausgefräsen ist, daß sich gleichweit voneinander absteigende Spitzen bilden, die zu einer immer schmaler werdenden Rinne gebogen sind, in der die zum Linieren verwendete Tinte nach abwärts laufen und an der feinen Spitze austreten kann. Die Messingchiene wird in entsprechender, meist

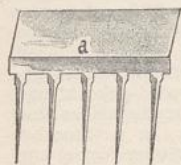


Fig. 1.

über die ganze Breite der Maschine hinreichender Länge zwischen zwei hölzerne Backen, dem sogenannten Federholz, eingespannt und so angeordnet, daß die Feder spitzen auf dem zu linierenden Papier aufliegen. Um diese Federn ununterbrochen mit Tinte zu versehen, befindet sich hinter dem Federholz ein gleichlanges Tintengefäß, in das ein ebenso langer Flanellstreifen eintaucht, der die Tinte mit der einen Kante anfaßt, dieselbe mit der andern, unmittelbar über dem Federanfang liegenden Kante in die Federn laufen läßt. Dieser Federapparat wird nun entweder, auf Rollen beweglich, über das zu linierende, auf einem Tische liegende Papier hinweggeführt, oder das Papier wird, auf einem beweglichen Tische liegend, unter den feststehenden Federn hinweggezogen oder, auf einer Rolle aufliegend, unter den Federn hinwegbewegt. In den ersten beiden Fällen heißt die Maschine Tischmaschine, im letzteren Falle Rotationsmaschine; letztere besitzt eine viel größere Leistungsfähigkeit als erstere, eignet sich aber mehr für Massen- und durchgehende, nicht abtetzende Liniaturen.

Das Werkzeug der Rollenliniermaschine besteht aus Messingröllchen bzw. Scheiben, die an ihrer Kante so schmal gehalten sind, als dies die Dicken der Linien erfordern, und die, an dieser Kante ununterbrochen mit Farbe versehen, diese in Linien auf das unter den Röllchen stets über Walzen laufende Papier übertragen. Um das Drehen dieser Scheiben zu ermöglichen und dieselben gleichzeitig in dem gewünschten, durch die Liniatur vorgeschriebenen Abstände voneinander zu erhalten, werden dieselben, wie dies Fig. 2 zeigt, mit zwischengeschobenen Zinkscheibenpaten auf eine runde Welle aufgeschoben, um die sich dieselben frei zu drehen vermögen. Die Rollenliniermaschinen sind stets als Rotationsmaschinen gebaut, bei welchen das Papier, auf Walzen aufliegend, unter der Linierwelle hinweggezogen wird. Bei einfach wirkenden Maschinen sind die Walzen nur in einem Exemplare vorhanden und ermöglichen nur ein einseitiges Linieren des Papiers bei einmaligem Durchgange. Bei den sogenannten Doppelmaschinen wird das Papier auf beiden Seiten in kurzen Zeitintervallen liniert, wobei zwei

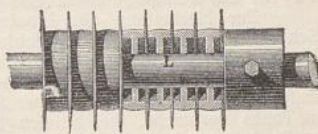


Fig. 2.

Walzen mit den zugehörigen Linierwellen angeordnet sind. Den linierenden Messingfcheiben wird die Tinte ebenfalls aus einem langen Tintengefäß durch einen Flanellstreifen, aber nicht unmittelbar, sondern mittels einer Kautschukwalze zugeführt, welche letztere, parallel zur Linierwelle und zum Tintengefäß drehbar gelagert, die Tinte von dem Flanellstreifen empfängt und, die Linierfcheiben tangierend, auf diese überträgt. Beim Linieren liegen diese Messingfcheiben durch ihr Gewicht auf dem zu linierenden Papiere auf und werden manchmal noch durch eine Feder angepreßt. Sind nur wenige Linien im weiten Abstände zu machen, d. h. nur wenige Scheiben in Tätigkeit, dann würde sich das ganze Gewicht der Linierwelle auf diese konzentrieren und diese in das Papier einschneiden. Um das zu verhüten, werden breitere Scheiben außer dem Bereich der Tintenwalze auf die Welle aufgesetzt, die den Druck aufzunehmen haben. In vielen Fällen sind zwei, auch drei Tintenvorrichtungen und für jede eine Linierwelle vorhanden, um in zwei oder drei Farben gleichzeitig linieren zu können. Außer dieser eigentlichen Liniervorrichtung bedarf die Maschine noch Einrichtungen, die das Papier, das stets in Bogenform liniert wird, durch die Maschine hindurchleiten und bewegen. Diese Vorrichtung besteht beinahe ausschließlich aus Führungsfäden, die in zwei Systemen über Leitwalzen geführt sind, daß sie die Papierbogen zwischen sich nehmen und sicher durch die Maschine führen. Eine solche Doppelrollenrotationsmaschine von Förste & Tromm in Leipzig ist in der Papierzeitung von K. Hofmann, Jahrg. 1892, S. 442 ff., beschrieben, worauf wir verweisen. Dieselbe kann gleichzeitig mit drei Farben und auch abtetzend linieren.

Die neuesten Maschinen werden häufig als Kombinationen der Feder- und Rollenliniermaschinen hergestellt und auch oft mit einem Druckapparat versehen, durch den parallel zur Zylinderachse laufende, daher die Linien kreuzende Linien auf das Papier gedruckt werden können. Auch die zum Schraffieren, Gravieren auf Metall verwendeten Maschinen werden hauptsächlich als Liniermaschinen bezeichnet. S. a. Geschäftsbücher, Bd. 4, S. 411.

Literatur: Papierzeitung von K. Hofmann, Jahrg. 1892, Nr. 6, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 21. Kraft.

Linkenbachs Rundherd, f. Herdarbeit, Bd. 5, S. 47.

Links, Linksware, f. Wirkerei.

Linkskopiermaschine, f. Reliefkopiermaschine.

Linnéit, f. Kobaltkies.

Linoleum, Material zum Belegen von Fußböden und Verkleiden von Wänden (Linkrufta).

Es hat einen Vorläufer im Kamptulikon (f. d.), einem Gemenge von Kautschuk und gemahlenem Kork mit Kopalfirnis (Galloway 1844, Henry Purfer, Preis pro Quadratmeter 5—6 *M.*); 1863 wurde dem Engländer Frederick Walton ein Verfahren zur Herstellung einer im wesentlichen aus oxydiertem Leinöl, Korkmehl, Harz und Farbstoff bestehenden Masse patentiert, welche in Staines bei London im gleichen Jahre erstmals fabrikmäßig dargestellt worden ist. Es war dies die erste Linoleumfabrik. Mehrere weitere Fabrikationsverfahren tauchten späterhin auf; aber nur das Taylor-Pernacott'sche konnte sich neben dem Walton'schen halten. Die Rohmaterialien zur Linoleumbereitung sind bei beiden Verfahren Leinöl, Korkmehl, Kopal und andre Harze, Erdfarbstoffe und Jute; sie unterscheiden sich nur durch die Art der Leinölyoxydation: nach Walton dauert die Oxydation des Leinöls zu Linoxyn 5—6 Monate, nach Taylor nur wenige Stunden. Das erstere Verfahren liefert die bessere Ware und wird vorgezogen.

Zur Herstellung des Linoleums wird das Leinöl durch Behandeln mit konzentrierter Schwefelsäure in mit Blei ausgefchlagenen Bottichen „raffiniert“; Pflanzenfchleim und dergleichen Verunreinigungen werden durch die konzentrierte Schwefelsäure verkohlt und scheiden sich mit der Säure ab. Die Säure wird sodann abgelassen und das Leinöl gründlich mit Wasser gewaschen zur Entfernung jeglicher Spuren von Säure. Das raffinierte Leinöl wird gekocht und in Tanks verbracht, welche sich bei den Oxydierhäusern befinden. Die Oxydierhäuser sind große luftige, heizbare Schuppen mit großen Fenstern oder mit Glaswänden, in welchen bei großen Betrieben Taufende ca. 90 cm breite und gegen 7 m lange Baumwollbänder (Netze) eng nebeneinander aufgespannt sind. Ueber diese Gewebe läßt man alle 24 Stunden das gekochte Leinöl laufen. Es fließt langsam über die Bänder herunter und hat so Gelegenheit, sich unter dem Einfluß der Luft und des Lichts sowie einer Wärme von ca. 30° C. zu oxydieren. Die Leinölsäure (Linolsäure) $C_{18}H_{34}O_2$ geht zunächst in Linoxynsäure $C_{16}H_{28}O_6$ und dann in eine höhere Oxydationsstufe, in das Linoxyn $C_{32}H_{54}O_{11}$, über. Die Oxydierhäuser sind von außen bedienbar eingerichtet, um die Arbeiter gegen die bei der Oxydation entstehenden giftigen und übelriechenden Gase und Dämpfe zu schützen (unter andern bilden sich Kohlenensäure, Ameisensäure und Essigsäure). Die Gewebe werden durch neue ersetzt, wenn die Linoxynschicht auf beiden Seiten etwa 3 cm dick geworden ist, ungefähr alle 5—6 Monate. Das Linoxyn, welches, so gewonnen, eine elastische Masse in Form von Platten darstellt, wird nun im fogenannten Zementierhaus gemahlen bzw. zerquetscht und in Dampftöpfen mit Kaurikopal, Gummikopal oder andern Harzen zusammengekocht und geschmolzen. Das Produkt, eine zähe braune Masse, nennt man Linoleumzement. Letzterer wird etwa zu gleichen Teilen mittels etagenförmig angeordneter geheizter Mischmaschinen mit Korkmehl und der gewünschten Farbe zusammengemischt. Das Produkt ist die fertige Linoleummasse. Helle Farbtöne erzielt man durch Zusatz von Holzmehl. Die Masse wird alsdann auf Jutegewebe aufgepreßt. Dies geschieht mittels verstellbarer bis auf etwa 150° erhitzten Walzen (Kalander); auf kleinen Walzen werden die so erzielten Platten verschiedener Dicke noch geglättet (Polierwalzen), mittels Kühlwalzen abgekühlt und die Unterseite durch Farbwalzen mit dem meist roten eintönigen Firnisanstrich versehen.

Das fertige Linoleum wird entweder einfarbig belassen (Unilinoleum) oder es werden Farbmuster daraufgedruckt. Das fogenannte Granitlinoleum wird für die hellen Sorten

unter Zusatz von Holzmehl durch Mischen von zwei verschieden gefärbten Linoleumzementen hergestellt. Beim Moirélinoleum der Hanfwerke zu Delmenhorst [2] werden in die gekörnte Deckmasse längliche Adern aus anders gefärbter Masse eingefreut und dann gepreßt. Inlaidlinoleum ist ein durchmusteretes Linoleum, d. h. die Muster gehen durch die ganze Linoleumschicht durch. Zur Herstellung von Inlaidlinoleum verwendet man verschiedenartig gefärbte gepulverte Linoleummassen, welche auf die Jutebänder mit Hilfe von Schablonen von Hand aufgetragen und mit hydraulischen Pressen aufgepreßt werden. Zur Erhöhung der Haltbarkeit und zur Erzielung eines größeren Glanzes werden die Stücke in einer zweiten Presse einem noch größeren Druck ausgesetzt und alsdann in die Trockenräume verbracht.

Das Taylor-Pernacottesche Verfahren zur Herstellung des Linoxyns beruht auf der Eindickung des gekochten Leinöls durch Zugabe von oxydierenden Substanzen und Einblasen von Luft oder Sauerstoff unter Benutzung einfacher maschineller Mittel. Die Oxydation des Leinöls erfolgt in wenigen Stunden, das erzielte Produkt ist aber geringwertiger; es läßt sich auch mit größeren Mengen Korkmehl vermischen. Billiger, aber auch weniger haltbar.

Der Preis des Linoleums schwankt zwischen 3,50–6 *M.* pro Quadratmeter belegte Bodenfläche. — Lincrusta-Walton heißt man die in neuester Zeit weitverbreitete gepreßte Linoleumtapete, die zum Schutze ihres Grundgewebes gegen Feuchtigkeit entweder mit einer Rücken- oder Decke aus Leinwand oder besonderer Deckmasse versehen wird. Man verwendet das Fabrikat besonders dort, wo ein Abwischen der Tapeten aus hygienischen Gründen wünschenswert erscheint.

Von großen Linoleumfabriken bei uns seien genannt die Hanf- und Jutefabrik zu Delmenhorst, die Bayerischen Linoleumwerke in Maximiliansau und die Germania- und Germania- und Bietigheim, ferner die Linoleumwerke zu Köpenick und Rixdorf. Maschinelle Einrichtungen liefert Fried. Krupp, Grusonwerk, Magdeburg-Buckau.

Literatur: [1] Fischer, H., Geschichte, Eigenschaften und Fabrikation des Linoleums, Leipzig 1888. — [2] Limmer, Ueber Linoleum, seine Bereitung und Verwendung, Zeitschrift für angewandte Chemie 1907, S. 1349. — [3] Bareiß, Gewerbeblatt aus Württemberg 1906, S. 179; Andés, Die Fabrikation des Linoleums, Wien 1895; Kaufmann, Anleitung zur Darstellung und Behandlung von Linoleum, 2. Aufl., Würzburg 1902. Bujard.

Linon (Schleier), ein wenig oder gar nicht gefärbter (appretierter) Organdy (Baumwollstoff), f. Weberei. E. Müller.

Linse, in der Optik ein von zwei gegenüberstehenden Kugelflächen begrenzter durchsichtiger Körper (über Zylinderlinsen f. S. 171 und Brille, über Kristalllinse des Auges f. Auge). Die durch die beiden Kugelmittelpunkte gehende Gerade heißt Achse der Linse.

Man unterscheidet Konvexlinsen oder Sammellinsen und Konkavlinsen oder Zerstreuungslinsen; erstere, in der Mitte dicker als am Rande (vgl. Fig. 1), sind entweder bikonvex (a) oder plankonvex (b) oder konkavkonvex (c), letztere in der Mitte dünner als am Rande (Fig. 1), sind entweder bikonkav (d) oder plankonkav (e) oder konvexkonkav (f). Als optische Gläser dienen besonders das Kronglas (f. d.) und verschiedene Sorten Flintglas (f. d.), über deren Lichtbrechung und Farbenzerstreuung sich in [1] eine Zusammenstellung der Messungen von Fraunhofer, v. d. Willigen, Maskart, Langley, F. Vogel und G. Müller nebst reichlichen Literaturangaben findet. Teils einzeln, teils zu Systemen verbunden, bilden sie die wichtigsten optischen Instrumente (vgl. a. Fernrohr, Lupe, Mikroskop u. f. w.). In diesen Linien-Systemen sind die Linsen so verbunden, daß sie eine gemeinsame Achse haben. Sie dienen, mit etwaiger Ausnahme der Scheinwerfer, der Beleuchtungslinsen u. dergl., alle dem Zweck der optischen Abbildung, der Entwerfung von Bildern gegebener Gegenstände. Jedem Punkte des Objektraums, in welchem die das System passierenden Strahlen entspringen, entspricht ein konjugierter Punkt des Bildraums, in welchem die Strahlen aus dem System austreten. Soweit die aus der sphärischen Begrenzung der Linsen und aus der Farbenzerstreuung entspringenden Fehler gehoben sind (vgl. Aberration, sphärische und chromatische, Achromasie, Aplanatisch), wird das ganze vom einen der konjugierten Punkte (die Rollen sind vertauschbar) ausgehende Strahlenbüschel so im System gebrochen, daß es sich im andern zum zweitenmal schneidet. Liegt dieser zweite Schnittpunkt nicht auf den austretenden Strahlen selbst, sondern auf deren Rückwärtsverlängerung, so heißt er, zum Unterschied von reellen Bildern, virtuell oder imaginär. So sind die Bilder der Camera obscura und der Laterna magica reell, diejenigen der Lupen und der Okulare virtuell; erstere dienen der objektiven Darstellung, etwa auf einem Schirm, letztere der subjektiven Darstellung der Abbildung, nur wahrnehmbar für ein in dem Strahlengang befindliches Auge.

Die geometrische Theorie der Linsen und Linsensysteme bedient sich, besonders seit Gauß [2]–[5], gewisser ausgezeichneten Punkte, Kardinalpunkte, und Ebenen zur konstruktiven und zur analytischen Darstellung des Zusammenhangs zwischen Bild und Gegenstand. Wir geben, unter Verweis auf die bezeichnete Literatur und auf die Behandlung der geometrischen Optik in [6] und [7], eine kurze Erklärung der Grundbegriffe an der Hand von Fig. 2. Da die von einem Punkte A oder B des Objektraums ausgehenden Strahlen sich im Punkte A' oder B' des Bildraums schneiden und umgekehrt, so ist jeder Strecke AB des einen Raums eine Strecke A'B' des andern konjugiert, die entsprechenden Gebilde beider Räume sind kollinear. Auch zwei sich schneidende Strahlen und damit eine Ebene des einen Raums sind konjugiert zwei Strahlen und ihrer Ebene des andern Raums. Wegen des symmetrischen Baus des Systems gegen seine Achse muß insbesondere jeder zur Achse senkrechten Ebene wieder eine solche senk-

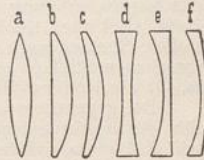


Fig. 1.

rechte Ebene konjugiert sein. Der unendlich fernen senkrechten Ebene des einen Raums ist im andern im allgemeinen eine nicht im Unendlichen liegende Ebene parallel. Diese heißt Brennebene, ihr Schnittpunkt mit der Achse Brennpunkt (Fokus). Jeder achsenparallele Strahl des einen Raums geht nach der Brechung im Linsensystem durch den Brennpunkt des andern Raums und umgekehrt. Denkt man sich eine beliebige achsenparallele Gerade SS' jedem der beiden Räume zugehörig, so entsprechen dieser Doppelgeraden als konjugierte zwei durch die Brennpunkte F und F' gehende Gerade, deren Schnittpunkte S und S' mit der ersten ein Paar konjugierter Punkte vorstellen. Die durch S und S' gelegten, zur Achse senkrechten Ebenen sind ebenfalls konjugiert und haben die Besonderheit, daß jeder Figur der einen Ebene eine gleichgerichtete kongruente der andern Ebene konjugiert ist. Diese zwei Ebenen heißen die Hauptebenen des Systems, ihre Schnittpunkte H und H' mit der Achse heißen die Hauptpunkte. Die Abstände der Brennpunkte von den Hauptpunkten $HF=f$ und $H'F'=f'$ heißen die Brennweiten des Systems. Sie sind gleich, wenn die Strahlen des Objektraums und des Bildraums im gleichen Mittel, etwa beide in Luft, verlaufen. Durch die beiden Brennpunkte und die Hauptpunkte ist ein Linsensystem so definiert, daß zu jedem Punkt A des einen Raumes der konjugierte A' des andern sich ermitteln läßt, graphisch, indem man von A zwei Strahlen zieht, den einen durch F bis zur Hauptebene H' , den andern achsenparallel bis zur Hauptebene H , die konjugierten Strahlen gehen dann der eine achsenparallel, der andre durch F' und schneiden sich in A' , analytisch, indem man die Achsenabstände der konjugierten Punkte A und A' mit y und y' , ihre Abstände von den Hauptebenen mit a und a' bezeichnet, d. h. $a:f=(y+y'):y'$ und $a':f'=(y+y'):y$, woraus sich ergibt

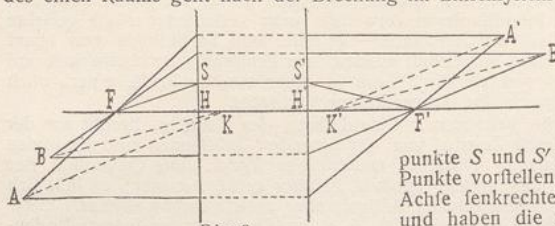


Fig. 2.

1. $(f:a) + (f':a') = 1$.

Denkt man sich die beiden Räume um den Abstand der beiden Hauptebenen gegeneinander verschoben, so kommen die konjugierten Gebilde in perspektivische Lage; jede Verbindungslinie zweier konjugierter Punkte schneidet die Achse im gleichen Punkte K , der bei der Aufhebung der Verschiebung die beiden Knotenpunkte K und K' liefert. Wenn $f=f'$, fällt H mit K , H' mit K' zusammen.

Bei einer einzelnen bikonvexen oder bikonkaven Linse geringer Dicke fallen Hauptpunkte und Knotenpunkte im Innern des Glases nahe in einen Punkt zusammen, den optischen Mittelpunkt der Linse. Jeder durch den optischen Mittelpunkt der Linse gehende Strahl hat beim Eintritt und Austritt gleiche Richtung; für die Linse bekommt daher die Gleichung 1. die Form $a+a'=q$, wenn man mit a, a' und q die reziproken Werte von a, a' und f bezeichnet, und verbindet sich mit der zweiten

2. $\gamma = y':y = a':a$,

wobei γ das lineare Größenverhältnis zweier in den konjugierten Abständen a und a' von der Linse befindlichen konjugierten Gebilde bezeichnet. Für die Brennweite f der Linse ist der Brechungsindex n des Glases und sind die Krümmungsradien r und r' der begrenzenden Kugelflächen maßgebend. Man erhält, falls die Radien konvexer Flächen positiv, diejenigen konkaver negativ gezählt werden, die in allen elementaren Lehrbüchern der Physik abgeleitete Gleichung: $q = (n-1)(\varrho + \varrho')$, wobei ϱ und ϱ' die reziproken Werte von r und r' bezeichnen, genauer nach [7]: $q = (n-1)(\varrho + \varrho') - (n-1)^2 \varrho \varrho' d : n$

3. unter Berücksichtigung der Linsendicke d . Die Größe $q=1:f$ heißt auch die Stärke der Linse. Bei allen Konkavlinen wird f negativ, d. h. der Brennpunkt, nach welchem achsenparallele Strahlen nach dem Durchgang konvergieren, liegt auf der Seite des Objektraums, die gebrochenen Strahlen divergieren von dem virtuellen Bildpunkt des unendlich fernen Punktes aus, für die Konvexlinen ist f positiv.

Bei gegebenem reellen Objekt können a und a' nur positiv sein; die Gleichung 1. liefert daher für Konkavlinen nur negative Werte von a' und a' , und zwar ihrem absoluten Werte nach sind $a' > a$ daher $a' < a$; die Bildvergrößerung γ wird nach Gleichung 2. < 1 und negativ, d. h. die Konkavlinen liefern nur virtuelle verkleinerte aufrechte Bilder reeller Objekte zwischen den Abständen $a'=0$ und $a'=-f$.

Für die Konvexlinen sind sechs verschiedene Fälle zu unterscheiden:

1. $a = \infty$ gibt $a' = f$, $\gamma = \infty$ klein. Da die astronomischen Objekte eine im Vergleich mit terrestrischen Objekten ∞ große Ausdehnung haben, so bleibt die Bildgröße durch die Gleichung 2. unbestimmt, sie ergibt sich mit Hilfe der ungebrochen durch den optischen Mittelpunkt gehenden Strahlen als perspektivisches Gegenbild des Objekts entworfen auf die Brennebene. Zum Beispiel das Sonnenbildchen am Brennpunkt hat den Radius $f \tan 16'$, weil der Radius der Sonnenscheibe unter dem Winkel von $16'$ erscheint.
2. $a > 2f$ gibt $a' < 2f$, aber $> f$ und $\gamma < 1$. Das Objektiv einer Camera obscura, auf einen mehr als $2f$ entfernten Gegenstand gerichtet, entwirft von demselben ein umgekehrtes reelles Bild auf die zwischen den Abständen f und $2f$ befindliche Wand.
3. $a = 2f$ gibt $a' = 2f$ und $\gamma = 1$. In den sogenannten terrestrischen Fernrohren hat die Umkehrungslinse den Zweck, von dem reellen, durchs Objektiv entworfenen umgekehrten Bild im Abstände $4f$ von diesem ein gleichgroßes aufrechtes Bild zu entwerfen.
4. $a < 2f$ aber $> f$ gibt $a' > 2f$ und $\gamma > 1$. Das ist die Wirkung der Objektivlinse eines zusammengesetzten Mikroskops sowie des Sonnenmikroskops und der Zauberpaterne.
5. $a = f$ gibt $a' = \infty$ und $\gamma = \infty$, Wirkung der Scheinwerfer und Leuchttrümlinlen.

6. $a < f$ gibt a' negativ und absolut $> a$, $\gamma > 1$, die Lupe führt die Strahlen so zum Auge, als ob dieselben von einem in Sehweite befindlichen großen Bilde herkämen.

Diese Zahl der Fälle der Wirkung der Konkav- und Konvexlinsen erweitern sich bei der Wirkung in den Linsensystemen, insofern hier auch negative Werte von a auftreten, so oft eine Linse in den Gang von Strahlen eingefaltet wird, die sich noch nicht zu reellen Bildern vereinigt haben. Das Okular des galileischen Fernrohrs liefert hierfür ein Beispiel (s. Fernrohr).

Ueber Herstellung der Linsen s. Glas, Bd. 4, S. 546, und Schleifen (Abschnitt Glas).

Zylinderlinsen sind ganz oder teilweise durch Zylinderflächen begrenzte optische Linsen. Ist eine Linse durch zwei konvexe Zylinderflächen mit parallelen Mantellinien begrenzt, so werden parallel auf sie auffallende Strahlen nach einer Brennlinie gebrochen. Man bedient sich solcher Linsen bei den Spektralapparaten (s. Spektralanalyse), teils um die Brennlinien auf dem Spalt des Spektralapparats zu entwerfen und denselben dadurch sehr intensiv zu beleuchten, teils um die punktförmigen Bilder der Fixsterne, denen ein Spektrum von verschwindender Breite entspricht, in linsenförmige Bilder zu verzerren und dadurch Spektralbänder der Fixsterne zu erzeugen. Wird nur letzterer Zweck verfolgt, so dient die Zylinderlinse als Okularlinse des Spektralapparats. Eine zweite Verwendung finden zylindrisch geschliffene Linsen als Brillengläser für astigmatische Augen (s. Astigmatismus); hierbei kann die eine Fläche der Linse eben oder sphärisch, die andre zylindrisch geschliffen sein. Ueber die geometrisch-optischen Gesetze des Strahlenganges vgl. Reusch, Theorie der Zylinderlinsen, Leipzig 1868.

Literatur: [1] Landolt u. Börnstein, Physik. Tabellen, 3. Aufl., Berlin 1905, S. 623 u. 624. — [2] Gauß, Dioptrische Untersuchungen, Göttingen 1841, Abh. der Göttinger Gesellschaft der Wissensch. 1838—1843. — [3] Neumann, C., Die Haupt- und Brennpunkte des Linsensystems, Leipzig 1866. — [4] Reusch, Konstruktionen zur Lehre von den Haupt- und Brennpunkten eines Linsensystems, Leipzig 1870. — [5] Zech, P., Elementare Behandlung von Linsensystemen, mathem.-naturwissensch. Mitteilungen von Böcklen, Tübingen 1884, Bd. 2, S. 9—28. — [6] Heath, R. S., A treatise on geometrical optics, Cambridge 1887, deutsch von Kanthack, Berlin 1893. — [7] Czapski, Theorie der optischen Instrumente nach Abbe, Breslau 1893 (auch im Bd. 2, 1. von Winkelmanns Handbuch der Physik), S. 23, 25 u. 43, mit zahlreichen Literaturnachweisen, 2. Aufl., Leipzig 1904, S. 79 ff. Aug. Schmidt.

Linse, äquivalente, die in analytischer Beziehung einer Kombination mehrerer zentrierter Linsen gleichwertige Linse. Die äquivalente Brennweite der äquivalenten Linse läßt sich durch die Abstände und Brennweiten der einzelnen Linsen ausdrücken. So ist z. B. für zwei Linsen mit den Brennweiten f_1 und f_2 und dem Abstand a die äquivalente Brennweite $F = f_1 f_2 : (f_1 + f_2 - a)$. Der Begriff der äquivalenten Linse wird benutzt, die Wirkungsweise zusammengefügter optischer Systeme in bequemer Weise auszudrücken. († *Reinhertz*) *Hillmer*.

Linfenerz, Lirokonit, Mineral, wasserhaltiges Tonerde-Kupferoxyd-Arseniat, $Al_2Cu_4As_2O_{12} + 12H_2O$ (23% As_2O_5 , 37—39% CuO , 9—11% Al_2O_3 , 25—20% H_2O), meist phosphorsäurehaltig. Kristallisiert monoklin; außerdem derb. Hellblau bis grün; glas- bis fettglänzend, Härte 2—2½. Spez. Gew. 2,85. Schmilzt unter bläulichgrüner Flammenfärbung und Entweichen von Arsen. Löslich in Säuren und Ammoniak. Nicht sehr verbreitet, daher technisch unwichtig. *Leppia*.

Linsenträger, auch Fischträger, eine bei einfachen Balkenträgern angewendete Trägerform, bei der beide Gurtungen gekrümmt oder bei Fachwerkträgern polygonal, und zwar gewöhnlich zu einer horizontalen Achse symmetrisch angeordnet sind, so daß in der Trägermitte die größte Höhe vorhanden ist und sich die Gurtungen über den Auflagern vereinigen.

Eine besondere Art des Linsenträgers ist der Paulische Träger (s. d.), bei dem die Gurten so geformt sind, daß sie unter der Maximalbelastung durchaus gleiche Spannung erhalten. Die Gurtform der Paulischen Träger ist von der Parabel etwas, aber nur wenig verschieden. Die Linsenträger haben den Vorteil, daß die neutrale Achse gerade ist und durch die Auflagerpunkte geht, so daß infolge Belastung keine Verschiebungen der Auflager eintreten. Das bedeutendste Beispiel einer Brücke mit Linsenträgern nach System Pauli ist die Mainzer Rheinbrücke. — S. a. Paulische Träger. Melan.

Linfey-Woolfey, ein aus England stammender Stoff zu Damenunterröcken; leinwandartig und sehr dicht gewebt aus baumwollener Kette und streichwollenem Schuß, nicht gewalkt und also auch nicht geraucht, aber ganz glatt geflochten, daher ohne Spur von Decke oder haarigem Ansehen (s. Weberei). *E. Müller*.

Linfodine, ein Firnisersatz (s. d.).

Liparit, Rhyolit oder Quarztrachyt, meist hellgefärbte, graue bis gelbe Gesteine von hohem Kieselsäuregehalt und zumeist aus Quarz und Sanidin bestehend, also den Quarzporphyren ähnlich. Ihr Alter fällt in die jüngsten Formationen vom Tertiär bis zur Jetztzeit.

Die Gesteine sind entweder dicht, glasartig oder porphyrisch, letzteres dann, wenn in der aus Sanidin und Quarz bestehenden Grundmasse größere Körner oder Kristalle von den

felben Mineralien sich einpreglingsartig herausheben. Andre nicht wesentliche, aber häufige Gemengteile sind Magnesiaglimmer, Plagioklas, Hornblende, stets aber etwas Magnetit, Apatit. Häufig prägt sich in einer parallelen Anordnung der Hauptgemengteile eine Flußrichtung des Magmas aus (Rhyolith); auch zellige und poröse Arten sowie solche mit kleinen, runden, andersgefärbten radialfaserigen Kügelchen (Sphärolithen) treten auf. Glasartige und feinporöse oder schaumige Arten bezeichnet man als Liparitbimsstein. Der chemischen Zusammenfassung nach enthalten sie 70—80% SiO_2 , 9—15% Al_2O_3 , 1—4% $Fe_2O_3 + FeO$, 0,5—2% CaO , 0,5% MgO , 3—6% Na_2O , 2—5% K_2O . Das spez. Gew. ist sehr niedrig, etwa 2,4—2,6. Die äußere Erscheinungsform ist meist diejenige von Lavaströmen und Decken, aber auch von Gängen. Bei ihrer Zerlegung bilden sie reine Tone oder Kaoline, nebenbei aber noch Opal, Kieselglanz u. s. w. Die Gesteine sind im allgemeinen sehr wetterfest. Ungarn, die griechischen und liparischen Inseln des Mittelmeeres, Türkei u. s. w. führen Liparite und mit ihnen vergesellschaftet glasartige Ausbildungen derselben, Obsidian und Bimsstein, die beide viel Verwendung finden. Als Hochbaumaterial für rauhes Mauerwerk, seltener im behauenen Zustand, werden ungarische Liparite verwendet (Hlinik bei Schemnitz).

Lippenpfeife — im Gegensatz zu der Zungenpfeife, bei welcher die Schwingungen einer elastischen Platte die Pfeife zum Mitschwingen erregen — heißt eine Pfeife, bei welcher sich der hineingeblasene Luftstrom an einer scharfen Kante, der Lippe, bricht und zerteilt unter Erzeugung zunächst verworrener Schwingungen der Luft, die sich schnell dem Ton der Pfeife anpassen (f. Schall).

Leppla.

Aug. Schmidt.

Lippklampe, Beschlagteil eines Schiffes aus Gußeisen, Stahlguß oder Bronze, mit abgerundeter Oeffnung und Lippen an beiden Seiten, über welche Taue beim Verholen und Festmachen des Schiffes schlieren.

T. Schwarz.

Lira, Bezeichnung des Frank in Griechenland.

Lirokonit, f. v. w. Linfenerz (f. d.).

Lifene (Lefene, Lafchene), ein glatter, wenig vortretender Wandstreifen an Gebäuden, der den Bau der Höhe nach gliedert.

Liffajousche Lichtfiguren. Zwei Stimmgabeln (Liffajousche Stimmgabeln) tragen kleine Spiegelchen und werden so aufgestellt, daß das doppelt reflektierte Bild eines Lichtpunktes durch die Schwingungen der einen Gabel eine Auf- und Abbewegung, durch die der andern eine Hin- und Herbewegung erhält. Je nach dem Intervall der beiden Töne und je nach dem Zusammentreffen der beiderlei Schwingungsphasen sieht dann das Auge infolge des Andauerns des Lichteindrucks das Bild verschlungener Lichtkurven, z. B. bei Tongleichheit Ellipsen bzw. Kreise oder gerade Linien, bei der Oktave achterförmige Kurven von symmetrischer oder unsymmetrischer Gestalt, die durch ihre Gestaltsänderung die kleinste Abweichung vom reinen Intervall verraten.

Die allgemeine Gleichung der Liffajouschen Kurven ist, wenn man mit m und n die Schwingungszahlen beider Stimmgabeln, mit ϑ die der anfänglichen Phasendifferenz entsprechende Zeit und mit a und b die halben Schwingungsamplituden bezeichnet, gegeben durch die Simultangleichungen: $x = a \sin 2m\pi(t + \vartheta)$ und $y = b \sin 2n\pi t$, welche nur für den Fall eine in sich zurücklaufende Kurve ergeben, wenn m und n in rationalem Verhältnis stehen. Eine auf einem Glaszylinder in sich zurücklaufende schwarze Wellenlinie projiziert sich dem Auge als Liffajousche Kurve. Die Drehung des Zylinders ergibt die der Phasenunterschiedsänderung entsprechende Gestaltsänderung. Näheres und reichliche Literaturnachweise f. [1]. Vgl. a. Kaleidofkop.

Literatur: [1] Melde, F., Vibroskopie und Vibrographie, in Winkelmann, Handbuch der Physik, I, Breslau 1891, S. 823 ff.

Aug. Schmidt.

Liffeufe, der in der Kammgarnspinnerei vielfach gebrauchte französische Ausdruck für die Wasch- und Plättmaschine des Kammzugs.

E. Müller.

Liter, Einheit der Flüssigkeitsmaße und Hohlmaße im metrischen System. Es wird dargestellt durch den Raum, den ein Kilogramm reinen Wassers bei seiner größten Dichte unter dem Drucke einer Atmosphäre einnimmt. Das Liter wird also vom Kilogramm abgeleitet und ist nicht gleichbedeutend mit dem Raummaße Kubikdezimeter. Da es sich nach den Untersuchungen des Internationalen Maß- und Gewichtsvereins von diesem aber nur um weniger als $\frac{1}{300000}$ seines Wertes unterscheidet, so kann es ihm im Verkehre gleichgeachtet werden. Nach der deutschen Maß- und Gewichtsordnung ist ein Liter (l) = 1000 Milliliter (ml), 100 Liter = 1 Hektoliter (hl).

Plato.

Literatmosphäre, die Arbeit, welche beim Zurückdrängen des Druckes von 1 Atmosphäre über das Volum von 1 l hin geleistet wird, also von 103,3 kg über 1 dm, d. h. 10,33 Kilogramm = 24,17 Grammkalorien.

Abegg.

Lithionit, f. Glimmer.

Lithionmaragd, f. v. w. Spodumen; f. Augit.

Lithium Li, Alkalimetall, Atomgew. 7,03, spez. Gew. 0,59, Schmelzpunkt 186°; kommt in der Natur in wenigen Mineralien (Petalit, Triphen oder Spo-

dumen, Lepidolith u. a.) und spurenweise in Mineralwässern, im Meerwasser und in Pflanzenaschen (Tabak) vor.

Das durch Elektrolyse von Chlorlithium gewonnene weiche silberweiße Metall läuft an der Luft gelblich an, entzündet sich bei 180° und verbrennt mit intensiv weißem Lichte. Wasser zerlegt es, ohne zu schmelzen und ohne sich zu entzünden. Seine Verbindungen färben die Bunsenflamme tiefrot. Da Lithium mit Harnsäure ein lösliches Salz bildet, dienen lithiumhaltige Mineralwässer als Mittel gegen Gicht, Nieren- und Blafensteine. Lithiumsalze finden in der Feuerwerkerei und in der Photographie Verwendung.

Rathgen.

Lithochromie, f. Lithographie.

Lithofrakteur, ein Gemenge von Nitroglycerin, Kohle, Holzmehl, Kieselgur mit oder ohne Zusatz von Baryumnitrat und Natriumbikarbonat. Bietet dem gewöhnlichen Dynamit gegenüber keine Vorteile.

Lithographie (Steindruck, chemische Druckart, Reaktionsdruck), graphisches Reproduktionsverfahren, bei welchem Druckformen aus einer besonderen Gesteinsart verwendet werden. Die Lithographie zeichnet sich durch einen außerordentlichen Reichtum an verschiedenartigen Techniken der Formgewinnung aus. Und zwar lassen sich mit ihrer Hilfe sowohl Hoch- wie Tief- und Flachdruckformen (vgl. Graphische Künste) gewinnen. Jedoch besitzen die letztgenannten die größte Wichtigkeit.

In allen Fällen macht man sich bei der Lithographie die Erscheinung zunutze, daß Fett und Wasser sich gegenseitig heftig abstoßen. Es handelt sich deshalb in der Hauptfache zunächst darum, den Lithographiestein (ein zartkörniger, feinporöser, zu etwa 98% aus kohlenstoffreichem Kalk bestehender Schiefer, der in geeigneten Platten namentlich in Solnhofen in Bayern gebrochen wird; die rohgeglätteten Steine werden mit Flußsand und Bimsstein durch Handarbeit oder maschinell geschliffen, eventuell nachher mit Glasand wieder rau gemacht, gekörnt; in diesem Zustande nimmt der Stein ebenso Fett wie Wasser willig an) an den Stellen des Druckbildes nur für die fette Druckfarbe, dagegen die übrigen Partien der Steinoberfläche für Wasser dauernd empfänglich zu gestalten. Dies geschieht z. B. dadurch, daß man einerseits fette, seifenhaltige Substanzen (diese werden in Kreide-, Tusch- und Tintenform aus Fetten, Harzen, Seife und, behufs Dunkelfärbung, Ruß erzeugt; Kreide nach Engelmann: 32 Teile gelbes Wachs, 24 Teile Marfeiller Seife, 4 Teile Hammeltalg, 1 Teil Salpetersäure in 7 Teilen Wasser, 7 Teile Kienruß; Tusch nach Lemerrier: 20 Teile Wachs, 15 Teile Hammeltalg, 65 Teile Marfeiller Seife, 30 Teile Schellack, 15 Teile Kienruß; Tinte f. Autographie) aufbringt und andererseits sodann die gesamte Steinoberfläche mit einer in geringer Menge Salpetersäure enthaltenden Gummiarabikumlösung behandelt. Diesen letzteren Vorgang nennt man das Aetzen des Steines. Wird ein solcher Stein dann abwechselnd mit Wasser geseuchtet und mit einer fette Druckfarbe führenden Walze übergangen, so nehmen nur die mit den fettigen Körpern imprägnierten Formstellen die fette Druckfarbe an, die andern stoßen sie ab. Dieser Prozeß wird verschiedentlich erklärt. Eine noch immer sehr verbreitete Annahme geht dahin, daß er von rein physikalischer Natur sei, nämlich, daß der Lithographiestein das Fett der zum Aufbringen des Bildes benutzten Substanzen einfach einsauge und energisch festhalte und daß ebenso die schleimige, fettabstoßende Gummilösung sich nur in den durch die Salpetersäure (infolge der Bildung von salpetersäurem Kalk) besser aufgeschlossenen Poren der übrigen Steinoberfläche dauernd festsetze. Andre meinen, daß sich ein chemischer Prozeß abspiele. Die Salpetersäure der Gummizätze bewirke an den mit den fettigen Substanzen behandelten Partien aus der Seife und dem Kalke die Bildung einer fettigen, nicht netzbaren Kalkseife, während an den bildfreien Stellen die Salpetersäure, das Gummi und der Kalk (vielleicht unter Bildung eines unlöslichen basischen Gummikalksalzes, von Hübl) eine nicht wegwaschbare, Wasser aber willig annehmende und Fett energisch abstoßende Verbindung eingehe. Daraus erkläre sich die Tatsache, daß ein z. B. mit fette Farbe bezeichneter und hierauf geätzter Stein mit Wasser und Terpentinöl so gründlich abgewaschen werden kann, daß das Bild scheinbar ganz verschwindet, aber sofort wieder vollkommen sichtbar wird, wenn man den Stein mit Druckfarbe einwalzt. Die Wirkung des „Aetzens“ kann durch das sogenante Entfäuen wieder aufgehoben werden, was bei der Vornahme von Korrekturen und in andern Fällen notwendig ist. Hierbei behandelt man den geätzten Stein mit organischen Säuren (z. B. Essigsäure; es entsteht eine bleibend saure Reaktion), wodurch die Gummiverbindung gelöst und der Stein wieder fettempfänglich wird. Man unterscheidet direkte und indirekte lithographische Manieren. Die direkten Verfahren sind: 1. die Federlithographie. Bei dieser zeichnet man das vorher durch Bleistift oder Paufe skizzierte Bild mit Feder und lithographischer Tusch auf einen weicheren (gelblichen) Stein. Größere Flächen überlegt man mit dem Pinsel. Kornartige Töne können mit Spritzgitter und Bürste, mit dem Luftpinsel (f. d.) und (desgleichen gemusterte) durch Tangieren (f. Carreaugraphie) erzeugt werden. Einige Zeit nach dem Eintrocknen der Tusch wird geätzt. Soll die Zeichnung weiß auf schwarzem Grunde erscheinen, wird umgekehrt mit einer (z. B. durch Phosphorsäure) angeäuerten, gefärbten Gummilösung (Decktusch, Refervagetusch) gezeichnet, wodurch an den Bildstellen der Stein geätzt wird (Negativzeichnung), während man die gesamte übrige Steinoberfläche durch Uebergießen mit fette Tusch für die Druckfarbe empfänglich macht. Die Federlithographie wird hier und da zu Originallithographien, zumeist aber zu Plakaten und größeren Akzidenzen benutzt. 2. Die Kreidelithographie. Sie besteht darin, daß auf einem gekörnten Stein mit lithographischer Kreide gezeichnet und dann geätzt wird. Je nachdem man die Kreide stärker oder schwächer auf den

Stein drückt, bedecken sich die Erhöhungen (das Steinkorn) vollkommener oder weniger, schließlich nur auf den Spitzen mit fetter Farbe. Zarte Töne erzeugt man durch Wischen mit zerkleinerter Kreide (Wischmanier). Völlig gedeckte Flächen erhält man durch Auftragen von Tusche mit dem Pinsel. Sehr häufig werden die Kreide- und Federmanier auf gekörntem Stein vereinigt angewendet. Für Kreidezeichnungen eignet sich ein harter (grauer) Stein beffer als ein weicher. Die Kreidelithographie ist das für bildliche Darstellungen am meisten beliebte Verfahren. 3. Die Asphalt-Schablithographie. Bei dieser künstlerisch sehr wertvollen Technik überzieht man einen gekörnten Stein mit einer dünnen Asphaltfichte, welche fette Druckfarbe sehr gerne annimmt. Nun wird das Bild so erzeugt, daß mit einem messerartig geschliffenen Instrument oder mit einem mit rautenförmiger Schneidfläche versehenen Schaber die Asphaltfichte und das Korn um so mehr weggeschabt werden, je heller die betreffende Partie der Zeichnung auf dem Abdrucke fein soll. An diesen Stellen wirkt die hierauf auf den Stein gebrachte Gummizette ein. Die Methode heißt auch Negativradierung. In analoger Weise werden Korntöne mittels der Sandstrahlfeder gewonnen, wobei ein durch komprimierte Luft ausgetriebener Sandstrahl den Aetzgrund durchschlägt. Die perforierten Stellen werden durch die Aetze für Fett unempfindlich. 4. Die Steingravüre. Für diese benutzt man einen polierten, d. h. einen geschliffenen, sehr harten (dunkelgrauen), durch Behandeln mit Kleefalz (Oxalsäure) auf der ganzen Oberfläche für Fett unempfindlich gemachten Stein, welcher zunächst einen schwarz- oder braunefarbenen Gummigrund erhält, worauf man die Zeichnung aufpaßt und sodann mit Graviernadeln vertieft eingraviert. Dadurch entfernt man die oberste, fettabstoßende Steinficht. Die vertieften Zeichnungsstellen werden nun mit Oel und fetter Farbe imprägniert. Die Steingravüre findet hauptsächlich bei Kleinarbeiten, Schriftlithographie, Landkarten (s. Kartendruck) u. s. w. Anwendung. 5. Die Steinradierung. Auch hier gelangt ein polierter Stein zur Benutzung. Jedoch wird das Bild nicht durch Schneidwerkzeuge mechanisch vertieft, sondern aus einer dünnen säurefesten Schicht (Aetzgrund) radiert und dann durch kräftige Säuren eingätzt, der Stein nämlich an den vom Aetzgrund entblößten Stellen bis in geringe Tiefe aufgelöst. Hierauf werden die Vertiefungen mit Oel und fetter Farbe imprägniert. Durch etappenweises Aetzen (Stufenätzen), wobei die Aetzung wiederholt unterbrochen, einzelne Bildteile mit Asphalt abgedeckt und die übrigen (z. B. durch Essigsäure) weiter vertieft werden, kann man die Kontraste zwischen zarten und kräftigen Druckelementen wesentlich steigern. Die Steinradierung gestattet eine bedeutend freiere Durchführung als die Steingravüre und kann daher auch zu bildlichen Darstellungen benutzt werden. Vorzügliche Dienste leistet sie bei der Erzeugung von komplizierten ornamentalen Mustern, Untergründen für Wertpapiere, Liniendessins, Rasterplatten u. s. w. In diesen Fällen erfolgt das Radieren zumeist mittels Pantographen (s. d.), Guillochier- und Reliefmaschinen (s. Guillochieren). Die Steingravüre und die Steinradierung ergeben Tiefdruckformen, welche beim Drucke umständliche Prozeduren (vgl. Kupferstecherkunst) erfordern. Deshalb verwendet man zum Auflagendrucke von den Originaltiefen durch Übertragung hergestellte Flachdruckformen. — Die indirekten lithographischen Methoden bestehen darin, daß das Druckbild zuerst nicht auf dem Steine, sondern auf einer andern Unterlage erzeugt und dann erst auf den Lithographiestein übertragen wird. Man zeichnet z. B. mit fetter Tusche oder Kreide auf entsprechend präparierte, mit wasserlöslichen Deckfichten (zur Verhinderung des Einfinkens des fetten Farbstoffs) versehenen Papierforten (bei Federmanier auf glattem, bei Kreidemanier auf verschieden rauhem, gekörntem oder gerastertem gaufrierten Papier) und überträgt durch Anpressen des vorher schwach gefeuchteten Blattes das Bild auf den Stein. Der Umdruck wird nach Entfernung des durch Wasser geweichten Blattes und Gummieren des Steines feltener gleich geätzt, zumeist erst durch Anreiben mittels eines Gemenges von fetter Farbe und Gummilösung oder der Asphalttinktur (Lithophin, bestehend aus Asphalt, Terpentinöl, Lavendelöl, Wachs und Talg) verstärkt (es lagert sich hierbei fettige Substanz nur am umgedruckten Bilde an) und nun erst der Stein geätzt. Die autographischen Manieren (vgl. a. Autographie) besitzen den Vorzug großer Bequemlichkeit und gestatten leichte Durchführung von Korrekturen und müheloser Herstellung seitens des Künstlers. Man benutzt sie zu Illustrationen, Plakaten und weniger heikligen Akzidenzen aller Art. Eine sehr große Wichtigkeit besitzt der lithographische Umdruck auch noch in andern Fällen. Vom Originalsteine werden z. B. eine Anzahl Abdrücke auf Umdruckpapier gemacht, durch Aufstechen mit einer Nadel auf dem Format- oder Aufstichbogen in richtige Stellung zueinander gebracht und sodann auf einem entsprechend großen Steine umgedruckt, wodurch in einem Arbeitsvorgange mehrere Exemplare zu erhalten sind (Multiplikationsumdruck). Von einem großen definierten Fond, einem ornamentalen Rahmen u. dergl. graviert man das Muster oder das Eck nur einmal und setzt aus vielen Abdrücken hievon den Fond oder Rahmen zusammen und druckt um (Kombinationsumdruck). Ein Bild, ein Eck u. s. w. in die Spiegelkehre zu bringen gelingt, indem man zuerst einen Abdruck auf Papier und von diesem auf Stein umdruckt (Konterumdruck). Ferner können von Letternsatz und andern nicht-lithographischen Druckformen durch Umdruck lithographische gewonnen werden (s. z. B. Kartendruck und Musiknotendruck). Die Verwendung des Umdrucks zur Herstellung negativer Formen s. Negativdruck, die zur direkten Vervielfältigung vorhandener Drucke s. Anastatische Druckverfahren. Endlich können Vergrößerungen, Verkleinerungen und Verzerrungen (Umwandlung eines Hochbildes in ein Querbild und umgekehrt, natürlich nur bei Schrift und ornamentalen Sujets, nicht aber bei figuralen zulässig) durch Umdruck mit Hilfe des Reduktionsapparates (auch Gummipantograph genannt) vorgenommen werden. Auf eine in einem Rahmen gespannte, mit Gelatine-Zinkweiß grundierte Kautschukhaut wird vom Originalstein ein Abdruck gemacht. Durch gleichmäßiges oder eventuell nur nach einer Richtung erfolgendes Ausdehnen oder, wenn dies vor dem Abdrucken geschah, durch Zusammengehenlassen der Haut im

Apparate ergeben sich die gewünschten Veränderungen, worauf umgedruckt, vergrößert und geätzt wird. Von den photolithographischen Methoden wird am häufigsten die auf der Verwendung des Gelatineumdruckpapiers beruhende benutzt, und zwar bei der Reproduktion linearer Vorlagen (vgl. Strichbild im Art. Klischee). Ein mit einer Gelatineschicht versehenes Papier aus gutem, zähem, sich nicht deformierendem Rohstoffe wird in einer Lösung von Kaliumbichromat senfibilisiert, auf einer Glastafel aufgequettet und im Dunkeln trocken gelassen. Das sodann eine hochglänzende, völlig glatte Oberfläche zeigende Papier wird unter dem (in der Regel mittels des nassen Kollodiumverfahrens hergestellten) Negativ mit Hilfe eines Photometers (zur Kontrolle) belichtet, hierauf die ganze Schicht durch Überrollen mit einer fetten Druckfarbe führenden Samtwalze eingefschwärzt und das Blatt in kaltes Wasser gelegt. In diesem quellen die unbelichtet gebliebenen Fondstellen, von welchen die Druckfarbe beim nunmehr abermals stattfindenden Überrollen mit der Samtwalze entfernt werden, so daß das umdruckfähige, von dem gegerbten belichteten Leim energisch festgehaltene Bild rein und scharf dasteht (Fettkopie, Gelatinefettdruck). In sehr heikligen Fällen, z. B. bei der Benutzung englischer Autotypienegative (f. Autotypie), dann auch, wenn Dimensionsveränderungen unbedingt vermieden werden müssen u. f. w., kopiert man direkt auf den mit lichtempfindlichen Substanzen versehenen Stein. Man überschichtet diesen auf einem Drehapparat mit Asphalt oder Chromatgemischen; nach erfolgter Belichtung ist an den betroffenen Bildstellen der Asphalt in milden Terpentinölen, die Chromatgemische sind in Wasser unlöslich geworden, nehmen aber fette Druckfarbe begierig an. Im Fond werden durch die Entwicklung die Schichten entfernt, und es kann geätzt werden. Für billige Strichreproduktionen (von Werkzeichnungen, Plänen u. dergl.) existieren übrigens Verfahren (z. B. Fotodruck, Gifaldruck), bei welchen die Herstellung eines Negativs entfällt, nämlich unmittelbar das Original selbst kopiert wird. Zur Erzeugung falscher Halbtonbilder dienen mehrere Verfahren (f. Asphaltphotographie, Orthotypie, Photochromie). Die Ausführung einer lithographischen Akzidenz in mehreren Farben erfolgt in der Regel derart, daß vom Originalsteine Abdrücke auf Umdruckpapier gemacht, die in den verschiedenen Farben zu druckenden Partien (soweit dies möglich ist) herausgeschnitten und auf separate Steine umgedruckt werden; Kleinigkeiten schabt man auf den Paßformen dann weg. Selten wird das Schaben allein angewendet. Unter Chromolithographie (Lithochromie) versteht man aber zumeist nur die Erzeugung farbiger Bilder auf lithographischem Wege. Handelt es sich nur um die Kolorierung von Feder- oder Kreidezeichnungen, die selbst in einer dominierenden Farbe gedruckt werden, so macht man vom Originalsteine Klatsche auf Steine (f. Abklatschdrucke) und erzeugt die Tonflächen mit Feder, Pinsel und Tusch, Kreide u. f. w. (f. oben). Bei in den Farben selbst abzuschattierenden chromolithographischen Reproduktionen muß eine Hauptplatte (Konturfestein) nur zu dem Zwecke geschaffen werden, eine Grundlage für die Herstellung der Farbenteilbilder (nach einer in den Offizinen ausgearbeiteten Normalgröße 8—14, nach einer für einzelne Gemälde gefertigten Originalgröße mitunter noch mehr) zu liefern. Zumeist wird eine Gelatinefolie auf das Original gelegt, in welcher die Umrisse der erkennbaren verschiedengefärbten Bildteile mit einer Nadel eingeritzt und die Vertiefungen sodann mit fetter Druckfarbe ausgefüllt werden, worauf man umdruckt und ätzt. Vom Konturfestein werden nun Klatsche auf Steine in entsprechender Anzahl oder auf autographischem Kreidezeichenpapier (f. oben) gemacht, er selbst dagegen nicht zum Druck der Reproduktion benutzt. Verkleinerungen des Konturbildes nimmt man photolithographisch oder mittels des schon erwähnten Gummipantographen vor. Für die Herstellung der Farbenteilbilder dienen alle beschriebenen lithographischen Manieren. Die Federpunktiermanier besteht in einem schematischen Aneinanderreihen größerer und kleinerer Punkte. Ferner gebraucht man den Umdruck von durch Radierung erhaltenen Mutterraffersteinen und gezeichneten Mutterpunktsteinen. Die Photolithographie macht man sich in vielfacher Weise zunutze, z. B. durch autotypische Übertragungen (vgl. Autotypie, Dreifarbendruck, Gigantographie), ferner den Lichtdruck (f. d.) für die Hauptplatte und Klatsche und die Heliogravüre (f. d.), beide auch beim Kombinationsdruck (f. d.) u. f. w. Durch Einprägung einer geätzten Reliefplatte (Imitationsplatte) ahmt man das Relief pastos gemalter Oelgemälde und die Leinwandstruktur nach. Spezialzweige der Chromolithographie sind: die Gemäldereproduktion (Oelfarben- und Aquarellfarbendruck), der Plakatdruck, die Metachromotypie oder Decalcomanie (f. Abziehbilder), der Blechdruck (f. d.) in Farben (Metallochromie), der Kartendruck (f. d.), die Erzeugung von Spielkarten, Fensterbildern (f. Diaphanien und Hyalochromien), Bilderbüchern, Gratulationskarten u. f. w. Alle lithographischen Steine müssen nach dem Ätzen und eventuellen Ausputzen zuerst angedruckt (wiederholt eingewalzt, gefeuchtet, abgezogen, unter Umständen durch Reiben, durch Behandeln mit Bilfenkrautöl u. dergl. gekräftigt, retuschiert, nachgeätzt, ausgewaschen u. f. w.) werden, bevor sie gute Abdrücke ergeben. Von großem Einflusse sind Temperatur des Raumes und Steines, die Luftfeuchtigkeit u. f. w. In vielen Fällen müssen die Steine für den Auflagendruck hochgeätzt werden. Hierbei muß man das Druckbild durch Auftauben und Anschmelzen von pulverisiertem Kollodium schützen (mittels des Brennätzverfahrens unter Anwendung von Hitze oder des Kalterschmelzverfahrens, bei welchem Aetherdämpfe benutzt werden). Das Andrucken der Steine, die Herstellung der Umdrucke und Klatsche und der Druck kleinerer Auflagen (bei heikligen Formen namentlich) wird in der Steindruckhandpresse, aller übrige Auflagendruck in der lithographischen Schnellpresse (f. Steindruckmaschinen) vorgenommen.

Literatur: Senefelder, K., Vollständiges Lehrbuch der Lithographie, München, 1. Aufl. 1818, 2. Aufl. 1827, gekürzt 2. Aufl., Regensburg 1834; Engelmann, G., Das Gesamtgebiet der Lithographie, 3. Aufl., Leipzig 1844; Rauh, Joh., Der praktische Steindruck, Wien 1863; Weißhaupt, H., Das Gesamtgebiet des Steindruckes, 6. Aufl., Weimar 1895; Fritz, G., Handbuch der Lithographie, Halle a. S. 1900; Heffe, Friedr., Die Chromolithographie, 2. Aufl., Halle a. S. 1906;

Fritz, G., Die Photolithographie, Halle a. S. 1904; Albert, A., Lichtdruck und Photolithographie, Leipzig 1906; Haynié, J., Der lithographische Umdruck, Klimagesch., Graph. Bibliothek, Frankfurt a. M. 1900; Unger, A. W., Die Herstellung von Büchern u. f. w., Halle a. S. 1906; Valette, A., Manuel pratique du lithographe, Paris 1891; Munier, Am., Traité de lithographie, Reims 1898; Richmond, W. D., Grammar of lithography, 6. Aufl., London 1886 (deutsch: Grammatik der Lithographie, Leipzig 1880); Seymour, Alf., Practical lithography, London 1903; Doyen, Cam., Trattato di litografia, Turin 1877. A. W. Unger.

Lithographiefarben, für den Steindruck bestimmte fertige Farben, konfittenter als Buchdruckfarben, je nach den speziellen Zwecken, welchen sie dienen, als Feder-, Gravier-, Steindruck-, Kreide-, Ueberdruck-, Umdruckfarbe bezeichnet.

Lithographiefirnisse, sehr zähe Firnisse, aus reinem Leinöl dick eingekocht, zum Vermischen schwarzer und bunter Druckfarben und zum Anreiben trockener Farben für den Steindruck dienend. Andés.

Lithographierstein, f. Lithographie, Solnhofer Schichten.

Lithokarbon, bituminöse Substanz in der Mitte und im Südwesten von Texas in ungeheuern Mengen vorkommend, tiefbraun, das Muttergestein mit einer dicken Schichte überziehend. Das gereinigte Material ist tief schwarz, glänzend, in kaltem Zustande dick wie Sirup; dient namentlich als Isolierungsmittel, auch zu Lacken. Andés.

Lithoklaffen, Klüfte, die natürlichen, von mehr oder minder ebenen und annähernd parallelen Flächen begrenzten, im Gestein vorhandenen schmalen Hohlräume. Sie entstehen teils durch Zusammenziehung (Kontraktion) beim Erkalten eines feurig-flüssigen Magmas, teils auch beim Austrocknen eines feuchten Gesteins oder durch Zertrümmerung in spröden, festen Gesteinen.

Bei den durch Zusammenziehung entstandenen Klüften in Eruptivgesteinen sind die Hohlräume durchschnittlich eng und dünn geblieben. Ihr Verlauf ist bei Lavaströmen meist senkrecht zur Oberfläche (Säulenabfonderung des Basaltes) oder bei Gängen senkrecht zu den Wänden des Ganges. Ganz dünne haarförmige Klüfte (Leptoklaffe) können durch innern Druck im Gestein bei molekularen Veränderungen oder durch Ausdehnung und Zusammenziehung eintreten. Bei den Eruptivgesteinen sind die Lithoklaffen zumeist die Hauptwege für die unterirdische Wasserbewegung und Hauptwasserbehälter. Die durch stärkere mechanische Einflüsse sich bildenden Klüftungen in den Gesteinen, besonders in den Schichtgesteinen, sind meist ziemlich weit und von größerer Erstreckung. Da die verschiedenen Gesteine sich gegen Druck und Zug verschieden verhalten, nimmt auch die Klüftung in jedem Gestein besondere Formen und Verlauf an, zumeist setzt sie trotz der gleichen Ursache nicht von einem Gestein in dessen Hangendes und Liegendes hinein, wenn letzteres anders beschaffen ist. Die Klüftung der Kalksteine ist eine andre als diejenige der Sandsteine oder Schiefer. Je dichter und feinkörniger im allgemeinen ein Gestein ist, desto stärker die Klüftung. Schiefer zeigen sehr starke, Kalksteine weniger, aber Sandsteine in dicken Lagen am wenigsten Klüfte. Die Klüfte gehen meist nur von einer Schichtfläche zur nächsthöheren oder -tieferen, gelten demnach nur für eine Schicht. Die Ursache der mechanischen Veränderungen, welche die Lithoklaffen erzeugen, sind die Gebirgsstörungen, bei welchen sich in Form von Pressung, Quetschung, Faltung, Schieferung der Schichten starker seitlicher oder vertikaler Druck bemerkbar macht. Bei festen, elastischen Gesteinen haben die Klüfte einen bestimmten Verlauf zur Richtung der drückenden Kraft, z. B. bei Sandsteinen vielfach parallel und senkrecht zum Seitendruck. Vornehmlich in der unmittelbaren Nähe starker Brüche und Verschiebungen von Schichten häufen sich die Lithoklaffen sehr an und zerlegen die Gesteine in viele kleine Trümmer. Ist auf der Lithoklaffe eine Verschiebung (Verwerfung) erfolgt, dann heißt sie Paraklaffe, wenn nicht Diaklaffe. Die weiten Diaklaffen und Paraklaffen sind in der Regel mit Zertrümmerungsmaterial des Nebengesteins ausgefüllt und durch eingeschwemmtes toniges Material ganz geschlossen, so besonders in Tonschiefer, Schiefertönen, tonigem Sandstein. In Kalksteinen und tonfreien Sandsteinen sind Lithoklaffen zumeist offen geblieben und hier in hervorragendem Maße zur Bewegung der unterirdischen Wasserläufe geeignet. Die Lithoklaffen der Kalksteine sind häufig durch Lösung des Kalkes zu Höhlen erweitert worden. Die weiten Klüfte der Sandsteine und anderer fester Gesteine geben an der Oberfläche Anlaß zur Bildung von Wassertiefen und sind somit für die Entfaltung der Täler von großer Bedeutung. Da durch die auf den Klüften zirkulierenden Gewässer eine starke Zersetzung des Nebengesteins bewirkt wird, so ist dieses hier selten frisch und fest, meist aufgelöst und gelockert und zum Weitertransport geeignet (Talbildung nach Lithoklaffen). Sind in die offenen Klüften fremde Mineralsubstanzen eingeführt oder feurig-flüssige Magmen eingepreßt worden, so entstanden dadurch Mineral-, Erz-, Eruptivgänge. — Die Bedeutung der Lithoklaffen für die unterirdische Wasserbewegung und die Quellbildung ist sehr groß. Die Feststellung des Verlaufes ist jedoch bei ihrer Bedeckung durch andre Schichten unmöglich. Beim Steinbruchbetrieb ist der Verlauf und die Häufigkeit der Diaklaffen für die Art der Gewinnung, Form und Größe der Blöcke von besonderer Wichtigkeit.

Literatur: Daubrée, Géologie expérimentale, Paris 1880; Reyer, E., Theoretische Geologie, Stuttgart 1888. Leppia.

Lithophanien, aus Porzellanbiskuit hergestellte Reliefs. Die meist bildlichen Darstellungen gelangen nur in der Durchsicht zur Geltung (vgl. Diaphanien).

Lithophin, f. Lithographie.

Lithopone, f. Permanentweiß.

Lithothamnienkalk, f. Leithakalk.

Lithotypographie (Lithotypie), Druckverfahren, bei welchem auf lithographischem Wege hergestellte Steinformen (f. Lithographie) so stark geätzt werden, daß sie (oder hiervon abgenommene Stereotypen, f. Stereotypie) schließlich als Hochdruckformen in der Buchdruckpresse verwendet werden können.

Die Methode wird heute zur Gewinnung von Druckformen gar nicht mehr geübt. Dagegen findet die Steinhochätzung zur Herstellung von Zierplatten u. dergl. manchmal Anwendung. Beim Hochätzen von lithographischen Steinen in folchem Maße ist es notwendig, daß das Ätzen wiederholt unterbrochen und die Seitenflächen der Bildkörper durch Herabfließenlassen von Harz gegen das Unterfressen durch die Säure geschützt werden. — Lithotypie nannten Gebr. Schilling in Ichenhausen auch ein von ihnen ausgearbeitetes Umdruckverfahren.

Literatur: Lawfer, F. C., Die lithographische Hochätzungskunst, Baltimore 1835; Dupont, P., Memoire sur la litho-typographie, Paris 1839. A. W. Unger.

Lithurgik, Steinverarbeitung, die Verwendung und Verarbeitung der Mineralien und Gesteine in der Technik behandelnd, hat sich als besondere Wissenschaft bis jetzt nicht ausgebildet. Die auf sie bezüglichen Angaben bilden zumeist nur kurze Notizen in den mineralogischen Lehr- und Handbüchern oder in der Technologie.

Literatur: Naumann, C. F., Entwurf der Lithurgik, Leipzig 1826; Blum, J. R., Lithurgik, Stuttgart 1840; Kurr, J. G., Grundzüge der ökonom.-techn. Mineralogie, 3. Aufl., Leipzig 1851; Malaïse, C., Manuel de minéralogie pratique, 2. Aufl., Mons 1881. Leppia.

Litomio, von Sebald in Leipzig angegebenes Verfahren zur Herstellung von Steindruckformen.

Der zuerst mit Klefsalz polierte (vgl. Lithographie), dann nach dem Trocknen mit harzhaltiger Schicht (Aetzgrund, f. Bd. 1, S. 99) verlehene Stein wird an den (mittels Zeichnung oder Paufe ersichtlich gemachten) Bildteilen vom Aetzgrund mittels Schaber und Nadel befreit, nicht aber selbst verletzt. Die bloßgelegten Stellen werden hierauf durch Einwirkung organischer Säuren fettempfänglich gemacht (entfäuert), nicht aber wie bei andern Radierverfahren tiefgeätzt. Sodann entfernt man den Aetzgrund mit einem Gemische von säurefreiem Terpentinöl und Gummiwasser. Die Methode soll die Steingravierung und -radierung auch bei der Verfertigung von feinen, zarten Schriften, Fabriksansichten u. f. w. ersetzen. Ihr Vorzug besteht darin, daß unmittelbar eine Flachdruckform und nicht eine Tiefdruckform erhalten wird, von der erst durch Umdruck der zum Drucke der Auflage benötigte Stein herzustellen ist. A. W. Unger.

Litorinellenschichten, in der Geologie, dem Miocän (f. Tertiärformation) angehörige tonige, mergelige und kalkige Schichten mit mehreren dünnen Braunkohlenflözen. Die Mergel und Kalke bestehen fast nur aus den Schalen einer Süßwasserschnecke (*Litorinella acuta*) und gliedern sich in fogenannte Litorinellentone und *Corbiculakalke* (f. d., Bd. 2, S. 477). Leppia.

Littrows Aufgabe. Unter diesem Namen ist eine in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von Karl von Littrow veröffentlichte Methode der Zeit- und Breitenbestimmung zur See bekannt, die, ähnlich der Douweschen Methode, diese beiden für den Schiffsort wichtigen Daten aus zwei Höhenmessungen von Gefirnen und der genau bekannten Zwischenzeit zu bestimmen gestattet.

Kennt man die Höhen- bzw. Zenitdistanzen zweier Gestirne für einen bestimmten Moment und für einen zu bestimmenden Ort, so ist der mit der gemessenen Zenitdistanz um den beobachteten Stern als Radius beschriebene Kreis ein geometrischer Ort für den Beobachtungspunkt. Hat man also zwei solcher Kreise auf Grund der genannten Beobachtungen, so wird einer der beiden Schnittpunkte der Kreise dem Zenit des Schiffsorts entsprechen. Auf dieser Ueberlegung, die in neuerer Zeit durch die Wiederaufnahme der Sumnerlinien (f. d.) in ausgedehnte Anwendung gekommen ist, beruht auch die Lösung der Littrowschen Aufgabe. Bezüglich ihrer näheren Lösung kann hier auf die nautischen Handbücher verwiesen werden, zumal gerade diese speziellen Aufgaben (Littrowsche, Douwesche u. f. w.) gegenwärtig in der allgemeinen der Sumnerlinien aufgenommen sind und daher in ihren einzelnen Abweichungen untereinander nur mehr in der mehr oder weniger günstigen Auswahl der Sterne für die Sumnerlinien zum Ausdruck kommen.

Literatur: Außer der Originalpublikation von K. v. Littrow in den Annalen der Sternwarte zu Wien, Bd. 1, 2. Serie 1841, würden die diese und ähnliche Methoden ausführlich behandelnden Aufsätze von G. D. E. Weyer in den Annalen der Hydrographie, 11. Jahrg. 1883, zu vergleichen sein. (Es ist dort auch die historische Seite dieser Aufgaben behandelt.) Auch in den neueren Jahrgängen der Annalen der Hydrographie finden sich zahlreiche Abhandlungen über diese Aufgaben, bei denen häufig die Eleganz der mathematischen Auflösung eine größere Rolle spielt als ihr praktischer Nutzen für die Nautik. Ambronn.

Lituus, f. Spirale.

Lueger, Lexikon der gesamten Technik, 2. Aufl. VI.

Litzen, die zu einem Draht- oder Hanffeil (f. d.) zusammengedrehten Stränge, die selbst wieder aus Drähten oder Fäden gesponnen sind.

Litzenhäuschen, f. Weberei.

Lizenz, Lizenzverträge, f. Patent.

Lloyd, Englischer und Germanischer, Gesellschaften für Schiffsklassifikation (f. d.).

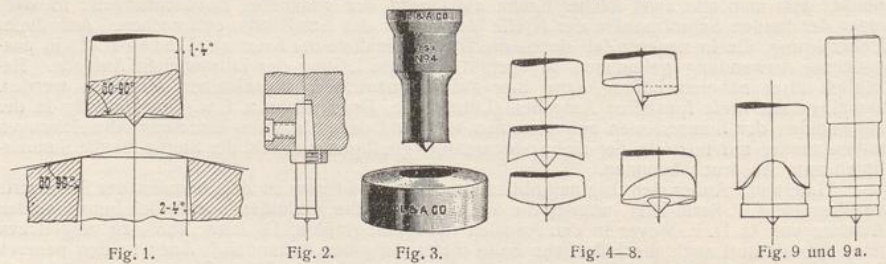
Lloydfcher Ventilator, f. Schleudergebläse.

Lochbeitel, f. Stemm- und Stechzeug.

Locheifen (Ausfchlageifen), ein kurzer hohler Zylinder von gehärtetem Stahl, am unteren Ende scharfshneidig zugeshliffen, oben mit einem Stiele versehen. Schlägt man auf letzteren mit einem Hammer, nachdem man das Werkzeug senkrecht aufgesetzt hat, auf Papier, Gewebe, Leder u. f. w., welches auf einer Blei-, Messing- oder Holzunterlage liegt, so dringt die Schneide ein und nimmt ein ihrem Umriffe entsprechendes Stück heraus, welches im Innern des Zylinders Platz findet (f. Ausstanzmesser, Lochzange). E. Müller.

Lochen, Lochmaschinen. Unter Lochen, Durchstoßen, Durchbrechen, Stanzen, Schneiden, Ausfchneiden versteht man das Heraustrennen von Teilen aus Platten, Stäben u. f. w. unter Pressen mit Hilfe von Stempel (Patrise, Oberfstanze, Mönch) und Matrize (Lochring, Lochscheibe, Unterfstanze, Taffe). Die Werkzeuge bezeichnet man in ihrer Gesamtheit als Schnitt, Durchfchnitt, Durchbruch, Stanze, Schnittfstanze. Der vom Stempel ausgestoßene Teil ist entweder Abfall — wie z. B. die Lochkerne (Lochputzen) bei der Herstellung der Nietlöcher in Kessel-, Reservoir-, Schiffs- und Trägerblechen, beim Ausfchneiden von Abfchnitten aus Platten durch fortgesetztes Lochen (so daß Loch an Loch sich anschließt) — oder Arbeitsstück, wobei der übrigbleibende Teil des Blechs den Abfall (Schrott) bildet, wie z. B. beim Ausfchneiden von runden Scheiben aus Blechstreifen für Münzen, Knöpfe u. f. w., von Unterlegscheiben, Schloßteilen, Uhrbestandteilen, Stahlfedern u. f. w. — Ueber Herstellung von Löchern durch Bohren f. Bd. 2, S. 179 ff., mit Hilfe von Dornen f. Schmieden und Rohrherstellung, Erhardt'sches Lochverfahren f. Rohrherstellung, durch Walzen f. Rohrherstellung und Walzen, mit Hilfe von Kreisfcheren f. Scheren. Vgl. ferner Blechbearbeitung, Durchfschlag, Durchfstoßmaschine, Loch-eifen, Lochzange, Nutenfstanzmaschinen (für Dynamobleche), Perforiermaschine, Sägen, Trägerfcheren, Zufchneidemaschinen.

A. Werkzeuge. Fig. 1—3 zeigen Lochstempel und Matrize für runde (Niet-)Löcher; der Stempel besitzt eine Spitze, damit das Loch genau an die durch eine Vertiefung (Körner) bezeichnete Stelle kommt. Man unterscheidet lange Stempel (Fig. 2) mit konischem, nach dem Ende zu sich verjüngendem Schaft, der in eine konische Bohrung des Schlittens der Lochmaschine paßt, und kurze Stempel (Fig. 3), die am Ende einen kurzen zylindrischen Ansatz mit konischem Uebergang aufweisen, dessen Konus zum Zentrieren des Stempels dient; die Befestigung der kurzen Stempel erfolgt durch Muttern (bezw. Schrauben), die den Stempel in sich aufnehmen und eine entsprechende konische Ausdrehung besitzen, oder auch durch Keile [1]. Die Schnittkanten der Stempel und Matrizen liegen entweder in einer zur Bewegungsrichtung des Stempels senkrechten Ebene (Fig. 1—3) oder treten aus dieser heraus (Fig. 4—8); in letzterem Falle erreicht man, daß die zum Durchtrennen erforderliche Maximalkraft sich vermindert, da dieses nunmehr allmählich erfolgt (f. a. Fig. 27 und Scheren, Trägerfcheren).



Man hat auch Lochstempel mit Schneidkanten (f. Fig. 9 und 9 a sowie [7]) nach Art der Räumnadeln (f. d.) konstruiert, die nach dem Lochen durch Abnahme von feinen Spänen das Loch ausräumen, um es glatt und genau zylindrisch zu machen und die von feinen Riffen durchfetzte spröde [11] Innenschicht der Lochwandung wegzunehmen.

Die Durchschnitte sind oft noch mit andern Werkzeugen kombiniert, z. B. mit Ziehwerkzeugen, um eine ausgechnittene Scheibe sofort nach dem Ausschneiden in eine Hälfte u. f. w. umzuwandeln (f. Ziehen), oder mit Lochwerkzeugen, um in einem ausgechnittenen Gegenstand Löcher auszufräsen u. f. w. In diesen Fällen befindet sich innerhalb des Stempels, welcher das Ausschneiden der Scheibe beforgt, beim Ziehen ein Ziehstempel, beim Lochen ein oder eventuell mehrere Lochstempel. — Stempel mit komplizierten Umrißformen werden der leichteren Herstellung und Härtung wegen aus Stahlplatten herausgearbeitet und gegen eine Unterlage angefräht; auch setzt man solche Stempel aus einzelnen Teilen zusammen, die ohne jede Unterbrechung der Schnittkante genau zusammengefügt werden müssen.

Die Matrizen umschließen den Stempel bei dünnen Blechen u. f. w. genau, während bei dickeren Blechen ein Spielraum vorhanden ist, dessen Größe sich nach der Blechdicke richtet [10]. Dieser Spielraum vermindert den Kraftbedarf beim Lochen und gefaltet, glatte, allerdings konische Löcher herzustellen; außerdem wird die Gefahr des Auftretens des Stempels auf den Lochring beseitigt. Matrizen für komplizierte Stempel, insbesondere auch mit mehreren Durchbrechungen, stellt man in der Regel durch Zusammenfügen aus einzelnen Teilen her.

Die Abstreifer (Abstreicher, Frochplatten) dienen zum Zurückhalten des Arbeitsstücks beim Rückgang des Stempels. Sie sind entweder fest am Gestell angebracht und in der Regel für verschiedene Blechdicken einstellbar (f. Fig. 30, Abstreifer als Hebel ausgebildet) oder beweglich (insbesondere für dünnere Bleche) und werden selbsttätig auf das Arbeitsstück während des Lochens und des Stempelrückgangs aufgedrückt. Sie dienen ferner bei dünnen Stempeln und bei Schnitten ohne oder mit geringem Spielraum zwischen Stempel und Matrize zur Führung. Ueber das für Stempel und Matrizen zu verwendende Material und die Art des Härtens f. [12], [13].

B. Lochmaschinen. Sie gehören zur Gattung der Pressen (f. d.) und werden auch als Durchbruch, Durchbruchmaschine, Durchschnitt, Durchstoß, Stoßmaschine, Lochflanze, Lochwerk, Stanze, Perforiermaschine bezeichnet; oft werden die hierhergehörigen Maschinen auch nach der besonderen Arbeit, für die sie bestimmt sind, benannt, z. B. Galerie-schneidmaschine (f. d.), Mannlochpresse oder -stanze (Fig. 27) u. f. w. Die Lochmaschinen sind vielfach so eingerichtet, daß sie verschiedenartige Werkzeuge aufnehmen und so z. B. als Scheren (f. d.), Ziehpressen (vgl. Ziehen) u. f. w. gebraucht werden können; auch findet man häufig zwei Lochmaschinen (Fig. 25) oder Lochmaschine mit Schere (f. d. und Fig. 22 und 28) zu einer Maschine verbunden. — Die Lochmaschinen sind entweder tragbar oder fahrbar oder festliegend. Das Gestell besitzt entweder C- oder J-Form mit verschieden großer Oeffnung. Die Gestelle bestehen aus Gußeisen, Stahlguß oder werden aus Flußeisenplatten in Verbindung mit Stahlgußformstücken zusammengesetzt. Der Stempelschlitten (Stößel) ist für den Zweck feiner Bewegung unmittelbar mit Hebel oder Exzenter bzw. Kurbel, Schraubenspindel (in der Regel nur für Handlochmaschinen) oder Kolben verbunden. Die Bewegungsrichtung des Stempels ist in der Regel senkrecht, seltener wagrecht (horizontale Lochmaschinen, Fig. 24). Die Bewegung des Schlittens erfolgt entweder von Hand, mit Hilfe des Fußes oder mechanisch (in letzterem Fall bisweilen mit besonderem Antriebsmotor [Elektromotor bzw. kleine Dampfmaschine]). — Die Führung des Schlittens ist für feine Arbeiten oft nicht genügend genau zu erhalten; aus diesem Grunde führt man, wie bereits erwähnt, den Stempel durch den Abstreifer oder wendet eine Hilfsvorrichtung (Subpresse) an (Fig. 10), die aus einer mit dem Matrizenfattel verbundenen Führung und einem genau darin geführten kleinen Stößel besteht, der in Verbindung mit dem Schlitten der Presse gebracht wird; diese Verbindung soll etwas nachgiebig sein. Der Stempel wird an dem Stößel dieser Subpresse befestigt. — Bei den Lochmaschinen, die für das Lochen von Profileisen bestimmt sind, müssen die Matrizenhalter und der diese aufnehmende Sattel derart beschaffen sein, daß das Lochen am Steg und Flansch und möglichst nahe an dem von ihnen gebildeten Winkel stattfinden kann. Die hierfür getroffenen Einrichtungen gehen aus den Fig. 18—20 hervor. Für das Lochen von Röhren bildet der Matrizenfattel eine mit dem Gestell der Maschine verbundene Säule, über die das Rohr geschoben wird.

Die mechanisch angetriebenen Lochmaschinen gestatten in der Regel, die Lochung ohne Ausrücken des Hauptantriebs beliebig zu unterbrechen, um z. B. das Arbeitsstück genau vorlegen zu können; zu diesem Zweck sind in dem Antrieb entweder Kupplungen angeordnet, oder zwischen Schlitten und Exzenterstößel ist ein verschiebbares Zwischenstück (Druckstück) eingeschaltet oder die Exzenterstößelstange (Druckstange) ist seitlich ausschwenkbar oder als Kippstütze ausgebildet; ferner findet man die Unterbrechung im Lochen dadurch ermöglicht, daß man den Schlitten hochhebt und oberhalb des Arbeitsstücks auf und ab schwingen läßt (mit Hilfe einer exzentrisch ausgebohrten, drehbaren Exzenterlagerchale erzielt, wodurch man eine Veränderung der Länge der Exzenterstößelstange erreicht). Die Ausrückung kann entweder von Hand (bzw. Fuß) oder selbsttätig nach jeder Lochung erfolgen.

1. Lochmaschinen für Hand- bzw. Fußbetrieb. Fig. 11 und 12 stellen Hebellochmaschinen für Fußbetrieb (Fig. 11 Winkelhebel, Fig. 12 zwei doppelarmige Hebel mit Verbindungsstange) dar, die insbesondere für leichtere Arbeiten verwendet werden. Fig. 13 zeigt eine Kniehebellochmaschine, bestehend aus zwei einen Kniehebel bildenden Winkelhebeln abc und dbe in Verbindung mit einer Schraubenspindel g , die zum Zusammenziehen der

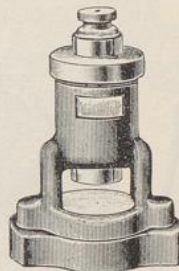


Fig. 10.

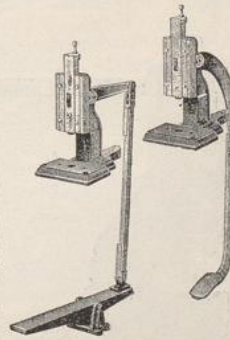


Fig. 12.

Fig. 11.

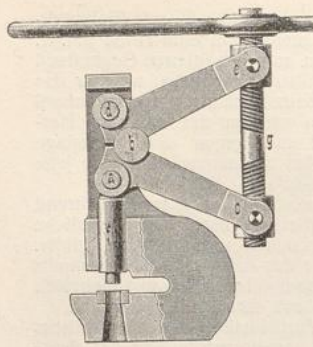


Fig. 13.

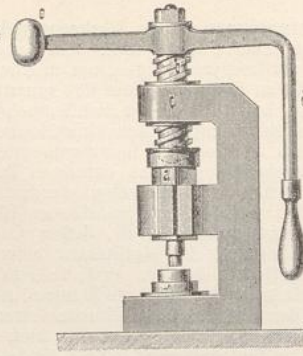


Fig. 14.

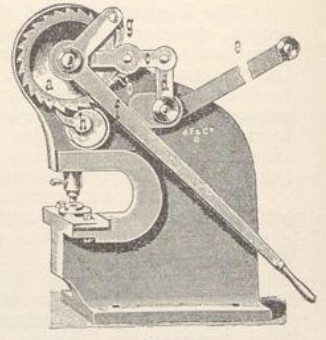


Fig. 16.

beiden langen Arme der Winkelhebel dient. Fig. 14 ist eine Schraubenspindelochmaschine für Handbetrieb. Das Muttergewinde ist in dem Gestell bei *c* enthalten; der Hebel *d* besitzt ein Schwunggewicht *e*. Die Schraubenspindel erhält steiles Gewinde, so daß schon ein Viertel bis ein Drittel ihrer Umdrehung genügt, um das Loch durchzudrücken. Fig. 15—20 stellen Lochmaschinen für Handbetrieb mit Bewegung des Schlittens durch eine Exzenterwelle dar. Die Drehung der Exzenterwelle erfolgt bei Fig. 15 durch einen einfachen Handhebel, bei Fig. 16 mit Hilfe einer Knarre (Schaltrad *a* und Schaltklinke *b*) und der Hebelverbindung *cde*; der Winkelhebel *f* mit Klinke *g* dient zum

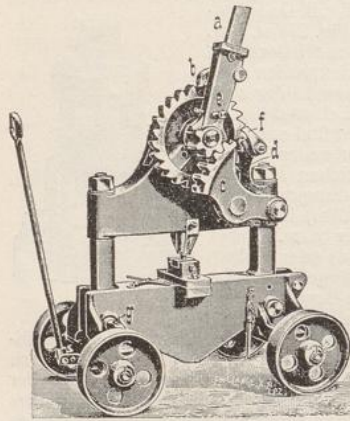


Fig. 17.

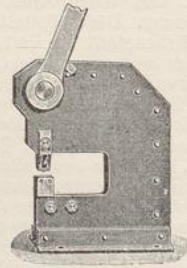


Fig. 15.

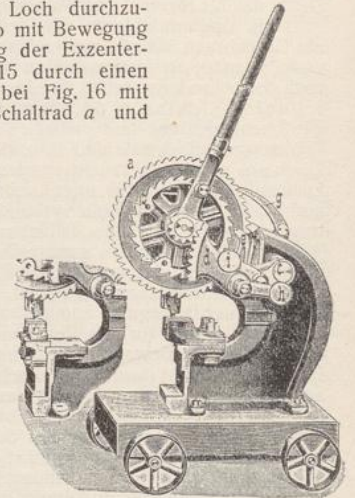


Fig. 18 und 18 a.

Zurückbewegen des Stempels oder auch zum Lochen dünnerer Bleche; die Sperrklinke *h* verhindert das Zurückweichen des Stempels beim Hinweggleiten der Schaltklinken über das Schalt-
rad; Fig. 17 zeigt eine fahrbare Handlochmaschine, bei der die Drehung der Exzenterwelle ebenfalls mit Hilfe einer Knarre, und zwar entweder direkt mit Hilfe des Handhebels *a* und der Klinke *b* oder unter Einschaltung

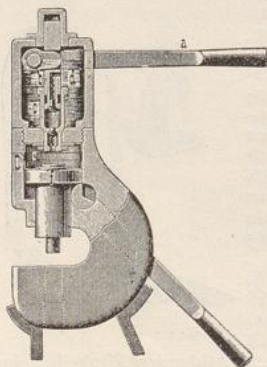


Fig. 21.

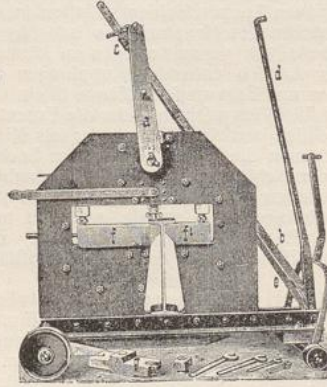


Fig. 19.

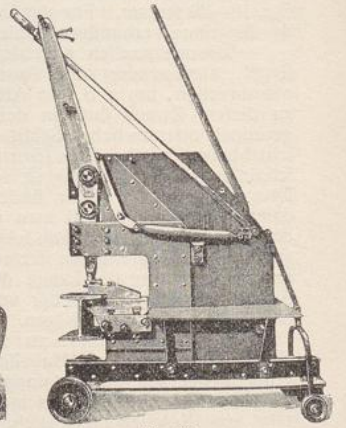


Fig. 20.

des mit einem Zahnkranzbogen versehenen einarmigen Hebels *c*, der die Klinke *d* trägt, erfolgt; zum Rückwärtsbewegen des Stempels kann Hebel *a* und Klinkenrad durch den Stift *e* miteinander gekuppelt werden; *f* ist Sperrklinke. Bei dieser Lochmaschine ist es möglich, durch Entfernen des Bolzens *g* das Oberteil zurückzuklappen und die T-Träger u. f. w. feillich ein- und auszulegen. Die Lochmaschine Fig. 18 und 18a (Maschinenfabrik vorm. Hch. Schatz, A.-G., Weingarten [Württemberg]) weist zwei auf der Exzenterwelle sitzende Schalträder *a* und *b* von verschiedenem Durchmesser und zwei in verschiedenem Abstand vom Drehpunkt *c* des mit Zahnkranzbogen versehenen einarmigen Hebels *d* sitzende Schaltklinken *e* und *f* auf, so daß zwei Uebersetzungsverhältnisse zur Verfügung stehen. Der Handhebel kann zum Rückbewegen des Stempels direkt mit der Exzenterwelle gekuppelt werden; *g* ist Sperrklinke, *h, i* Gegengewichte der Schaltklinken *e* und *f*. — Bei den Lochmaschinen (System Werner) Fig. 19 und 20 wird die Exzenterwelle mit Hilfe des auf ihr sitzenden Arms *a* gedreht, der selbst durch die gezahnte Stange *b*, deren Zähne sich gegen eine in der Tafel *c* angeordnete federnde Klinke legen, mit Hilfe des Handhebels *d* bewegt wird. Um beim Zurückziehen der gezahnten Stange *b* zwecks weiterer Drehung der Exzenterwelle ein Zurückweichen des Stempels zu verhindern, ist eine zweite gezahnte Stange *e* vorhanden. Der Angriff der gezahnten Stange *b* kann an dem Arm *a* und an dem Handhebel *d* verändert werden, so daß verschiedene Uebersetzungsverhältnisse gewonnen werden. Die Maschine Fig. 19 zeigt geschlossenes Gestell mit Einrichtung zum Lochen von Trägerflanschen; für das Lochen von Trägern im Steg muß der Matrizenfattel *g* an Stelle des Sattels *f* und *f*₁ eingelegt werden. Die Maschine Fig. 20 besitzt C-förmiges Gestell und ist mit einem Matrizenfattel für breitflächige T-Eisen versehen. Von den Handlochmaschinen, bei denen der Stempel an einem Kolben befestigt ist, zeigt Fig. 21 ein Beispiel. Auf den Kolben *f* wirkt Flüssigkeitsdruck (Öl, Glycerin), indem durch die Bewegung des Handhebels *a* der kleine Pumpenkolben *b* in seinem Zylinder *c* auf und ab bewegt und dadurch die Flüssigkeit aus dem Behälter *d* in den Zylinder *e* gedrückt wird.

2. Lochmaschinen mit mechanischem Antrieb. Von diesen sind zunächst wieder die Hebellochmaschinen zu erwähnen. Fig. 22 zeigt eine Maschine dieses Systems (Breuer, Schumacher & Co., Kalk bei Köln), die mit einer Blech- und doppelten Winkelleisenschere kombiniert ist. Auf der Achse *a* sitzen unrunde Scheiben, auf denen die Enden der langen Arme der doppelarmigen Hebel *b* (Drehpunkt *c*) aufrufen und die eine Bewegung der Hebel *b* und der mit ihr in Verbindung stehenden Schlitten veranlassen. Die kleinen Scheren *d* und *e* sitzen an dem Rahmen *f*, der durch eine Kurbelschleife *g* eine hin und her schwingende Bewegung erhält. Die Maschine besitzt elektrischen Antrieb und ist mit zwei Schwenkkranen versehen. Das Hebelsystem besitzt gegenüber der Bewegung des Schlittens durch Exzenter den Vorteil, daß sich auch bei sehr großen Drücken die spezifische Preßung zwischen Hebel und unrunder Scheibe niedriger halten läßt als zwischen Exzenter und Exzenterring, die außerdem in den Abmessungen sehr stark werden.

Lochmaschinen mit Betätigung des Schlittens durch Exzenter sind in den Fig. 23—26 dargestellt (f. a. Ziehen, Ziehpressen). Fig. 23 zeigt eine Lochmaschine der Dampfkeffel- und Gasometerfabrik, A.-G., vorm. Wilke & Co., Braunschweig, mit C-förmigem, genietetem Gestell, deren Schlitten während des Betriebs der Maschine gehoben werden kann, um die Lochung zeitweise auszusetzen (s. oben). —

Fig. 24 stellt eine Horizontallochmaschine der Maschinenfabrik vorm. Hch. Schatz, A.-G., Weingarten (Württemberg) dar, die sich zufolge der wagerechten Schlittenbewegung insbesondere auch zum Lochen von Ringen, gebördelten Böden u. f. w. eignet. Die Arbeitsstücke ruhen auf verstellbaren Stützen; diese Horizontallochmaschinen werden auch mit

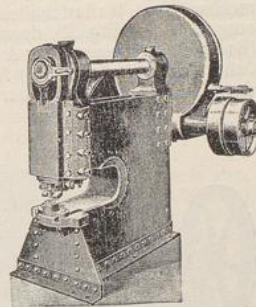


Fig. 23.

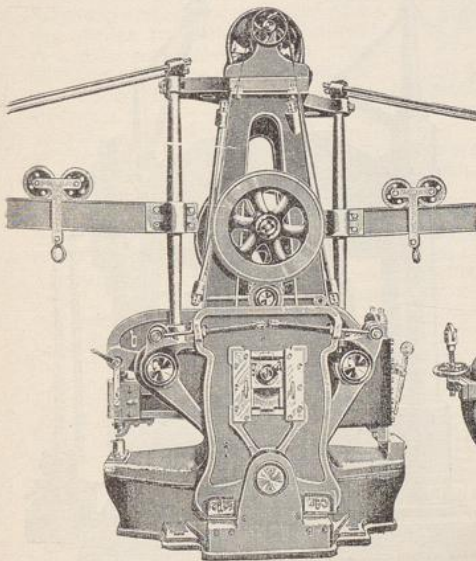


Fig. 22.

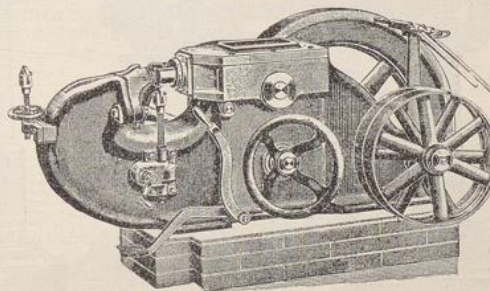


Fig. 24.

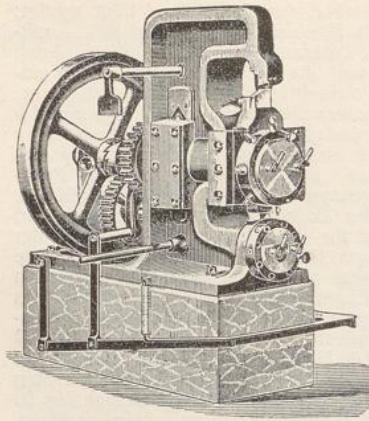


Fig. 28.

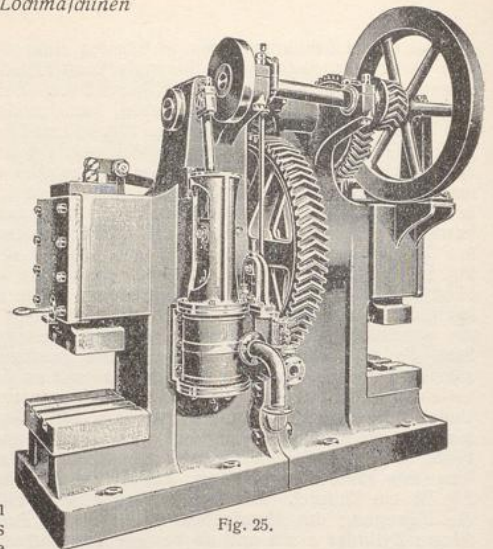


Fig. 25.

einer Einspann- und Drehvorrichtung zum mechanischen Weiterfalten des Arbeitsstücks ausgeführt. — Fig. 25, doppelte Lochmaschine (Breuer, Schumacher & Co., Kalk bei Köln), insbesondere zum gleichzeitigen Lochen sämtlicher Löcher in leichte bis schwerste Eisenbahnschienenlatten bestimmt, mit angebauter Antriebsdampfmaschine. — Bei der Lochmaschine Fig. 26 (Berlin-Erfurter Maschinenfabrik,

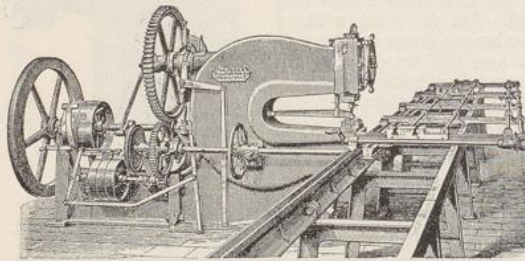


Fig. 30.

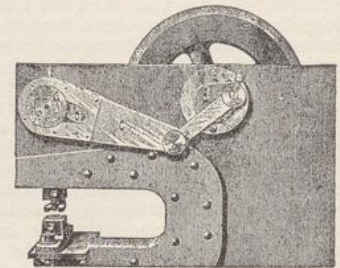


Fig. 26.

H. Peis & Co.) wird die Exzenterwelle mittels des Schwinghebelantriebs gedreht. Die Exzenterwelle trägt das Klinkenrad *a*, während die Schaltklinke *b* in dem Schwinghebel *c* angeordnet ist, der durch die Kurbel *d* seine hin und her schwingende Bewegung erhält. — Eine hydraulische Lochmaschine, insbesondere zum Ausschneiden der Mannlöcher in Kesselblechen

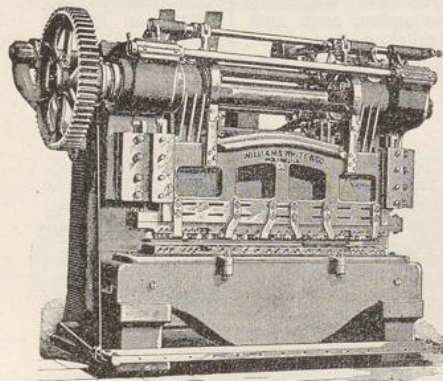


Fig. 29.

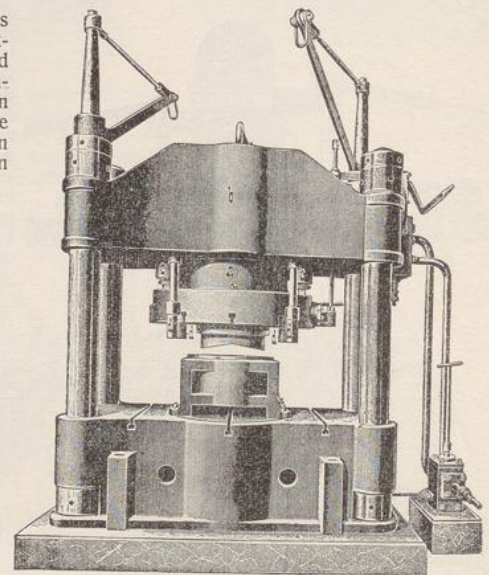


Fig. 27.

bestimmt, zeigt Fig. 27 (Breuer, Schumacher & Co., Kalk bei Cöln). Der hydraulische Zylinder *a* befindet sich in dem oberen Holm *b*; zum Zurückziehen des Stempels dienen die zwei Rückzugszylinder *c* und zum Festhalten des Blechs beim Stempelrückgang die vier Abstreifer *d d*: Die Presse ist mit selbsttätiger Umsteuerung nach Erreichung der tiefsten Kolbenstellung versehen.

3. Lochmaschinen besonderer Art.

a) Revolverlochmaschine Fig. 28. Am Schlitten und am unteren Teil des Gestells ist je ein drehbarer Ring (Revolver, f. d.) angebracht, von denen der obere eine Anzahl Stempel verschiedener Durchmesser und der untere die zugehörigen Matrizen trägt. Das Festhalten der Revolver in ihrer jeweiligen Lage geschieht durch konische Bolzen. Die Lochmaschine ist mit einer Blech- und Winkelleisenschere kombiniert.

b) Vielfachstempellochmaschinen. Zum gleichzeitigen Durchstoßen einer größeren Anzahl Löcher können die feither besprochenen Maschinen Verwendung finden, sofern die untere Fläche des Schlittens genügend groß ist, um die entsprechende Anzahl von Stempeln unterzubringen. — Für das gleichzeitige Lochen einer langen Reihe von Löchern verwendet man Lochmaschinen nach Fig. 29 mit breitem Schlitten, an dem zwei Exzenterstangen angreifen. Diese Maschine besitzt einen selbsttätig bewegten Abstreifer. Um beim gleichzeitigen Lochen den Maximaldruck herabzusetzen, werden die Stempel so angebracht, daß die Schnittkanten in verschiedener Höhenlage sich befinden. — Eine Lochmaschine mit 36 Lochstempeln, die in dem auf und nieder gehenden Schlitten lose geführt sind, die aber je nach Bedarf festgestellt werden können, während die nichtfestgehaltenen in das Innere des Schlittens hineingedrückt werden, ist von W. Sellers & Co. in Philadelphia gebaut worden [15]. Die Steuerung der Lochstempel und des Vorschubs des auf einem Schlitten ruhenden Arbeitsstücks erfolgt durch einen gelochten Papierstreifen, so daß das Anreißen der beliebig verteilten Löcher auf den Platten wegfällt.

c) Lochmaschinen mit ein bis zwei Stempeln und selbsttätigem Vorschub des Arbeitsstücks. Diese Maschinen dienen in Kessel- und Schiffbauwerkstätten u. f. w. zum Lochen der Platten und gestatten ein sehr genaues Lochen ohne vorheriges Anzeichnen der Löcher und eine bequeme Veränderung in dem Lochabstand, während den Vielstempellochmaschinen mit feststehenden Stempeln die rasche Anpassungsmöglichkeit an wechselnde Lochabstände fehlt. — Fig. 30 zeigt die Einrichtung einer solchen Lochmaschine, die aus der eigentlichen Lochmaschine mit vorgelagertem langen Bett und darauf verschiebbarem Schlitten, auf dem die zu lochende Platte festgeschraubt wird, besteht. Die Verschiebung des Schlittens geschieht durch Zahnstange oder Schraubenspindeln. Eine Maschine gleicher Art mit sehr feinem und genauem Vorschub (nach D.R.P. Nr. 129 308, Duisburger Maschinenbauaktiengesellschaft, vorm. Bechem & Keetmann, Duisburg) ist in [16] beschrieben; diese Maschine gestattet auch das Lochen der Stoßkanten ohne Umspannen der Platten. — Man hat auch, um an den beiden Längskanten von Platten die Lochung gleichzeitig vorzunehmen, zwei Lochmaschinen einander gegenüber aufgestellt und eine von ihnen verschiebbar angeordnet, um verschiedenen Plattenbreiten Rechnung tragen zu können. Eine weitere hierhergehörige Maschine, die zum Herstellen perforierter Bleche dient, ist in Fig. 31 dargestellt. Sie besitzt torartiges Gestell, der Tisch hat selbsttätige Längschaltung und Querschaltung von Hand. — Für dünnere Bleche und Blechstreifen erfolgt die selbsttätige Schaltung vielfach durch Walzen, die den Streifen zwischen sich fassen und ruckweise angetrieben werden. Für selbsttätige Lochung nach einem Kreis an runden Scheiben, gebördelten Böden u. f. w. werden die Lochmaschinen mit Tischen und Einspannvorrichtungen versehen, die rund geschaltet werden können, ferner zur Herstellung von Löchern in Anordnung nach einer Spirale (für Siebe) mit einem Tisch, der rund und geradlinig geschaltet werden kann.

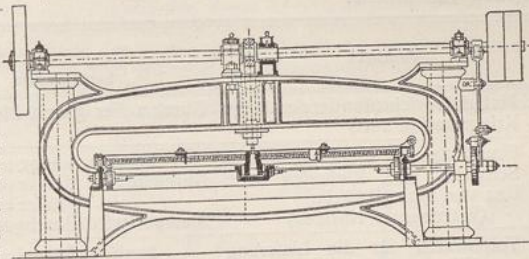


Fig. 31.

Widerstände und Arbeitsbedarf: Versuche hierüber haben Hartig [14], Keller [9], Frémont [10], Codron [7] u. a. angestellt, bezüglich deren Ergebnisse auf die Literatur verwiesen werden muß. Bezeichnet P den Widerstand am Lochstempel in Kilogramm, δ die Blechdicke, d den Lochdurchmesser in Millimetern, k einen Koeffizienten, der von der Scherfestigkeit des Materials und der Schnittgeschwindigkeit abhängig ist, so kann gesetzt werden [1]: $P = k \delta d \pi$, worin ist:

für weiches Stahlblech	$k = 60-70$	für Zinkblech	$k = 9-15$
„ Schmiedeeisen	$k = 40-60$	„ Zinn	$k = 2-3$
„ dunkelrot	$k = 12-20$	„ Blei	$k = 1,5-2,4$
„ Kupferblech	$k = 25-40$		

Die Schnittgeschwindigkeit der Lochmaschine für Nietlöcher u. dergl. ist in der Regel 15–20 mm; ihr Hub schwankt zwischen 2 bis 3 δ . Je größer die Schnittgeschwindigkeit ist, desto größer wird der Wert von k . — Für andre als runde Löcher ist an Stelle von $d \pi$ in der obigen Formel der Umfang der Schnittkante einzusetzen. — Betreffs des Verhältnisses von Stempeldurchmesser zu Blechdicke ist zu bemerken, daß es möglich ist, mit Stempeln, deren Durchmesser gleich oder wenig kleiner ist als die Blechdicke, noch zu lochen. Als Arbeitsbedarf N in Pferdestärken gibt Hartig [14] für Schmiedeeisen an: $N = N_0 + 3,71 \alpha F$, worin N_0 die Leergangarbeit, F die stündlich gelieferte Schnittfläche in Quadratmillimetern und α ein Koeffizient, der für 4–55 mm dickes Eisenblech gesetzt werden kann: $\alpha = 0,25 + 0,0145 d$. Es ist nach Hartigs Versuchen:

Größte Blechdicke	$\delta = 10$	20	30	40 mm
Zahl der minutlichen Schnitte	$= 10$	9,2	8,3	7,5
Leergangarbeit	$N_0 = 0,16$	0,32	0,55	0,82
	$\alpha = 0,395$	0,540	0,685	0,830.

S. a. Lochproben, Lochversuche.

Literatur: [1] Fischer, Herm., Die Werkzeugmaschinen, 2. Aufl., Bd. 1, Berlin 1905. — [2] Kick, Fr., Vorlesungen über mechanische Technologie, Leipzig und Wien 1898. — [3] Ledebur, A., Lehrbuch der mechanisch-metallurgischen Technologie, 3. Aufl., Braunschweig 1905. — [4] Smith-Kannegießer, Das Pressen, Stanzen und Prägen der Metalle, Leipzig 1903. — [5] Woodworth, J. V., Dies, their construction and use, New York 1903. — [6] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ing.- und Maschinenmechanik, 2. Aufl., 3. Teil, 3. Abt., 1. Hälfte, Braunschweig 1896. — [7] Codron, C., Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux (Extrait du Bulletin de la Soc. d'Encouragement pour l'Industrie Nationale 1901—02), 1. Heft, Paris 1902. — [8] Codron, C., Procédés de forgeage dans l'industrie, Paris 1896—98. — [9] Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing., 1888, S. 77. — [10] Zeitfchr. f. Werkzeugmaschinen und Werkzeuge 1899, 6. Heft, S. 82. — [11] Ledebur, A., Handbuch der Eisenhüttenkunde, 4. Aufl., Bd. 3, Leipzig. — [12] Thallner, O., Werkzeugstahl, 2. Aufl., Freiberg. — [13] Reifer, Fridolin, Das Härten des Stahls, 4. Aufl., Leipzig. — [14] Hartig, E., Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen, Leipzig 1873. — [15] Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1084 (nach American Machinist vom 28. April 1906). — [16] Ebend. 1906, S. 1870. A. Widmaier.

Lochkern, f. Lochen.

Lochlehre, f. Meßwerkzeuge.

Lochmaschinen, f. Lochen.

Lochnadeln (Kettennadeln), die Fadenführer der Kettenfäden am Kettenwirkstuhl.

Lochplatte, Loch- und Gefenkplatte, f. Gefenkklotz, Schmieden.

Lochproben dienen zur Erprobung der Bearbeitungsfähigkeit von Blechen, Formeisen, Nieteisen und fertigen Nieten bei Rotglut; die Probe wird daher auch wohl kurz mit „Rotbruchprobe“ benannt.

Sie besteht im wesentlichen darin, daß das auf etwa 650° C. erhitzte Probefstück unter den nachgenannten Versuchsbedingungen mit einem Stempel unter dem Hammer gelocht wird, wobei es vom Loch nach dem Rande hin nicht aufreißen darf. Prismatische Streifen aus Blechen und Formeisen werden ganz allgemein in der Mitte der Breitseite derart gelocht, daß der Abstand des Loches vom Rande gleich der halben Dicke der Probe ist. Im übrigen bestehen dafür folgende Vorschriften:

Vorschrift	Abmessungen des	
	Lochstempels	Versuchsstückes
I. Materialvorschriften der deutschen Kriegsmarine 1905	Durchmesser gleich Blechdicke	Breite gleich fünffache Blechdicke
II. Grundätze für die Prüfung von Schweiß- und Flußeisen zum Bau von Dampfkesseln (Würzburger Normen)	konisch, Länge = 50 mm Durchmesser: kleiner = 10 mm großer = 20 mm Stempel wird durchgetrieben	—
III. Vorschriften für die Lieferung von Eisen und Stahl, aufgestellt vom Verein deutscher Eisenhüttenleute	konisch, Länge = 80 mm Durchmesser: kleiner = 20 mm großer = 30 mm Stempel wird durchgetrieben	auf 6 mm Dicke und 40 mm Breite auszufschmieden

Bei Nieteisen wird die Lochprobe nach den vorgenannten Vorschriften II und III an zylindrischen Abschnitten ausgeführt, deren Länge gleich dem doppelten Durchmesser ist. Die Proben werden auf ein Drittel bis ein Viertel ihrer Länge niedergestaucht und dann in der ursprünglichen Achsrichtung gelocht. Die Kriegsmarine schreibt für Rundstangen und Niete das Lochen quer zur Achse vor; der Durchmesser des Lochstempels soll hierbei gleich dem Nietdurchmesser sein. *Rudloff.*

Lochputzen, -ring, -scheibe, -stanze, -stempel, f. Lochen.

Lochschneidmaschine (Lochmaschine), f. Durchstoßmaschine.

Lochtafter, f. Meßwerkzeuge.

Lochversuche dienen zur Ermittlung der Scherfestigkeit der Baustoffe.

Bestimmt wird die Kraft P , die erforderlich ist, um durch die plattenförmige Probe einen harten Stahlstempel (Patrize) hindurchzustoßen, die Probe zu lochen. Letztere liegt hierbei auf einer harten Stahlunterlage (der Matrize) über einem Loch, dessen Querschnittsabmessungen mindestens gleich denen des Stempels sind, wobei die Achsen des Stempels und der Matrize zusammenfallen. Der Stempel erhält in der Regel zylindrische Form; die Scherfläche bildet dann einen Zylindermantel und bei dem Stempeldurchmesser d und der Plattendicke l wird die Scherfestigkeit τ , bezogen auf die Flächeneinheit, zu $\tau = P/l = P/\pi d l$ berechnet. Als Qualitätsprobe für die Materialbeurteilung ist der Lochversuch von Alfred Hunt vorgeschlagen, und zwar an Stelle des Zerreißversuchs [1]. Als Gütemaß ermittelt Hunt die zum Ausstanzen eines Loches von bestimmtem Querschnitt erforderliche Arbeit, d. h. i. die aufgewendete Kraft und

2. den Weg des Lochstempels bis zum Ausschneiden des Lochputzens. Zur Ausführung feiner Versuche bediente Hunt sich des in Fig. 1 dargestellten Apparats. Das Maschinengestell *B* mit der Matrize *C* trägt in seinem Kopf den hydraulischen Preßzylinder, dessen verlängerter Kolben den Lochstempel *D* bildet. Die Erzeugung des erforderlichen Wasserdrucks erfolgt durch Abwärtsbewegen des mit den Ventilen *F* ausgerüsteten Kolbens *E* mittels des Hebels *G*. Die Bewegung des Lochstempels wird durch Hebel auf ein Räderwerk übertragen, das der Trommel *H* durch einen Schnurzug eine entsprechende Drehung erteilt. Der Trommel gegenüber ist ein Indikator angeordnet, der ebenso wie das bei *A* angedeutete, zur unmittelbaren Druckableitung bestimmte Manometer durch eine Rohrleitung mit dem hydraulischen Preßzylinder in Verbindung steht. Beim Versuch zeichnet fomit der Schreibstift des Indikators eine Kurve auf den Papierbelag der Trommel, deren Ordinaten die jeweiligen Belastungen und deren Abszissen die zugehörigen Eindringtiefen des Lochstempels darstellen. Als Vorzüge derartiger Lochversuche vor dem Zerreißversuch hebt Hunt hervor, daß der Zugversuch eine sorgfältige und zeitraubende Vorbereitung der Proben erheische, während die Lochproben mit rohen Abfallstücken angefertigt werden können, da es ein leichtes sei, die Lochmaschinen mit den nötigen Meßvorrichtungen auszustatten. Einen weiteren Vorteil des Lochversuchs meint Hunt darin erblicken zu können, daß sein Ergebnis von Nebeneinflüssen, gegeben durch die Art der Anordnung und Ausführung des Versuchs, unabhängig sei. Dies trifft indessen nicht zu [2], wie sich aus folgender Betrachtung ohne weiteres ergibt. Die zu messenden Scherkräfte in der Mantelfläche des herauszufoßenden Zylinders (Lochputzens) werden veranlaßt durch die gegeneinander gerichteten Druckkräfte einerseits unter dem Stempel und andererseits in der Auflagefläche auf der Matrize. Bei Benutzung der obengenannten Formel zur Berechnung von τ ist angenommen, daß diese Kräfte beiderseits in Kreislinien mit dem Durchmesser des Stempels konzentriert sind. Nur wenn diese Annahme zutrifft, treten reine Scherspannungen ein. In Wirklichkeit ist dies nicht der Fall, vielmehr sind die beiden Druckkräfte über Flächen verteilt, so daß zugleich Biegungsspannungen auftreten. Bei den gebräuchlichen Abmessungen der Proben bilden die Druckflächen sich als zwei konzentrische Ringflächen aus, die sich beim Versuch mit geeignetem Material darin zu erkennen geben, daß die unter dem Stempel gelegene obere Endfläche des herausgefoßenen Putzens am Rande eine angedrückte ebene Ringfläche zeigt, in der Mitte dagegen hohl ist, während die untere Fläche des Putzens nach außen gewölbt ist und gar Riffe zeigt, z. B. bei Hartgummi (Fig. 2). Die Breite der oberen Ringfläche ist bei derselben Probendicke *l* und demselben Stempeldurchmesser *d*, aber wechselndem Matrizendurchmesser *d*₁ um so größer, je größer das Verhältnis *d*₁/*d* ist; mit letzterem nehmen also die Biegungsspannungen zu, und die Erfahrung hat längst gelehrt, daß der Arbeitsaufwand beim Lochen geringer wird, wenn *d*₁ > *d* ist.



Fig. 2. Lochputzen (Hartgummi). Riffe in der Unterseite.

Scherkräfte in der Mantelfläche des herauszufoßenden Zylinders (Lochputzens) werden veranlaßt durch die gegeneinander gerichteten Druckkräfte einerseits unter dem Stempel und andererseits in der Auflagefläche auf der Matrize. Bei Benutzung der obengenannten Formel zur Berechnung von τ ist angenommen, daß diese Kräfte beiderseits in Kreislinien mit dem Durchmesser des Stempels konzentriert sind. Nur wenn diese Annahme zutrifft, treten reine Scherspannungen ein. In Wirklichkeit ist dies nicht der Fall, vielmehr sind die beiden Druckkräfte über Flächen verteilt, so daß zugleich Biegungsspannungen auftreten. Bei den gebräuchlichen Abmessungen der Proben bilden die Druckflächen sich als zwei konzentrische Ringflächen aus, die sich beim Versuch mit geeignetem Material darin zu erkennen geben, daß die unter dem Stempel gelegene obere Endfläche des herausgefoßenen Putzens am Rande eine angedrückte ebene Ringfläche zeigt, in der Mitte dagegen hohl ist, während die untere Fläche des Putzens nach außen gewölbt ist und gar Riffe zeigt, z. B. bei Hartgummi (Fig. 2). Die Breite der oberen Ringfläche ist bei derselben Probendicke *l* und demselben Stempeldurchmesser *d*, aber wechselndem Matrizendurchmesser *d*₁ um so größer, je größer das Verhältnis *d*₁/*d* ist; mit letzterem nehmen also die Biegungsspannungen zu, und die Erfahrung hat längst gelehrt, daß der Arbeitsaufwand beim Lochen geringer wird, wenn *d*₁ > *d* ist.



Fig. 4. Lochputzen (Flußeißen).

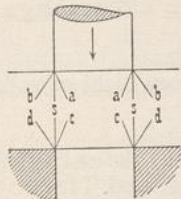


Fig. 3. Schema der Druckkegel.

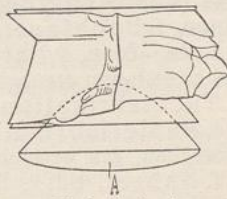


Fig. 5. Lochputzen (Hartgummi).

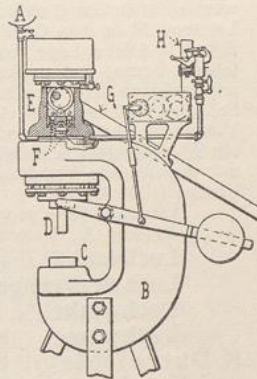


Fig. 1.

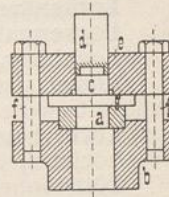


Fig. 6. Lochapparat von Martens.

Das Eindringen des Stempels in die Probe vor dem Ausschneiden des Putzens und das Andrücken der Ringflächen zeigt davon, daß vor dem Durchlochen der Quetschgrenze (f. Druckversuch) des Materials im Bereich dieser Flächen durch die Druckkraft überschritten wurde. Hiernach ist also die Scherkraft *P* auch von der Größe der Druckspannung σ abhängig, und zwar besonders von derjenigen unter dem Stempel, weil hier die kleinere der beiden Ringflächen entsteht. Nun nimmt σ , also auch die Breite der angedrückten Ringfläche, ab, wenn bei gleicher Probendicke der Stempeldurchmesser zunimmt. Man wird daher um so besser zu reiner Scherbeanspruchung gelangen, je größer das Verhältnis *d*/*l* gewählt wird.

Die Folge der Druckbeanspruchungen ist nun ferner, daß sich unter dem Lochstempel und über der Auflagefläche der Matrize Druckkegel (f. Druckversuch) bilden (Fig. 3), deren Mantelflächen *aa*, *bb*, *cc* und *dd* zu der angestrebten zylindrischen Scherfläche *ss* geneigt stehen. Daß der Kegel *aa* auftritt, ist aus Druckversuchen bekannt, bei denen die Druckplatte kleiner gewählt wurde als die Druckfläche der Probe [3]. Das Auftreten der Kegelfläche *dd* entspricht demjenigen der Kegel *a*. Das Vorhandensein der Druckkegel *cc* gibt sich häufig darin deutlich zu erkennen, daß die Mantelflächen des herausgedrückten Putzens nicht eben, sondern, wie Fig. 4 zeigt (die scharffierte Fläche ist angefeilt), unterfurcht sind; bei Versuchen mit Hartgummi treten diese Kegel an gepressten Proben sehr deutlich zutage (f. Fig. 5); sie führten sogar zum vollständigen

Abtrennen des Umdrehungskörpers *A*. Die Kegel *b* schließlich entsprechen aber wieder den Kegeln *c*; Fig. 5 läßt ihr Vorhandensein deutlich erkennen (rechts), ebenso das der Kegel *aa* (links). Eine Folge der Ausbildung dieser Druckkegel sind Keilwirkungen, die die Probe zu sprengen suchen und um so mehr zur Geltung kommen, je kleiner die Kantenlängen der Probenplatten sind. Der Lochdurchmesser fällt denn auch in der Regel etwas größer aus als der Stempeldurchmesser. Bei Lochmaschinen pflegt man daher unter gleichzeitiger Berücksichtigung des obenerwähnten Einflusses von Biegungsspannungen $d = D - \frac{1}{8}l$ und $d_1 = D + \frac{1}{8}l$ zu wählen, um den Lochdurchmesser *D* zu erzielen. Schließlich ist das Ergebnis des Lochversuchs noch abhängig von der Form der schneidenden Kanten am Stempel und an der Matrize, also auch von den Festigkeitseigenschaften des Materials dieser Werkzeuge, indem die Festigkeitseigenschaften die Formänderungen an den Werkzeugen bei wachsender Scherkraft bedingen.

Um den dargelegten Nebeneinflüssen beim Lochversuch Rechnung zu tragen und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, sind daher geometrisch ähnliche Probefstücke zu verwenden und vor allem stets die gleichen Verhältnisse l/d (Blechdicke : Stempeldurchmesser) und d/d_1 (Stempeldurchmesser : Matrizendurchmesser) zu wählen. Nach diesem Gesichtspunkt ist der Lochapparat Fig. 6 von Martens konstruiert [2]. Die Matrize *a*, ein gehärteter Stahling, ist auswechselbar in das Gußstück *b* eingesetzt, ebenso der Stempel *c* in das zylindrische Druckstück *d*. Letzteres ist in dem Gußstück *e* sicher geführt und die Stücke *b* und *e* sind durch die Führungsstifte *f* in solcher Lage zueinander gehalten, daß die Achsen von Stempel und Matrize zusammenfallen. Ferner sind zwischen *b* und *e* vier Spannschrauben vorgesehen, mit denen die Probe *g* fest zwischen der Matrize und dem Stück *e* eingespannt werden kann. Die Endfläche des Stempels *c* ist entweder eben oder nach dem Halbmesser $2d$ kugelförmig ausgehöhlt. Bei feinen Versuchen fand Martens unter sonst gleichen Versuchsbedingungen mit ausgehöhlten Stempeln um 8% geringere Scherfestigkeiten als mit ebenflächigen Stempeln. Die Abnahme der Festigkeit mit wachsendem Verhältnis d_1/d (= 1,005, 1,050 und 1,100) war für beide Stempelformen die gleiche (100 : 98 : 91).

Literatur: [1] A proposed method of testing structural steel, Engin. News 1893, Bd. 2, S. 86.

— [2] Martens, A., Materialienkunde, S. 156. — [3] Baufchinger, Mitteilungen, Heft 6. Rudloff.

Lochwalke, f. Tuchfabrikation.

Lochwerkzeuge, f. Lochen.

Lochwinkel, f. Meßwerkzeuge.

Lochzange, kleiner in Zangenform ausgeführter Hebel durchschnitten (f. Durchschlag), bei welchem Stempel und Lochring bzw. Ausschlageifen und Unterlage einander gegenüber auf den Innenseiten des Maules angebracht sind. Wegen der geringen auszuübenden Kraft eignet sich dieses Mittel nur für sehr dünnes Blech, Pappe u. dergl. und für Löcher von unbedeutender Größe, z. B. bei Kupierzangen für Eisenbahnbillette u. f. w. Um ein und dieselbe Zange für Löcher von verschiedener Weite gebrauchen zu können, sind oft entweder Stempel und Matrize auswechselbar gemacht oder es sind mehrere Locheifen in Gestalt eines zu schaltenden Sternes in dem einen Zangenbacken drehbar angeordnet. E. Müller.

Lockenkrempel (Vorspinnkrempel), f. Streichgarnspinnerei.

Lockermaschinen, f. Bobbinnet.

Lockfeuer, -kamin, -öfen, f. Lüftung.

Loden, das aus Streichgarn erzeugte, noch nicht gewalkte, d. h. noch nicht verfilzte Gewebe; f. Tuchfabrikation.

Kraft.

Löcherbaum, f. Papierfabrikation.

Löchern, im Bergbau, f. v. w. einen Durchschlag (f. d.) herstellen.

Löffelbohrer, f. Bohrer, Bd. 2, S. 184, und Tiefbohren.

Löffeldrill, f. Säemaschine.

Löffelfabrikation ist je nach dem Material, aus dem die Löffel bestehen, verschieden.

a) **Silberlöffel**. Der größte Teil der Silberlöffel wird heute noch in der Weise hergestellt, daß der den Löffel ergebende flache Silberstreifen (Brandel) von Hand geschmiedet und dann in entsprechenden Gelenken in die Löffelform gepreßt wird. Hierauf erfolgt das Entfernen des Grats (Finieren) durch Befeilen oder Fräsen, worauf die Löffel von Hand mittels Blutsteins poliert werden. Das Verfahren der Herstellung der Brandel auf maschinellem Weg ist dem der verfilberten Löffel gleich.

b) **Verfilberte Löffel** (Neufilberlöffel). Die Herstellung der Brandel kann entweder in der Art geschehen, daß zunächst längere Blechstreifen von einer Breite annähernd gleich der Länge der Löffel und von rechteckigem Querschnitt durch Walzen im Querschnitt den Dickenabmessungen eines Löffels [dünne Schale (Vertiefung) und eventuell dünner Handgriff] entsprechend gefaltet werden; aus diesem vorgewalzten Blechstreifen werden die Brandel unter Pressen ausge schnitten. — Ein andres Verfahren besteht darin, aus dem Blechstreifen (von gleicher Dicke) zunächst die Brandel auf Pressen (auf jeden Hub ein oder zwei Stück) auszufschneiden, sie dann in einem (Quer-)Walzwerk in der Querrichtung an den die Schale und den Handgriff ergeben follenden Stellen und hierauf in einem (Längs-)Walzwerk in der Längsrichtung zu walzen. Hierauf erfolgt das Befschneiden des Randes entsprechend der genauen äußeren Löffel-

form mit Hilfe einer Presse. — Die weiteren Operationen sind das Vorprägen in Gefenken unter Fallhämmern oder Pressen und das Fertigprägen in glatten oder gravierten Gefenken. Auf das Prägen folgt das Entfernen des Grats und hierauf das galvanische Verfilbern. Beim Verfilbern wird die Unterlage, auf der sich die Löffel befinden, in dem erwärmten Bad fortwährend auf und ab bewegt, wodurch sich von selbst eine stärkere Silberablage an den der Abnutzung stärker unterworfenen Auflagestellen der Löffel ergibt. Die Württemberg. Metallwarenfabrik Geislingen erzielt nach dem D.R.P. Nr. 76975 verschieden starke Metallniedererschläge dadurch, daß im Bad zwischen die Löffel und die Anode freihängende Platten aus isolierendem Material (Glas, Ebonit u. f. w.) mit Ausschnitten gebracht werden, wodurch die den Ausschnitten gegenüberliegenden Stellen der Löffel eine stärkere, die von den vorgehängten Platten gegen direkte Stromrichtung mehr oder weniger geschützten Stellen eine dünnere Metallaufgabe erhalten. Die letzte Operation bildet das Polieren von Hand mittels Blutfeins.

c) **Zinnlöffel** (Zinnstahlöffel) besitzen eine Einlage aus Draht oder Blech und werden in zweiteiligen Metallformen gegossen, worauf sie in Gefenken gepreßt werden.

d) **Aluminiumlöffel** werden durch Gießen hergestellt und im Gefenk hart geprägt.

e) **Blechlöffel** (verzinn- und emaillierte eiserne Löffel) werden zum Teil von Hand geschmiedet oder aus Eisenblech ausgeschnitten, im Gefenk in die Löffelform gepreßt und hierauf verzinkt bzw. emailliert.

A. Widmaier.

Löffeln, beim Bohren von Sprenglöchern und beim Tiefbohren (f. d.) das Entfernen der durch das Bohrwerkzeug losgelösten Gesteinsmasse aus dem Bohrloche.

Treptow.

Löffelrad, f. Peltonrad unter Wassermotoren.

Löffeltampf, f. v. w. 1. Gefenk zur Löffelfabrikation; 2. Presse oder Fallwerk zur Löffelprägung.

Löllingit, f. v. w. Arfeneisen (f. d.).

Lösch, **Löschsteine**, f. Koksstöck.

Löschbank dient zum Löschen des Kalkes und besteht aus einem 1,2 bis 2,1 m langen, 0,7—1,5 m breiten und 0,3 m hohen Holzkasten, an dessen Seitenwand sich ein Schieber zum Ablassen der gelöschten, flüssigen Kalkmasse befindet.

L. v. Willmann.

Löschbese (Feuerpatzche), f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 787.

Löschdose, -granate, f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 780.

Löschen (Gegenfatz: Laden, f. d.) bezeichnet im Güterverkehr den Vorgang des Entladens, namentlich von Schiffsfahrzeugen; vgl. [1] und Massen-transport.

Literatur: [1] Ernst, Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903; Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, München 1906, S. 107 ff. und 177 ff.; Böttcher, Krane, München 1906; Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern), 1.—3. Teil, Berlin 1901—1906; „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1143 ff. und S. 1230 ff. M. Buhle.

Löschen des Kalkes. Die Aufgabe des Löschens von gebranntem Kalk oder Aetzkalk besteht darin: ihn in Kalkhydrat zu verwandeln. Dies geschieht in sogenannten „Kalkkästen“ oder „Löschbänken“ durch Begießen mit möglichst weichem Wasser; unbrauchbar sind mineralische, kohlenfäurehaltige Wasser und Meerwasser.

Zunächst faugt der durch das Auscheiden der Kohlenfäure beim Brennen porös gewordene Kalk das Wasser gierig auf, erhitzt sich nach kurzer Zeit und zerfällt zu einem trockenen Pulver, dem Kalkhydrat, das je nach der Reinheit des Kalkes einen bedeutend oder nur wenig größeren Rauminhalt als der gebrannte Kalk einnimmt. Man nennt diese Raumvergrößerung das Gedeihen des Kalkes und spricht, je nachdem das Gedeihen ein bedeutendes oder weniger bedeutendes ist, von fettem und magerem Kalk. Nachdem der gebrannte Kalk durch den Zusatz von Wasser vollständig zu Pulver zerfallen ist, wird unter stetem Umrühren noch mehr Wasser zugeschüttet, bis eine gleichmäßige, weiße Flüssigkeit, die Kalkmilch, entsteht, welche man durch Öffnen des an der Löschbank angebrachten Schiebers in die „Kalkgrube“ abfließen läßt, deren Seitenwände mindestens mit Brettern zu verschalen sind. Bei dem so „eingesumpften“ Kalk verdunstet oder verstickert das überflüssige Wasser und die noch nicht aufgeschlossenen Kalkteilchen können sich unterdessen vollständig lösen. Der anfangs ziemlich dünne Brei verdickt sich allmählich, ohne daß ein Setzen der Masse eintritt, und zum Schutz gegen die Einwirkung der in der Luft vorhandenen Kohlenfäure wird er am besten mit einer Sandficht überdeckt, da er sonst an der Oberfläche durch Umbildung in kohlenfäuren Kalk eine Raumverminderung erfahren und Risse erhalten würde. Zur Mörtelbereitung (f. Mörtel) wird die jedesmal erforderliche Menge aus der käfigen Masse herausgestochen. Wendet man vor Herstellung der Kalkmilch beim Löschen des Kalkes zu wenig Wasser an, so bildet sich zwar auch Kalkhydrat als Pulver, aber der Kalk „gedeiht“ nicht. Solcher Kalk fühlt sich, mit Wasser zu einem Brei angerührt, sandig an, und die Maurer nennen dies das „Verbrennen“ des Kalkes. Wird dagegen zu viel Wasser verwendet, so wird der Kalk „erfüßt“. Als praktische Regel gilt: auf ein Gewichtsteil gebrannten Kalk 2—3 Gewichtsteile Wasser zu verwenden. Dabei erhält man aus 100 kg gebranntem Kalk durchschnittlich 300—350 kg Kalkbrei.

Das Löfchen von magerem und hydraulischem Kalk geschieht vielfach in der Weise, daß man den gebrannten Kalk in etwa faußgroße Stücke zerfchlägt und diefe in einem weitmaßigen Korbe fo lange in Waffer taucht, bis die Oberfläche zu fprudeln beginnt, worauf der Inhalt des Korbes in einen Kasten gefchüttet wird. Nach erfolgter Dampfenwicklung, die hier für die Arbeiter fehr läftig werden kann, ift der Kalk zu Staub zerfallen, kühlt fich allmählich ab und muß bis zur Verwendung für die Mörtelbereitung durch Matten abgedeckt werden. Der mit diefem Kalk zubereitete Mörtel ift weniger feft, aber ausgiebiger und etwas hydraulifch. Für die mageren und hydraulifchen Kalke wird jedoch in der Regel das Trockenlöfchen angewendet, welches darin befteht, daß der Kalk auf einem Bretterboden mit fo viel Sand, als zur Mörtelbereitung erforderlich ift, umgeben und dann bis zum Zerfallen befpritzt wird, worauf er unter Zufchütten von Waffer mit dem Sande vermengt und noch warm als ganz feifer Mörtel vermauert wird. — Eine andre Art des trockenen Löfchens ift die, daß man den Kalk, gewöhnlich Schwarzkalk, in Haufen von 1 m Breite und etwa gleicher Höhe zufammenlegt, ihn mit einer Sanddecke abdeckt und auf diefe mit Gießkannen möglichft gleichmäßig Waffer fchüttet [1]. Auch Schichten von 5—6 cm Höhe können aus den gebrannten Kalkftücken hergefellt werden, die einzeln, folange der Kalk noch das Waffer anfaugt, zu begießen find, worauf der ganze Haufen ebenfalls mit Sand überdeckt wird [2]. Unter der Sanddecke zerfallen die Kalkftücke in beiden Fällen zu feinem Kalkhydratpulver, das unmittelbar zur Mörtelbereitung benutzt werden kann.

Literatur: Handbuch d. Arch., Teil 1, Bd. 1, S. 121, 125—127; Gottgetreu, Baumaterialien, Berlin 1875, S. 202 u. 217. — [1] Panzer, Bereitung des Mörtels aus hydraulifchem Kalk, 1852. — [2] Manger, Hilfsbuch zur Anfertigung von Bauanfchlägen, 4. Aufl., von R. Neumann, Berlin 1879, 1. Abt., S. 90.

L. v. Willmann.

Löfchgrube, f. Löfchen des Kalkes, Mörtel, Reinigungsgruben.

Löfchkorb, Weidengeflecht zum Trockenlöfchen des Kalkes; f. Löfchen des Kalkes.

Löfchpatrone, f. Feuerfchutz, Bd. 3, S. 780.

Löfchpfanne, f. v. w. Löfchkasten, Mörtelkasten zum Ablöfchen des Kalks auf naffem Wege.

Löfchpieß, -trog, -wedel, f. Schmieden.

Löfen, im Bergbau: 1. f. v. w. die Waffer ableiten und frifche Wetter (Luft) zuführen; z. B. ein Grubenfeld durch einen Stollen löfen; daher die Bezeichnungen: Wafferlofung oder -löfung und Wetterlofung; 2. f. v. w. bei der Arbeit ablöfen.

Treptow.

Löslichkeit, die Fähigkeit zweier Subftanzen, von denen die löfende flüffig (oder auch feft) ift, ein homogenes Gemifch, eine Löfung (f. d.) zu bilden. Im engeren Sinne verfteht man unter Löslichkeit den Grad der Löslichkeit, d. h. die maximale Menge des zu löfenden Körpers, die von einer beftimmten Menge des Löfungsmittels unter beftimmten Bedingungen (Temperatur, Druck) aufgenommen werden kann und mit diefem eine gefättigte Löfung bildet.

Die Löslichkeit hängt in hohem Grade von der Temperatur ab fowie von der Natur von Löfungsmittel und zu löfender Subftanz. Die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten (f. Abforptionskoeffizient) nimmt mit fleigender Temperatur ab, das Umgekehrte ift die Regel bei flüffigen und feften Körpern. Ausnahmen hiervon jedoch find z. B. Glauberfalz und Calciumbutyrat fowie Aether, Amylalkohol, Butylalkohol, Effigäther in Waffer. Ueber die Abhängigkeit der Löslichkeit von der Natur der Subftanzen läßt fich ausfagen, daß die gegenseitige Löslichkeit um fo größer ift, je näher fich Löfungsmittel und zu löfender Stoff in chemifcher Hinficht ftehen: fo löft Waffer Methyl-, Aethyl- und Propylalkohol unbegrenzt, Butylalkohol reichlich, Amylalkohol kaum. Hydroxylhaltige Stoffe find um fo löslicher im Waffer, je mehr Hydroxylgruppen fie enthalten. Schließlich find fefte Körper um fo löslicher, je näher fie ihrem Schmelzpunkt find. Allgemeine quantitative Beziehungen find jedoch nicht bekannt. Verschiedene Hydrate defelben Salzes find (außer bei ihrer Umwandlungstemperatur, f. d.) flets verfchieden löslich. Mit dem Drucke ift die Löslichkeit nur fehr wenig veränderlich. Die Korngröße der zu löfenden feften Stoffe hat auch einen Einfluß auf ihre Löslichkeit: fie fleigt merklich, wenn die Korngröße fehr verkleinert wird, in extremen Fällen auf ca. das Doppelte der gewöhnlichen Löslichkeit grober Teilchen.

Literatur: Winkelmann, Handbuch der Physik, Breslau 1896, Bd. 2, 2, S. 632 ff.; Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., Bd. 1, Leipzig, S. 635 ff. u. S. 1035 ff.; Nernst, Theoretifche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903.

Abegg.

Löslichkeitserniedrigung. Setzt man zu zwei fich gegenseitig nur teilweise löfenden Flüssigkeiten (z. B. Aether und Waffer) einen dritten Stoff (z. B. Benzol) hinzu, der fich nur in einer der beiden (z. B. Aether) löft, fo wird die Löslichkeit diefer Flüssigkeit in der andern vermindert und zwar nach ganz denfelben Gefetzen, wie der Dampfdruck diefer, als Löfungsmittel für den dritten Stoff fungierenden, Flüssigkeit gegen ihren Dampfdruck im reinen Zuftande abnimmt.

Diefe Erscheinung ift von Nernst [1] aus der Analogie der Vorgänge der Löfung und Verdampfung gefolgert und experimentell beftätigt worden. In gemeinfamer Löfung beeinflussen fich folche Elektrolyten (Salze, Säuren, Basen), die ein gemeinfames Ion haben. Sie erniedrigen

gegenseitig ihre Löslichkeit, z. B. bewirkt ein Zusatz sowohl von Kaliumsalzen wie von Chloraten zu einer gefättigten Lösung von Kaliumchlorat eine teilweise Ausscheidung dieses letzteren. Ueber die theoretische Begründung aus dem Massenwirkungsgesetz f. [1], S. 421. Schließlich scheinen, wenigstens in wässriger Lösung, alle Arten von Stoffen sich gegenseitig in ihrer Löslichkeit zu beschränken; insbesondere ist dies für Löslichkeiten indifferenten Stoffe bei Zusatz von Elektrolyten unterfucht worden.

Literatur: [1] Nernst, Theoretische Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903.

Abegg.

Löslichkeitskoeffizient, das Verhältnis der Konzentrationen einer flüchtigen Substanz in einer Lösung und dem mit dieser im Gleichgewicht stehenden Dampfdruck. Der Löslichkeitskoeffizient ist bei gleicher Temperatur abhängig vom und charakteristisch für das Lösungsmittel sowie für den gelösten Stoff; er fällt bei 0° mit dem Absorptionskoeffizienten (f. d.) des Dampfes der flüchtigen Substanz zusammen und unterscheidet sich von diesem für die beliebige Temperatur t durch den Faktor $(1 + 0,00366 t)$.

Abegg.

LÖB, f. Lehm.

Lößkindel (Lößmännchen), f. Konkretion.

Lösung, homogenes, flüssiges Gemisch von zwei oder mehr Komponenten, deren eine, das Lösungsmittel, meist flüssig und in beträchtlichem Ueberfluß gegen die andern, die gelösten Stoffe, vorhanden ist. Ein prinzipieller Unterschied jedoch zwischen Lösungsmittel und gelöstem Stoff läßt sich nicht festsetzen. — In verdünnten Lösungen gelten für die gelösten Stoffe in den Beziehungen zwischen Konzentration, osmotischem Druck und Temperatur genau die gleichen Gesetze wie bei Gasen zwischen Volum, Druck und Temperatur, so daß eine weitgehende Analogie zwischen dem gasförmigen und dem gelösten Zustand besteht [1].

Das Bestreben eines sich lösenden Stoffes, den durch das Lösungsmittel dargebotenen Raum gleichmäßig zu erfüllen, äußert sich in der Hydrodiffusion; sie bietet ein auffälliges Analogon zur Diffusion der Gase. Da auch bei festen Körpern ähnliche Diffusionsvorgänge beobachtet worden sind, wie das Eindringen von Kohlenstoff in Eisen, Wasserstoff in Platin u. a., da ferner auch das Verhalten isomorpher Gemische und gewisse Anomalien der Gefrierpunktniedrigungen von Lösungsmitteln durch mit diesen kristallisierende gelöste Stoffe diesen Schluß nahelegen, so erscheint auch die Annahme der Existenz fester Lösungen gerechtfertigt, in denen sich der gelöste Stoff analog den Gasen verhält und einen osmotischen Druck besitzt [2].

Literatur: [1] van't Hoff, Zeitschr. phys. Chemie, 1, 481 (1887). — [2] Derf., ebend., 5, 322 (1890); Nernst, Theor. Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903.

Abegg.

Lösungstension, das dem Dampfdruck analoge Bestreben fester oder flüssiger Körper, sich in einem Lösungsmittel aufzulösen und in dessen Raum bis zu einem (von der Temperatur abhängigen) Maximaldruck sich gleichmäßig zu verbreiten, nämlich dem osmotischen Druck des gelösten Körpers in seiner gesättigten Lösung. — Da Metalle nur in Gestalt positiv elektrisch geladener Ionen in Lösung gehen, so bedingt die Lösung derselben vermöge ihrer elektrolytischen Lösungstension eine Ausbildung beträchtlicher Potentialdifferenzen zwischen Lösung und Metall, eine Anschauung, welche nach Nernst den gesamten Mechanismus der galvanischen Stromerzeugung aufs einfachste verstehen lehrt.

Literatur: Nernst, Theoretische Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903.

Abegg.

Lösungswärme, die Wärmetönung (f. d.), welche bei der Auflösung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Körpers in dem Lösungsmittel erfolgt. Gase lösen sich stets mit positiver Wärmetönung, feste Körper meist mit negativer, Flüssigkeiten zeigen keine Regel.

Da die Lösungswärme von der Konzentration der entstehenden Lösung abhängt, so unterscheidet man 1. die Lösungswärme in viel Wasser (andere Lösungsmittel sind kaum unterfucht), 2. die Lösungswärme bis zur Sättigung (auch integrale Lösungswärme genannt), 3. die Lösungswärme in der gesättigten Lösung. Erstere ist die einzige leicht bestimmbare, letztere die theoretisch interessanteste als die latente Wärme des Uebergangs vom ungelösten zum gelösten Zustand [1]. Bei sehr schwer löslichen Stoffen werden alle drei identisch. Einige Lösungswärmen pro Gramm-Molekel gelösten Stoffes in viel Wasser (ca. 200 Gramm-Molekeln) in Gramm-Kalorien (cal) sind [2]:

Gase:		Flüssigkeiten:	
Cl ₂ . . + 4870 cal.	HCl . . + 17310 cal.	Methylalkohol + 2000 cal.	Aether . . . + 5940 cal.
CO ₂ . . + 5880 "	HBr . . + 19940 "	Aethylalkohol + 2540 "	Essigsäure . . + 420 "
NH ₃ . . + 8430 "	HJ . . + 19210 "	Propylalkohol + 3050 "	Schwefelsäure + 17850 "
HFe . . + 11800 "			

Feste Körper:

KOH	+ 12500 cal.	Quecksilberchlorid	— 3300 cal.
KOH + 2 H ₂ O	— 30 "	Natriumacetat	+ 4200 "
LiCl	+ 8440 "	Benzoesäure	— 6700 "
NaCl	— 1180 "	AgCl	— 15800 "
KCl	— 4440 "	AgBr	— 20200 "
K ₂ SO ₄	— 6380 "	AgJ	— 26600 "
NaBr + 2 H ₂ O	— 4710 "	Rohrzucker	— 800 "

Die Lösungswärme unlöslicher Körper erhält man thermochemisch als Präzipitations- (Fällungs-)Wärme. Die Lösungswärme ist mit der Temperatur veränderlich, bei Salzen wächst sie stets in positiver Richtung. Die Differenzen der Lösungswärmen 2. und 3. von 1. heißen Verdünnungswärmen.

Literatur: [1] Winkelmann, Handbuch der Physik, Breslau 1896, Bd. 2, 2., S. 635; van Deventer u. van de Stadt, Zeitschr. phys. Chemie. 9, 43 (1892). — [2] Thomfen, Thermochemische Unterfuch., Leipzig 1883, Bd. 3; Naumann, Thermochemie, Braunschweig 1882. *Abegg.*

Löten bezeichnet das Vereinigen von Metallflächen durch Einschmelzen von Lot (Metalle bzw. Metallegierungen gleichen oder niedrigeren Schmelzpunktes) zwischen ihre Berührungsflächen. Beim galvanischen Löten wird das Metall zwischen den Berührungsflächen elektrolytisch niedergeschlagen. Löten ohne Lot f. Schweißen.

Man teilt die Lote in Weichlote (Schnellote, Weißlote) und in Hartlote (Schlaglote, Strenglote) ein. Die Weichlote schmelzen in niedrigerer Temperatur und ergeben eine wesentlich geringere Festigkeit der Lötstelle als die Hartlote.

Zu den Weichloten gehören vorzugsweise die Zinnlote (Zinn [Lötzinn] und Zinn-Bleilegierungen; als Sickerlot, Sicherlot bezeichnet man ein besonders leichtflüssiges Lot [in der Zusammenfassung 37% Blei, 63% Zinn, das man aus blei- oder zinnreicheren Loten gewinnt, indem man kurz vor dem Erstarren des eingegossenen Lotes die obere, noch nicht erstarrte Schicht abschöpft]), die Silberschlaglote (Kupfer-Zinn-Silberlegierungen), die Wismutlote (Zinn-Blei-Wismutlegierungen), das Blei u. a.; zu den Hartloten die Messingschlaglote (Kupfer-Zinnlegierungen), die Goldschlaglote (Gold-Silberlegierungen), — das Kupfer, das Silber u. a. Ueber die Schmelzpunkte der Legierungen f. [1]. — Es werden verwendet:

für Aluminium: die bisher in der Regel angewendeten Lote, in der Hauptfache aus Zink mit einem Zusatz von Aluminium und Kupfer [12] bestehend, ergeben keine zufriedenstellenden Resultate. Die Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft Neuhausen (Schweiz) bringt ein Aluminiumlot, dessen Zusammenfassung nicht bekanntgegeben ist, in den Handel, das bei Einhalten der besonderen Lötvorschrift befriedigt;

für Aluminiumbronze: bis zu 5% Aluminiumgehalt verwendet man zum Weichlöten Zinnlot, bei höheren Aluminiumgehalten ein Lot, aus 20 Teilen Zinn, 15 Teilen Kadmium bestehend; zum Hartlöten dient eine Legierung aus 52 Teilen Kupfer, 46 Teilen Zinn, 2 Teilen Zinn oder ein andres, nicht strengflüssiges Schlaglot;

für Blei: Zinn und Zinn-Bleilegierungen und Blei (letzteres für Säurekammern u. f. w. aus Blei, f. u.);

für Eisen: Schmiedeeisen und Stahl kann mit Zinn weichgelötet werden; zum Hartlöten kommt reines Kupfer, Messingschlaglot und Silber zur Verwendung. Gußeisen wird mit Zinnlot weich gelötet; zum Hartlöten muß die Lötstelle oberflächlich in Schmiedeeisen nach D.R.P. Nr. 110319 und 124671 Kl. 47 mit Hilfe von Kupferoxydul umgewandelt werden; im Handel ist dieses Mittel unter dem Namen „Ferrofix“ erhältlich. Als Lot wird Kupfer oder Messingschlaglot benutzt [2];

für Gold wird zum Löten Goldschlaglot gebraucht, das entweder aus Gold-Silber oder aus Gold-Silber-Kupfer und, wenn es sehr leichtflüssig sein soll, auch aus Zinn besteht. Das Verhältnis von Silber zu Kupfer ist in der Regel 1:1 oder 2:1; der Goldgehalt ist um so höher, für je feinere Arbeiten das Lot bestimmt ist. Ueber Goldschlaglote verschiedener Zusammenfassung f. [3];

für Kupfer verwendet man zum Weichlöten Zinnlot und zum Hartlöten Messingschlaglot, für feine Arbeiten auch Lote aus Gold- und Silberlegierungen;

für Messing dient zum Weichlöten Zinnlot, zum Hartlöten Messingschlaglot und Silberschlaglot [14];

für Neufilber (Argentan u. f. w.) wird zum Weichlöten Zinnlot, zum Hartlöten Messingschlaglot und Zinn-Kupfer-Nickellegerungen (Argentan) und Neufilberschlaglot gewählt;

für Platin verwendet man als Lot feines Gold;

für Silber dient zum Weichlöten Zinnlot, zum Hartlöten Silberlot (Silberschlaglot). Das Silberlot besteht aus Silber und Kupfer mit oder ohne Zinkzusatz. Das Silberlot ohne oder mit geringem Zinkgehalt ist sehr dehnbar und deshalb besonders geeignet, wenn gelötete Gegenstände gebogen werden sollen. Ueber Silberlote verschiedener Zusammenfassung f. [3];

für Zinn wird Zinn zum Löten verwendet. (Für bleifreie Zinngegenstände muß auch bleifreies Zinnlot zur Anwendung gebracht werden.) Für leichtschmelzende Zinnlegierungen kommen die einen niedrigen Schmelzpunkt besitzenden Wismutlote zur Verwendung;

für Zink verwendet man Zinn und Zinnlegierungen zum Löten.

Der Form nach wird das Lot als Stangen, dünne Fäden (Fadenlötzinn), als Blechschneitzel (Paillen), gefeilt, gekörnt (Körnerhartlot) und in Pastenform (f. unten) gebraucht. Das gekörnte Lot wird dadurch hergestellt, daß man das flüssige Lot in einen starken

Wassertrahl oder auf einen unter Wasser schnell bewegten Besen von Birkenreifein auftropfen läßt. — Um ein gutes Anhaften des Lots zu erzielen, müßten die Lötstellen metallisch rein sein und muß ihre Oxydation beim Erhitzen vermieden werden. Die Erzielung einer metallisch reinen Lötfläche erfolgt durch Schaben, Feilen, Auflösen oder Reduzieren der vorhandenen Oxyde durch Säuren (Aetzen, Beizen) und andre Lösungsmittel; die Oxydation der Lötflächen während des Erhitzens wird durch Flußmittel verhindert. Als Beizen (Lötwaßer) verwendet man Chlorverbindungen, von denen die verbreitetste eine gefättigte Lösung von Zink in gleichen Teilen Salzfäure und Wasser ohne oder mit Zusatz von etwas Salmiak ist; ferner Chlorzink, Chlorammonium, durch Auflösen von Zink in der gerade nötigen Menge starker Salzfäure und Zusatz der dem Zink gleichen Menge Salmiak und in anderer Weise [3] hergestellt; für reines Zink wird chemisch reine Salzfäure als Lötwaßer gebraucht. Für die angegebenen Zwecke wird ferner Kolophonium, Stearin, Terpentin, Salmiak, zum Hartlöten vorzugsweise Borax, Borfäure, Kryolith, Phosphorsalz, Phosphorsäurelösung oder ein Gemenge von Borax, Pottasche und Kochsalz, oder Glaspulver verwendet. — Als Lötötte und Lötpaßten bezeichnet man Gemenge aus Fetten und Lötflußmitteln, z. B. 1 kg Talg, 1 kg Baumöl, 1/2 kg pulverisiertes Kolophonium, 1/4 l Chlorammoniumlösung oder Zinkammoniumchloridlösung mit Zusatz von Stärkelösung bis zu sirupartiger Beschaffenheit u. a. — Lötflußmittel für elektrotechnische Zwecke, bei denen eine elektrolytische Wirkung des Stroms eine Zerstörung der Lötstelle hervorrufen würde, dürfen nur geringe Mengen Säuren enthalten. — Der Bequemlichkeit halber hat man auch das Lötzin in Stangenform mit Kolophoniumeinlage dargestellt, ferner den Lötflußmitteln u. f. w. das Lötmetall in Pulverform beigefügt; solche Lötmitel kommen im Handel unter der Bezeichnung Tinol, Fludor u. a. vor, die insbesondere auch säurearm sind [4], [15].

Die Erhitzung des Lots und die Ausführung des Lötens erfolgt in folgender Weise:

a) Erhitzen des Lots mit Hilfe erhitzter Metallstücke, insbesondere der Löt-
kolben. Die LötKolben kommen in verschiedener Ausführung des Kolbens vor; die gebräuch-

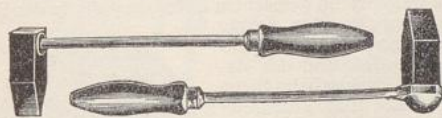


Fig. 1-3.

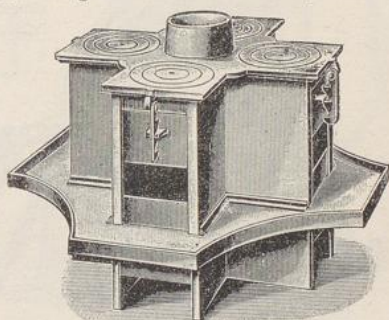


Fig. 7.

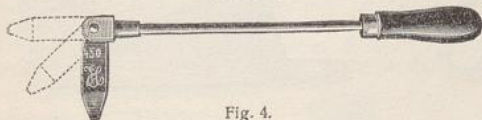


Fig. 4.

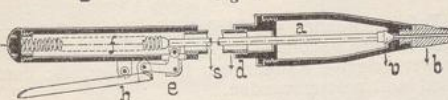


Fig. 5.

lichsten sind die in Fig. 1 (Hammerkolben) Fig. 2 (Angelkolben), Fig. 3 (Spitzkolben) Fig. 4 (verstellbarer LötKolben) abgebildeten Fig. 5 zeigt einen LötKolben mit Füllbehälter für das Lot (D.R.G.M. Nr. 251 579, Laderer,

Cannfett; a Lotbehälter, b Kupfereinsatz und Verschluss, d Zwischenstück, v Ventil mit Gefänge s, Winkelhebel e, h und Feder f). Der (kupferne) Kolben wird zum Zweck der Erhitzung entweder in ein Feuer, einen Ofen u. f. w. (Lötöfen, LötKolben erhitze, LötKolbenwärmgestell) eingelegt oder die Heizvorrichtung ist im LötKolben selbst untergebracht. Fig. 6 zeigt einen Lötöfen für Holzkohlen-, Koks- oder Kohlenfeuerung (Mantel aus Schmiedeeisen oder Gußeisen), Fig. 7 einen

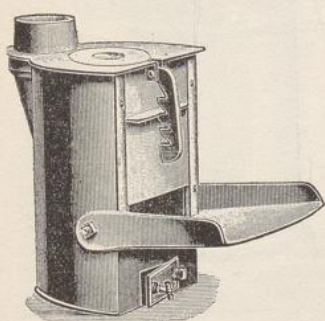


Fig. 6.

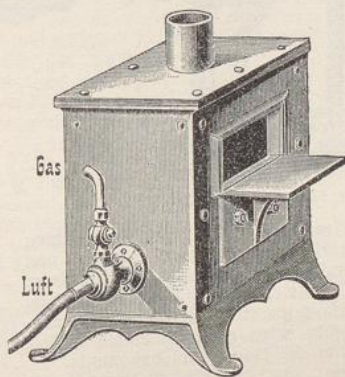


Fig. 8.

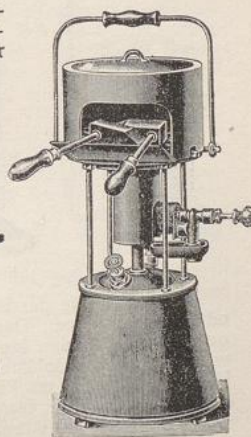


Fig. 9.

Lötofen mit mehreren Feuern, Fig. 8 einen Lötofen für Gasbeheizung (mit Druckluftbetrieb), Fig. 9 ein LötKolbenwärmegestell für flüssige Brennstoffe (Spiritus, Benzin u. f. w.). — LötKolben mit Selbstbeheizung sind in Fig. 10 und 11 dargestellt; Fig. 10 GaslötKolben (ohne oder mit Druckluftbetrieb), Fig. 11 LötKolben für flüssige Brennstoffe (Benzin, Ligroin, Spiritus u. f. w.), der Kolben besitzt zum Anwärmen zwecks Einleitung der Gaserzeugung eine Vorwärmchale,

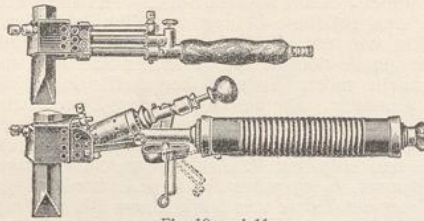


Fig. 10 und 11.

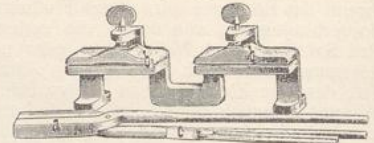


Fig. 12

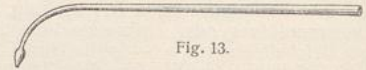


Fig. 13.

ferner eine verstellbare Auflegegabel. Die elektrisch geheizten LötKolben besitzen einen hohlen Kupferkolben mit Neusilberdrahtspiralen im Innern, die durch Glimmer und Asbest voneinander isoliert sind und durch Anschluß an eine Stromquelle zum Glühen gebracht werden. Auch mit Hilfe des zwischen einem Kohlenstab und einem Kupferbolzen gebildeten Lichtbogens wird die Beheizung von LötKolben vorgenommen [5]. Die Verwendung erhitzter Metallstücke zum Schmelzen des Lots ist ferner beim Löten von Bandfägeblättern gebräuchlich, Fig. 12, indem mit der glühend gemachten Lötzange *a* die in der Vorrichtung *b* eingespannten, schräg abgefeilten Sägeblattenden und das dazwischen befindliche Lot und Flußmittel



Fig. 15.



Fig. 16.

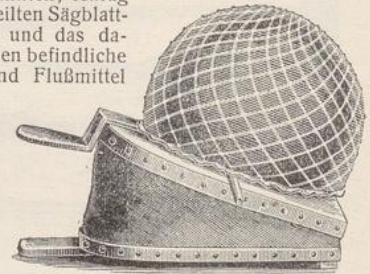


Fig. 14.

erhitzt werden; die kleine Zange *c* dient zum Zusammenhalten der Lötstelle für kurze Zeit nach der Abnahme der großen Zange. — Ein weiteres hierher gehöriges Verfahren ist das sogenannte Zusammenbügeln der verzinnnten und übereinander gelegten Ränder von Bleiplatten, die durch Ueberfahren mit einem heißen Bügeleisen erhitzt und gelötet werden.

b) Erhitzen des Lots und der Lötstelle mit Hilfe von Stichflammen. Die Erzeugung der Stichflamme erfolgt:

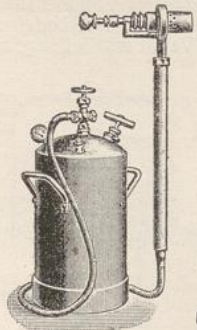


Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 17.

1. mit Hilfe des Blasrohrs (Fig. 13) und Holzkohlen oder einer Flamme. Das Blasrohrende wird entweder von dem Arbeiter in den Mund genommen oder der Luftstrom wird durch ein Gebläse geliefert, das in der einfachsten Form als Blasbalg mit Fußbetrieb (Fig. 14, Lötgebläse) ausgeführt wird. Das Blasrohr wird auch an einem Gestell befestigt, damit der Arbeiter die Hände frei bekommt;

2. mittels Lötampen; Fig. 15 Spirituslötampe (mit

befonderer Heizflamme); Benzin(Ligroin-)Lötlampen mit schrägem (Fig. 16), wagrechtem (Fig. 17) oder fenkrechtem Brennerrohr. Bei der Lötlampe (Lötapparat) Fig. 18 ist die Lampe mit dem Behälter für den flüssigen Brennstoff durch einen Schlauch verbunden;



Fig. 21.

3. mittels Lötbrennern oder Lötrohren (Lötpistolen) und brennbaren Gasen. Die Lötbrenner sind entweder Bunfen(blau)brenner, Fig. 19, oder Brenner für Druckluft (Fig. 20) oder für verdichteten Sauerstoff (f. unten, Bleilötapparate), desgleichen die Lötrohre. Fig. 21 stellt ein Gaslötrohr für Preßluftzuführung dar; es besitzt einen federnden selbstschließenden Hahn und eine Zündflammdüse, so daß beim Loslassen des Regulierhahns die Gasausströmung durch das Lötrohr aufhört und nur die kleine Zündflamme weiterbrennt. — Einen Löttisch mit sechs verstellbaren Lötrohren für Preßluftbetrieb zeigt Fig. 22, der zum Auflöten von Rohrflanschen dient.

Als Lötapparate bezeichnet man Lötrohre (Lötpistolen) mit einem Gebläse für die Erzeugung von Druckluft; sie besitzen ferner mitunter einen Gaserzeuger und eventuell einen Tisch für die Arbeitsfläche. Fig. 23 zeigt einen Lötapparat (Zylindergaslötgebläse, O. Lorentz jr., Berlin),

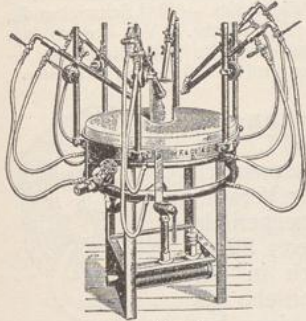


Fig. 22.

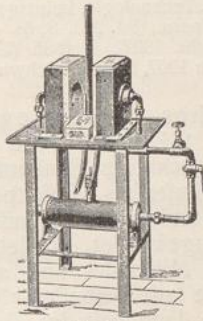


Fig. 26.

aus Lötrohr, Gas- und Windzuleitung, Gebläse und Löttisch (mit doppelter regulierbarer Unterhitze) bestehend. Bei den Lötapparaten mit einem Gaserzeuger ist dieser entweder getrennt oder im unteren Teil des Lötapparatgestelles (vgl.

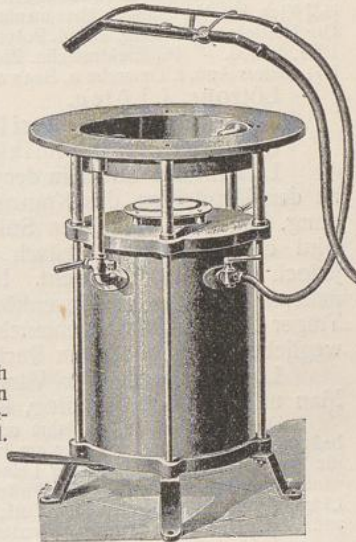


Fig. 23.



Fig. 25.

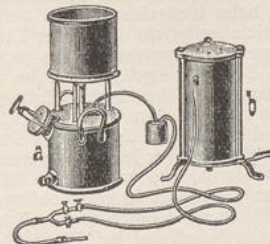


Fig. 24.

Fig. 23) angeordnet. Besondere Erwähnung verdienen noch die Bleilötapparate. Beim Löten von Bleiplatten u. f. w. mit Blei als Lot kommt Wasserstoffgas (Knallgasflamme) zur Verwendung. Bei den älteren Bleilötapparaten (Fig. 24) wird das Wasserstoffgas in dem Gasentwickler *a* mit

Hilfe von Zink und Schwefelsäure hergestellt und mittels Druckluft, die in dem Zylindergebläse *b* erzeugt wird, verbrannt. Neuerdings verwendet man an Stelle des Wasserstoffgasentwicklers verdichteten Wasserstoff in Stahlflaschen und ein Zylindergebläse, das man auch durch die Verwendung verdichteten Sauerstoffs entbehrlich gemacht hat; auch komprimierter Wasserstoff allein wird verwendet, doch sind hierbei besondere Brennerkonstruktionen notwendig (Wasserstoffstarkbrenner, Drägerwerk Lübeck, D.R.P. Nr. 131275).

c) Erhitzen des Lots und der Lötstelle in Herden und Feuern (Herdlöten). Alle gewöhnlichen Schmiedeherde (f. Schmieden) und Öfen, deren Feuerung genügend hoher Hitze gefattet, können zum Löten benutzt werden. Ein gußeiserner Löttherd (Löttischeibe) für Kohlen-, Koks- oder Holzkohlenfeuerung geeignet, mit Unterwind, in der Regel in Verbindung mit einem Lötrohr gebraucht, ist in Fig. 25 dargestellt. Einen Löttherd (Löttisch) für Gas- und Preßluftbetrieb, zum Löten von Fahrradgabeln eingerichtet, zeigt Fig. 26.

d) Erhitzen des Lots und der Lötstelle mit Hilfe des elektrischen Stroms. Der elektrische Strom kann durch unmittelbare Umwandlung in Wärme im Arbeitsstück (Widerstandserhitzung) oder durch Benutzung des Davy'schen Lichtbogens (Flammbogenerhitzung) als Wärmequelle benutzt werden. Bei der Flammbogenerhitzung verbindet man den positiven Pol mit dem Arbeitsstück und erzeugt mit Hilfe eines mit dem negativen Pol eines Stromerzeugers verbundenen Kohlenstabs, der über die Lötstelle hingeführt wird, einen Lichtbogen

Um die Spitze des Kohlenstifts widerstandsfähiger zu machen und feine Leitfähigkeit zu erhöhen, wird er mit einem kräftigen Kupferniedererschlag versehen. Der Kohlenstift sitzt in der Klemme eines hölzernen Handgriffs. Die elektrische Lötung ist auch für Bleilötung gut geeignet [6]. S. a. Wärmewirkungen, elektrische, Schweißen und [11], [17].

e) Erhitzen (Schmelzen) des Lots in einem Schmelzkeffel oder Tiegel und Eintauchen der Lötstelle in das geschmolzene Lot. In dieser Weise werden von einzelnen Fabriken z. B. Fahrradrahmen zusammengelötet.

Literatur: [1] Goerens, P., Einführung in die Metallographie, Halle 1906. — [2] „Stahl und Eisen“, Düffeldorf 1900, S. 1011, 1902, S. 466; Zeitfchr. des Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 65; Dinglers Polyt. Journ. 1902, S. 34; Journ. für Gasbel. und Wafferverf. 1900, S. 959; Mitteil. aus den techn. Versuchsanstalten, Berlin 1901, No. 2, S. 86—90. — [3] Karmarich-Fischer, Handbuch der mechan. Technologie, 6. Aufl., Bd. 2, Leipzig 1888. — [4] Zeitfchr. für Werkstatttechnik 1907, S. 254, 485. — [5] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, 7. Aufl., Berlin 1907. — [6] Elektrochem. Zeitfchr. 1906, Nr. 3; Zeitfchr. des Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1687. — [7] Ledebur, A., Lehrbuch der metallurg. Technologie, 3. Aufl., Braunschweig 1905. — [8] Schloffer, E., Das Löten und die Verarbeitung der Metalle, 3. Aufl., Wien 1905. — [9] Wüst, F., Legier- und Lötkenntn., Leipzig 1895. — [10] Richter, C., Das Löten des Bleies, Wien 1896. — [11] Zeitfchr. des Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1469. — [12] Hoyer, E. v., Lehrbuch der mechan. Technologie, 4. Aufl., Bd. 1, Wiesbaden 1906. — [13] Kick, Fr., Vorlesungen über mechan. Technologie, Leipzig u. Wien 1898. — [14] Schwickus, R., Die Hartlote für Messing, Dingl. Polyt. Journ., Bd. 293, S. 64. — [15] Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 906. — [16] Elektrotechn. Zeitfchr. 1907, Heft 35 (Ueber Versuche mit Lötmitteln). — [17] Glasers Ann. f. Gewerbe u. Bauwesen 1907, S. 41 ff. (Schweißen und Löten). *A. Widmaier.*

Lötrohr, f. Löten.

Lötverfahren, elektrisches, f. Wärmewirkungen.

Lötwaßer (Zinkfalmaiak), f. Zinkchlorid und Löten.

Löwenkopf findet in der griechischen Baukunst namentlich an den Rinneleiten des Kranzgesimses als Wasserpeier Verwendung. Auch im römischen Stile und in der Renaissanceperiode wird der Löwenkopf vielfach angewendet, in letzterer Stilart jedoch bloß als Ornament. Im Mittelalter und auch in der neueren Zeit wurden Löwenköpfe mit besonderer Vorliebe als Träger der Türklopfer gebraucht; dann hält das Tier einen beweglichen Ring in seinem Rachen (f. die Figur). *Weinbrenner.*



Log, Apparat oder Vorrichtung zum Messen der Schiffsgeschwindigkeit. Man unterscheidet Grundlog, Reelingslog, gewöhnliches Log und Patentlog.

Das nur bei mäßiger Fahrt anwendbare, bei Strom falsche Daten ergebende Grundlog besteht darin, daß man mit der am Heck ausgeworfenen Lotleine zunächst die Wassertiefe mißt, die Zeit notiert, dann von der Leine beim Weiterfahren eine bestimmte Länge aussteckt und wieder die Zeit vermerkt. Die Wassertiefe entspricht dann der Länge der einen Kathete, die Länge der schräg ausgelaufenen Lotleine der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen andre Kathete die in einer bestimmten Zeit zurückgelegte Strecke, d. h. die Schiffsgeschwindigkeit, ergibt. — Zur Benutzung des Reelingslogs bringt man auf der Reeling in bestimmtem Abstände Marken an, wirft vorn am Bug des Schiffes einen schwimmenden Gegenstand über Bord und notiert die Zeiten des Passierens derselben an jenen Marken, woraus die Fahrt des Schiffes leicht zu berechnen ist. — Das Prinzip des gewöhnlichen Logs besteht darin, daß man einen festen Punkt im Wasser schafft und die Länge der an ihm befestigten in einer bestimmten Zeit auslaufenden Logleine feststellt. Der feste Punkt wird durch ein Logscheit gebildet, das aus einem an der Rundung beschwerten Holzsektor besteht, so daß das Scheit im Wasser eine senkrechte Lage annimmt. An ihm ist die von der Logrolle leicht ablaufende Logleine so befestigt, daß ein Teil der in drei Enden nach den Ecken des Scheits führenden Leine von dem andern auszulösen ist, um das Einholen des Scheits nach beendetem Loggen zu erleichtern. Die Logleine ist nach einer besonderen, von der Länge der Meridianminuten unter Berücksichtigung der zur Anwendung kommenden Sanduhr abhängigen Berechnung eingeteilt und dort mit Knoten versehen (daher der Name Knoten für Seemeilen). Ein Vorlauf der Leine dient dazu, das Logscheit aus den Wirbeln des Kielwassers heraustreten zu lassen, ehe man das Logglas (Sanduhr) umdreht. Sobald dieses abgelaufen, hält man die Logleine fest und liest die Knotenanzahl ab. — Die Patentlogs (f. die Figur) beruhen meist auf dem Prinzip, daß ein nachgeschleppter Körper infolge des bei der Fahrt auf seine schrägen Flügelflächen ausgeübten Druckes in Drehung versetzt wird und letztere mittels einer Schnur auf Zahnräder überträgt, die in einem an der Reeling befestigten Gehäuse angeordnet und mit Zeigern zum Ablesen an der Gradscheibe versehen sind. Die Einteilung der letzteren ist empirisch festgestellt. Diese Patentlogs haben den Nachteil, daß sie nur den zurückgelegten Weg, nicht aber auch die Fahrsgeschwindigkeit im Augenblicke des Ablefens angeben. Letztere muß somit erst aus der Beobachtung, welche Strecke in bestimmter Zeit zurückgelegt wird, berechnet werden. Dagegen gestattet eine andre Art Patentlogs (Strangmeyer) [2], die darin besteht, daß das Wasser durch Röhren in ein Gefäß tritt, die dort befindliche Luft je nach der Geschwindigkeit des Schiffes mehr oder weniger komprimiert und



F. Walkers Patent-Schiffslog.

dieses Maß auf Zeiger überträgt, die auf einer Skala spielen, das unmittelbare Ablefen der Schiffs-
geschwindigkeit, hat indessen den großen Nachteil der Unzuverlässigkeit, weil einmal dem Wechsel
des hydrostatischen Drucks beim Stampfen des Schiffs nicht Rechnung getragen ist und andererseits
Verdunstung und Kondensation in der Rohrleitung eine schädliche Rolle spielen. Ein neueres,
recht gut wirkendes elektrisches Log von Schultze (Berlin) — die zahlreichen andern elek-
trischen Logs haben sich nicht bewährt — ist auf dem Mönichschen System zweier Induktions-
spulenpaare aufgebaut, bei welchem das Geräusch eines Unterbrechers so lange in einem ein-
geschalteten Fernhörer vernehmbar ist, bis die drehbare Spule jedes Spulenpaares genau dieselbe
Winkellage zur zugehörigen Spule einnimmt. Beim Schultze-Log wird die Drehung der
Spule des einen Paares durch die bei verschiedener Fahrt, d. h. abweichendem hydrodynamischen
Druck wechselnden Durchbiegungen einer Membran verurlicht, die dem Wechsel des hydro-
statischen Drucks nicht ausgesetzt ist, da sie in der Mitte mit einer nach hinten zeigenden gleichen
Membran flarr verbunden ist. Der Beobachter braucht nur die drehbare Spule des andern
Paares um daselbe, durch Eintritt des Schweigepunkts im Fernhörer kenntliche Maß zu drehen,
das mittels Zeigers an einer Teilung unmittelbar die der Fahrt entsprechende Seemeilenzahl angibt.

Literatur: [1] Handbuch der Navigation, herausg. vom Hydrographischen Amt der Kaiserl.
Marine, Berlin 1881. — [2] Handbuch der nautischen Instrumente, Berlin 1890, S. 396. von Nießen.

Logarithmische Latte, eine Distanzlatte (f. d.) mit logarithmischer Teilung,
verwendet beim Tachymeter Tichy-Starke; f. Distanzmesser und Tachymetrie.

Logarithmische (logistische) Linie hat die Gleichung

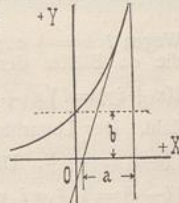
$$x = a \log_n \frac{y}{b} \text{ oder } y = b e^{\frac{x}{a}} \text{ (Exponentiallinie).}$$

Die Subtangente ist konstant = a ; Tangente $\sqrt{a^2 + y^2}$; Subnormale $\frac{y^2}{a}$

Normale $\frac{y\sqrt{a^2 + y^2}}{a}$; Krümmungsradius $\frac{\sqrt{(a^2 + y^2)^3}}{ay}$. Evolute ist

$$x = a \log_n \frac{y \pm \sqrt{y^2 - 8a^2}}{4b} - \frac{y(y \pm \sqrt{y^2 - 8a^2})}{8a} - \frac{1}{2}a.$$

Die Fläche ist $U = a(y - b)$, Gesamtfläche ab , also endlich. Bogen $s = \sqrt{a^2 + y^2} - \sqrt{a^2 + b^2}$
 $+ a \log_n \frac{b(\sqrt{a^2 + y^2} - a)}{y(\sqrt{a^2 + b^2} - a)}$. Der Drehungskörper um die $\left\{ \begin{matrix} x \\ y \end{matrix} \right\}$ -Achse hat den Gesamthalt
 $\left\{ \begin{matrix} \frac{1}{2} \pi a b^2 \\ 2 \pi a^2 b \end{matrix} \right\}$.



Wölfang.

Logarithmischer Maßstab, logarithmischer Zirkel, logarithmische Skala, logarithmische Teilung, f. Graphisches Rechnen.

Logarithmus einer Zahl a zur Basis b ist die Zahl x , mit der b potenziert werden muß, um a zu erhalten; aus $b^x = a$ folgt $x = \log a/b$ oder kurz $x = \log a$, wenn sich die Basis b von selbst versteht. Die Zahl a heißt Numerus von x .

Es gelten die Formeln $\log pq = \log p + \log q$; $\log \frac{p}{q} = \log p - \log q$; $\log p^m = m \log p$;
 $\log \sqrt[m]{p} = \frac{1}{m} \log p$; $\log a/b = \frac{\log a/c}{\log b/c}$; $\log a/b = \frac{1}{\log b/a}$; $\log 1 = 0$, was auch die Basis
sein möge. Hieraus ergibt sich, daß die Logarithmen zur Vereinfachung von Rechenoperationen
dienen: die Multiplikation wird mit ihrer Hilfe auf eine Addition zurückgeführt u. f. w. Man
benutzt zu diesem Zweck Logarithmen, welche einem Logarithmenfytem angehören, d. h. welche
alle dieselbe Basis haben.

Am gebräuchlichsten sind die **Briggfchen Logarithmen** mit der Basis 10, welche letztere
als selbstverständlich nicht angegeben wird. Die Logarithmen der ganzen positiven und negativen
Potenzen von 10 sind positive und negative ganze Zahlen, z. B. $\log 10 = 1$; $\log 100 = 2$; $\log 0,001$
 $= -3$. Die Logarithmen der übrigen positiven Zahlen sind Brüche, welche $\left\{ \begin{matrix} \text{positiv} \\ \text{negativ} \end{matrix} \right\}$ sind, je
nachdem der Numerus ≥ 1 ist. Dieselben bestehen aus einer ganzen Zahl (Kennziffer) und einem
ftets positiv genommenen Dezimalbruch (Mantisse). Zahlen, welche sich nur in der Zahl der
angehängten Nullen oder in der Stellung des Komma unterscheiden, haben gleiche Mantissen,
z. B. $\log 3 = 0,47712$; $\log 3000 = 3,47712$; $\log 0,0003 = 0,47712 - 4$. An Stelle der negativen
Kennziffern pflegt man jedoch positive zu setzen und -10 hinzuzufügen; die letztere Zahl
wird als selbstverständlich häufig weggelassen; z. B. $\log 0,0003 = 6,47712 - 10$; $\log 0,3 = 9,47712 - 10$
oder kurz $9,47712$. Bei ganzen Zahlen und unechten Brüchen beträgt alsdann die Kennziffer
des Logarithmus eine Einheit weniger, als Stellen vorhanden sind bzw. dem Komma voran-
gehen; bei echten Brüchen hat man von 9 die Zahl der Nullen abzuziehen, welche dem Komma
folgen. Zur Berechnung der Logarithmen wandte man anfangs die mühsame Interpolation,
später die leichtere Reihenentwicklung an. Die berechneten Logarithmen hat man in Tafeln
(Logarithmentafeln) zusammengestellt. Von denselben sind die gebräuchlichsten die fünfstelligen,
welche direkt die Logarithmen aller vierstelligen Zahlen (und aller mit 4 bedeutsamen Ziffern)
geben. Die Logarithmen mehrstelliger Zahlen werden mit Hilfe der Proportionalitätäfelchen
berechnet, deren Einrichtung auf der Formel $\frac{\log(a+b) - \log a}{\log(a+c) - \log a} = \frac{b}{c}$ beruht; diese gilt
näherungsweise, wenn b und c gegen a sehr klein sind.

Beispiel $a = 24340$; $b = 3$; $c = 10$. $\log(a + c) = \log 24350 = 4,38650$; $\log a = 4,38632$. Differenz (fogenannte Tafeldifferenz) 18. Nun geben die Proportionaltafelchen $18 \cdot \frac{b}{c} = 18 \cdot 0,3 = 5,4$; also $\log 24343 = \log(a + b) = \log a + 5,4 = 4,34637$.

Die Tafeln dienen auch zur Auffuchung des Numerus, wenn der Logarithmus gegeben ist, doch benutzt man hierfür auch Antilogarithmen (f. d.). Zur logarithmischen Rechnung müssen mathematische Ausdrücke möglichst in Produkte, Quotienten, Potenzen, Wurzeln verwandelt werden, wogegen Summen und Differenzen vermieden werden. Man schreibt daher

$$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b); \sin \varphi + \sin \psi = 2 \sin \frac{\varphi + \psi}{2} \cos \frac{\varphi - \psi}{2} \text{ u.f.w.}$$

Weil sich $\log(a \pm b)$ nicht umformen läßt, vermeidet man bisweilen das fortwährende Zurückgehen auf den Numerus durch Anwendung von Additions- und Subtraktionslogarithmen (f. d.).

Die Logarithmentafeln enthalten meistens auch die Logarithmen der trigonometrischen Funktionen, ferner Quadratzahlen, mathematische und physikalische Konstante u. a.

Natürliche (Napierische, hyperbolische) **Logarithmen** heißen diejenigen mit der Basis $e = c = 2,71828 \dots$ (f. Exponentialfunktion). Sie werden kurz mit l bezeichnet. Es ist daher $x = l a$, wenn $a = e^x$. Sie spielen in der Analysis und Funktionentheorie eine große Rolle; für technische Rechnungen werden sie nicht so häufig gebraucht.

Die Logarithmusfunktion wird durch Integration von $\frac{1}{x}$ erhalten; es ist $l x = \int \frac{dx}{x}$.

Wegen $l \infty = +\infty$; $l 0 = -\infty$ besitzt sie die beiden Unstetigkeitspunkte 0 und ∞ , in welchen die ∞ Blätter der Riemannschen Fläche zusammenhängen (f. Funktionen). Es ist

$$l(x + iy) = l \sqrt{x^2 + y^2} + i \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{y}{x} + 2n\pi i, \text{ wo } n \text{ eine beliebige positive oder negative}$$

Zahl. Der Logarithmus ist also unendlich vieldeutig. Speziell ist $li = \frac{\pi i}{2}$; $l(-1) = \pi i$;

$$l(-i) = \frac{3\pi i}{2}. \text{ Die Logarithmen der negativen Zahlen sind also imaginär, zum Beispiel}$$

$$l(-e) = 1 + \pi i \text{ u.f.w. Die Formel } l x + l y = l(x y) \text{ heißt Additionstheorem der Logarithmusfunktion.}$$

Literatur: [1] Clauffen, Die Logarithmen und ihre Anwendung, Leipzig 1879. — [2] Kleyer, Lehrbuch der Logarithmen, Stuttgart 1884. — [3] Meyer, M., Katechismus der Logarithmen, 2. Aufl., Leipzig 1898. — [4] Städtgen, Ueber die Genauigkeit logarithmischer Berechnungen, Berlin 1888. — Logarithmentafeln sind: [5] Vega, Thesaurus logarithmorum, Leipzig 1794. — [6] Derf., Logarithmisch-trigonometrisches Handbuch (siebenstellig), 81. Aufl., Berlin 1906. — [7] Schrön, Siebenstellige gemeine Logarithmen, 25. Aufl., Braunschweig 1904. — [8] Bremiker, Logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit sechs Dezimalstellen, 13. Aufl., Berlin 1900. — [9] Gauß, Fünfstellige, vollständige logarithmische u. trigonometrische Tafeln, 94. Aufl., Halle 1906. — [10] Rex, Fünfstellige Logarithmentafeln, Stuttgart 1884. — [11] Wittstein, Fünfstellige logarithmisch-trigonometrische Tafeln, 17. Aufl., Hannover 1896. — [12] Henrici, Vierstellige logarithmisch-trigonometrische Tafeln, Leipzig 1882. *Wolffing.*

Loge (ital. Loggia) hat verschiedene Bedeutung.

1. **Halboffene Halle** an der Außenseite eines Hauses (Bogenhalle oder -laube). Schönes Beispiel am gotischen alten Rathaus zu Braunschweig (Fig. 1). Ein Beispiel aus der Renaissance zeigt Fig. 2 und die Loge an einem Ingenieurbauwerk Fig. 3 (S. 197).

2. Im **Theater** die in zwei bis vier Reihen übereinander gelegenen Galerien oder Emporen für Zuschauer.

3. **Pförtnerloge**, kleines Gemach am Eingang großer Häuser zur Ueberwachung der Aus- und Eingehenden.

4. **Verfammlungsort der Freimaurer** mit etwa folgenden Räumen: Vorplatz mit Empfangs- und einigen Vorbereitungszimmern, Arbeitsaal in ernster und würdiger, oft kirchlicher Ausschmückung (Tempel mit Altar); Speisefaal mit Nebenzimmern; Direktion mit Sitzungszimmer, Archiv und Biblio-

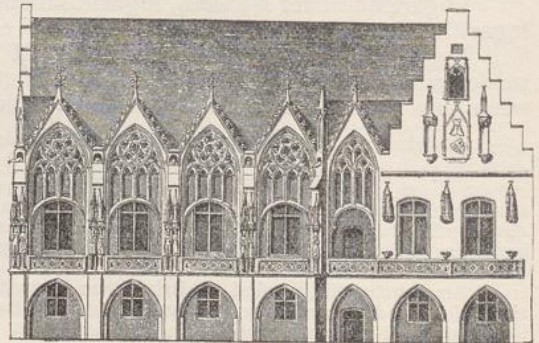


Fig. 1. Rathaus zu Braunschweig.

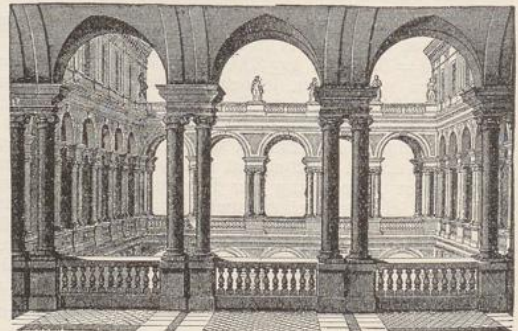


Fig. 2. Palazzo Borghese in Rom.

thek; Gefellschafts- und etwa allgemeine Wirtschaftsräume mit Küche und Zubehör, Wohnung des Wirts oder Hauswarts. Die Haupträume sind so anzuordnen daß Einblick und Beobachtung von außen nicht möglich ist.

Logger sind Fischerfahrzeuge für See und Hafl mit einem Großmafl mit Großsegel vorn und einem Befan- oder Treibermafl hinten; sie beflitzen keine Seitenschwerter und sind auf Kiel gebaut.



Zum Art. Loge: Fig. 3. Entwurf für eine zweite feste Rheinbrücke zu Cöln a. Rh.

Literatur: Middendorf, Bemastung und Takelung der Schiffe, Berlin 1903. *T. Schwarz.*

Logikkalkül, mathematische Behandlung der Logik auf Grund besonderer Zeichen Sprachen.

Literatur: Schröder, E., Vorlesungen über die Algebra der Logik, 1—3, Leipzig 1890—95.

Logographie, in der Buchdruckerei ein Verfahren zur Beschleunigung des Handfatzes.

Die Logographie beruht darauf, daß Lettern verwendet werden, bei welchen die in einer Sprache sehr häufig wiederkehrenden Buchstabengruppen (kleine Wörter, Silben) in einem Stücke vereinigt sind (Logotypen). Neuere Systeme stammen von L. Weiß in Wien, C. Wiederanders in München und M. Lindner in Leipzig. Trotz wiederholter praktischer Versuche hat die Verwendung von Logotypen nicht durchzudringen vermocht. *A. W. Unger.*

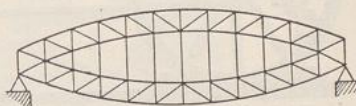
Logometer, f. Rechenmaschinen.

Lohgerberei (Rotgerberei), derjenige Teil der Gerberei, welcher als Gerbmateriale gerbstoffhaltige Pflanzenteile (Rinden oder Lohen, Früchte, Blätter, Holz, Wurzeln u. f. w.) verwendet. Näheres f. Leder, S. 94. *Päßler.*

Lohnmühle, f. Kundenmühle.

Lohfische Träger. Diefem an den zwei Elbebrücken der Venloo—Hamburger Bahn nächst Hamburg und Harburg und bei der neuen Brücke in Hamburg zur Anwendung gelangten Trägerfystem liegt die Kombination eines steifen Bogens mit einer steifen Zuggurtung zugrunde, welche derart verbunden sind, daß sich die Horizontalkräfte aufheben und die Pfeiler nur lotrecht belastet werden.

Es entsteht auf diese Weise ein Linfenträger, dessen Gurte so steif als Gitterträger konstruiert sind, daß eine Ausfachung entfallen kann und nur Vertikalfäbe zur Uebertragung der Lasten notwendig werden. Das in nebenstehender Figur dargestellte System ist mehrfach (bei n Fachweiten des Trägers n fach) statisch unbestimmt. Eine etwas größere statische Bestimmtheit würde sich ergeben, wenn die Zug- und Druckgurte beiderseits nur in einem Knotenpunkte aneinander geschlossen werden.



Literatur: Heinzerling, Die Brücken in Eisen, Leipzig 1870, S. 490; Mehrtens, Der deutsche Brückenbau im XIX. Jahrhundert, Berlin 1900, S. 27, 29. *Melan.*

Lokalbahnen sind nach den vom Verein deutscher und anderer Eisenbahnverwaltungen herausgegebenen „Grundzügen für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokaleisenbahnen“ vom 1. Januar 1897: „vollspurige oder schmalspurige Bahnen untergeordneter Bedeutung, welche dem öffentlichen Verkehr, jedoch vorwiegend dem Nahverkehr, zu dienen haben, mittels Maschinenkraft betrieben werden und bei welchen in der Regel die Fahrgefchwindigkeit von 30 km in der Stunde an keinem Punkte der Bahn überschritten werden darf.“

Schließen vollspurige Lokalbahnen an Haupt- oder Nebenbahnen an, so empfiehlt es sich, sie für den Uebergang von Hauptbahngüterwagen einzurichten. Von den Lokalbahnen unterscheiden sich die Kleinbahnen nur durch ihre geringere Verkehrsbedeutung. *Kübler.*

Lokalfarbe, in der Malerei die Naturfarbe des Gegenstandes, abgesehen von der sonstigen Licht- und Schattenwirkung und der des Reflexlichtes.

Lokalheizung, f. Heizung geschlossener Räume.

Lokalverkehr, f. Eisenbahnverkehr, Bd. 3, S. 326.

Lo-ka-o, Chinagrün, ein in China durch Auskochen der Rinde von *Rhamnus utilis* und *Rhamnus chlorophorus* gewonnener und zum Grünfärben von Baumwolle und Seide verwendeter Farbstoff.

Das Färben geschieht in einem mit Kalkmilch und Soda oder Pottasche versetzten Bade. Die Farbe entwickelt sich jedoch erst an der Luft, und zwar nimmt nur die dem Licht ausgesetzte Seite des Gewebes die Farbe an. Der Farbstoff selbst, welcher Ende der vierziger Jahre durch die Bemühungen von Perfoz in Frankreich eingeführt wurde, bildet dünne, etwas gebogene Scheiben von blauer Farbe und gleichzeitig violetterm und grünem Glanz. Er scheint der Eisenmagnesiumkalklack eines phenolartigen Farbstoffes zu sein. Ueber seine Zusammenfassung ist nichts Näheres bekannt geworden; in der Färbereipraxis wird er nicht mehr angewendet.

Literatur: Schützenberger, Die Farbstoffe, Berlin 1873.

R. Möhlan.

Lokomobilen sind fest mit ihren Dampfkesseln verbundene Dampfmaschinen auf beweglichen Trag- oder Fahrgestellen. Sie werden in Deutschland in der Regel mit ausziehbaren Röhrenkesseln (f. Bd. 2, S. 566), in England mit tiefer vier-eckiger Feuerbüchse und für Arbeitsleistungen von ca. 4—400 PS. gebaut. Sie werden für Kraftbetriebe aller Art, insbesondere für Pumpwerke, elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung und hauptsächlich in der Landwirtschaft verwendet. Die Ankaufskosten sind geringer als bei feststehenden Dampfmaschinen mit getrennter Kesselanlage und gleicher Leistung, weil bei diesen noch erhebliche Ausgaben für Schornstein, Kesselmauerung, Gründung u. f. w. hinzukommen.

Gutgebaute Lokomobilen verbrauchen nicht mehr Kohlen und Wasser als stehende Maschinenanlagen, verursachen also keinen höheren Betriebsaufwand; sie können für die

verschiedensten Brennstoffe: Kohle, Koks, Holz, Oel, Lohe, Sägespäne, Stroh, Torf u. f. w. eingerichtet werden. Die aufgesetzte Dampfmaschine ist ein- oder zweizylindrig mit einfacher Dampfdehnung oder Verbundwirkung, mit oder ohne Dampfnieder-schlag, meist auf dem Kessel liegend angeordnet. Die Dampfspannung beträgt in der Regel 8 bis 10 Atmosphären. Auf die Lokomobilen finden in Deutschland die polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln Anwendung; überdies bestehen in den einzelnen deutschen Staaten besondere landesgesetzliche Bestimmungen. Die leichte Beweglichkeit der Lokomobilen sowie die

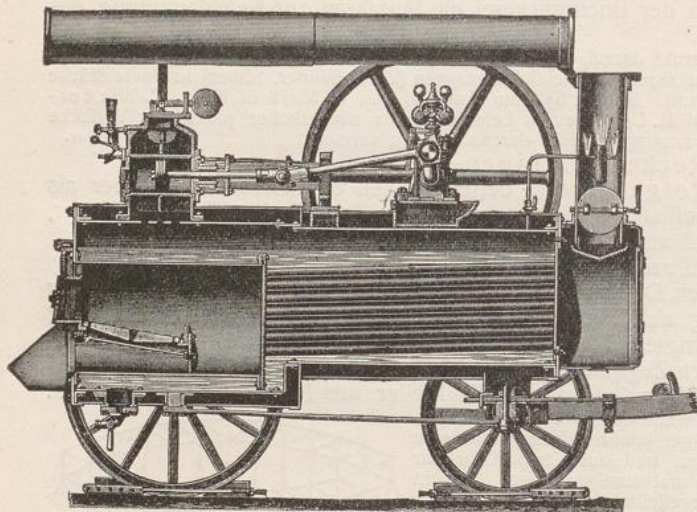


Fig. 1. Einzylinderlokomobile von R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

kleine Raumbeanspruchung sind große Vorzüge, die ihnen eine wachsende Bedeutung sichern.

Fig. 1 zeigt im Längenschnitt eine fahrbare Einzylinderlokomobile

der Firma R. Wolf in Magdeburg-Buckau. Die Feuerbüchse mit den Siederöhren kann nach hinten herausgezogen werden. Der Rost ist für Kohlenfeuerung, der Schornstein umlegbar hergestellt; zur Feueranfischung befindet sich im Schornstein ein Blasrohr wie bei den Lokomotiven, das den

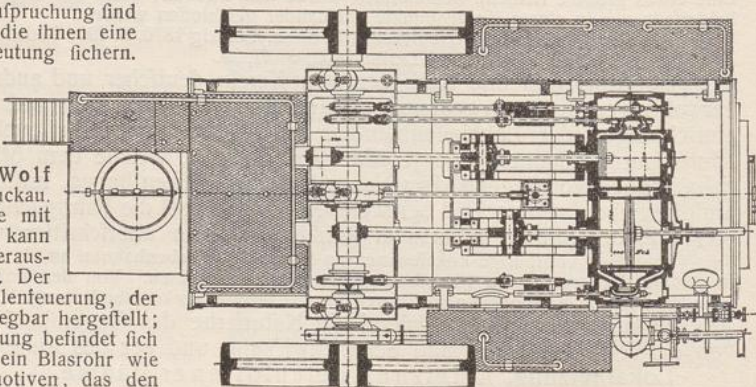


Fig. 2.

Abdampf der Maschine auspufft. Fig. 2 stellt eine Zweizylinderverbundmaschine derselben Firma im Grundriß dar; Hochdruck- und Niederdruckzylinder liegen nebeneinander und werden getrennt geheizt. Diese Anordnung wird auch von andern Werken in der Regel angewendet.

Abweichend hiervon ist die in Fig. 3 dargestellte Verbundlokomobile von Sack & Kießelbach in Düsseldorf mit zwei übereinander liegenden Zylindern; der obere liegt geneigt, der untere wagrecht, beide auf die Achse gerichtet. Hierdurch wird die Trennung der Steuerungsorgane überflüssig und es genügt ein Grundchieber.

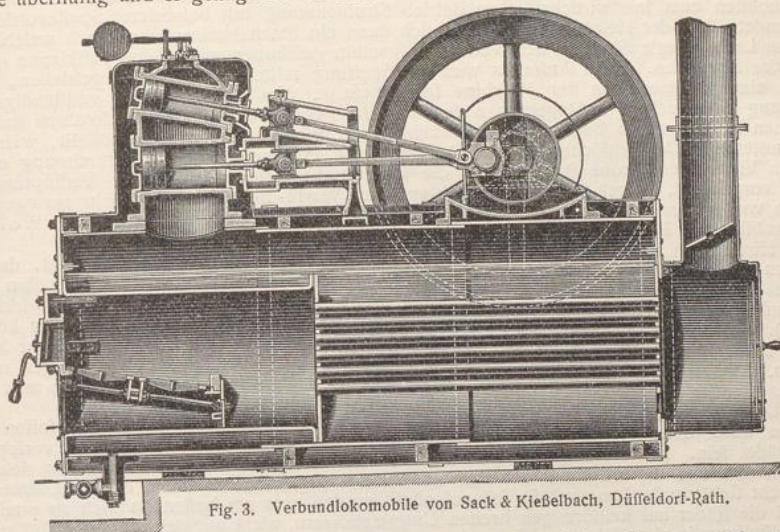


Fig. 3. Verbundlokomobile von Sack & Kießelbach, Düsseldorf-Rath.

Fig. 4 zeigt eine Heißdampflokomobile von R. Wolf in Magdeburg-Buckau mit sogenannter Tandemverbundanordnung, Hoch- und Niederdruckzylinder hintereinander, beide Kolben auf derselben Stange, die nur eine Kurbel treibt. Der Ueberhitzer besteht aus einem Schlangrohr, das in der Rauchkammer vor den Feuerrohren liegt, und einem Rohrbündel, das den Dampf bei Uebergang aus dem Hoch- in den Niederdruckzylinder nochmals erhitzt.

Die Kraftübertragung erfolgt bei allen Lokomobilen von einer auf die Schwungradwelle gefetzten Riemen Scheibe aus. Hinsichtlich der Einzelheiten der Bauarten verweisen wir auf die Preislisten u. f. w. der Werke, unter welchen außer den genannten noch Lanz-Mannheim, Badenia-Weinheim, Lwowfki-Halle a. S., Swiderfki-Leipzig, Grob-Leipzig-Eutritzsch, Strube-Magdeburg-Buckau, Garrett Smith & Co.-Magdeburg genannt seien. In der Regel

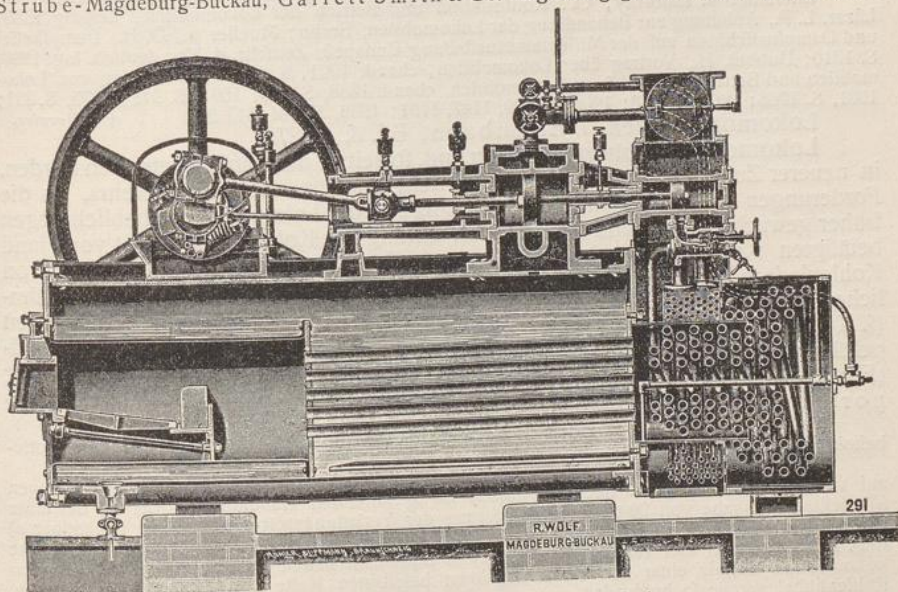


Fig. 4. Heißdampflokomobile von R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

verwendet man bis zu 10 PS. Einzylinderlokomobilen, darüber Zweizylindermaschinen, von 30 PS. ab mit Verbundwirkung, neuerdings auch Heißdampf. Bei reichlich vorhandenem Wasser wird Einfritzniedererschlag verwendet, namentlich bei fest aufgestellten Lokomotiven. Der Verbrauch an guter Steinkohle für 1 Pferdestärke stunde beträgt bei kleinen Einzylindermaschinen 2 kg und mehr, bei größeren Verbundmaschinen 1,2—1,5 kg, bei Verbundwirkung und Dampf-niedererschlag 0,95—1 kg, bei Ueberhitzung, Verbundwirkung und Niedererschlag 0,65—0,7 kg.

Wo Kohle schwer zu beschaffen und Stroh billig zu haben ist, wird bei Benutzung der Lokomotiven zum landwirtschaftlichen Betrieb Stroheuerung mit besonderer Speisevorrichtung verwendet. Vor der Heizöffnung befindet sich dann ein Stachelwalzenpaar, durch welches das in eine Lade gelegte Stroh in den Verbrennungsraum geschoben wird; eine Fallklappe ermöglicht das Anzünden. Beim Anfeuern wird die Speisung mittels einer Kurbel getrieben, später durch einen Riemen von der Maschine selbst besorgt. Um eine möglichst vollständige Verbrennung zu erreichen, verlängert man den Weg der Feuergase nach den Siederöhren dadurch, daß man in der ganzen Breite der Feuerbüchse eine Eisenplatte senkrecht aufstellt, welche in ihrer unteren Hälfte Zuglöcher besitzt. Dadurch wird eine vollständige Verbrennung erzielt, die ein Viertel des Strohs sparen läßt, die Rohrwand geschützt und einer Verstopfung der Rohre vorgebeugt. Durch ähnliche Einrichtung kam Wolf-Buckau zu dem sehr geringen Verbrauch von nur ca. 6 kg Stroh für 1 Pferdestärke stunde bei Belastung mit 15 PS. Wolfische Lokomotiven mit Petroleumfeuerung verdampfen mit 1 kg Petroleum 12 kg Wasser.

Hinsichtlich der Sicherheit des Betriebs wird bei allen Lokomotiven verlangt, daß die Pumpen gegen Verstopfen oder Einfrieren genügend geschützt sind, daß der Aschenkasten dicht ist, um mit Wasser gefüllt werden zu können, und daß die Lokomotive mit einem wirklichen Funkenfänger versehen sei. Für die Beförderung muß der Schornstein umgelegt werden können (Fig. 1). Erwünscht ist über der Lokomotive ein Blechdach, um sie einigermaßen vor Staub, Regen und fallenden Gegenständen zu schützen, auch dem Heizer Unterstand bei Regen zu gewähren. Dieses Dach kann dann auch zur Auflage einer Holzrinne dienen, welche man gern bei Regenwetter zum Schutz des Riemens bis zum Gebäude auflegt.

Der Wagen fahrbarer Lokomotiven muß stark gebaut sein; die Vorderräder sollen beim Wenden unter dem Kessel durchgehen; besonders stark müssen die mit Bremsen versehenen Hinterräder sein. Bei der Aufstellung ist schon mit Rücksicht auf die Erkennung des richtigen Wasserstandes und die Schonung der einzelnen Teile streng darauf zu sehen, daß die Lokomotive wagerecht steht; außerdem muß sie fest aufgestellt werden, was am besten dadurch zu erreichen ist, daß die Räder auf keilförmigen breiten Unterlagshölzern, nicht auf dem Boden selbst ruhen. Bei Aufstellung in der Nähe von Gebäuden und Schobern muß der gefetliche oder durch die Versicherungsgesellschaften vorgeschriebene Abstand (meist 5—6 m) eingehalten werden.

Bei Auswahl von Lokomotiven halte man sich an bewährte Erbauer, welche die nötige Gewähr bieten, beachte die oben angegebenen wichtigsten Anforderungen sowie die für den Betrieb der betreffenden Arbeitsmaschinen nötige Kraft und wähle die Lokomotive lieber etwas stärker als unbedingt notwendig, da man mit stärkeren vorteilhafter arbeitet. Sehr zweckmäßig ist es, die Lokomotive der Aufsicht eines Dampfkesselüberwachungsvereins zu unterstellen. Die Preise ergeben sich aus den Preislisten der einzelnen Firmen, auf welche wir verweisen. Hinsichtlich Dauerhaftigkeit, Betriebsaufwand, Amortisation des Anlagekapitals, Transportkosten u. f. w. der in der Landwirtschaft gebräuchlichen Lokomotiven verweisen wir auf die Angaben der Firmen.

Literatur: v. Taborfky, O., Konstruktion und Betrieb der Lokomotiven, Leipzig 1889; Lázár, L. P., Anleitung zur Behandlung der Lokomotiven, Berlin; Mueller jr., O. H., Dampfkessel und Dampfmaschinen auf der Millenniumsausstellung Budapest, Zeitschr. d. Ver. deutsh. Ing. 1896, S. 1310; Dubbel, H., Vortrag über Lokomotiven, ebend. 1901, S. 668; Beschreibung von Lokomotiven und Betriebsergebnisse an Lokomotiven, ebend. 1888, S. 773; 1891, S. 941; 1895, S. 321; 1901, S. 1066; 1904, S. 578; 1905, S. 189, 1147, 1191; 1906, S. 181, 313 ff. † v. Borries.

Lokomotivbahnen, f. Eisenbahn, Bd. 3, S. 273.

Lokomotivbekohlungsanlagen sind, soweit sie mechanisch betrieben werden, in neuerer Zeit infolge des stetig zunehmenden Zugverkehrs, als die Forderungen an eine schnelle Kohlenverforgung der Lokomotiven erheblich gegen früher gewachsen sind und weil die Vermehrung der Kohlenbühnen mit von Hand betätigten Kranen u. dergl. durch die mit ihnen zugleich steigende Zahl von Kohlenladern meist unzweckmäßig ist aus Gründen, die bereits bei den — ähnlichen Bedingungen unterworfenen — Förder- und Lageranlagen in Kraftwerken (f. Kesselhaus), bei Gasfabriken (f. d.) und Hüttenwerken (f. d.) aufgeführt wurden; im übrigen vgl. Haufenlager (Fig. 1 und 11), Hochbehälter (Fig. 1, Bd. 5, S. 83), Kipper (Fig. 5), Konveyor (Fig. 11), Massentransport, Schiffsbekohlungs- und [1].

Nach der Anordnung und Formgebung ihrer Vorratsbestände seien die Lokomotivbekohlungsanlagen in zwei Gruppen geteilt:

1. Die auf **Lagerplätzen zu ebener Erde** (Kohlenbanfen) gestapelten Kohlen gelangen auf vielen Bahnhöfen noch heute a) mittels 50 kg fassenden Handkörben oder b) bei einer Mindesttagesausgabe von 20 t (unter Halbierung der Verladungszeit und -kosten gegenüber a) durch Verwendung eiserner Schmalspurwagen (Hunde) von 500 (1000) kg Inhalt auf eine Bühne (Fig. 1) [2] und von hier auf den Tender. c) In Dänemark heben vielfach die zu bekohlenden Lokomotiven mittels einer am Tenderzughaken befestigten Kette von bestimmter Länge die Kohlenkübel gerade so hoch, daß, wenn der Tender vor dem Kohlendrehkran steht, der Kübel

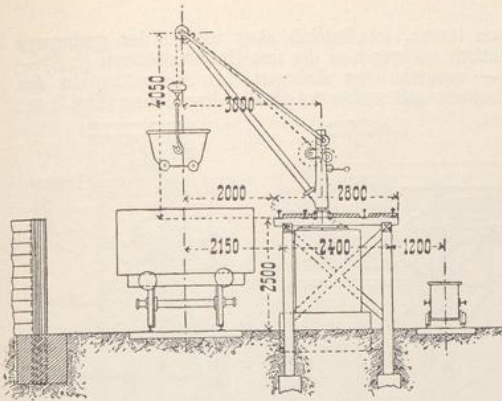


Fig. 1. Kohlenbühne mit Drehkran.

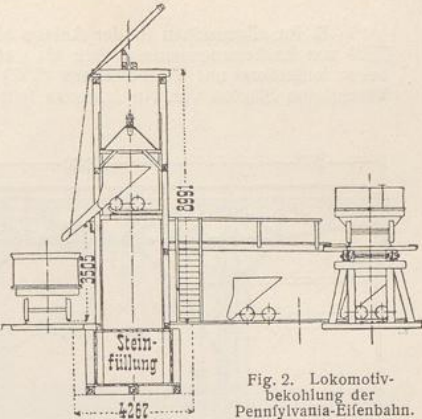


Fig. 2. Lokomotiv-
bekohlung der
Pennsylvania-Eisenbahn.

sich bequem vom Heizer entleeren läßt [3]. d) In Schweden findet man häufig, daß Schmalspurwagen mittels eines Seiles auf einer Rampe zu einer Kohlenbühne hinaufgezogen werden mit Hilfe von Vollbahnlokomotiven, die auf neben der Bühne angeordneten Gleifen laufen [4].

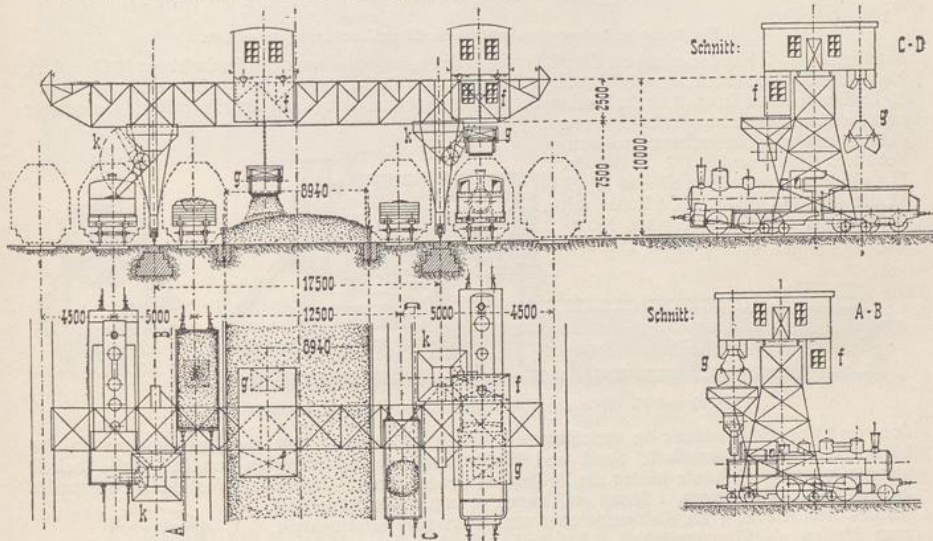


Fig. 3-6. Lokomotivbekohlungsanlage in Mannheim (Guillaume-Werke, Neustadt a. H.). g Greifer (1,25 t). f Führerstand. k Kohlenrichter mit Meßtrommel.

e) In ähnlicher Weise betätigen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika oft die zu bekoehlenden Lokomotiven einen Aufzug (Fig. 2), dessen schmalspurige Wagen gefüllt werden von einem erhöhten Gleis aus, auf das Vollbahnwagen mittels einer Rampe hinauf gedrückt sind [5]. f) Tagesleistungen bis zu 700 t weist die mit einem Bockkran mit Wage ausgerüstete Mannheimer Anlage (Fig. 3 bis 6) auf [6]; das Lager ($205 \times 9,14 \text{ m} = 1874 \text{ qm}$ $\sim 3400 \text{ t}$ Kohlen) wird nur beansprucht, wenn keine Wagen zum unmittelbaren Ueberladen von Kohlen zur Stelle find.

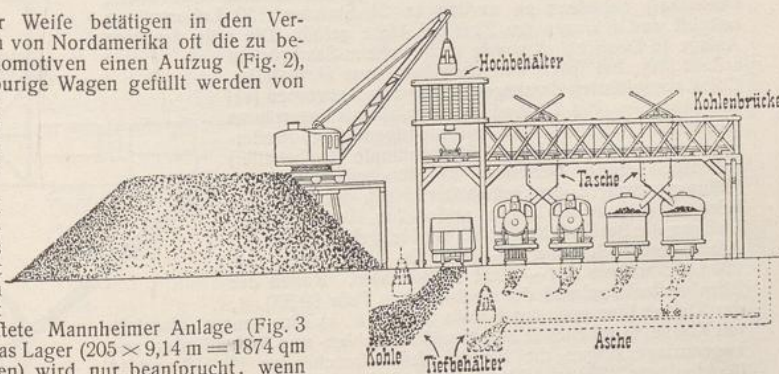


Fig. 7. Lokomotivbekohlungsanlage der Dodge Coal Storage Co., Philadelphia.

II. Im allgemeinen in der Anlage etwas teurer, im Betrieb aber wegen der geringeren Zahl von Bedienungsmannschaften oft wesentlich billiger sind die mit **Hochbehältern** (f. d.) — bzw. außerdem mit **Tiefbehältern** (f. d.) — ausgestatteten Anlagen. g) Neuerdings in den Vereinigten Staaten von Nordamerika sehr beliebt und verbreitet ist die Anordnung (Fig. 7) mit

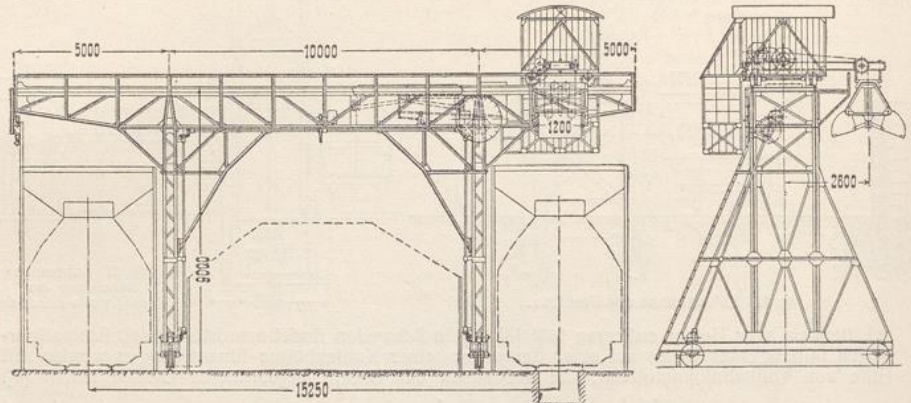


Fig. 8 und 9. Lokomotivbekohlung in Cöln (C. Schenck, Darmstadt).

Segmentlager (f. Haufenlager, Fig. 11) mit auf Ringleis fahrbarem Greiferdrehkran (f. Greifer), Hochbehälter, Jochbrücke mit Taschen (f. d.) und Tiefbehältern für Kohle und Asche [7]. h) In Deutschland kommt in Aufnahme der Greifer-Hochbahnkran mit überpanntem Hautenlager und feiltichen, auch zur Aufnahme von Schlacken und Asche bestimmten Hochbehältern (Fig. 8 und 9) [8]. i) Bei der Hunte'schen Anlage (Fig. 10 und 11) [9] ist die Aufgabe gelöst, 500 t Kohle mit Hilfe eines 60 t/St. leistenden Konveyors (f. d.) so in einem auf be-

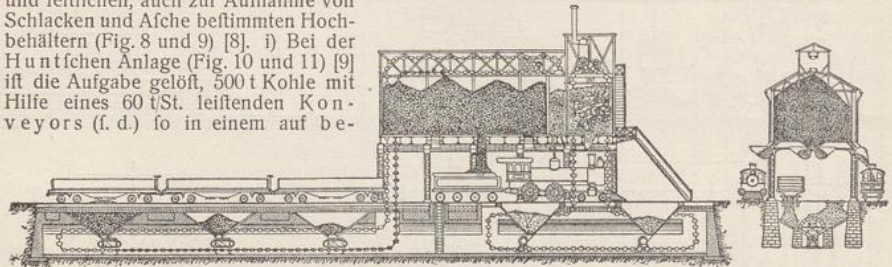


Fig. 10 und 11. Hunte'sche Lokomotivbekohlungsanlage in Philadelphia.

fchränkter Grundfläche errichteten Gebäude zu lagern, daß die Lokomotiven in der kürzesten Zeit mit Brennstoff, Sand und Wasser versorgt und zugleich von der Asche befreit werden können. 11 Leute bilden die Bedienung der Station 1 Vormann, 1 Maschinist, 4 Arbeiter zum Entladen der Wagen, 1 Mann im Tunnel, 1 zum Anfeuchten und Köhlen der Asche, 1 im Kohlenspeicher und 2 an den Schüttrinnen zum Messen (Meßtrommelinhalt 2,5 t) und Ausgeben von Kohlen, Wasser und Sand. Durchschnittlich machen 560 t in 10 Stunden den Kreislauf, wobei sich die Kosten auf 10 $\frac{1}{2}$ t Kohlen und 18 $\frac{1}{2}$ t Asche (Amerika!) belaufen; es werden in 24 Stunden 150 Lokomotiven bekohlt und 6 Wagen (zu 22 t) mit Asche gefüllt. Die erste derartige Anlage in Deutschland wurde in St. Johann-Saarbrücken erstellt [10]; bei später von derselben Firma (J. Pohlig, Cöln) ausgeführten derartigen Anlagen in Antwerpen [11] und München (Fig. 12) sind die ebenfalls als Lagerräume dienenden (übrigens nur bei niedrigem Grundwasserstand preiswert herstellbaren) Erdfüllrumpfe (Tiefbehälter) wesentlich größer bemessen. In München beträgt das Fassungsvermögen der Tiefbehälter 1100 t, das der Hochbehälter (bei 34 m Länge und 4,2 m Breite) 180 t, Leistung der Becherkette 30 t/St., der Meßgefäße 1,5 t/Min.; Arbeitsverbrauch rund 6—8 PS. In 10 Stunden sind 120 Lokomotiven mit ~ 300 t zu bekohlen. Kosten der Eisenkonstruktion und der mechanischen Teile 99 200 \mathcal{M} , der Tiefbehälter und des Kanals 25 600 \mathcal{M} . k) Eine neuere, ebenfalls mit Konveyor arbeitende amerikanische Kohlen- und Aschenförder- und Lageranlage zeigen die für sich selbst sprechenden Fig. 13 und 14 (Kohlenlager 2500 t; Aschenbehälter 120 t). Nach den Betriebsergebnissen der vereinigten Preußischen und Hessischen Staatseisenbahnen im Geschäftsjahr 1904 betragen die Barauslagen für die

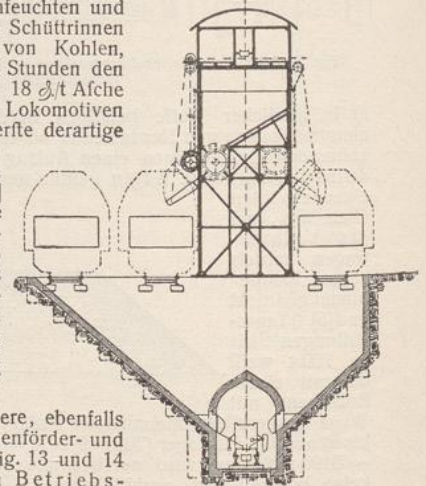


Fig. 12. Lokomotivbekohlung in München (J. Pohlig, A.-G., Cöln).

Lokomotivkohlen 75 155 Millionen Mark (Wert an der Zeche). Die Transportleistung für diese Kohlen betrug rund 1,35 Milliarden t/km. Für das Aufklappen der Kohlen und das Ueberladen derselben werden etwa 60 $\frac{1}{2}$ t gerechnet, das sind bei 6,9 Millionen Tonnen jährlich 4,2 Millionen Mark [12].

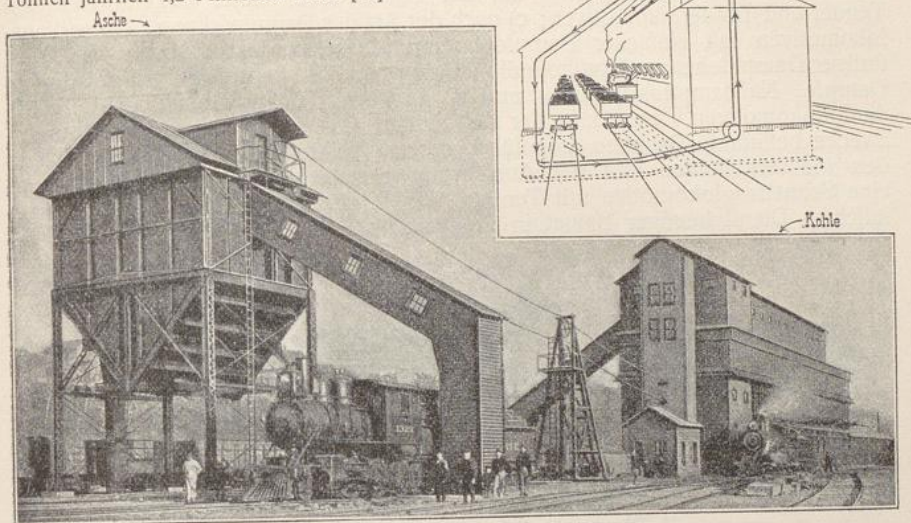


Fig. 13 und 14. Kohlen- und Aschen-Förder- und Lageranlagen der Link Belt Engineering Co., Chicago.

Literatur: [1] Buhle, Techn. Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern) — im folgenden bezeichnet mit T. H. —, 3. Teil, Berlin 1906, S. 320 und S. 101 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 783); Derf., ebend., 2. Teil, S. 67 („Stahl und Eisen“ 1903, S. 1330); ferner Zimmer, The mechanical handling of material, London 1905, S. 410 ff. — [2] Berndt, Der Eisenbahnbau der Gegenwart, 3. Abfchn., Bahnhofsanlagen, Wiesbaden 1899, S. 736 ff.; vgl. a. ebend., S. 807 (Literatur über Kohlenladevorrichtungen für Betriebs- und für Verkehrszwecke). — [3] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 91 und Tafel 7. — [4] Derf., ebend., S. 69 ff. — [5] Derf., T. H., 2. Teil, S. 57 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 74 ff.). — [6] Mannheim und feine Bauten, Mannheim 1906, S. 445; vgl. a. S. 439 und S. 474, sowie Organ f. d. Fortfchr. d. Eisenbahnwesens 1903, S. 113 ff., und v. Hanfflengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 625 ff. — [7] Buhle, T. H., 3. Teil, S. 238 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 310). — [8] Guillery, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 292 ff. — [9] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 64 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 81 ff.) und Glasers Annalen 1898, II, S. 92 ff. — [10] Derf., Glasers Annalen 1898, II, S. 93. — [11] Derf., ebend., Tafel 6. — [12] Pffor, ebend. 1907, I, S. 208; Harprecht, ebend. 1906, I, S. 184 ff.; Zimmermann, ebend. 1907, I, S. 36 ff. M. Buhle.

Lokomotivblasrohr, f. Strahlapparate.

Lokomotivdienst, f. Lokomotive VII. und Eisenbahnbetrieb IX.

Lokomotive, Fahrzeug mit Motor, also ortsverändernde Maschine zur Beförderung von Wagen. Fahrzeuge, die mit einem sie fortbewegenden Motor ausgerüstet sind und selbst Personen oder Güter aufnehmen können — Motorwagen —, zählen nicht zu den Lokomotiven. Läuft die Lokomotive auf Gleisen, so heißt sie Eisenbahnlokomotive oder kurzweg Lokomotive; Lokomotiven, die auf den Straßen ohne Gleise fahren, werden als Straßenlokomotiven bezeichnet. Je nach der Art der Betriebskraft des Motors unterscheidet man Dampflokomotiven, elektrische Lokomotiven, Druckluftlokomotiven und Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren. Bei den hier hauptsächlich in Betracht kommenden Eisenbahndampflokomotiven erfolgt die Einteilung: a) nach Maßgabe des Betriebszweckes: Lokomotiven für Schnellzüge, Personenzüge, gemischte Züge, Güterzüge und Verschiebdienst der Hauptbahnen; für Personenzüge, gemischte Züge und Güterzüge der Nebenbahnen; für Klein-, Straßen-, Zahnstangen-, Förder-, Feldbahnen; weiter unterscheidet man nach der Bahn: Flachland-, Hügelland- und Gebirgslokomotiven (f. Gebirgsbahnen, Bd. 4, S. 319); b) nach den äußeren Verschiedenheiten der Bauart, und zwar 1. nach der Gesamtzahl der Achsen und der Anzahl der gekuppelten Achsen („ $\frac{3}{5}$ gekuppelt“ befaßt: Lokomotive mit

fünf Achsen, von denen drei gekuppelt sind); 2. nach Stellung und Anordnung der Achsen; 3. nach der Lage der Dampfzylinder inner- oder außerhalb der Rahmen; 4. nach der Lage der Hauptrahmen inner- oder außerhalb der Räder; 5. nach der Unterbringung des Brennstoffes und des Wassers auf besonderem Fahrzeuge, dem Tender, oder auf der Lokomotive selbst: Lokomotiven mit Tender und Tenderlokomotiven; c) nach der Art der Dampfwerkung: 1. Zwillingslokomotiven mit einfacher Dampfdehnung; 2. Verbundlokomotiven mit zweistufiger Dampfdehnung (Compoundlokomotiven); 3. Lokomotiven mit gesättigtem Dampfe, Naßdampflokomotiven und 4. solche mit überhitztem Dampfe, Heißdampflokomotiven. Im Laufe der Zeit haben sich für die einzelnen Betriebszwecke bestimmte Bauarten eingeführt, deren Verschiedenheiten hauptsächlich in den Maßverhältnissen und der Ausführung einzelner Teile liegt. Fig. 1 zeigt eine Schnellzuglokomotive mit Tender, Fig. 2 eine Tenderlokomotive für gemischten Dienst heutiger Bauart in Preußen.

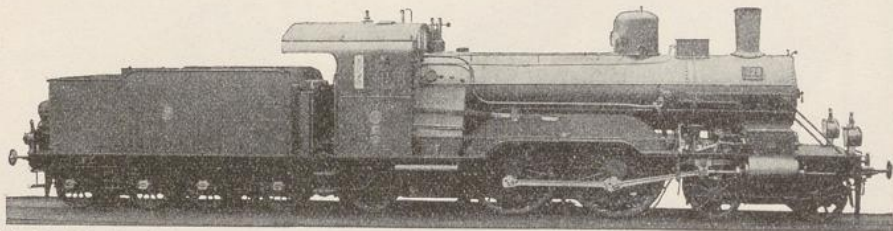


Fig. 1. Schnellzuglokomotive (Hannoversche Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. G. Egefforf, Hannover-Linden).

I. Die gewöhnlichen Eisenbahnlokomotiven.

Jede Lokomotive besteht aus dem Wagen (Laufwerk), dem Dampfkessel und der Dampfmaschine (Triebwerk). Der Wagen wird aus dem Rahmen gebildet, dessen Langträger vorne durch die Pufferbohlen, hinten durch den Zugkasten verbunden sind. Der Rahmen ruht mittels Tragfedern auf den Lagerkästen, die in besondere Einschnitte der Langträger — Achsgabeln (f. Bd. 1, S. 72) — eingefügt sind und in deren Lager sich die Radachsen drehen. Die Räder sind entweder Laufräder, die nur zur Unterstützung der Lokomotive dienen, oder Treibräder, die von der Dampfmaschine unmittelbar, oder Kuppelräder, die von den Treibrädern aus bewegt werden.

Der Dampfkessel gliedert sich in die Feuerkiste, den Langkessel und die Rauchkammer. Feuerkiste und Rauchkammer sind mit den Langträgern des Rahmens verbunden; der Langkessel wird von Querträgern, die am Rahmen befestigt sind, gestützt. Man unterscheidet die innere Feuerkiste, die aus der Decke und vier Seitenwänden besteht und unten durch den Rost abgeschlossen ist, unter dem sich der Aschenkasten befindet, und die äußere Feuerkiste, welche die innere mantelförmig umgibt; der Zwischenraum zwischen den Seitenwänden beider Kisten beträgt 70—100 mm, die flachen Seitenwände sind gegeneinander durch sogenannte Stehbolzen, die Decken gewöhnlich ebenso abgesteift; an der rückwärtigen Seitenwand befindet sich die Feuerkammer. Durch den Langkessel laufen in der Längsrichtung eiserne Rohre: Feuer-, Siede- oder Heizrohre, die in der rückwärtigen Rauchkammerwand und in der vorderen Wand der inneren Feuerkiste befestigt sind. Die Kesselausrüstung (vgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 4. November 1904, § 36) besteht aus 1 Speiseventil, 2 Speisevorrichtungen, 2 Vorrichtungen zur Erkennung des Wasserstandes, 2 Sicherheitsventilen, 1 Manometer, 1 Vorrichtung zum Anschluß des Prüfungsmanometers, Marken des niedersten Wasserstands am Wasserstandsglas und an der Kesselwand, 1 Fabrikchild, 1 Dampfpeife oder einer andern Vorrichtung zur Erteilung hörbarer Signale. Die Rauchkammer ist durch eine Türe zugänglich und trägt den Schornstein.

Die Dampfmaschine umfaßt als wesentliche Bestandteile die Dampfzylinder mit Schiebergehäuse, denen der Dampf durch das Reglerrohr und die Einströmungsrohre aus dem Kessel zugeführt wird und aus welchen er nach geleisteter Arbeit durch die Ausströmungsrohre in den Schornstein entweicht, sodann die Steuerung, die das abwechselnde Ein- und Ausströmen

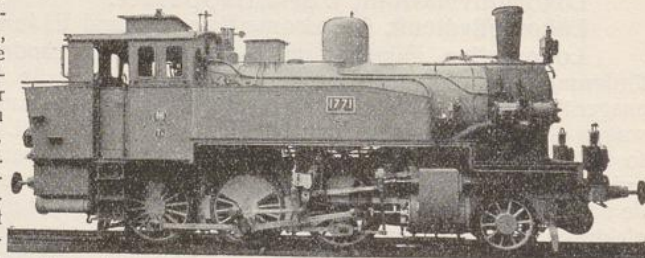


Fig. 2. Tenderlokomotive (Hannoversche Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. G. Egefforf, Hannover-Linden).

des Dampfes zu beiden Seiten des Dampfkolbens bewirkt, und endlich das Kurbeltriebwerk, das die hin und her gehende Bewegung des Dampfkolbens in die drehende Bewegung der Treibräder verwandelt. Die Steuerung ermöglicht den Wechsel in der Fahrtrichtung und die Veränderlichkeit der Dampfmenge, die in den Zylindern bei jedem Kolbenlauf zur Wirkung kommen soll. Die Steuerungsteile liegen entweder unter dem Kessel und der Schieberkasten innen feitwärts vom Dampfzylinder (Innensteuerung) oder außerhalb der Räder und der Schieberkasten auf dem Zylinder (Außensteuerung). Zum Kurbelmechanismus (Triebwerke) gehört zunächst die den Dampfkolben tragende Kolbenflange, die in der Geradföhrung den Kreuzkopf hin und her schiebt; in diesem ist die Pleuellflange (Trieb- oder Kurbellflange) gelenkig eingehängt; sie greift mit ihrem andern Ende die auf der Triebachse befestigte Kurbel am Kurbelzapfen an. Die Bewegung und Wirkung der einzelnen Teile beim Hin- und Herlauf des Kolbens ist bekannt. Zur Verbindung der Kuppelräder untereinander mit den Treibrädern dienen die Kuppelstangen (Bd. 5, S. 791).

Arbeit der Lokomotive, Dampf- und Kohlenverbrauch. Die Arbeit einer Lokomotive besteht aus dem Produkt der zur Ueberwindung der Zugwiderstände erforderlichen, an den Umfängen der Treibräder wirkenden Zugkraft Z mit einer bestimmten mittleren Fahrgeschwindigkeit V km in der Stunde. Sie ist hiernach $A = Z \cdot V$ km/kg in der Stunde oder $N = \frac{Z \cdot V}{270}$ PS.

Maschinenarbeit, Dampf- und Kohlenverbrauch berechnen sich wie folgt: Bezeichnet D den Durchmesser der Treibräder in Zentimetern, d den Durchmesser der Dampfzylinder in Zentimetern, l den Kolbenhub der Dampfzylinder in Zentimetern, p_i den mittleren Dampfüberdruck in den Dampfzylindern und p den Dampfüberdruck in dem Dampfkeffel auf 1 qcm in Kilogramm, γ das Güteverhältnis oder den Wirkungsgrad, so ist die Dampfzugkraft in Kilogramm bei zwei Dampfzylindern

$$Z = \gamma p_i \frac{d^2 l}{D}, \quad 1.$$

p_i kann bei Personen- und Schnellzuglokomotiven (Zwillingslokomotiven) zu 0,55, bei Güterzug- und sonstigen Lokomotiven zu 0,62 des Kesseldruckes p angenommen werden; diesen Werten entsprechen Füllungsgrade von 0,30 bzw. 0,40. Der Wirkungsgrad beträgt 0,74–0,77. Schnellzuglokomotiven erhalten größere Treibräder als Güterzuglokomotiven, bei welchen es mehr auf große Zugkraft ankommt. Für 1 PS. sind bei Zwillingsmaschinen 10–12, bei Verbundmaschinen 9–10, bei Heißdampfmaschinen 8–9 kg Dampf stündlich erforderlich. 1 qm feuerberührte Heizfläche verdampft um so mehr Wasser, je lebhafter das Feuer brennt, bei Schnellzügen 45–60, bei Personenzügen 40–50, bei Güterzügen 30–40 kg stündlich. 1 qm Heizfläche leistet daher bei Schnellzügen 6–7, bei Personenzügen 5–6, bei Güterzügen 3,5–4 PS. In England werden durch günstige Eigenschaften der dortigen Kohle, in Amerika durch stärkere Blasrohrwirkung noch höhere Leistungen erzielt. Auf 1 qm Roßfläche werden in der Stunde je nach der Stärke und Gleichmäßigkeit der Blasrohrwirkung 200–500 kg Kohle verbrannt und damit je nach der Güte der Kohle das 4–8fache Wassergewicht verdampft. Der Kohleverbrauch für die Pferdestärke kann hiernach aus dem Heizwert der Kohle berechnet werden; in der Regel beträgt er 1,2–1,5 kg stündlich. Bei Schnellzügen beträgt er meistens 10–12, bei Güterzügen 15–25 kg auf 1 km Fahrt. In der Praxis empfiehlt es sich, den Brennstoffverbrauch von Fall zu Fall durch Beobachtungen und Messungen zu bestimmen. Für das Anheizen sind für je 1 cbm Kesselinhalt rund 50 kg gute Kohle erforderlich.

Grenzen der Zugkraft. Die Zugkraft kann niemals größer sein als die Reibung der Treibräder auf den Schienen; ist der von der Zugkraft zu überwindende Widerstand größer, so bewegt sich die Lokomotive nicht fort, sondern die Treibräder drehen sich auf der Stelle, die Lokomotive schleudert. Ist G in Kilogramm das auf den Treibrädern ruhende Gewicht der Lokomotive und f die Reibung der Räder auf der Schiene, so ist $Z \leq fG$. Der Wert von f hängt von dem Zustand der Räder und Schienen und von der Witterung ab. Er schwankt zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{10}$; für mittlere Verhältnisse ist $f = \frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ zu setzen und sonach $Z \leq 0,15 G$. Die Reibung kann durch Bestreuung der Schienen mit Sand erhöht werden. Die Widerstände des Zuges bestehen aus dem Lauwiderstand (Reibung der Achschenkeln in den Lagern, rollende Reibung der Räder auf den Schienen), dem zumeist vom Luftwiderstand herrührenden Geschwindigkeitswiderstand, dem Steigungswiderstand und dem Krümmungswiderstand. Der Gesamtwiderstand für jede Tonne Zuggewicht (Wagen und Lokomotive) in Kilogramm pro Tonne Zuggewicht (w kg/t) ist annähernd

$$w \text{ kg/t} = 2,4 + \frac{V^2}{1300} \pm s \text{ mm} + \frac{650}{R - 60},$$

worin V die Geschwindigkeit in Kilometern und Stunden, s die Steigung in Millimetern auf 1 m Länge, R den Bogenhalbmesser in Metern bezeichnen. Bei der Talfahrt ist s negativ einzusetzen. Wiegen die Lokomotive L_t und die Wagen Q_t , so ist der Gesamtwiderstand des Zuges in Kilogramm $W = (L + Q)w$. Beim Anfahren kommt der Beschleunigungswiderstand hinzu. Von den Einzelteilen der Lokomotiven kommen in Betracht:

a) **Der Wagen.** Der Rahmen (frame) besteht aus den Langträgern, den Pufferbohlen mit Puffern (f. d.) und dem Zugkasten. Die Langträger liegen entweder innerhalb der Räder (Lokomotive mit Innenrahmen) oder außerhalb (Lokomotiven mit Außenrahmen); vereinzelt werden auch Lokomotiven mit Innen- und Außenrahmen gebaut oder es ist bei Tenderlokomotiven der Rahmen zu einem als Wasserbehälter dienenden Kasten ausgebildet (Bauart Krauß). Gegenwärtig werden fast ausschließlich Innenrahmen verwendet. Lokomotiven mit Außenrahmen bedingen besondere Kurbeln und büßen daher an Einfachheit ein; sie haben nur bei schmalspurigen Bahnen Berechtigung. Die Blechplatten für Langträger sind 25–35 mm, für die Querverbindungen 8–15 mm stark. Besitzen die Lokomotiven Drehgestelle (f. weiter unten), so unter-

scheidet man Haupt- und Drehgestellrahmen. Die Lagergehäuse (vgl. Achslager und Achsbüchsen, Bd. 1, S. 63) bestehen auf dem europäischen Festlande gewöhnlich aus Schweißeisen mit Metallbacken, in England aus Rotguß, in Amerika aus Gußeisen; die Lagerfahnen sind aus Rotguß mit Weißmetallausguß oder nur aus Weißmetall, die Achsen aus Martin- oder Tiegelgußstahl; die Tragfedern sollen sehr nachgiebig hergestellt werden. Die erste und zweite Achse werden vorteilhaft durch Seitenhebel (Ausgleichs- oder Balancier) verbunden. Bei Lokomotiven für mäßige Fahrgeschwindigkeiten werden öfters querliegende Ausgleichs- oder Balancier angebracht, daß die Lokomotive in drei Punkten unterstützt erscheint und ein statischer Ausgleich der Radbelastungen eintritt. Die Räder sind mit der Achse fest verbunden, die Achsschenkel laufen in den Lagern; der Radreifen hat an der Innenseite einen vorspringenden Teil, den Spurkranz, der bei den nicht führenden Mittelrädern amerikanischer Lokomotiven häufig weggelassen wird, um Klemmen der Räder in Krümmungen zu verhindern. Die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen (§ 71) und die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung für die deutschen Bahnen (§ 31, 4.) gestatten die Weglassung des Spurkranzes bei nicht führenden Mittelrädern, wenn diese unter allen Umständen genügende Auflage finden. Die Radflerne sind aus Schweißeisen oder Stahlguß, die Reifen aus Martin- oder Tiegelgußstahl. Die Befestigung der Reifen auf den Radflernen erfolgt gegenwärtig entweder mit Sprengringen (Fig. 3), die zur Hälfte in den Reifen eingreifen, zur Hälfte den Radflern umfassen (deutsche Ausführung), oder mit Klammerringen (Fig. 4, in England, Frankreich und Amerika üblich).

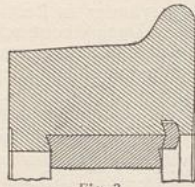


Fig. 3.

Weiteres f. a. Räder für Eisenbahnfahrzeuge. Die Sprengringe bieten genügende Sicherheit gegen das Abliegen der Radreifen. Nur für den Fall, daß ein solcher gleichzeitig mehrfach springt, was selten vorkommt, bietet die Befestigung mit Klammerringen größere Sicherheit. Wegen Berechnung der Achsen f. Achsen für Eisenbahnfahrzeuge, Bd. 1, S. 67. Das für die Achsen verwendete Material soll — wenn Martinstahl zur Verwendung kommt — 50 kg/qmm Festigkeit, 25% Dehnung und 35% Querschnittsverminderung, bei Tiegelgußstahl 55–60 kg/qmm Festigkeit, 25% Dehnung, 35–40% Querschnittsverminderung zeigen. Der Flußstahl der Radflerne soll 42–45 kg/qmm Festigkeit, 25% Dehnung, 45–55% Querschnittsverminderung und höchstens 0,04% Phosphorgehalt besitzen. Die Entfernung der äußersten Achsen einer Lokomotive heißt Achs- oder auch Radstand. Je größer dieser ist, um so ruhiger läuft die Lokomotive. Eine im Lauf befindliche Lokomotive macht neben der Fortbewegung noch drei verschiedenartige Bewegungen, eine hin und her gehende (schlingende), eine nickende und eine wankende. Die Ursachen dieser Bewegungen sind äußere und innere. Läuft der Spurkranz eines Vorderrads gegen eine Schiene

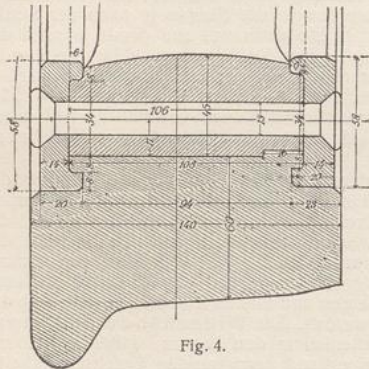


Fig. 4.

an, so erfährt er eine Abweitung, die um so stärker ist, je größer der Anlaufwinkel und die Anlaufkraft ist. Durch den Druck gegen den Spurkranz wird das Fahrzeug in eine Drehung um einen hinter seiner Mitte liegenden Punkt veretzt, die durch die Schienen und Achsführungen begrenzt wird. Die drehende lebendige Kraft des Fahrzeugs bewirkt dann ein Zurückschwingen des Fahrzeugs, bis der Spurkranz des andern Vorderrads an der zweiten Schiene anstoßt bezw. bis die Reibung auf den Schienen bei der seitlichen Verschiebung der Achse die lebendige Kraft der Schwingung aufgezehrt hat, worauf wieder eine Schwingung nach entgegengesetzter Seite eintritt. Dieses Hin- und Hererschleudern der Lokomotive nennt man Schlingern. Es kann, namentlich wenn eine Schwingung durch andre Einflüsse verstärkt wird und eine sehr schlechte Stelle im Gleise damit zusammentrifft, Entgleisungen der Lokomotive bewirken. Um das Schlingern zu vermindern, ist der Achsstand der Lokomotive im Vergleich zu ihrer Länge um so größer zu gestalten, je größer die beabsichtigte Fahrgeschwindigkeit ist. Seitlich bewegliche Drehgestelle besitzen ihres geringen Gewichtes und

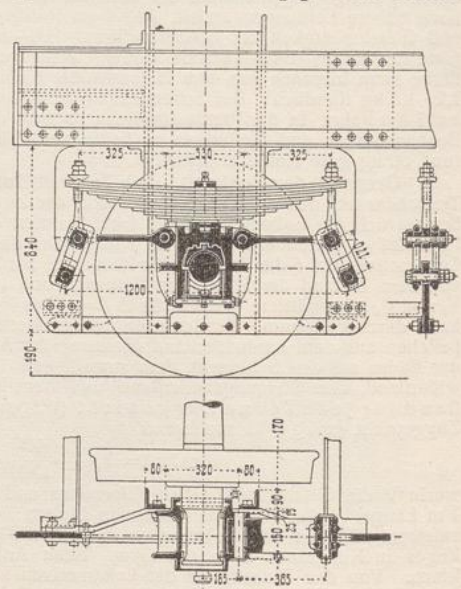


Fig. 5 und 6.

ihres kleineren Trägheitsmomentes wegen keine Neigung zum Schlingern. An gleicher Stelle in beiden Schienensträngen auftretende Unebenheiten bewirken das Nicken, an ungleicher Stelle auftretende Unebenheiten das Wanken der Lokomotive. Innere Ursachen dieser Bewegungen sind die ungleiche Höhenlage des Angriffspunktes der Zugkraft und des Zugwiderstands, die hin und her gehende Bewegung der Kolbenstangen, Kreuzköpfe, Kurbelstangen u. f. w., die abwechselnde Lage der Kurbeln im toten Punkt sowie der abwechselnde Druck auf die Geradführung. Auf die Größe der Bewegungen ist die Anordnung der Federn und Ausgleichshebel von erheblichem Einfluß (f. a. S. 212).

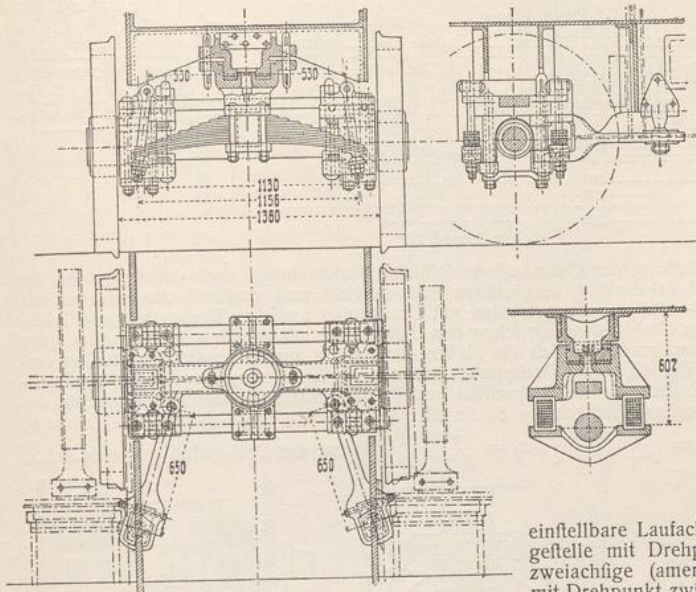


Fig. 7—9.

punkt außerhalb, das Drehgestell von Krauß, bei welchem die Laufachse und die erste Triebachse zu einem Gestell vereinigt sind, sowie Konstruktionen, bei welchen Lenkachsen oder Drehgestelle in Verbindung mit seitlich verschiebbaren Achsen angewendet werden.

Seitlich verschiebbare Achsen und Lenkachsen sowie zweiachsiges Drehgestelle mit Drehpunkten zwischen den Achsen werden auch bei den Personen- und Güterwagen angewendet, die übrigen Konstruktionen dagegen nur bei Lokomotiven. Bei seitlich verschiebbarer vorderer Achse erhalten in Krümmungen die übrigen Achsen günstigere Stellungen, während bei frei drehbarer vorderer Achse der Seitendruck auf die äußere Schiene verringert und die kippende Wirkung auf die innere Schiene beseitigt wird. Bei zweiachsigen Drehgestellen mit Drehpunkt zwischen den Achsen führt in Krümmungen nur die Vorderachse, die Hinterachse ist nach dem Mittelpunkt der Krümmungsachse gerichtet. Damit in der Geraden die Rückstellung der Achsen in die Mittelstellung erfolgt, werden Rückstellfedern, Pendelgehänge oder Keilflächen angewendet, bei den beiden letzteren erfolgt die Rückstellung durch das auf den Achsen ruhende Lokomotivgewicht. — Die seitliche Verschiebbarkeit wird bei Laufachsen dadurch erreicht, daß man entweder den Achsfchenkeln in ihren Lagerföhlen oder den Achsbüchsen in ihren Führungen Spielraum gibt; hierdurch wird bei Vorderachsen das Schlingern begünstigt. Bei Triebachsen ist eine seitliche Verschiebung nicht zweckmäßig, weil Kurbelstange und Zylinderachse nicht mehr in einer Ebene liegen. Man wendet deshalb bei diesen gewöhnlich schwächere Spurkränze an oder man läßt die Spurkränze bei mittleren Triebachsen ganz weg.

Lenkachsen sind solche Achsen, die ein wenig seitlich beweglich, also um ihre Mitte etwas wagrecht drehbar sind. Die erforderliche, sehr geringe Drehbarkeit erreicht man dadurch, daß man den Achslagern in ihren Führungen einen kleinen Spielraum gibt. Die Erfahrung zeigt, daß sich die Hinterachsen viel energischer radial zu stellen suchen als die vorderen. Man hat deshalb die Vorder- und Hinterachsen durch Gestänge miteinander verbunden, so daß, wenn eine Achse sich radial stellt, die andere Achse zwangsläufig radial gestellt wird. Die ersten Lenkachsen (f. d.) heißen freie, die letzteren zwangsläufige oder gekuppelte Lenkachsen. Gekuppelte Lenkachsen werden besonders bei Wagen, seltener bei Lokomotiven angewendet, da hierdurch das Triebwerk sehr verwickelt wird. Fig. 5 und 6 zeigen die Konstruktion der als freie Lenkachse konstruierten rückwärtigen Laufachse der 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotive der Pfälzischen Bahnen, welche bei Geschwindigkeiten bis 120 km pro Stunde vollkommen ruhig laufen. Die Rückstellung in die Mittelstellung erfolgt durch ein Pendelgehänge. — Das Beispiel eines einachsigen Drehgestells zeigt das in den Fig. 7—9 dargestellte Drehgestell der 2/3 gekuppelten Personenzugstenderlokomotive der dänischen Staatsbahnen. Die Führung des Drehgestells erfolgt durch ein Gelenk; die Achslager sind verbunden und mit Pendeln an Quersfedern aufgehängt, welche in Pfannzapfen drehbar gelagert sind. Die Pendel sind verhältnismäßig lang, die Rückstellkraft daher gering. — Die zweiachsigen Drehgestelle mit Drehpunkt zwischen den Achsen werden mit und ohne seitliche Verschiebbarkeit ausgeführt.

Je größer der Radstand, desto größer ist der Widerstand in den Krümmungen und die Abnutzung von Rad und Schiene. Um diese zu verringern, wendet man verschiedene Anordnungen an: seitlich verschiebbare Trieb- und Laufachsen, Lenkachsen, d. h. frei und zwangsläufig

einstellbare Laufachsen, einachsige Drehgestelle mit Drehpunkt über der Achse, zweiachsige (amerikanische) Drehgestelle mit Drehpunkt zwischen den Achsen, ein- und zweiachsige Drehgestelle mit Dreh-

punkt außerhalb, das Drehgestell von Krauß, bei welchem die Laufachse und die erste Triebachse zu einem Gestell vereinigt sind, sowie Konstruktionen, bei welchen Lenkachsen oder Drehgestelle in Verbindung mit seitlich verschiebbaren Achsen angewendet werden.

Seitlich verschiebbare Achsen und Lenkachsen sowie zweiachsige Drehgestelle mit Drehpunkten zwischen den Achsen werden auch bei den Personen- und Güterwagen angewendet, die übrigen Konstruktionen dagegen nur bei Lokomotiven.

Bei seitlich verschiebbarer vorderer Achse erhalten in Krümmungen die übrigen Achsen günstigere Stellungen, während bei frei drehbarer vorderer Achse der Seitendruck auf die äußere Schiene verringert und die kippende Wirkung auf die innere Schiene beseitigt wird. Bei zweiachsigen Drehgestellen mit Drehpunkt zwischen den Achsen führt in Krümmungen nur die Vorderachse, die Hinterachse ist nach dem Mittelpunkt der Krümmungsachse gerichtet. Damit in der Geraden die Rückstellung der Achsen in die Mittelstellung erfolgt, werden Rückstellfedern, Pendelgehänge oder Keilflächen angewendet, bei den beiden letzteren erfolgt die Rückstellung durch das auf den Achsen ruhende Lokomotivgewicht. — Die seitliche Verschiebbarkeit wird bei Laufachsen dadurch erreicht, daß man entweder den Achsfchenkeln in ihren Lagerföhlen oder den Achsbüchsen in ihren Führungen Spielraum gibt; hierdurch wird bei Vorderachsen das Schlingern begünstigt. Bei Triebachsen ist eine seitliche Verschiebung nicht zweckmäßig, weil Kurbelstange und Zylinderachse nicht mehr in einer Ebene liegen. Man wendet deshalb bei diesen gewöhnlich schwächere Spurkränze an oder man läßt die Spurkränze bei mittleren Triebachsen ganz weg.

Lenkachsen sind solche Achsen, die ein wenig seitlich beweglich, also um ihre Mitte etwas wagrecht drehbar sind. Die erforderliche, sehr geringe Drehbarkeit erreicht man dadurch, daß man den Achslagern in ihren Führungen einen kleinen Spielraum gibt. Die Erfahrung zeigt, daß sich die Hinterachsen viel energischer radial zu stellen suchen als die vorderen. Man hat deshalb die Vorder- und Hinterachsen durch Gestänge miteinander verbunden, so daß, wenn eine Achse sich radial stellt, die andere Achse zwangsläufig radial gestellt wird. Die ersten Lenkachsen (f. d.) heißen freie, die letzteren zwangsläufige oder gekuppelte Lenkachsen. Gekuppelte Lenkachsen werden besonders bei Wagen, seltener bei Lokomotiven angewendet, da hierdurch das Triebwerk sehr verwickelt wird. Fig. 5 und 6 zeigen die Konstruktion der als freie Lenkachse konstruierten rückwärtigen Laufachse der 2/5 gekuppelten Schnellzuglokomotive der Pfälzischen Bahnen, welche bei Geschwindigkeiten bis 120 km pro Stunde vollkommen ruhig laufen. Die Rückstellung in die Mittelstellung erfolgt durch ein Pendelgehänge. — Das Beispiel eines einachsigen Drehgestells zeigt das in den Fig. 7—9 dargestellte Drehgestell der 2/3 gekuppelten Personenzugstenderlokomotive der dänischen Staatsbahnen. Die Führung des Drehgestells erfolgt durch ein Gelenk; die Achslager sind verbunden und mit Pendeln an Quersfedern aufgehängt, welche in Pfannzapfen drehbar gelagert sind. Die Pendel sind verhältnismäßig lang, die Rückstellkraft daher gering. — Die zweiachsigen Drehgestelle mit Drehpunkt zwischen den Achsen werden mit und ohne seitliche Verschiebbarkeit ausgeführt.

Bei Lokomotiven mit großem Radstand ist, um zwanglosen Gang zu sichern, seitliche Verschiebbarkeit erforderlich. Die Konstruktion eines zweiachligen amerikanischen Drehgestells mit seitlicher Verschiebbarkeit ist aus den Fig. 10 und 11 zu ersehen. Die seitliche Verschiebbarkeit wird durch ein Wiegegehänge erzielt, welches die Last derart auf den Rahmen überträgt, daß

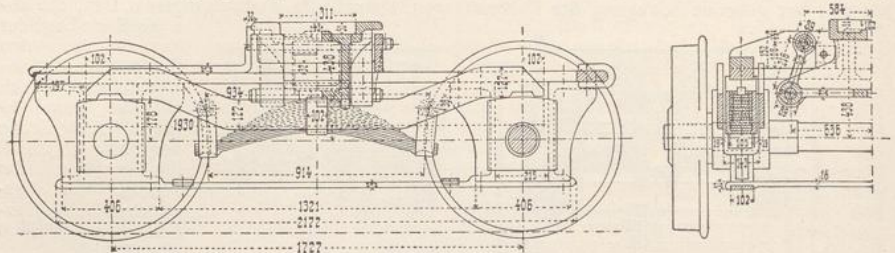


Fig. 10 und 11.

infolge der schrägen Stellung der Gelenke jede seitliche Verschiebung nach der Innenseite der Bahnkrümmung eine Mehrbelastung des äußeren Rads bewirkt und dadurch die erforderliche Rückstellkraft erzeugt. — Bei den Drehgestellen mit Drehzapfen zwischen Drehgestell und Triebachsen ist die Lage des Drehzapfens zwischen den beiden nächstliegenden Achsen eine ganz bestimmte, wenn man annimmt, daß sich die Mitten der Achsen genau in die Gleisachsen einstellen. Bezeichnet in Fig. 12 o den Drehpunkt, $AB = a$ die Entfernung der Achsen des Drehgestells, $CD = c$ die Entfernung der Triebachsen und ist die Entfernung der zweiten Achse des Drehgestells von der ersten Triebachse $= b$, so ist $x(x+a) = x_1(x_1+c)$ und $x+x_1 = b$; hieraus erhält man $x = \frac{(b+c)b}{a+2b+c}$, $x_1 = \frac{(a+b)b}{a+2b+c}$; hat das Drehgestell nur eine Achse,

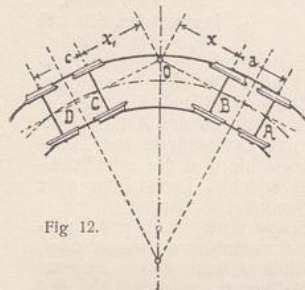


Fig. 12.

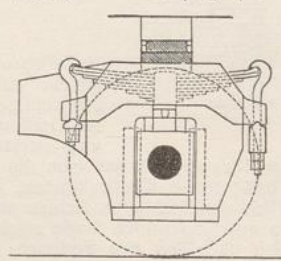


Fig. 17.

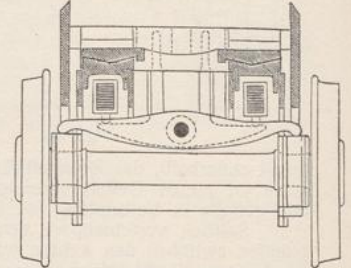


Fig. 15.

so ist $a=0$, also $x = \frac{(b+c) \cdot b}{2b+c}$, $x_1 = \frac{b^2}{2b+c}$. Da x und x_1 unabhängig von dem Halbmesser der Krümmung sind, so gelten sie für jede beliebige noch befahrbare Krümmung; die erhaltenen Zahlen geben aber nur Näherungswerte, da die beiden Fuhrwerke in der Krümmung die vorausgesetzte Stellung nicht genau annehmen. Vielfach wird x_1 auf Kosten von x etwas

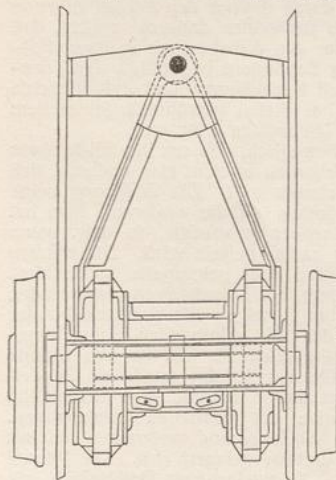


Fig. 16.

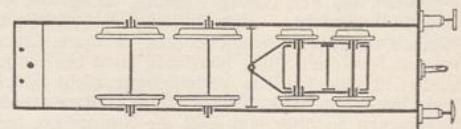


Fig. 13.

größer gemacht, wodurch das äußere Vorderrad des Drehgestells das Befahren erhält, von dem äußeren Schienenstrang abgelenkt zu werden.

Die Drehgestelle werden bei diesen Konstruktionen in einem besonderen Rahmengestell gelagert, das um einen Zapfen drehbar mit dem Hauptrahmen verbunden ist, wie dies im Prinzip die Fig. 13 und 14 darstellen (Biffel'sches Drehgestell). Zweiachlige Drehgestelle nach Biffel sind, da sie einen wenig gezwungenen und bei großer Geschwindigkeit unruhigen Gang haben, nur noch wenig im Gebrauch. Die Konstruktion eines einachsigen Biffel-Gestells nach Stambke ist in den Fig. 15, 16 und 17 dargestellt. Die Rückstellvorrichtung besteht hier aus Gleitflächen mit schiefen

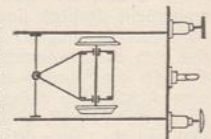


Fig. 14.

Ebenen, die unteren Gleitstücke sind in einem eisernen Kasten gelagert, dessen Enden mit den Tragfedern verbunden sind, die sich auf einen um einen Bolzen drehbaren Doppelhebel flützen. Ein zweiter um diesen Bolzen drehbarer Doppelhebel überträgt das auf die Achse entfallende Lokomotivgewicht auf die Achsbüchsen.

Das Prinzip des Kraußschen Drehgestells ist aus Fig. 18 ersichtlich. Die vordere Laufachse ist mit der seitlich verschiebbaren ersten Kuppelachse zu einem Drehgestell mit festem mittleren Zapfen verbunden. Die am Drehzapfen wirkende Kraft verteilt sich hier auf zwei Spurkränze, wodurch der zwanglose Gang dieser Drehgestelle sich erklärt. Sollen die Seitendrucke proportional den Achslasten sein, so ist der Drehpunkt so zu wählen, daß sich die Entfernungen desselben von den beiden Achsen umgekehrt wie die Achslasten verhalten. Da jedoch der Anlaufwinkel des Spurkränzes gegen die Schiene bei der Laufachse kleiner ist als bei der Triebachse, so gibt man der Laufachse etwas mehr Seitendruck. — Die Konstruktion des Kraußschen Drehgestells geht aus Fig. 19 und 20 hervor. Die beiden Achsen werden durch eine am Laufachsrahmen angebrachte Deichsel, deren Drehpunkt zwischen Laufachse und Kuppelachse liegt, zu einem Drehgestell vereinigt, das beinahe alle Vorteile des gewöhnlichen zweiachsigen Drehgestells hat, dabei aber ermöglicht, einen größeren Teil des Gesamtgewichts als Triebachsbelastung nutzbar zu machen.

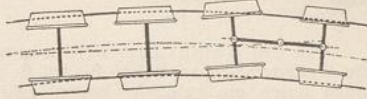


Fig. 18.

b) Der Kessel wird gegenwärtig fast nur mit kistenförmiger Innenfeuerung ausgeführt. Die innere Feuerkiste (Feuerbüchse) wird in Europa aus Kupfer, in Amerika aus weichem Flußeisen hergestellt. Die Decke wird durch eiserne und die Seiten werden gewöhnlich durch eiserne oder kupferne Stehbolzen versteift. Stehbolzen, die von außen unzugänglich sind, werden angebohrt, um Brüche zu erkennen. Seltener werden die Feuerkisten mit flachen Decken mit Quer- und Langbarrenversteifung hergestellt. Behufs Erzielung einer vollständigen Verbrennung wird häufig ein Feuergewölbe eingesetzt oder eine Luftzuführung über dem Roste angebracht. Ähnliche Zwecke verfolgen in mehr oder minder wirksamer Weise die sogenannten Rauchverzehreinrichtungen von Langer (Mischung der Feuergase durch Dampfstrahlen) u. a. m. Die Feuerung mit Petroleumrückständen wird in Rußland, auf der Arlbergbahn und auf westamerikanischen Bahnen verwendet. Die äußere Decke schließt meist glatt an den Kessel an; in Frankreich und Amerika wird sie häufig überhöht gebaut. Der Rost enthält entweder gußeiserne oder Stahlachsstäbe in rechenförmigen Lagern oder auch seitlich gezahnte Roststäbe. Kipproste, die aus einem mittels Schraube oder Kurbel um wagerechten Zapfen drehbaren Rahmen bestehen, in dem ein Teil der Roststäbe liegt, sind zum Reinigen des Feuers sehr bequem; gleichen Zwecken dienen die in Amerika üblichen Schüttelroste. Der Aschenkasten sichert die Bahnstrecke gegen die aus dem Roste fallenden glühenden Brennstoffteile. Er besitzt vorn und hinten je eine Luftklappe, gut anschließende Funkenfänge, im Boden ein Loch mit Deckel, häufig auch Wassereinspritzrohre (Aschenkastenspritzvorrichtung) und seitliche Türen. Die Feuertüren werden als Schiebe- oder Klapptüren, ihre Öffnungen meistens mit nach außen geflanschter Naht ausgeführt.

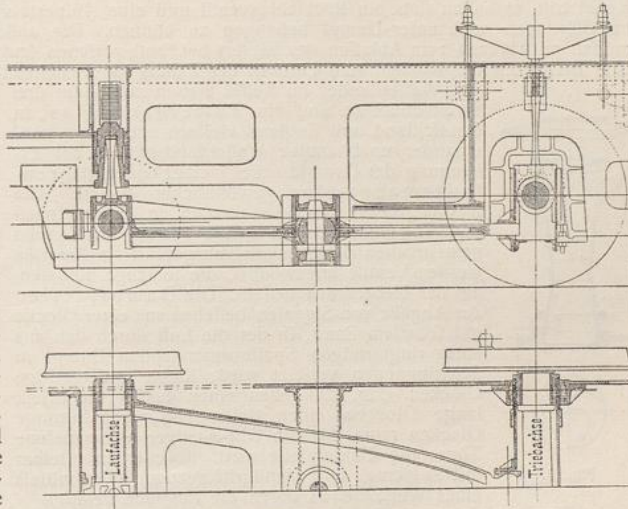


Fig. 19 und 20.

Die Langkessel werden in neuerer Zeit fast ausschließlich aus Flußeisen, seltener aus Schweißblech hergestellt. Die einzelnen Platten werden miteinander vernietet, und zwar mit Ueberlappungsnaht oder mit ein- oder doppelseitig angebrachten Laschen. Die Verbindung der Rohrwand mit dem Langkessel geschieht durch Bördelung nach außen oder durch Winkelringe. Schutzbeläge aus Eisenblech im Kesselinnern als Mittel gegen Rostbildungen werden bei österreichischen Lokomotiven mit Erfolg angewendet. Ein dauerhafter Anstrich wird mit Steinkohlenteer erreicht.

Die Feuer- oder Siederöhre werden aus Schweiß- oder Flußeisen, in England aus Messing oder Kupfer erzeugt; ihre Länge liegt vorteilhaft zwischen 4 und 5 m; äußere Durchmesser von 45–52 mm sind vorwiegend üblich. Enge Röhre ergeben mehr Heizfläche als weite, erfordern aber stärkere Blasrohrwirkung. In der Feuerkistenrohrwand werden die Röhre um 3–6 mm eingezogen, um starke Stege zu erhalten. Bei reinem Wasser werden sie ohne Schuhe

eingesteckt und aufgewalzt; bei schlechtem Wasser sind Kupferstutzen zweckmäßig; bei schwefelhaltiger Kohle werden eiserne Stutzen angeschweißt oder Brandringe benutzt. Auf französischen Bahnen haben innen gerippte Rohre (Fig. 21) mit Vorteil Anwendung gefunden. Da sie für gleiche Verdampfungsfähigkeit kürzer als gewöhnliche Rohre ausfallen ($L=3-3,5$ m), so bewirken sie eine Verringerung des Kesselgewichts. Der Abstand der Feuerrohre voneinander soll mindestens gleich einem Drittel ihres äußeren Durchmessers fein; die unteren Röhren müssen in der Mitte mindestens 50, an den Seiten mindestens 70 mm von der Langkesselwand abfehen.

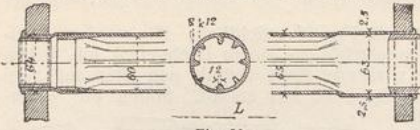


Fig. 21.

In den Dampfdom werden entweder Sprühbleche oder Hauben eingesetzt, an welche die Wasserteilchen anprallen, so daß sie zurückgeworfen werden; oft wird auch der Dom nach unten durch ein gelochtes Bodenblech abgeschlossen, wobei der Dampf durch ein oder zwei Sammelrohre in den oberen Domraum geleitet wird. Das Sammelrohr erstreckt sich zuweilen bis über die Feuerkifte. Auf manchen Bahnen erhalten die Lokomotiven zwei durch ein äußeres Rohr verbundene Dome.

Zum Speifen der Lokomotivkessel werden Strahlpumpen (Injektoren) verwendet: saugende oder nichtsaugende und selbsttätig anziehende. Das Anlassen der Strahlpumpe erfolgt durch ein Ventil, das zur Sicherung feiner Wirkbarkeit aus zwei Teilen besteht und das mittels Hebel oder Schraubenspindel betätigt wird. Die Speiseventile, durch die das Wasser in den Kessel tritt, enthalten stets ein Rückschlagventil und eine Absperrvorrichtung gegen den Kessel, um Störungen auch unter Dampf beseitigen zu können. Die außenliegenden Druckleitungen müssen mit Hähnen zum Ablassen des Wassers bei Frost versehen sein; andre Ablaßhähne dienen zum Bespritzen der Kohlen, zum Löschen des Feuers im Aschenkasten u. i. w. Zur Erkennung

des Wasserstandes im Kessel dienen zwei oder drei Probehähne und ein Wasserstandsglas, in Deutschland und England vielfach auch zwei voneinander unabhängige Wasserstandsgläser, zur Erkennung des Dampfdruckes Feder- oder Röhrenfederanometer gewöhnlicher Bauart. Die Sicherheitsventile werden in Europa nach Ramsbottoms Bauart (beide Ventile durch einen gemeinsamen Hebel belastet) ausgeführt; in Amerika werden Ventile angewendet, die so lange abblafen, als der Ueberdruck besteht. Die Dampfpeifen zur Abgabe von Signalen bestehen aus einer Glocke mit scharfem Rand, in der die Luft durch den aus einer ringförmigen Spalte austretenden Dampf in Schwingungen versetzt wird; kleine und niedrige Glocken (Fig. 22) geben einen hellen, schrillen, lange Glocken einen tiefen Ton, kugelförmige Glocken reine, für das Ohr weniger unangenehme Töne; die Dampfpeife wird entweder unmittelbar mit Zugstange und Handgriff gezogen oder mittels eines Winkelhebels durch die Zugleine betätigt.

Die Rauchkammer soll groß genug (ca. 1,5 m lang) ausgeführt werden, um Raum für die Ablagerung der Flugasche und die nötige Flächenausdehnung für die Funkenfänge zu gewinnen; die Rauchkammertüre muß mit kräftigen Anschlagringen und Riegeln oder mittleren Zugschrauben mit Handrädern dicht verschließbar sein. Die Schornsteine sind meistens aus Gußeisen von 8-10 mm Stärke. In der Rauchkammer befindet sich das Blasrohr, ein T-förmiges Rohrstück, durch das der Dampf aus den Zylindern in den Schornstein geleitet wird. Infolge der Ausdehnung des Dampfes nimmt der Dampfstrahl nach seinem Austritt aus der Mündung eine kegelförmige Gestalt an, vermischte sich an seinem Umfange mit den ihn umgebenden Heizgasen und treibt sie ins Freie; dies bewirkt eine Luftverdünnung in der Rauchkammer und ein Nachströmen der äußeren Luft durch den Rost (s. Strahlapparate). In der Rauchkammer oder im Schornstein befinden sich weiter die Funkenfänger zur Verhütung des Auswerfens glühender Kohlentheilchen; sie sollen so angeordnet sein, daß sie den Luftzug nicht schädlich beeinflussen. Die Funkenfänger in der Rauchkammer bestehen zumeist aus einem über den obersten Reihen der Feuerrohre eingesetzten, aus runden oder rechteckigen Stäben hergestellten und in der Rauchkammer verschiebbaren Gitter von 4-10 mm Spaltenweite oder einem kegelförmigen Drahtsieb, das auf dem Blasrohre steht und bis an den Schornstein reicht. In Amerika werden vielfach mehrere schräggestellte Siebrahmen angewendet, um die Fläche zu vergrößern. Die im Schornstein angebrachten Funkenfänger, ursprünglich amerikanischer Bauart, haben über dem Schornstein eine Lenkplatte, an der die Kohlenstücke abprallen und in einen weiten ringförmigen Behälter abgeworfen werden. Fig. 23 zeigt einen solchen Schornstein, bei dem die Lenkplatte mit Leitschaukeln versehen ist, um die Funken durch drehende Bewegung sicher abzuschleudern. Funkenfänger dieser Art sind vorwiegend bei weichen Brennstoffen (leichte Steinkohle, Braunkohle, Holz) in Gebrauch.

Kessel, Dom, Feuerkifte und Dampfzylinder erhalten zum Schutze gegen Wärmeverlust eine Verkleidung von 1-1,5 mm starkem Eisenblech.

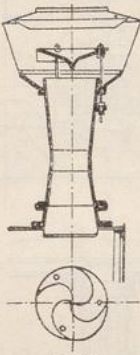


Fig. 23.

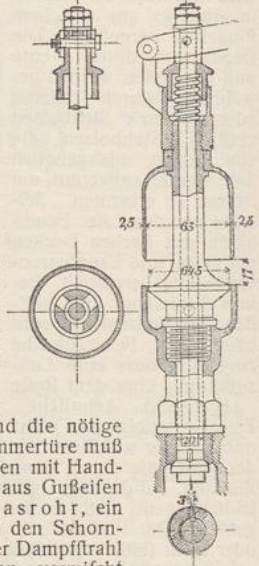


Fig. 22.

c) **Die Dampfmaschine.** Die Dampf- und -ausströmungsrohre werden aus Eisen oder Kupfer hergestellt. Freiliegende Dampfströmungsrohre werden zum Schutze gegen Wärmeverlust mit Blechverkleidungen umgeben. Als Regler (Regulator) für die Dampfzuführung dient zumeist ein doppelter Flachschieber, der — besser als die einfachen Flachschieber — leichtes

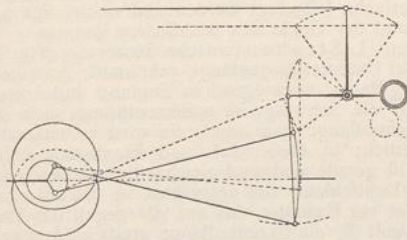


Fig. 24.

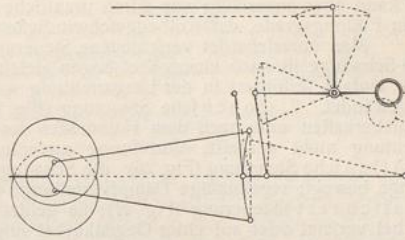


Fig. 25.

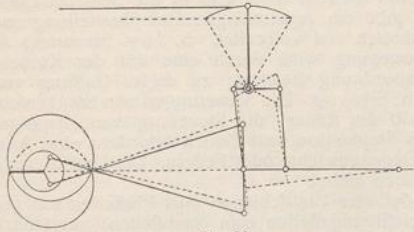


Fig. 26.

Handhaben und vorsichtiges Anfahren ermöglicht. Diese Regler liegen im Dampfdom und werden durch Hebel und Zugstangen betätigt. In Amerika werden gußeiserne Doppelsitzventile, die wegen nahezu vollständiger Entlastung ein leichtes Öffnen erlauben, angewendet. Die Dampfzylinder liegen entweder außerhalb oder innerhalb der Rahmen. Innenlage ist fast nur in England üblich. Die Zylinder liegen meist waagrecht oder wenig geneigt gewöhnlich im Vordertheil der Lokomotive, nahe der Rauchkammer, seltener im Mittelteil. Mit dem Rahmen sind sie fest verbunden. Der hintere Deckel kann als

Boden mit dem Zylinder aus einem Stück hergestellt werden, wodurch eine Dichtungsfläche erspart wird. Die Kolben werden aus mittelhartem Stahl angefertigt, ebenso die Kolbenstangen, die in die Kolben warm eingezogen und vernietet oder mit Muttern versehen sind. Die Dichtung der Kolben erfolgt durch gußeiserne selbstspannende Ringe. In Rücksicht auf den hohen Dampfdruck und die große Wärmeentwicklung wendet man gegenwärtig auch bei Lokomotiven Metallstopfbüchsen für Kolben-

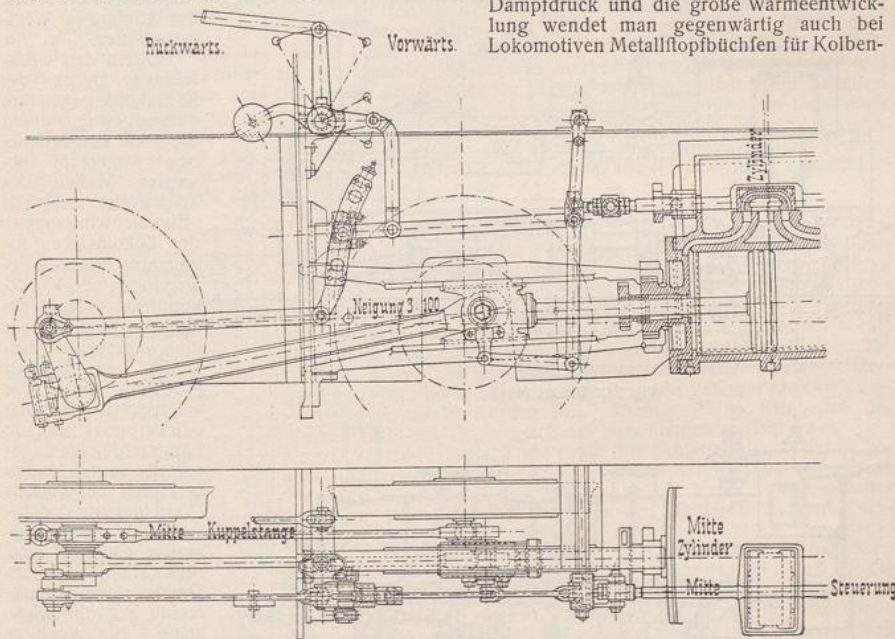


Fig. 27.

und Schieberstangen an; die Dichtungen mit Hanf, Asbest, Gummi u. f. w. erwiesen sich als zu wenig widerstandsfähig. Die Schieber sind einfache Muschelschieber, vielfach mit einem besonderen Kanal, um rascheres Öffnen und Schließen der Dampfströmung zu ermöglichen. Um die Reibungswiderstände zu vermindern, werden — namentlich in Amerika — Entlastungs-

vorrichtungen in Anwendung gebracht. In Deutschland steht der Entlastungsring von v. Borries in Gebrauch; Kolbenschieber werden neuerdings vielfach angewendet. Bezüglich der Dampfwirkung in den Zylindern sind auf jeder Seite zu unterscheiden: Volldruck, Dampfdehnung und Vorausströmung, dann Verdichtung, Ausströmung und Voreinströmung.

Die Größe der Voröffnung ist von großer Bedeutung für die Nutzwirkung des Dampfes; sie kann aber zuverlässig nur durch praktische Versuche festgelegt werden und richtet sich nach dem Füllungsgrade, der Kolbengeschwindigkeit und der Größe des schädlichen Raumes.

Man unterscheidet verschiedene Steuerungen: 1. Stephenson'sche Steuerung (Fig. 24); die Schwinge ist nach einem Kreisbogen gleich der Exzenterlänglenge gekrümmt; Anordnung sehr einfach, erfordert in der Längsrichtung wenig Raum; vorwiegend in England und Amerika angewendet. 2. Gooch'sche Steuerung (Fig. 25); die Schwinge ist halbkreisförmig nach dem Schieberkasten und nach dem Halbmesser der Schubstange gekrümmt; sie wird in fenkrechter Richtung nicht verstellt; Voröffnung unveränderlich; in Oesterreich und Frankreich üblich. 3. Allan'sche Steuerung (Fig. 26); die Schwinge ist gerade und wird gleichzeitig mit der Schubstange bewegt; regelmäßige Dampfverteilung; in Deutschland viel ausgeführt. 4. Heufinger- (Walfschäert-) Steuerung (Fig. 27); sie besitzt nur ein Exzenter, das um 90° gegen die Treibkurbel veretzt oder auf einer Gegenkurbel aufgekeilt ist; die Exzenterstange greift in dem einen Endpunkte der um ihren Mittelpunkt drehbaren Schwinge an; die Voreilung des Schiebers erfolgt durch einen Hebel, der durch den Kreuzkopf bewegt wird und in die Schieber Schubstange eingeschaltet ist. Die Heufinger-Steuerung gibt die regelmäßige Dampfverteilung und ist in Belgien, Deutschland, Oesterreich und Frankreich viel verbreitet. 5. Joy-Steuerung ist eine sogenannte Ellipsensteuerung; die Schieberbewegung wird durch eine mit der Kurbel, Kuppel- oder Exzenterstange verbundene Hebelanordnung bewirkt; zu dieser Gattung von Steuerungen gehören auch die von Klose, Brown, Strong. Die Steuerungen von Stephenson, Gooch und Allan werden zwischen und außerhalb der Räder, die Steuerung von Heufinger meist außerhalb angeordnet. Die Steuerungen von Stephenson und Gooch erfordern eine Ausgleichung der einseitig wirkenden Gewichte durch Gegengewichte oder Federn. Die Umsteuerung erfolgt in Europa durch Schrauben, in Amerika durch Hebel.

Die Geradföhrung wird mit einer, zwei oder vier Gleitschienen (aus Flußeisen mit gehärteter Oberfläche mit Zwischenlagern an den Befestigungsstellen zum Nachstellen) ausgeführt. Die Kreuzköpfe erhalten eiserne Gabel und vielfach besondere gußeiserne Schuhe mit Rotgußeinlagen; sie werden vorteilhaft aus einem Stücke Stahlformguß hergestellt. Die Kurbelstangen, die mindestens sechsmal so lang als die Kurbeln sein sollen, und die Kuppelstangen sind aus zähem Stahl möglichst leicht auszuführen; mit Rücksicht auf ihre Beanspruchung erhalten sie hohe, rechteckige oder besser I-förmige Querschnitte; die Stangenköpfe sind, soweit tunlich, in geschlossener Form auszuführen. Die Lagerfchalen erhalten zweckmäßig auf mindestens die Hälfte des Umfanges Weißmetallfutter.

Durch den wechselnden Druck der Kreuzköpfe gegen ihre Führungen und durch die nicht ausgeglichenen wagerecht bewegten Massen des Triebwerks entstehen

Eigenchwingungen der Lokomotive, sogenannte „störende Bewegungen“; der Kreuzkopfdruck erzeugt ein Nicken (Drehung um eine wagerechte Querachse), ein Wanken (Drehung um eine wagerechte, durch den Schwerpunkt gehende Längsachse); die wagerecht bewegten Massen bewirken ein Zucken (Verchiebung der Gesamtmasse der Lokomotive nach vor- und rückwärts) und ein Drehen um eine fenkrechte Schwerpunktsachse. Bei richtiger

Ausgleichung der Triebwerkmassen sind diese Bewegungen gering. Die teilweise Ausgleichung der Triebwerkmassen erfolgt

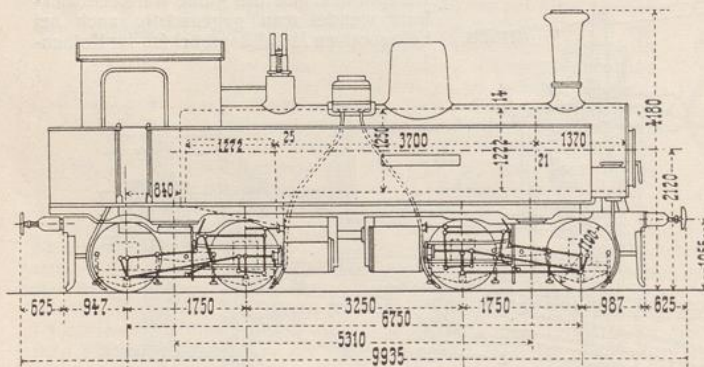


Fig. 28. Bauart Meyer.

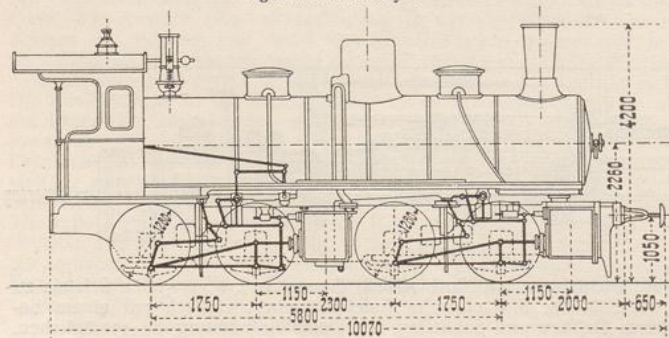


Fig. 29. Bauart Mallet-Rimrott.

durch die Anbringung von Gegengewichten in den Treibrädern; die drehend bewegten Teile (Kurbeln, Zapfen, Kuppelstangen, halbe Triebflange) werden vollständig, die geradlinig bewegten Teile (halbe Triebflange, Kreuzkopf, Kolbenstange und Kolben) bis zur Hälfte ausgeglichen. Der zum Ausgleich wagerecht bewegter Massen dienende Teil der Gegengewichte erzeugt in senkrechter Richtung Fliehkräfte, welche die Treibradbelastung vermehren und vermindern, je nachdem das Gegengewicht unten oder oben steht. Bei den schweren Gegengewichten und großer Geschwindigkeit fallen diese Fliehkraftwirkungen sehr bedeutend aus. Besondere Anordnungen des Triebwerks werden bei großen Lokomotiven zum zwanglosen Durchfahren enger Krümmungen nötig.

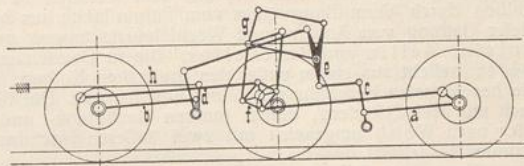


Fig. 30. Bauart Klofe.

Man verteilt dann die Triebkraft auf zwei getrennte, gegeneinander bewegliche Rahmengestelle mit je zwei bis drei gekuppelten Achsen, wobei die Triebkraft entweder durch geeignete Mittel von einem oder unmittelbar an jedem Gestell von zwei Triebwerken geleitet wird. Bauart Meyer (Fig. 28): zwei frei bewegliche Triebgestelle unter einem gewöhnlichen Kessel (sächsischer Staatsbahnen). Bauart Fairlie: zwei frei bewegliche Triebgestelle, Doppelkessel mit zwei Feuerkisten in der Mitte und gemeinsamem Wasser- und Dampfraum. Bauart Mallet-Rimrott (Fig. 29): ein hinteres, mit dem Kessel fest verbundenes, die Hochdruckzylinder tragendes Triebgestell. Bauart Hagens: eine vordere feste und eine hintere bewegliche Radgruppe, deren Gestell um einen zwischen beiden gelegenen Punkt drehbar ist. Oder man macht die Endachsen nach der Krümmung einstellbar; die Kraftübertragung erfolgt dann durch eine Hebelverbindung. Bauart Klofe (Fig. 30): die Endachsen stellen sich in die Richtung des Krümmungshalbmessers ein, indem die Achsbüchsen der Endachsen durch gabelförmig umfassende Lenker und durch Hebel so miteinander verbunden sind, daß sie sich gegen die Mittelachse in entgegengesetzter Richtung verschieben können; diese Verschiebung wird durch einen Umkehrhebel auf die andre Seite der Lokomotive übertragen, so daß sich die Achsbüchsen hier um gleichviel in entgegengesetzter Richtung bewegen; die Kuppelstangen greifen an einer auf dem Triebzapfen drehbaren Scheibe an, die mit den Achsbüchshebeln durch ein schwingendes Viereck verbunden ist. Bauart Klien-Lindner: Kraft und Last werden von der im Hauptrahmen fest gelagerten Achse auf eine mit den Rädern fest verbundene Hohlachse übertragen, in der die erstere dreh- und verschiebbar gelagert ist; die seitliche Rückstellung erfolgt durch Schraubenfedern.

Zur Ausrüstung der Lokomotiven zählen die Führerstände. Sie werden überdacht, mit Seiten- und zum Teil Rückenwänden versehen, mit festen oder umlegbaren Sitzen ausgestattet; in den Wänden sind Fenster bzw. Türen angebracht; Trittschritte, Ausblashähne, Sicherheits- und Lufteinlaßventile an den Dampfzylindern; Schmierapparate für Schieber und Kolben; Vorrichtungen zum Schmieren der Spurkränze (Fettschmierung mittels einer Schmierpatrone oder Einblasung des fetten Niederdruckwassers aus der Abdampfleitung der Luftpumpe in die Hohlkehlen der vorderen Spurkränze); Läutwerke [für Nebenbahnen, Dampfbläutwerk (f. Läutwerke), bei dem der Klöppel der festen Glocke durch einen selbststeuernden Kolben bewegt wird]; Sandtreuvorrichtungen (f. Sandfrenen); Bahnräumer (Cowcatcher); Lokomotivbremsen (durchgehende Bremsen und Handbremsen).

II. Verbundlokomotiven.

Verbundlokomotiven, bei welchen der Dampf in zwei Zylindern nacheinander und mit verschiedener Spannung (Hochdruck- und Niederdruckzylinder mit Verbinder) arbeitet, bieten bei richtiger Ausführung im Vergleich mit Zwillingslokomotiven eine Dampferparnis von 10–20% und entsprechend höhere Dampfleistungen. Besonders wichtig ist die Anfahrvorrichtung, die ermöglicht, daß beim Anfahren frischer Dampf gleichzeitig in beiden Zylindern wirkt; je nachdem hierbei der große Zylinder gar nicht, zeitweilig oder dauernd vom kleinen abgsperrt wird, unterscheidet man drei Arten; die letztere Bauart zerfällt wieder in zwei Unterarten, je nachdem die Zwillingswirkung nur beim Anfahren oder bei sehr geringer Geschwindigkeit oder in jedem gewünschten Falle hergestellt werden soll. Wichtig ist es stets, daß der Arbeitsdruck auf den großen Kolben nicht als Gegendruck auf den kleinen wirken kann.

Die Anfahrvorrichtung von Gölsdorf besteht aus zwei im Schieberpiegel derart angebrachten Bohrungen, daß sie bei mittleren Schieberwegen durch den Schieberriegel geschlossen gehalten, bei größeren Schieberwegen über 50–60% Füllung geöffnet werden, während der Schieber selbst die Einströmung öffnet, so daß frischer Dampf in den Niederdruckzylinder einströmt. Lindner wendet einen Steuerkolben an der Niederdruckchieberflange an, der ebenso wirkt wie die Gölsdorfsche Einrichtung, legt aber außerdem in die Hilfsdampfleitung einen Kreuzhahn, der mit dem Umsteuerhebel der Steuerwelle derart verbunden ist, daß er die Dampfleitung nur bei den zum Anfahren benutzten größten Füllungen öffnet; ähnlich ist die Vorrichtung von Krauß. v. Borries und Worsdell benutzen ein Tellerventil, das beim Anfahren den Niederdruckzylinder vom Verbinder selbsttätig absperrt und so das Auftreten von Gegendruck im kleinen Zylinder zu Anfang des Anfahrens unmöglich macht; Schichau verwendet einen gleichwirkenden Schieber. Die neuere Wechselforrichtung von Mallet, der zuerst erfolgreich (1874) für die Verwendung der Verbundwirkung bei Lokomotiven eintrat, besteht aus einem Doppelventil, das den Auspuff des Hochdruckzylinders je nach seiner Stellung mit dem Blasrohr oder mit dem Verbinder in Verbindung setzt; das Umsteuern geschieht durch

einen Dreiweghahn. Bei der Wechsellvorrichtung von v. Borries ist zwischen Hoch- und Niederdruckzylinder ein Doppelkolben eingefaltet, dessen Gehäuse sowohl mit der Ausfrömung des Hochdruckzylinders als auch mit dem Verbindungsrohre, mit dem Blasrohre und mit dem Haupt-einfrömungsrohre verbunden ist; mit dem letzteren ist auch der Raum hinter dem kleineren Kolben durch Vermittlung eines vom Führerstande aus bewegten Ventils in Verbindung. Zu dieser Gattung von Anfahr- und Wechsellvorrichtungen gehören auch die Konfraktionen von Colvin, Mellin und Batchellor. Die in Deutschland meistangewendete Vorrichtung von Dultz besteht aus einem entlasteten dreifachen Kolben, der mit der Hand bewegt wird und die bezeichneten Verbindungen öffnet und schließt. Die Verbundlokomotiven werden vereinzelt auch mit drei Zylindern, einem inneren Hochdruck- und zwei äußeren Niederdruckzylindern, oder nach Webb umgekehrt mit zwei äußeren Hochdruck- und einem inneren Niederdruckzylinder ausgeführt.

Neuerdings haben die Vierzylinderverbundlokomotiven große Verbreitung erlangt, bei welchen zwei Niederdruckzylinder innen, zwei Hochdruckzylinder außen liegen oder umgekehrt. Die inneren und äußeren Kurbeln jeder Seite sind entgegengesetzt gerichtet, so daß die Kolben in entgegengesetzter Richtung laufen, die Beschleunigungskräfte der Triebwerkmaschinen sich größtenteils ausgleichen und daher keinen Ausgleich durch Gegengewichte mehr erfordern. Bei der Bauart de Glehn (1890) treibt ein Kolbenpaar die erste, das andre die zweite Triebachse, die Arbeit wird also auf zwei Achsen verteilt. Bei der Bauart v. Borries (1897), Webb, Vauclain (1900) treiben alle vier Kolben die erste Triebachse, die von den Kolbendrücken größtenteils entlastet wird. Bei der Bauart Vauclain (1890) mit Wolffscher Wirkung liegen je ein Hoch- und ein Niederdruckzylinder übereinander; ihre Kolben treiben einen gemeinsamen Kreuzkopf; ein Ausgleich der Kraft- und Massenwirkungen besteht nicht.

Bei Lokomotiven mit zwei Triebgestellen (Bauart Mallet-Rimrott, Meyer, f. S. 213 und Fig. 28, 29) wird die Verbundwirkung mit Vorteil in der Weise angewendet, daß das eine Gestell die Hochdruck-, das andre die Niederdruckzylinder trägt.

Das Querschnittsverhältnis der Hoch- und der Niederdruckkolben beträgt bei zwei Zylindern 1:2 bis 1:2,2, bei vier Zylindern 1:2,4 bis 1:2,9. Zur Bestimmung der Zugkraft dient die Gleichung $Z = 0,5 \cdot p_i \frac{d^2 l}{D}$, wobei die Buchstaben die auf S. 205 angegebene Bedeutung haben und d den Durchmesser des Niederdruckzylinders bedeutet; p_i ist je nach dem Betriebszweck und dem Querschnittsverhältnis der Kolben zu $0,55$ — $0,42 p$ anzunehmen. Für die Gesamtleistung ist nur die Größe des Niederdruckzylinders maßgebend; die Größe des Hochdruckzylinders beeinflusst vorwiegend die Arbeitsverteilung, die größte Gefamtfüllung und die Größe der Anzugskraft.

III. Heißdampfmaschinen.

Heißdampflokomotiven nennt man solche, bei welchen der Dampf über die seiner Spannung entsprechende Wärme überhitzt wird, wodurch er aus dem gefättigten in den gasförmigen Zustand übergeht. Durch die Ueberhitzung erlangt der Dampf einen größeren Rauminhalt und größeres Arbeitsvermögen; er wird ein schlechter Wärmeleiter, wodurch die Niederchlagsverluste in den Zylindern sehr vermindert werden. Bei einer Ueberhitzung um 100° ist eine Wärmeersparnis von etwa 22% und entsprechende Mehrleistung zu erwarten.

Die Einführung des Heißdampfes bei Lokomotiven ist durch W. Schmidt in Wilhelmshöhe geschehen und durch Garbe in Berlin gefördert worden. Die ersten Heißdampflokomotiven (Bauart Schmidt) wurden 1898 bei den preußischen Staatsbahnen in Betrieb genommen. Die erste Bauart der Ueberhitzer — ein Rohrbündel in einem Flammrohr im Langkessel — bewährte sich nicht und wurde durch ein Rohrbündel in der Rauchkammer ersetzt, dem ein Teil der Heizgase aus der Feuerkiste durch ein Flammrohr zugeführt wird. Diese Rauchkammerüberhitzer haben eine Heizfläche von 25 — 30% der Kesselheizfläche und geben eine Ueberhitzung von 100 — 120° . Der Ueberhitzer von Sielock besteht in einem Kasten, der in der Mitte des Langkessels um die Siederöhre gelegt ist und vom Dampf durchfrichen wird, der sich an den Rohren überhitzt. Andre Bauarten, namentlich Rohranordnungen in der Rauchkammer, werden versucht.

Die mit dem Heißdampf in Berührung kommenden Triebwerksteile sind durch Schmidt in besonders geeigneter Weise ausgebildet worden. Die Steuerung geschieht durch entlastete Kolbenschieber mit innerer Einfrömung und kurzen Kanälen, so daß nur der abgekühlte austretende Dampf mit den Führungen der Schieberfänge in Berührung kommt. Die Schieber, neuerdings ohne Dichtungsringe und mit doppelter Einfrömung, laufen in besonders eingefetzten Büchsen. Die Kolben haben drei Dichtungsringe, die Kolbenflangen außenliegende Metall-dichtungsringe. Der Einfrömungsraum zwischen den Kolbenschiebern ist von der Zylinderwand getrennt. Die Schmierung erfolgt durch Schmierpressen mit sechs Stempeln, einem für jede Schmierstelle. Die Zylinder werden mit etwa 20% größerem Querschnitte ausgeführt als wie bei andern Zwillinglokomotiven gleichen Gewichts, um den größeren Rauminhalt des Heißdampfes entsprechend auszunutzen. Die Heißdampflokomotiven sind vielseitiger verwendbar als andre; sie ersparen gegen gewöhnliche Zwillinglokomotiven für gleiche Leistungen 15 — 25% an Brennstoff und 20 — 30% an Wasser oder leisten entsprechend mehr.

IV. Tender.

Uebersteigen die mitzuführenden Vorräte 5 — 10 cbm Wasser und 2 — 3 t Kohle, so sind sie auf einem besonderen Wagen (Tender) unterzubringen. Lokomotiven ohne Tender heißen Tenderlokomotiven (f. S. 204). Tender für Hauptbahnen fassen gewöhnlich 12 — 20 cbm Wasser und 4 — 7 t Kohle; sie erhalten 2 — 4 Achsen. Die Wasserbehälter, auf deren Decke der Brennstoff gelagert wird, erhalten nach vorn geneigte flache Decken. Die höchsten Teile dürfen nicht höher als $2,75$ m über Schienenoberkante liegen. Wichtig ist die Kupplung des Tenders mit der Lokomotive (f. Kupplungen, S. 2). Die Speisewasserzuführung erfolgt für jede Strahlpumpe durch

eine besondere Leitung, die durch Sieb und Ventil gegen den Wasserbehälter abgeschlossen ist. Die Rohrkupplungen werden durch mit Leinwandeinlagen verfehene Gummischläuche bewirkt. Die Füllöffnung für den Wasserbehälter befindet sich gewöhnlich hinten, seltener an den Langseiten. Auf einigen Bahnen Englands und Amerikas ist nach Ramsbottoms Anordnung eine Füllvorrichtung in Anwendung, bei der ein Fangrohr mit beweglichem Mundstücke das Wasser während der Fahrt aus Kanälen, die in der Gleisachse liegen, in den Behälter emporhebt. Der Wasserstand im Tender wird durch Probehähne, Wasserstandsglas, Schwimmer oder dergl. angezeigt. Auf dem Tender sind auch Werkzeugkasten angebracht. Die Zahl der in Verwendung stehenden Tender kann wegen ihrer geringeren Reparaturbedürftigkeit kleiner sein als die der Lokomotiven.

V. Feuerlose Lokomotiven.

Das Bestreben, bei Verwendung der Dampflokomotiven auf Straßen- und Stadtbahnen, in Tunnels und Bergwerken die Rauchbelästigung zu beseitigen, führte zum Bau von Lokomotiven ohne Feuerherd. Lamm-Francqs feuerlose Lokomotive (Heißwasserlokomotive) beruht auf der Verwendung heißen Wassers, aus dem sich bei allmählichem Sinken der Wasserwärme Dampf von entsprechender Spannung entwickelt. Auf diese Weise kann trotz der Abnahme der Wasserwärme Dampf von ausreichendem Dampfdruck für die Zylinder erhalten werden. Die Wiedererwärmung des Wassers erfolgt durch in andern Kesseln erzeugten Dampf. Lamm-Francqs Lokomotiven ohne Feuerherd (Sans foyer) haben in Frankreich und überseeischen Ländern erfolgreiche Anwendung gefunden; vgl. a. D.R.P. Nr. 120497, Honigmann.

VI. Lokomotiven für Straßen-, Klein- und Förderbahnen

müssen in allen Teilen kräftig und mit großen Gleitflächen hergestellt werden, weil Staub und häufiges Anhalten und Anfahren nachteilig wirken. In der Regel werden Tenderlokomotiven mit zwei oder drei gekuppelten Achsen verwendet. Um an Gewicht, Beschaffungs- und Erhaltungskosten zu sparen, hat man die Lokomotive mit dem Wagen vereinigt (Dampfwagen). Die Dampfwagen haben sich nur vereinzelt eingeführt, neuerdings für Zwischenverkehr auf Haupt- und Nebenbahnen. In neuerer Zeit sind die Dampfwagen von Serpollet, Stoltz u. a. mit überhitztem Dampf mit Vorteil eingeführt worden. S. Motorwagen.

VII. Lokomotivdienst.

Der Lokomotivdienst umfaßt den Dienst der Lokomotivmannschaft (Führer und Heizer) vor, während und nach der Fahrt und den der Heizhaus-(Lokomotivschuppen-)mannschaft. Im Heizhaus ist die Lokomotive für die Fahrt instand zu setzen (Reinigung, Untersuchung aller einzelnen Teile, Vornahme von erforderlichen Nacharbeiten, Anheizen, Ausrüstung mit Werkzeugen, Signalen u. f. w.). Mit besonderer Sorgfalt ist dem Einfrieren der mit Wasser gefüllten Teile vorzubeugen, welcher Fall eintreten kann, wenn bei Frostwetter Lokomotiven im Freien stehen müssen; es sind dann zu beiden Seiten der Lokomotive oder darunter offene mit glühendem Koks gefüllte eiserne Körbe aufzustellen. Das Ingangsetzen der Lokomotive muß mit Vorsicht geschehen.

Die Lokomotivmannschaft verrichtet den Fahr-, Verschiebe- und Bereitschaftsdienst. Während der Fahrt sind die Feuerung, Kesselspeisung und Schmierung der Lokomotive mit Aufmerksamkeit zu besorgen. Hierfür bestehen besondere Dienstvorschriften; ebenso für die Leerfahrt (Lokomotive ohne Zug), den Vorpanndienst (zwei Lokomotiven an der Spitze des Zuges), den Schiebedienst (Beförderung des Zuges durch eine oder zwei Lokomotiven an der Spitze und eine oder zwei Lokomotiven am Ende des Zuges) und für Schneepflugfahrten. Der Verschiebe- und Bereitschaftsdienst werden auch als Stationsdienst bezeichnet. Der Verschiebedienst (Verschieben von einzelnen Wagen oder Zugteilen, Teilung oder Zusammenstellung von Zügen) wird durch die Lokomotiven der durchfahrenden Züge oder auf großen Stationen durch besondere Verschiebelokomotiven (Tenderlokomotiven) besorgt. Die Bereitschaftslokomotiven sind bestimmt, untauglich gewordene Lokomotiven zu ersetzen; sie müssen daher stets dienstbereit sein (Dampfhalten der Lokomotiven); sie werden in der Regel auf Kreuzungs- und Anschlußstationen aufgestellt. Die Besetzung der Lokomotiven kann einfach oder wechselnd sein. Bei ersterer hat jede Lokomotive immer dieselbe Mannschaft und bleibt so lange in Betrieb, als die Dienstleistung der Mannschaft dauert. Die wechselnde Besetzung kann eine doppelte bzw. mehrfache oder eine Gruppenbesetzung sein, je nachdem zwei bzw. mehrere bestimmte Mannschaften in der Dienstleistung auf einer Lokomotive wechseln oder die Dienstleistung abwechselnd durch eine Anzahl von Mannschaften versehen wird, die größer ist als die Anzahl der von ihnen zu bedienenden Lokomotiven. Die Lokomotive bleibt hierbei so lange im Dienst, als es mit Rücksicht auf Reinigung, Ausbesserung u. f. w. möglich ist. Die Mannschaft der Lokomotive besteht aus Führer und Heizer.

Der Kohlenverbrauch richtet sich nach der Inanspruchnahme der Lokomotive. Dem Führer werden vielfach die Kohlenmengen nach der Art der Dienstleistung der Lokomotive zugemessen. Wird diese Menge nicht verbraucht, so erhält die Mannschaft einen bestimmten Teil des Geldwerts der ersparten Kohlenmenge (Kohlenprämie), ein Verfahren, das günstigen Einfluß ausgeübt hat. Um die während der Fahrt verbrauchten Kohlen ersetzen zu können, werden auf besonderen Stationen (Kohlenstationen) Kohlen vorrätig gehalten. Auf diesen Stationen ist meistens ein größerer Vorrat an Kohlen, der für 4–6 Wochen den Bedarf deckt, angeammelt, um für unvorhergesehene Fälle den Betrieb aufrechterhalten zu können.

Die Lokomotiven müssen mit den zur Ausübung des Lokomotivdienstes erforderlichen Laternen zur Beleuchtung des Manometers und des Wasserstandanzeigers, mit einer Handlaterne und mit der durch die Signalordnung vorgeschriebenen Zahl helleuchtender Signallaternen ausgerüstet sein. Als Brennstoff dient Rüböl, Petroleum oder Gas; elektrische Beleuchtung wird in Amerika für die großen Kopflaternen verwendet. Um das Licht zusammenzuhalten

Fortl. Nr.	Eisenbahnverwaltung	Lokomotivgattung (Verhältnis der Anzahl der Treibachsen zur Gesamtzahl der Achsen)	Dampfzylinder- durchmesser		Kolben- hub	Treibrad- durchmesser	Heizfläche	Roßfläche	Dampf- überdruck	Gewicht		Zugkraft in kg	Allgemeine Baugrundriße und besondere Eigentümlichkeiten der Konstruktion
			Hoch- druck	Nieder- druck						leer	Treib- radlast im ganzen		
1	Preussische Staatsbahnen	Schnelzuglokom. 2/4	460	680	600	1380	118 2,3	12,0	44,3	30,0	49,6	3500	Außenliegende Dampfzylinder, Verbundwirkung, Heufinger-Steuerung, innenliegende Röhren; Wechsellventil; zwei-achsiges Drehgestell, Seitenhebel.
2	Oefferr. Staatsbahnen	"	500	740	680	2120	138 2,9	13,0	—	28,5	55,7	4800	Außenliegende Dampfzylinder, Verbundwirkung, Heufinger-Steuerung, Anfahrvorrichtung Goldsdorf; zweiachsiges, stark belastetes Drehgestell; zwei Dampfdomme.
3	Französische Othbahn	"	2 × 350	2 × 550	640	2090	184 2,5	16,0	54,7	33,5	59,1	5940	Vierzylinderverbundlokomotive (Bauart de Glehn), außenliegende Hochdruck-, innenliegende Niederdruckzylinder; Heufinger-Steuerung; zweiachsiges Drehgestell mit außenliegendem Rahmen.
4	New York-Zentralbahn	"	480	—	610	2186	162 2,8	13,4	—	38,2	56,6	4350	Außenliegende Dampfzylinder, Stephenson-Steuerung, innenliegende Barrenrahmen, zweiachsiges Drehgestell.
5	Badische Staatsbahnen	"	2 × 335	2 × 570	620	2100	210 3,9	16,0	67,1	31,9	74,1	5800	Vierzylinderverbundlokomotive (Bauart v. Borries), außenliegende Hochdruck-, innenliegende Hochdruckzylinder; zweiachsiges Drehgestell.
6	Lancashire- und Yorkfihre- bahn	"	483	—	660	2210	190 2,4	12,3	—	34,5	56,7	4280	Innenzylinder und Steuerung (Bauart Joy); zweiachsiges Drehgestell.
7	Pennsylvanienbahn, Verein- Staaten von Amerika	"	520	—	660	2032	245 5,1	14,4	71,3	49,5	80,1	6300	Wie Nr. 4.
8	Gothardbahn	"	2 × 370	2 × 590	600	1600	152 2,4	15,0	57,4	45,0	64,0	7800	Wie Nr. 3, Drehgestell mit Innenrahmen.
9	Preussische Staatsbahnen	Güterzuglokom. 3/3	480	680	630	1330	116 1,5	12,0	34,5	40,3	40,3	6600	Einfache Bauart, für größte Geschwindigkeit von 50 km/Stunde.
10	"	Lokom. für gemischt. Dienst	540	—	630	1600	132 2,25	12,0	51,3	44,1	57,0	6000	Heißdampflokomotive mit Zwillingswirkung (Bauart Schmidt), Außenzylinder, Innenrahmen, Drehgestell (Bauart Krauß).
11	Great Northernbahn, Eng- land	Güterzuglokom. 4/4	508	—	660	1422	133 2,2	12,5	—	55,5	55,5	8950	Innenzylinder, Stephenson-Steuerung, Innenrahmen.
12	Pittsburg-Bellemer und Lake Eriebahn	"	610	—	810	1372	328 3,4	15,0	—	102,6	113,6	20400	Außenzylinder, Stephenson-Steuerung, innere Barrenrahmen, ein-achsiges Drehgestell vorne.
13	Oefferr. Staatsbahnen	"	560	850	632	1300	185 3,0	14,0	59,0	65,7	65,7	11800	Außenzylinder, Verbundwirkung, Anfahrvorrichtung von Göls-dorf.
14	Preussische Staatsbahnen	"	2 × 420	2 × 630	600	1260	145 1,9	12,0	48,2	54,8	54,8	10900	Zwei Triebgestelle (Bauart Mallet-Rimrodt), Verbundwirkung in vier Zylindern.
15	"	Tenderlokom. für Hauptbahnen 2/4	430	—	600	1600	97 1,6	12,0	41,8	31,4	53,2	4160	Außenzylinder, Heufinger-Steuerung, Kalferrahmen (Bauart Krauß), zwei einleitbare Laufflächen (Anordnung Adams).
16	"	Tenderlokom. für Nebenbahnen 3/3	350	—	550	1080	60 1,3	12,0	21,5	29,5	29,5	4500	Außenzylinder, Allan-Steuerung, Kalferrahmen (Bauart Krauß).

S. a. die Tabelle für Gebirgslokomotiven, Bd. 4, S. 320.

und weit hinaus auf die Bahnstrecke zu werfen, sind diese Laternen mit parabolischen Spiegeln aus Neufilber verfehen. Nach den auf den Bahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen gemachten Erfahrungen ist Petroleum- oder Rübölbeleuchtung vorzuziehen. Fettgasbeleuchtung hat sich gut bewährt. Die zylindrischen Fettgasbehälter sind über dem hinteren Teil des Tenderkastens angebracht. Die Fettgasbeleuchtung ist billiger; die Glaszylinder, die häufig brechen, sind entbehrlich, Einrichtungen zum Stellen des Dochtes sind nicht notwendig, die Lichtflärke ist erheblich größer, die Lichtwirkung gleichmäßig. Die elektrischen Lokomotivlaternen werden durch kleine Dampfturbinen mit Dynamos betrieben, deren Dampfverbrauch übrigens groß ist.

Die Abnutzung der im Betriebe stehenden Lokomotiven darf nur bis zu einem gewissen, den Betrieb nicht gefährdenden Maße vorschreiten. In gewissen Zeiträumen oder nach Durchfahung eines bestimmten Weges muß daher eine Wiederherstellung der Lokomotive stattfinden. Die Höhe der Unterhaltungskosten hängt von der Höhe der Löhne, von der Leitung der Werkstätte, von den Verhältnissen der Strecke, von dem Alter der Lokomotive und wesentlich von der Güte des Speisewassers ab. Man kann die Unterhaltungskosten der Lokomotiven im Mittel zu 12 $\%$ für 1 Lokomotivkilometer annehmen. Die Dauer einer Lokomotive liegt zwischen 15 und 30 Jahren. Die allmähliche Entwicklung des Lokomotivbaus ist in der unten angeführten Literatur nebst allen historischen Daten behandelt, worauf wir verweisen. Die in der Uebersicht S. 216 angegebenen Lokomotiven können als Muster für die jeweiligen Lokomotivgattungen der betreffenden Staaten angesehen werden.

Literatur: Zunächst seien die verschiedenen technischen Fachzeitschriften, namentlich Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. in technischer Beziehung, samt Ergänzungsbänden (Nr. 10, 1893; Nr. 11, 1894; Nr. 13, 1903), Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Glasers Ann. f. Gewerbe u. Bauwesen, Zentrabl. d. Bauverwaltung, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins, Civilingenieur, Zeitschr. des Ing.- u. Arch.-Vereins zu Hannover, Revue générale des chemins de fer, Engineer, Engineering, Railroad Gazette u. a. erwähnt, die in jedem Jahrgang ausführliche Abhandlungen über Lokomotiven bringen. Ein großes Werk, das den Lokomotivbau vollständig behandelt, ist: Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 1, 1. Teil: Lokomotivbau, 2. Aufl., Wiesbaden 1903. Mehr theoretisch und auch die ältere Geschichte berücksichtigend werden die Lokomotiven im Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, Leipzig 1882, Bd. 3, behandelt. Weitere empfehlenswerte Werke über Lokomotiven im allgemeinen oder über besondere Einzelheiten oder Konstruktionen solcher sowie über die Geschichte der Lokomotiven sind: Pambour-Schnufe, Theoretisch-praktisches Handbuch über Dampfwagen, Braunschweig 1841; Redtenbacher, Die Gesetze des Lokomotivbaus, Mannheim 1855; Clark, Railway machinery, London 1855; Suppl.-Bd. Clark und Colburn 1870; Heufinger v. Waldegg und Clauß, Die Lokomotivmaschine, Wiesbaden 1858; Petzhold, Die Lokomotiven der Gegenwart, Braunschweig 1875; Forney, Catechism of the locomotive, New York 1875; Schaltenbrand, Die Lokomotive, Berlin 1876; v. Pichler, Französische Bahnen, Leipzig 1878; Dempsey, Treatise of the locomotive-eng., London 1879; Sauer, C., Ueber die günstigsten Steigungsverhältnisse bei Gebirgsbahnen, Wien 1880; Koch, R., Das Eisenbahnmaschinenwesen, Wiesbaden 1880; Birk, Die feuerlose Lokomotive, Wien 1881; Radinger, J., Ueber Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit, Wien 1880; Maey, Betrachtungen über die Lokomotive der Jetztzeit für Eisenbahnen mit normaler Spur, Wiesbaden 1884; Meyer, Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaus, Berlin 1884; Brofius und Koch, Schule des Lokomotivführers, Wiesbaden 1895; Brofius, Erinnerungen an die Eisenbahnen von Nordamerika, Wiesbaden 1885; Svoboda, Th., Praktische Berechnung der Leistungsfähigkeit der Lokomotiven, Wien 1887; Frank, Die Widerstände der Lokomotiven und Bahnzüge, der Wasser- und Kohlenverbrauch sowie der Effekt der Lokomotiven, Wiesbaden 1886; Kofak, Katechismus der Einrichtungen und des Betriebes der Lokomotiven, Wien 1892; Büte und v. Borries, Die amerikanischen Eisenbahnen in technischer Beziehung, Wiesbaden 1892; Brofius, J., und Koch, Die Eisenbahnbetriebsmittel (Bd. 2 des Aeußeren Eisenbahnbetriebs), Wiesbaden 1893; Röhl, Encyclopädie des gesamten Eisenbahnwesens, Wien 1893, Bd. 5; Woods-Burnes, Compound-Locomotives, Chicago 1893; Mayer, W., Die Lokomotive, Berlin 1895; Berlin und seine Eisenbahnen, Berlin 1896; Die Arlbergbahn, Innsbruck 1897; Barbier und Godfernaux, Les locomotives, Paris 1902; Sauvage, Ed., Les locomotives au debut du XX. siècle, Paris 1903; La machine locomotive, Paris 1904; Locomotive-Breakdowns by Geo. L. Fowler, New York 1903. († v. Borries) Kübler.

Lokomotivrotunde, f. Lokomotivschuppen.

Lokomotivschuppen, auch Lokomotivremisen, Maschinenhäuser oder Heizhäuser genannt, sind Gebäude zur Unterbringung der im Zugs- oder Verschiebedienst befindlichen Lokomotiven während größerer Arbeitspausen, insbesondere auch über Nacht. Vor Einkehr in dem Schuppen wird gewöhnlich der Wasser- und der Kohlenvorrat ergänzt, das Feuer entschlackt, der Aschenkasten geleert und die Löfche aus der Rauchkammer herausgeholt (f. Reinigungsgruben). Die Schuppen sollen Schutz gegen ungünstige Witterung gewähren, Gelegenheit bieten zur Vornahme aller in den Dienstpausen an den Lokomotiven vorzunehmenden Arbeiten, wie Reinigen und Schmieren der Maschine, Auswaschen des Kessels, Reinigen der Feuerrohre, zur Vornahme kleinerer Reparaturen mit gewöhnlichen Werkzeugen ohne Maschinen, und zum Anheizen der Lokomotiven nach längeren Ruhepausen. Auf Stationen mit Lokomotivwerkstätten trifft man in den Lokomotivschuppen Räderverfenkgruben zum raschen Auswechseln einzelner Radfätze.

A. Grundrißanordnung.

Im Grundriß sind die Lokomotivschuppen rechteckig, kreisförmig oder ringförmig:

1. Rechteckform. Die Stände sind stets parallel zueinander, die Zufahrt kann erfolgen a) vermittelt Weichen oder Drehscheiben auf einer oder beiden Schmalseiten (Fig. 1—3); b) durch Drehscheibenstraßen von der Langseite (Fig. 4) (äußerst selten und dann nur für ganz kleine Tenderlokomotiven); c) durch Schiebebühnen (Fig. 5—7).

Bei der Anordnung a) werden gewöhnlich nur zwei bis drei, selten mehr Stände nebeneinander gelegt, weil sonst die Zusammenführung der Parallelgleise vor dem Schuppen zu viel Raum erfordert, auch werden bei der Zufahrt von einer Schmalseite höchstens zwei, von beiden Schmalseiten höchstens drei Stände hintereinander angeordnet, da andernfalls der Ab- und Zugang der Lokomotiven zu sehr erschwert wird. Diese Anordnung eignet sich demnach nur für eine kleine Anzahl von Ständen.

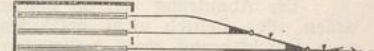


Fig. 1.



Fig. 2.

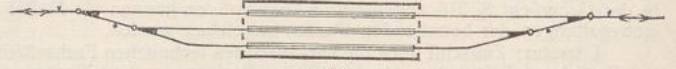


Fig. 3.

Die Anordnung b) kommt wegen ihrer Seltenheit nicht in Betracht.

Die Anordnung c) eignet sich für eine große Zahl von Ständen und gestattet möglichste Ausnutzung des Platzes.

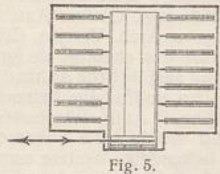


Fig. 5.

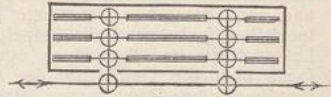


Fig. 4.

Sie ist übersichtlich und (weil kein unnötig überbauter Raum vorhanden) billig, auch leicht erweiterungsfähig. Ein Nachteil ist die Abhängigkeit von der Gangbarkeit der Schiebebühne. Bei stärkeren Betrieben ordnet man daher einen Teil der Stände wie bei a) mit direktem Zugang durch Weichen an (Fig. 6, Friedrichshafen) und bei sehr großer Ständezahl mehrere Schiebebühnen, jede mit besonderen Zufahrtsgleisen, aber stets so, daß in dem Lokomotivschuppen nicht mehr als drei

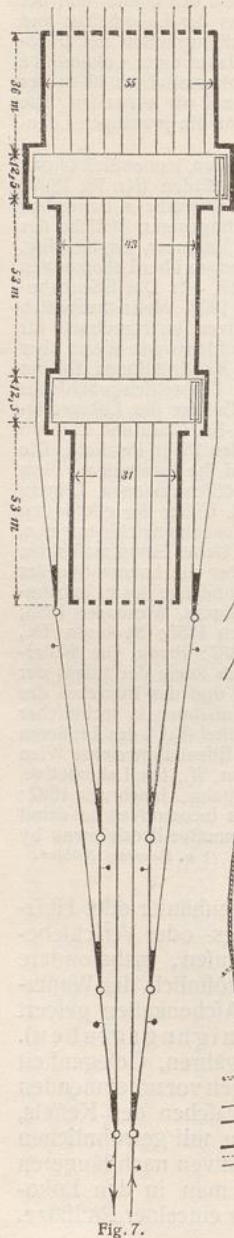


Fig. 7.

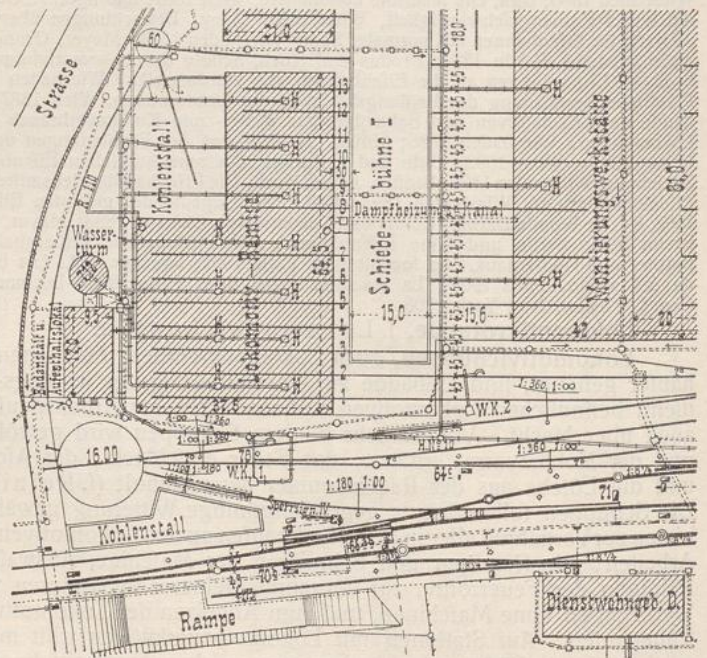


Fig. 6. H Hydranten. W.K. Wasserkrane.

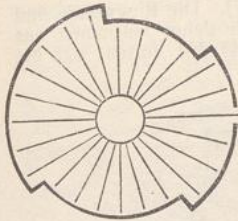


Fig. 9.

Lokomotiven hintereinander zu stehen kommen und daß für jeden Stand der Zugang auf zwei verschiedenen Wegen möglich ist (Fig. 7).

2. Kreisform.

Geschlossenes Gebäude mit Drehscheibe in der Mitte, gewöhnlich als Vieleck ausgeführt und meistens mit nur einem Zutahrgleis. Die Achsen der Lokomotivstände gehen stets auf die Mitte der Drehscheibe; auf jedem Gleis ist in der Regel nur ein Stand

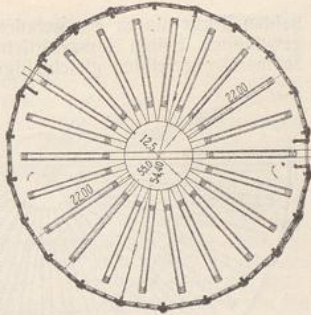


Fig. 8.

(Fig. 8); zuweilen macht man einen Teil der Stände für besonders lange Lokomotiven oder für zwei kurze länger als die andern (Fig. 9, Bahnhof Grunewald). Die Form ist, da sie nicht erweiterungsfähig, nur für eine vorher feststehende Zahl von Ständen geeignet. Diese beträgt in der Regel 16—24, selten weniger oder mehr. Je kleiner die Zahl der Gleise, desto größer wird der Zentriwinkel δ zwischen den einzelnen Ständen, desto kleiner wird der Abstand r zwischen Drehscheibenmitte und den Lokomotiven und desto größer wird die Grundfläche, die unnötig überbaut werden muß. Der Geringstwert von r ergibt sich, wenn man annimmt, eine auf der Drehscheibe stehende Lokomotive könne bei besetzten Ständen gerade noch gedreht werden. Der Mindestwert von r ist also gleich der halben Gesamtlänge der Lokomotive + einem Spielraum von mindestens 1 m. Die Größe der für einen Stand zu überbauenden Fläche F ist, wenn b und l die für eine Lokomotive erforderliche Breite und Länge samt Spielräumen ist, nach Fig. 10:

$$F = \frac{1}{2} \cdot (r + l) \cdot B; \quad B = \frac{b(r+l)}{r}, \quad \text{fomit } F = \frac{1}{2} \cdot \frac{b(r+l)^2}{r} = \frac{1}{2} b r + b l + \frac{1}{2} \frac{b^2}{r}.$$

Der Geringstwert dieses Ausdrucks tritt ein, wenn die erste Ableitung nach $r=0$ ist, d. h. für $r=l$. Den Zentriwinkel δ erhält man aus $\text{tg } \frac{1}{2} \delta = \frac{1}{2} b : r$. Setzt man hierin $r=l$, so ergibt sich, daß das dem Geringstwert von F entsprechende δ um so kleiner ist, je größer l und umgekehrt und, da die Zahl der Stände $n = 360 : \delta$ ist, daß die günstigste Zahl der Stände um so größer, je länger der für eine Lokomotive erforderliche Raum ist. Je kleiner δ

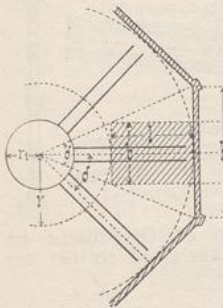


Fig. 10.

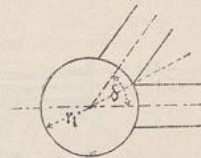


Fig. 11.

wird, desto näher kommen die Schienen der einzelnen Stände am Umfange der Drehscheibe zusammen, und schließlich überschneiden sich die Schienen, so daß Herzstücke eingelegt werden müssen. Den unteren Grenzwert von δ , bei welchem Durchschneidungen vermieden werden, wie dies bei kreisförmigen Schuppen stets der Fall ist, erhält man, wenn man an den zusammenstoßenden Schienen die über den Steg vorstehenden Teile des Kopfes und Fußes wegnimmt, so daß Steg dicht an Steg steht. Ist r_1 der Halbmesser der Drehscheibenumfassung, b_1 die Breite des Kopfes der Schienen, d_1 die des Fußes und s die Spurweite, so ist nach Fig. 11

$$\sin \delta/2 = \frac{s + b_1 + d_1}{2 \cdot r_1}$$

Auf die Bemessung der für die einzelnen Lokomotiven erforderlichen Breite b ist die Stellung der Lokomotive im Schuppen von Einfluß. Steht der Schornstein gegen die Mitte des Gebäudes, so sollte b nicht unter der für die Umgrenzung der Fahrzeuge vorgeschriebenen Breite von 3,15 m + 0,5 m Spielraum genommen werden, weil vorn an der Lokomotive am meisten zu arbeiten ist. Aus diesem Grunde werden besser die Lokomotiven mit Schornstein gegen außen aufgestellt, dort ist feilich übrig Raum vorhanden, es genügt dann $b = 3,50$ m. Um die Heizrohre reinigen oder herausziehen zu können, müssen in diesem Fall die Fenster gegenüber den Rauchkammern der Lokomotiven geöffnet werden können. Die Länge l ergibt sich aus der Länge der Lokomotiven + mindestens 1—2 m Spielraum gegen die Außenwand, je nachdem der Schornstein gegen innen oder außen gerichtet ist; hingegen kann im letzteren Fall die Länge der gegen innen stehenden Puffer mit 0,6 m in Abzug gebracht werden.

Vorteile der Kreisform sind große Ueber-sichtlichkeit, kleine Torzahl, daher geringer Wärme-verlust und Schutz der Drehscheibe gegen die Witterung; Nachteile sind die Unmöglichkeit der Erweiterung, große lichte Höhe, daher schwierige Heizung und große, unnötig überbaute Fläche, daher teurer.

3. Ringform, meist als Stück eines Rings bis zum Halbkreis ausgeführt, seltener weiter oder bis zum geschlossenen Ring ausgedehnt, mit Zufahrt durch eine im Freien liegende Drehscheibe (Fig. 12—15), oder durch Weichenverbindungen wie in Löbau (Fig. 16); auch in Form von zwei Viertelkreisen mit Drehscheiben in jedem der Mittelpunkte und Verbindung der

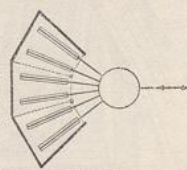


Fig. 12.

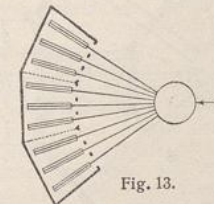


Fig. 13.

unterscheidet man a) ein gerades Gleis in jedem Sektor, gewöhnliche Anordnung (Fig 14 und 17), b) zwei oder drei gerade Gleise in jedem Sektor (Fig 12 und 13) und c) zwei gefchlungene Gleise in jedem Sektor (Fig. 15). Bei der Form a) ist bei kleinem Zentriwinkel die unnötig überbaute Fläche unbedeutend. An der inneren Ringwand kommt Tor an Tor. Die Anordnung der Schuppen ist daher abhängig von der Torweite und der Breite der Pfeiler zwischen den Toren. Nach § 62 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen soll die Torweite mindestens 3,35 m, besser 3,80 m betragen, die Mindestbreite der Pfeiler kann angenommen werden bei Mauerwerk zu 0,80 m, bei Holz und Gußeisen zu 0,45 m, bei Schmiedeeisen 0,30 m (ja fogar nur 0,26 m, ebenso bei Holz, wenn zwei Pfosten hintereinander gestellt werden); hieraus ergibt sich die Länge der Innenseiten w des Vielecks (f. Fig. 18) zu 4,15, 3,80, 3,65 m oder besser zu 4,60, 4,25, 4,10 m, je nach Wahl der Baumaterialien. Ist δ der Winkel zwischen je zwei Gleisachsen, r der Abstand der Torflucht bis zum Mittelpunkt der Drehscheibe und l die von der Lokomotivlänge abhängige Gesamtbreite des Rings, so ist $r = \frac{1}{2} w \cdot 10 \cotg \delta/2$ und die überbaute Fläche für einen Stand $F = l \cdot w + l^2 \cdot \tg \delta/2$. Je kleiner δ , desto kleiner wird die überbaute Fläche, desto größer wird aber auch r , d. h. die erforderliche Gesamtgrundfläche sowie die Länge der Zufahrtgleise, und sobald δ kleiner wird als wie es sich ergibt aus $\sin \frac{\delta}{2} = \frac{s + b_1 + d_1}{2 r_1}$

(f. oben 2. Kreisform, Fig. 11), so schneiden sich die Schienen und es kommen noch die Kosten der Herzstücke hinzu. Zur Vermeidung von Schienenüberschneidungen wird man bei kleineren Schuppen den Zentriwinkel $\delta >$ als den aus obiger Formel berechneten wählen. Bei größerer Zahl der Stände sind aber Schienenüberschneidungen nicht zu vermeiden; doch wird man die Anordnung stets so treffen, daß keine Schiene mehr als einmal überschritten wird. Den unteren Grenzwert δ_1 erhält man dann unter der Annahme, daß in der Achse jedes Gleises die Schienen der beiden Nachbargleise zusammenlaufen und daß die Stege der benachbarten Schienen dicht zusammenstoßen (f. Fig. 19)

$$\sin \delta_1 = \frac{s + b_1 + d_1}{2 r_1}, \text{ d. h. } \delta_1 = \frac{1}{2} \delta.$$

Der Zentriwinkel kann nach Belieben zwischen δ und δ_1 je nach der gewünschten Zahl von Ständen oder aber, wenn nur normale Herzstücke zur Verwendung kommen sollen, nach den bei der betreffenden Bahn üblichen Herzstückwinkeln gewählt werden. Stets werden die Schienen nur einmal überschritten. Der Drehscheibenhalbmesser ist auf den Winkel δ und damit auf die Zahl der Stände von größtem Einfluß; je größer der erstere, desto kleiner wird der Zentriwinkel und desto größer kann die Zahl der Stände genommen werden. Bei einem Drehscheibendurchmesser von 16,2 m (preußische Staatsbahnen) ergibt sich beispielsweise als mögliche Gleisezahl ohne Durchschneidung der Schienen bei der Rundform (im Vollkreis) 32, bei der Ringform (im Halbkreis) 16, mit einfacher Schienendurchschneidung bei der Ringform 32 (33); bei 20 m Durchmesser erhält man bei der Ringform im Halbkreis 20 bezw. 40 Stände. Für mehr als 20–24 Lokomotiven reicht eine Drehscheibe kaum mehr aus; man zieht deshalb in solchen Fällen die Anlage zweier Schuppen mit kleinerem Halbkreis oder zwei Viertelkreisen, die durch ein gerades Stück verbunden werden, vor. Das gerade Stück zwischen den beiden Teilen wird ebenfalls nutzbar gemacht, so sind z. B. in Cöln (1892) zwei solche aus Viertelkreisen zusammengesetzte Schuppen, je einer für Personen- und Güterzuglokomotiven, in zwei verschiedenen Höhenlagen (Personenzuglokomotiven oben); vgl. Fig. 17.

Die Form 3 b, mehrere Gleise in jedem Sektor, ist nur selten ausgeführt. Sie ergibt mehr unnötig überbauten Raum als die vorige Form und in der Gestalt der Fig. 12 (Gera-Eichicht) auch sehr große Tore. Die Form 3 c (Fig 15 und 20) ist bei den preußischen Staatsbahnen (zuerst in Sommerfeld 1881) in den letzten Jahrzehnten mehrfach gebaut worden. Je zwei Gleise sind vom Umfang der Drehscheibe aus mit konvexen Krümmungen auseinander geführt. Die Herzstückspitze kommt etwa unter das gemeinsame Tor zu liegen, und erst ungefähr 6 m hinter dem Tor im Innern des Schuppens wird die nötige Mindestentfernung der Gleise (3,5 m) und die gerade Richtung erreicht, so daß der Lokomotivstand beginnen kann. Bei dieser Anordnung ist eine große Fläche mehr zu überbauen, als durchaus nötig ist. Sie ergibt die Annehmlichkeit, das Ausziehen der Heizrohre im Innern des Schuppens ohne Öffnen von Toren oder Fenstern vornehmen und die Tore nach innen öffnen zu können, wo sie dem Winde nicht ausgesetzt sind, verteuert aber das Gebäude erheblich. Gegen 3 a gestattet diese Form, den Abstand von Drehscheibenmitte bis Lokomotivstand beträchtlich (etwa um ein Fünftel) zu verkleinern, somit den gesamten Bedarf an Grundfläche und die Gleislängen außerhalb der Schuppen einzufchränken. Die Zahl der Tore sinkt zwar auf die Hälfte, dagegen wächst ihre Weite etwa um die Spurweite (z. B. von 3,35 auf 4,70 m), so daß oft Schiebepfeiler zugezogen werden.

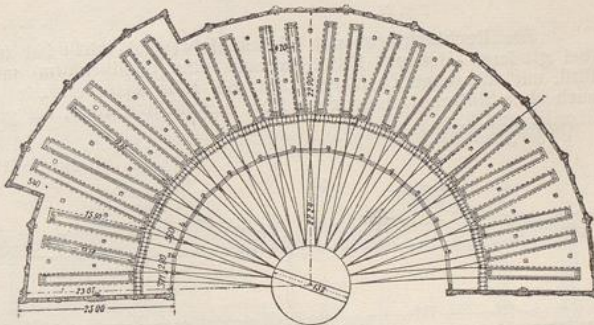


Fig. 20.

B. Aufbau.

Die Wände der Lokomotivschuppen werden meistens massiv gemauert, etwa $1\frac{1}{2}$ Stein stark, mit Verflärkungspfählern zum Tragen der Dachbinder, aber auch Fachwerkswände kommen bei Schuppen mit hölzernen Dachstuhl häufig vor. Eiserne und auch hölzerne Säulen zur Unterstützung der Dachkonstruktion sind zwischen den Gleisen zulässig, machen aber eine Vergrößerung des Gleisabstandes um 50 cm, wenn auch nicht geradezu erforderlich, so doch wünschenswert. Die Dachbinder werden wie die Pfetten und Sparren meist aus Holz gefertigt. Bei größeren Weiten werden sie mit Eisen armiert. Bei großen, frei zu überspannenden Weiten, besonders bei der Rundform, kommen Eisenkonstruktionen zur Anwendung. Eisen hat den Nachteil, daß es infolge der Dämpfe und Rauchgase stark rostet, es muß daher für gute Lüftung und Rauchabführung geforgt werden. Holz hat den Nachteil der Feuergefährlichkeit. Um diese zu vermindern, sollte es durch Verputz geschützt werden. Vorliehnde Holzteile und Freipfeifen können einen gegen Feuer schützenden Anstrich, z. B. mit Wasserglas u. f. w., erhalten. Um die angeführten Nachteile der Holz- und Eisenkonstruktionen zu vermeiden, werden in Württemberg in neuester Zeit Lokomotivschuppen ausgeführt, bei welchen die Dach- bzw.

Deckenkonstruktion und die Pfosten aus Eisenbeton hergestellt sind, wie z. B. in Plochingen 1906 (f. Fig. 31 und 32).

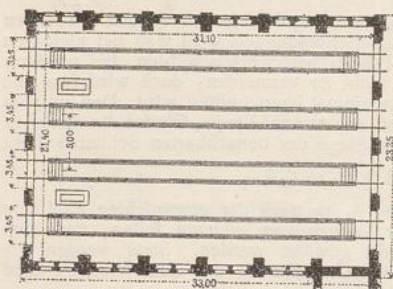


Fig. 22.

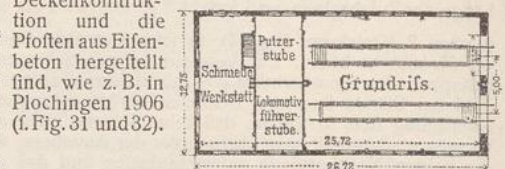


Fig. 21.



Fig. 22a.

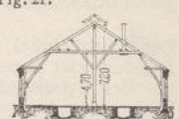


Fig. 21a.

Die Rechteckform mit Giebelzufahrt (1a) erhält fast immer ein einfaches Satteldach (bei größerer Gleiszahl bisweilen auch eine Basilikenform) mit Dunstabzugsaufsatz auf dem Firft, mit oder ohne Zwischenstützen. Bei 12 m Weite, für zwei Gleise, können die Dachbinder auch ohne Stützen noch ganz aus Holz hergestellt werden, bei größerer Gleiszahl kaum (Fig. 21, 21a, 22 und 22a).

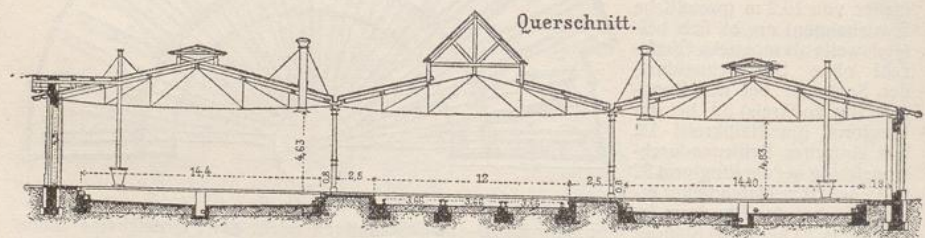


Fig. 23.

Die Rechteckform mit Schiebebühnen (1c) erhält in der Regel wiederholt nebeneinander gelegte Satteldächer, jedes mit Dunstabzug und Ober- oder hohem Seitenlicht, meist auf gußeisernen Säulen ruhend, und zwar so, daß die Firflinien parallel zu den Schiebebühnen laufen (Fig. 23). Der Abstand der Säulenreihen, welche die Schiebebühne zwischen sich fassen, muß die Lokomotivlänge etwa um 3 m übertreffen. Bei den D-Zuglokomotiven der preussischen Staatsbahnen von 17,6 m Länge erhalten die Schiebebühnen eine Länge von 16,2 m. Neben der Satteldachform kommen auch Sägedächer vor mit senkrechtem Seitenlicht, das sich besser rein halten läßt als Oberlicht und bei Anordnung nach Nord oder Ost im Sommer weniger Erhitzung herbeiführt, auch gute Lüftung gestattet. Eine andre Konstruktion zeigt der Lokomotivschuppen in Friedrichshafen (Fig. 24 und 25). Das Dach ist durch eine Bimsandbetondecke zwischen I-Trägern, die durch eine freistehende Eisenkonstruktion gestützt sind, gebildet und mit Holzzement eingedeckt. Die Pfeiler zwischen den Toren sind als Eisenfachwerkswände ausgebildet und mit Backsteinen ausgeriegelt; auf den übrigen Seiten sind die Umfassungswände unabhängig von der Eisenkonstruktion neben den Ständern derselben aufgeführt. Sieben Gleise haben Doppelflände; über diesen ist in der Mitte der Decke ein etwa 6,5 m breites Oberlicht mit seitlichen Lüftungsjalousien angeordnet, das die Mitte des Schuppens gut erhellt.

Bei der Rundform (2) wird meistens der mittlere Teil mit einer umlaufenden, auf eisernen Säulen ruhenden senkrechten Glaswand über den äußeren Ring hinaufgezogen und durch eine Flachkuppel mit Dunstauflatz in Eisenkonstruktion überdeckt. Der äußere Ring von 10—11 m Breite erhält dann in der Regel ein umlaufendes Pultdach (Fig. 26) mit Neigung nach außen, feltener ein solches mit Fall nach der Mitte zu, oder ein umlaufendes Satteldach

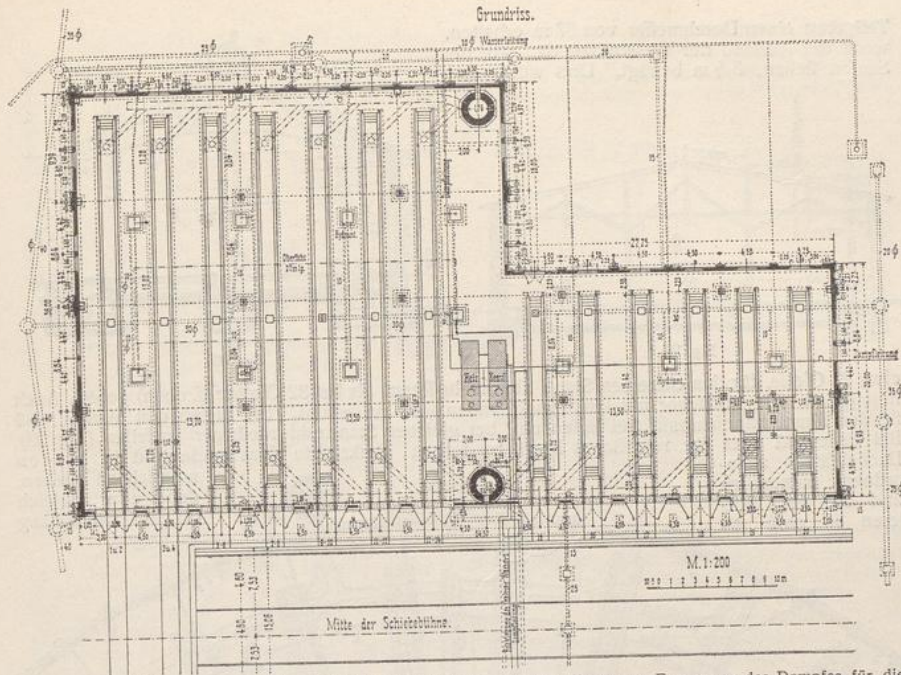


Fig. 24. (Die beiden als Heizkessel aufgestellten alten Lokomotivkessel dienen zur Erzeugung des Dampfes für die Heizung der benachbarten Gebäude. In die Stände 19 und 20 ist eine Räderverfenkgrube eingebaut.)

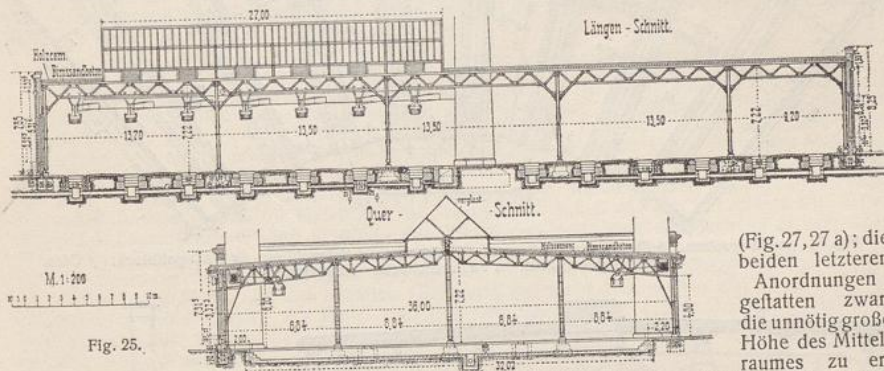


Fig. 25.

(Fig. 27, 27 a); die beiden letzteren Anordnungen gestatten zwar, die unnötig große Höhe des Mittelraumes zu vermeiden,

bringen dagegen eine lästige Schneerinne mit sich. Bei einer Lokomotivlänge von 17,6 m würde der ganze Rundbau einen Durchmesser von mindestens 60 m und der höhere

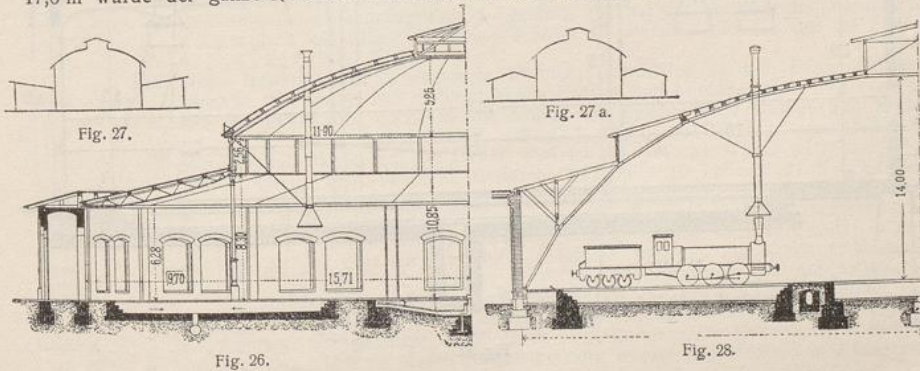


Fig. 27.

Fig. 27 a.

Fig. 26.

Fig. 28.

Teil etwa einen Durchmesser von 37 m erhalten, wenn der Abstand der Gleismitten da, wo die Säulen stehen, 5,5 m beträgt. Dies würde nur

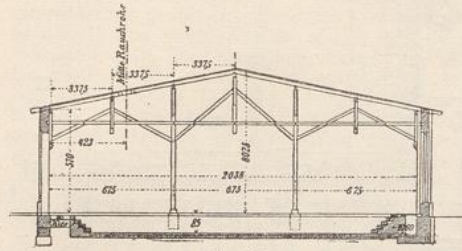


Fig. 29.

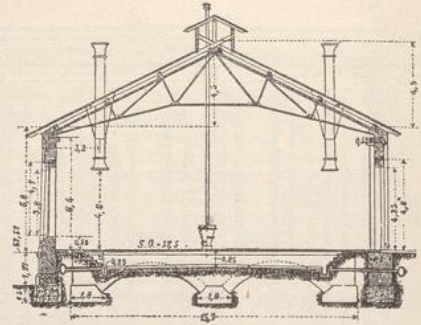


Fig. 30.

etwa 21 Gleise, für den einzelnen Stand aber mehr Raum als bei 32 Gleisen (f. oben) geben. Auch freitragende Kuppeldächer mit leichtem Eisenbau sind ausgeführt. Sie bieten den Vorteil, daß sie den Raum unbeschränkt frei lassen und bei gleicher Standzahl niedriger ausfallen (Fig. 28). Bei diesen ist aber für reichliches Licht zu sorgen, fenkrechte Glaswände sind in beiden möglich zu machen, dabei aber zugleich für den Dunstabzug zu sorgen.

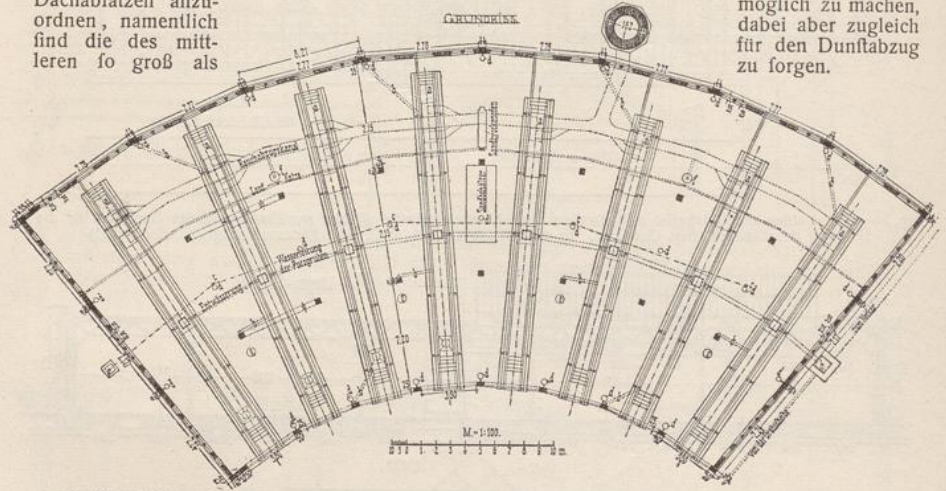


Fig. 31. a Putzgruben. b Dachwasserableitung. c Hydranten. d Beleuchtung. e Holzpaltblock. f Ofen. g Schieberfchacht. h Sammelfchacht. i Dampfkamin.

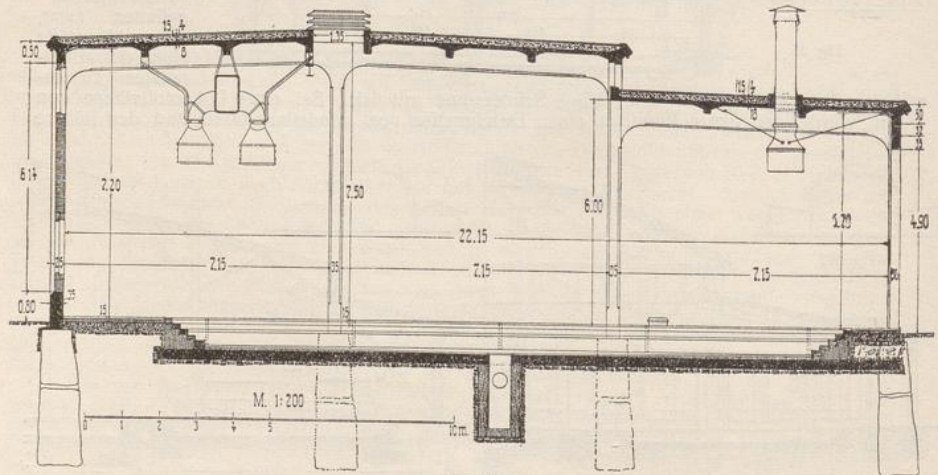


Fig. 32.

Bei der Ringform (3) ist der Querschnitt gewöhnlich ein symmetrisches Satteldach; aber auch unsymmetrische Sattel- und Pultdächer kommen vor. Letztere gestatten, der Außenwand eine geringere Höhe zu geben und über den Toren Oberlichter anzubringen. Ein Satteldach in Holzkonstruktion mit Mittelstützen zeigt der Lokomotivschuppen auf dem Potsdamer Bahnhof in Berlin (Fig. 29), dessen Grundriß in Fig. 20 dargestellt ist. Ein eisernes Satteldach ohne Mittelstützen von dem Lokomotivschuppen zu Hannover gibt Fig. 30, den Grundriß und Querschnitt des in Eisenbeton 1906 erbauten Lokomotivschuppens in Plochingen zeigen Fig. 31 und 32. Dieser Schuppen samt vorliegender Drehscheibe ist auf junger Auffüllung mittels des Systems D u l a c (Fallstempel) gegründet. Er enthält vier einfache Stände für große Lokomotiven und vier Doppelflände für kurze Tenderlokomotiven, die auch als Einzelstand benutzt werden können.

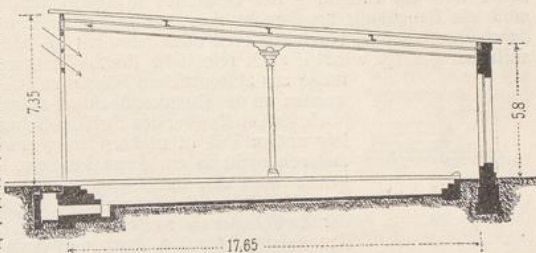


Fig. 33.

An den Umfassungswänden sind die Räume zwischen den Pfosten der Eisenbetonkonstruktion über dem aus Eisenbeton hergestellten Sockel mit Backsteinen ausgemauert. Das Dach ist unsymmetrisch zwischen je zwei Ständen durch zwei Mittelpfosten gestützt, im höchsten Punkte mit einer Lüftungsjalousie versehen und mit Holzzement eingedeckt. Eine sehr einfache und zweckmäßige Anordnung mit Pultdach zeigt Fig. 33. Die Dachbinder bestehen aus einem Walzbalken, der Z-förmige Platten und darüber hölzerne Sparren trägt.

Die Dachdeckung der Lokomotivschuppen wird aus Dachpappe, Ziegel, Schiefer oder auch Holzzement hergestellt. Metalldeckung empfiehlt sich wegen der schwefelhaltigen Rauchgase und der Dämpfe nicht. Die Herstellung einer verputzten Decke ist bei rauherem Klima zur Erleichterung der Heizung zu empfehlen, nur muß, besonders bei Holzzementdächern auf Holz, dafür gefordert werden, daß Luftzirkulation zwischen Decke und Dacheindeckung vorhanden ist, um Fäulnis des Holzes zu vermeiden. Der Fußboden muß feuerfester (wegen glühender Kohlenstücke und heißer Eisenteile) und für das Ansetzen schwerer Werkzeuge (Lokomotivwinden) geeignet, also fest und dauerhaft sein. Er wird deshalb am besten aus Platten oder Pflaster von feinem natürlichen Stein (Granit, Basaltlava u. dergl.) oder aus festen Klinkern („Eisenklinker“) mit Zementverguß hergestellt. Efriche haben sich fast nie auf die Dauer bewährt. Der Fußboden liegt am besten in Höhe der Schienenoberkante.

C. Einrichtung der Lokomotivschuppen.

1. **Freier Raum** zu den nötigen Besichtigungen und Arbeiten muß an allen Seiten der Lokomotive, namentlich auch unter derselben vorhanden sein. Zwischen den Puffern der Lokomotive und der Außen- oder Torwand soll genügend Raum sein, und zwar vorn (Schornstein) mindestens 2 m, hinten mindestens 1 m und zwischen zwei auf einem Gleise stehenden Maschinen mindestens 0,5 m. Das Reinigen der Siederöhre mit Stangen gleich der Kessellänge erfordert viel mehr Raum vor der Rauchkammer; dieser kann jedoch durch Öffnen der Tore oder Fenster gewonnen werden, denen die Maschinen die Schornsteine zuzehren. Nur in Ländern mit kalten, langandauernden Wintern kann es nötig sein, hierzu den Innenraum entsprechend zu vergrößern (s. Fig. 20). Der Abstand der Gleismitten darf bei parallelen Gleisen, wenn keine Zwischenstützen vorhanden sind, bis auf 4,5 m herabgehen, sollte aber bei Mittelstützen 5,0 m betragen; der Abstand der Wand von der nächsten Gleismitte soll nicht kleiner sein als 3,5 m. Bei den zusammenlaufenden Gleisen der Rund- und Ringform kommt die größte Breite der Maschinen in Betracht. Diese tritt an den Zylindern ein und darf nach der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (§ 28, Anlage C.) 3,15 m betragen. Werden daher in einem Schuppen die Lokomotiven mit Schornstein gegen die Drehscheibe gestellt, so muß, da zwischen den Zylindern noch mindestens 0,5 m Spielraum sein muß, die Gleisentfernung am Zylinderanfang mindestens 3,65 m betragen. Um zu den zwischen den Rädern liegenden Arbeitsgruben ausgeführt, die bei darüberstehender Lokomotive noch beiderseits zugänglich sein sollen. Die Konstruktion ist dieselbe wie die der im Freien liegenden Reinigungsgruben (s. d.).

2. **Reichliche Beleuchtung** ist ungemein wichtig, namentlich an den Langseiten der Maschinen. Zahlreiche und große, tief herabreichende Fenster sind unentbehrlich, und zwar in solcher Lage, daß das Licht auch zwischen die Stände der Lokomotiven einfällt und deren Langseiten bestreicht. Bei manchen Formen ist außerdem reichliches Oberlicht unentbehrlich. Oberlicht hat den Nachteil, daß es auf die Dauer, weil schwer zugänglich und weil starkes Berußen selten ausbleibt, kaum rein zu halten ist. Wirkamer pflegt deshalb hohes Seitenlicht zu sein. Solches ist namentlich im mittleren Teil der Rundform unentbehrlich (s. oben). Bei Rechteck- und Ringform kann bei manchen Dachkonstruktionen durch Verlängerung der einen Dachfläche über den First hinaus ohne große Kosten seitliches Oberlicht geschaffen werden. Fenster in den Toren wirken günstig, werden aber leicht zerstört. Künstliche Beleuchtung durch elektrisches oder durch Gasglühlicht ist nach den gleichen Rücksichten anzuordnen wie die natürliche. Außerdem sind Vorrichtungen zu örtlicher Beleuchtung einzelner Arbeitsstellen erforderlich.

3. **Erwärmung** des Schuppenraums ist in der kälteren Jahreszeit auch bei gemäßigttem Klima nicht zu entbehren. Sie geschieht meist durch einzelne (mitunter bewegliche) Öfen in der Nähe der Arbeitsstellen, seltener durch Sammelheizung wegen des häufigen und längeren

Oeffnens der Tore. Die Erwärmung wird bei der Rundform durch die Höhe des Raumes, bei der Ringform durch die große Zahl der Tore erschwert. In den Arbeitsgruben werden auch wohl bewegliche Oefen aufgestellt, meist jedoch Kokskörbe.

4. Rauchabführung und Lüftung ist für die Gefundheit der im Schuppen beschäftigten Leute und zur Erhaltung des Gebäudes dringend erforderlich. Ueber jedem Lokomotivfland muß ein Rauchfang angebracht sein, außerdem muß für Abzug des Dampfes und der Gafe durch Dunstzüge, Holzgitterwerk oder Jalousien im höchften Teile des Daches oder in Dachaufätzen gefogrt werden, auch reichliche Fensteröffnungen sollten vorhanden sein. Die Rauch-

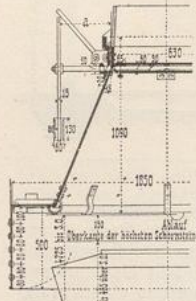


Fig. 34.

fänge aus zylindrischen Röhren mit 40—50 cm Durchmesser werden an der Dachkonstruktion aufgehängt und möglichst hoch, jedenfalls über den Firft des Schuppens, hinausgeführt. Der untere Teil ist trichterförmig erweitert, da die Lokomotiven nicht so einfahren können, daß ihr Schornstein genau unter den Rauchfang zu stehen kommt. Die Unterkante soll über die Schornsteine herabreichen; je geringer der Zwischenraum zwischen beiden, desto besser ist der Rauchabzug. Nach § 28 (2) und Anlage C. der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung dürfen Lokomotivschornsteine bis 4,65 m über Schienenhöhe heraufreichen, wenn ihre Höhe auf 4,28 m über Schienenhöhe eingeschränkt werden kann. Der Höhenunterschied in der Oberkante der Lokomotivschornsteine kann somit 37 cm und mehr betragen. Damit auch von niederen Schornsteinen der Rauch gut abgeführt wird, wird der untere Teil der trichterförmigen Erweiterung beweglich gemacht. In Fig. 34 und 35 erweitert sich der Trichter in einen viereckigen, 50 cm hohen Kasten, dessen Seitenwände parallel zur Gleisachse feste Blechtafeln sind, während die beiden andern aus in Ringen hängenden Blechstreifen bestehen. Um einen möglichst dichten Anschluß des Rauchfangs an den Schornstein und damit einen guten Zug, der die Zeit des Anheizens kürzt, zu erhalten, hat man das Unterteil des erfteren teleskopartig verschiebbar gemacht. Das Unterteil wird auf den Schornstein herabgelassen und schließt diesen dicht ab; wird aber verfeffen, daselbe vor dem Anfahren der Lokomotive hochzuziehen, so wird der Rauchfang beschädigt. Um dies zu verhindern

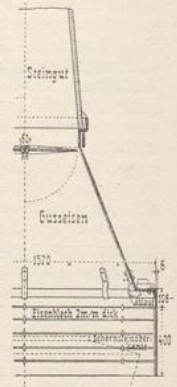


Fig. 35.

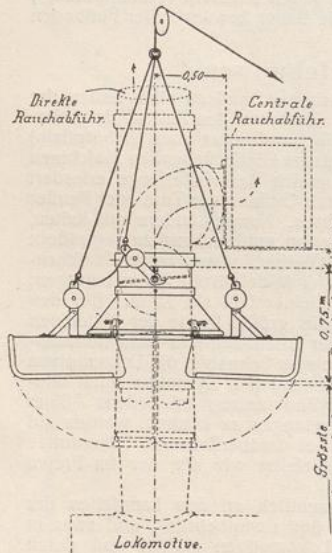


Fig. 36.

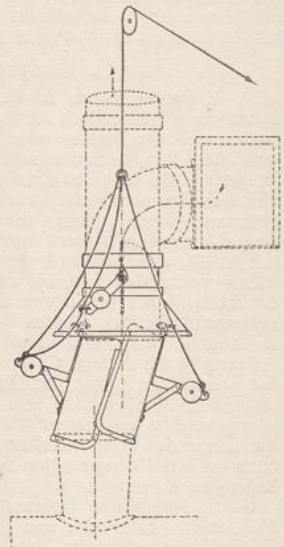


Fig. 37.

hat man in dem Lokomotivschuppen auf dem Nordbahnhof in Stuttgart das ausziehbare Unterteil zweiteilig gemacht, so daß die untere Hälfte in der Richtung der Fahrt pendeln kann. Diese Konstruktion hat sich aber nicht bewährt, dagegen hat man mit den Patentabschlußtrichtern von O. Fabel in München (Fig. 36 und 37) gute Erfahrungen gemacht. Die halbkreisförmigen beweglichen Flügel werden nach der Einfahrt der Lokomotive herabgelassen; sie umschließen den Schornstein gut, auch wenn dieser nicht ganz genau unter dem Rauchfang steht, und beim Ausfahren werden sie, wenn verfeffen wird, sie vorher hochzuziehen, nicht beschädigt, sondern nur ausgehängt. Die unteren Teile der Rauchfänge werden aus Schmiedeeisen oder wegen geringeren Rostens besser aus Gußeisen hergestellt, die Abzugrohre aus Schmiedeeisen, Gußeisen oder aus Steinzeug. Eisenröhren und Trichter werden, um sie vor Rost zu schützen, manchmal emailliert. Durch den aus den Rauchfängen abziehenden Rauch wird die Nachbarchaft größerer Lokomotivschuppen, besonders bei ungünstiger Witterung, oft außerordentlich belästigt, so daß bei Schuppen in Städten oder in der Nähe von Wohnungen vielfach Klagen entstehen. Um die Rauchbelästigung zu beseitigen oder sie wenigstens auf ein Mindestmaß zu verringern, werden die Rauchröhren samtlicher Rauchfänge in einen gemeinsamen Rauchkanal eingeführt, der in einen 30—40 m hohen Schornstein mündet. Derartige Anlagen sind zuerst in Sachsen und in Pennsylvanien (Lehigh Valley-Bahn, Railroad Gazette 1892, S. 204), später auch in Bayern, Württemberg u. f. w. ausgeführt worden. Die Anordnung geht aus den Fig. 24 und 25 sowie 31 und 32 hervor. Der gemeinsame Rauchkanal ist schlupfbar, in Friedrichshafen (Fig. 24 und 25) am Anfang 62 cm

breit, 48 cm hoch; der Boden ist wagrecht; die Decke steigt mit 1‰; vom Boden aus gehen etwa alle drei Stände 20 cm weite Rußabfallröhren, die unten verschlossen sind, an den Wänden herunter. Die Röhren von den Rauchfängen sind etwa 40/40 cm weit, steigen gegen das Hauptrohr und münden unter 30° seitlich in dieses so ein, daß die Sohle beider Röhre gleich hoch ist. Der gemeinsame Rauchkanal kann auch steigend angeordnet werden (f. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1904, S. 60). Bei dieser Anordnung entsteht in den Rauchfängen ein starker Luftzug, der, besonders wenn die Rauchfänge dicht an die Schornsteine anschließen, die Zeit für das Anheizen ganz bedeutend kürzt. Um den Luftzug nicht durch die an leeren Ständen einströmende Luft zu verringern und um zu verhindern, daß im Winter die Wärme durch die Rauchfänge abzieht, erhalten die Rauchfänge Drosselklappen (Fig. 34—37), die durch Hebel und Drahtseiltransmission von unten umstellbar sind. Bei der Konstruktion Fig. 36 und 37 öffnet sich die Klappe mit dem Herunterlassen der Flügel des Rauchfangs.

5. **Gute Entwässerung** des Schuppens und namentlich der Arbeitsgruben ist unbedingt nötig. Der Fußboden zwischen den Gruben wird mit Seitengefälle nach diesen oder nach zwischen ihnen befindlichen Senkungen, die das Wasser unmittelbar dem Ableitungskanal zuführen, entwässert. Letzterer wird entweder quer vor das Kopfende der Arbeitsgruben (Fig. 29 und 30) gelegt, so daß er bei etwa 60 cm Breite mit Stein- (oder Eisen-)platten in Fußbodenhöhe abgedeckt werden kann und leicht zugänglich ist, oder man läßt ihn von dem Abfallschacht der einen Arbeitsgrube zu dem der nächsten gehen (Fig. 25 und 32), so daß er von jedem Abfallschacht aus gereinigt werden kann. Die Sohle der Arbeitsgrube wird am besten in der Längsrichtung wagrecht, in der Quere mit leichter Wölbung nach oben und schmalen Rinnen zu beiden Seiten mit Gefäll nach dem Abfallschacht ausgeführt. Dies hat den Vorteil, daß herunterfallende Asche zum großen Teil liegen bleibt und nicht weggeschwemmt wird. Die Abfallschächte sollen Schlammfäcke erhalten (f. a. Reinigungsgruben).

6. **Wasser** ist erforderlich zum Reinigen der Lokomotiven, Auswaschen des Kessels u. f. w. sowie zum ersten Füllen des Kessels (nicht des Tenders) vor dem Anheizen. Es muß daher eine aus der Wasserstation (f. d.) oder aus anderer Quelle mit genügendem Druck gespeifte Hauptleitung mit Zweigleitungen zu den zwischen je zwei Gleispaaren anzubringenden Schlauchhähnen vorhanden sein. Zur Speisung der Tender mit (8—20 cbm) Wasser ist außerhalb der Schuppen in deren Nähe und unweit der Kohlenbühne (f. d.) mindestens ein Wasserkran erforderlich, der zweckmäßig neben einer oder zwischen zwei Löschruben angelegt wird. Im Innern des Schuppens sind dagegen Wasserkrane im allgemeinen entbehrlich. Bei der Rundform ordnet man wohl auch im Innern am Einfahrgleis einen oder zwei Wasserkrane in Rücksicht auf besonders ungünstiges Wetter an. In kaltem Klima können Wasserkrane im Innern des Schuppens — je einer für zwei Stände — nötig werden.

7. Die **Tore** sollen mindestens 3,35 m, besser 3,8 m Lichtweite und 4,8 m lichte Höhe haben. Sie werden als Schlag- oder als Schiebetore, aus Holz oder Eisen hergestellt, müssen durch Diagonalbänder gegen Formänderung geschützt und fest gebaut sein. Die Zapfen und Halslager müssen gut verankert sein, der Verichluß muß durch Winkelhebel kräftig auf Anzug wirken. In einzelnen Toren sind schmale Schlupfpforten erforderlich. Eine Verglafung des oberen Teils der Tore trägt sehr zur Erhellung des Innenraums bei. Die Scheiben zerbrechen leicht, sollten deshalb nicht groß gewählt werden.

8. Die **Fenster** werden im allgemeinen durch guß- oder schmiedeeiserne Rahmen gefaßt und sollen möglichst tief hinabreichen, überhaupt tunlichst groß sein. In jedem Fenster sollten bewegliche, leicht erreichbare Lüftungsflügel vorhanden sein, um im heißen Sommer die Lüftung verstärken zu können.

9. **Werkbänke** sollen in jedem Schuppen vorhanden sein. In Dienstpauzen muß das Lokomotivpersonal kleine Reparaturen selbst ausführen können.

10. **Sandbehälter** müssen ebenfalls vorhanden sein. Bei feuchtem Wetter müssen die Schienen beim Anfahren und auf stärkeren Steigungen oft mit Sand bestreut werden; sollen die Sandstreuer stets wirksam bleiben, so muß der Sand gut getrocknet und rein ausgefibt werden. Zum Trocknen des Sandes werden daher an den Oefen zum Heizen Trockenkammern angebracht. In größeren Schuppen werden besondere Sandtrockenöfen aufgestellt.

11. Die **Gründung** der Lokomotivschuppen, insbesondere der Arbeitsgruben, auf deren Wänden die Maschinen stehen, und der Torpfeiler bei der Ringform bedarf ebenso wie diejenige der Drehscheiben ganz besonderer Sicherheit gegen Senkung. Bei den Drehscheiben können schon ganz geringe örtliche Veränderungen in der Höhe und Lage der Schienen die (langsame) Aus- und Einfahrt sowie das Drehen der Lokomotiven sehr erschweren oder gar unmöglich machen. Die Fundamente sollen deshalb fast stets auf gewachsenen Boden hinabreichen. Nur im Notfall wird man für die Arbeitsgruben und Torpfeiler — für die Drehscheibe wohl überhaupt kaum — hiervon absehen. Lokomotivschuppen in höherer Aufschüttung sind daher möglichst zu vermeiden. In Sommerfeld hat man eine sorgfältig eingespülte Sandschüttung angewendet. In Plochingen (Fig. 31 und 32) wurde, wie oben erwähnt, die Gründung mit Fallstempeln bei Lokomotivschuppen und Drehscheibe mit gutem Erfolg angewendet. Die Arbeitsgruben wurden dagegen nur mit einer Eisenbetonplatte auf die gestampfte Auffüllung aufgesetzt.

12. An **Nebenräumen** sind, in Anbauten oder zur Vermeidung von Lichtbeschränkung besser in besonderen, durch Verbindungsgang angeschlossenen Gebäuden, besonders bei größeren Schuppen, erforderlich: Aufenthalts-, Wäsch- und Badräume für Fahrer, Heizer und Schuppenarbeiter, kleine Vorratsräume für Verbrauch- und Ersatzmaterial; bei bedeutenderen Anlagen auch Diensträume für die Aufsichtsbeamten und unter Umständen kleinere Werkfluträume. Im allgemeinen sollen jedoch alle größeren Ausbesserungsarbeiten in den Reparaturwerkstätten geschehen, wo geschultes Personal und geeignete Arbeitsmaschinen vorhanden sind.

D. Lage der Lokomotivschuppen.

Dieselben sind im allgemeinen auf den Stationen so zu legen, daß sie von den Lokomotiven aus den Hauptgleisen möglichst rasch und ohne viele andre Gleise durchschneiden zu müssen, erreicht werden können und daß sie einer Vergrößerung der Gleisanlage nicht hindernd im Wege stehen. Bei mittleren Stationen werden sie daher samt Drehscheibe und Kohlenfall gewöhnlich an dem einen Ende des Bahnhofs, seitlich von der Endweichenstraße, errichtet. Bei großen Güterbahnhöfen empfiehlt sich auch wohl die Anlage zwischen den Einfahr- und Ausfahrgeleisen der Züge, so daß sowohl die Lokomotiven der ankommenden als auch der abgehenden Züge, ohne viele Zuggleise kreuzen zu müssen, den Schuppen erreichen. Auf großen Personenbahnhöfen, besonders auf Kopfstationen, werden die Lokomotivschuppen oft mehrere Kilometer von der Personenstation entfernt gelegt; für die Zu- und Abfahrt der Lokomotiven sind dann besondere Gleise anzulegen. Die Länge des Weges ist gegenüber der zur Bereitstellung der Lokomotiven erforderlichen Zeit von keiner Bedeutung, denn die Fahrzeit vom Schuppen zum Zug wird zur Erhöhung des Dampfdrucks benutzt.

E. Baukosten.

Auf die Kosten sind von Einfluß die Form und die Größe des Schuppens, d. h. die Zahl und die Länge der Stände, das Baumaterial und die Gründung. Die Kosten sind daher außerordentlich schwankend und sowohl für die einzelnen Arten als auch unter sich verschieden, je nachdem man die Kosten für einen Stand oder 1 qm überbaute Fläche oder 1 cbm überbauten Raum vergleicht. Bei rechteckigen Schuppen sind die Kosten für einen Stand im allgemeinen die geringsten. Angaben über die Kosten unter Angabe der Form und des Baumaterials finden sich in den in der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlichten statistischen Nachweisungen über die Hochbauten der preussischen Staatseisenbahnverwaltung. Im allgemeinen kann man für den Stand rechnen, vorausgesetzt, daß keine besonderen Gründungsschwierigkeiten vorhanden sind, ohne Einrechnung der Schiebebühne oder Drehscheibe und ohne gemeinsame Rauchabführung bei rechteckigen Schuppen 5500—7500 M., bei ringförmigen 6500—7500 M. und bei kreisförmigen 7500—9000 M. Erhält der Lokomotivschuppen gemeinsame Rauchabführung, so sind zuzuschlagen für jeden Stand für Rauchkanäle 300—380 M. (samt Zubehörten aber ohne Rauchfang) und für jeden Schornstein je nach Höhe (27—40 cm) 3000—5000 M. Als Anhaltspunkte für Kostenberechnungen mögen nachfolgende Beispiele dienen: Der rechteckige, vollständig feuerfester aus Eifen und Stein 1898 erbaute Schuppen in Friedrichshafen (Fig. 24 und 25) kostete 142 400 M.; hiervon kommen auf die gemeinsame Rauchabführung 15 000 M. (zwei je 40 m hohe Schornsteine 10 000 M., Rauchkanäle in Monierbau 5 000 M.), die Kosten betragen somit 67,8 M./qm oder 9,7 M./cbm oder 6370 M. für den Stand. Hierzu kommen auf einen Stand für gemeinsame Rauchabführung Rauchkanäle samt Zubehörten 250 M., Schornstein 500 M. Wäre der Schuppen auf 26 Stände ausgebaut worden, so würden sich diese Kosten auf 390 M. ermäßigt haben. Bei dem ebenfalls in Eifen erbauten Lokomotivschuppen auf dem Nordbahnhof in Stuttgart kostet 1 qm überbaute Fläche 60 M. und der Lokomotivstand einschließlich Anteil an der Schiebebühnhalle 7700 M. (f. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1896). Bei dem um 1890 mit hölzernem Dachstuhl erbauten ringförmigen Schuppen auf dem Potsdamer Bahnhof in Berlin (Fig. 20) stellte sich der Stand auf 8600 M. Die Kosten des 1906 in Eifenbetonbau ausgeführten Lokomotivschuppens in Plochingen (Fig. 31 und 32) betragen 87 000 M. Zur Vergleichung sind wegen der besonders schwierigen Gründung 7000 M. in Abzug zu bringen, so daß für den Stand zu rechnen ist einschließlich gemeinsamer Rauchabführung 10 000 M.; auf letztere fallen: Rauchkanäle samt Zubehörten 360 M., Schornstein (27 m hoch) 500 M. Bei dem mit Satteldach in Eifenkonstruktion 1902 erbauten ringförmigen Lokomotivschuppen in Aalen betragen die Kosten für den Stand ebenfalls 10 000 M.; hiervon entfallen auf die Kanäle der gemeinsamen Rauchabführung samt Zubehörten 375 M., auf Schornsteine 500 M.

Literatur: Heusinger von Waldegg, Spezielle Eifenbahntechnik, Bd. 1, 3. Aufl., Leipzig 1877; Schmitt, E., Bahnhöfe und Hochbauten, Bd. 2, Leipzig 1882; Goering in Rölls Encyklopädie des Eifenbahnwesens, Bd. 5, Wien 1893; Zeitschr. für Bauwesen 1882, S. 136 (Form IVc, Sommerfeld); Römer, Vergleich verschiedener Formen, 1879 (Rundform), ebend. 1870; Zeitschr. des Hannov. Arch.- u. Ingenieurvereins 1876 (Rundform); Organ für die Fortschritte des Eifenbahnwesens 1896, 1904, 1906, 1907; Eifenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 3. Abschn.: Bahnhofsanlagen, 1899; Kostenangaben in der Zeitschrift für Bauwesen.

Kübler.

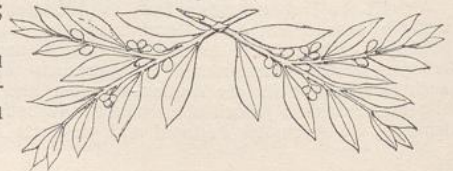
Londonton, in der Geologie der Londoner Umgebung, dem Eocän (f. Tertiärformation) angehörige gelblichgraue bis graue oder braune, zum Teil sehr plastische Tone mit Kalkknollen (Septarien) und Schwefelkies. Letzterer wird an der Sussex Coast ausgebeutet zur Darstellung schwefliger Säure. Die Mergelseptarien dienen zur Zementbereitung, die Tone dagegen bilden eines der wichtigsten Rohmaterialien für Ziegel- und Backsteinbrennerei von London.

Longitudinalplan, f. Ruder, Befegelung.

Longitudinalschwüngen, f. Wellenbewegung.

Longrinen, f. v. w. Langschwellen;
f. Rost, liegender.

Lorbeerzweig wird der schönen Form seiner Blätter sowie seiner Bedeutung als Symbol des Ruhmes wegen in der Ornamentik vielfach verwendet.



Man findet folgende Anordnungen: die Blätter dicht gedrängt, schuppenförmig geordnet, als Verzierung der Wülste oder als freihängender Zweig häufig in den Feldern der Bauwerke (f. die Figur S. 228) oder auf dem Bauch von Gefäßen angebracht; in der Renaissancezeit erfreut der Lorbeer sehr häufig als Kranz mit flatternden Bandschleifen.

Loskiel, eine unter dem Kiel angebrachte Holzplanke, welche bei Grundberührungen sich loslösen kann, ohne daß Leckagen entstehen. Der Loskiel bildet daher einen Schutz des Kiels.

T. Schwarz.

Loskorb. In den meisten Fällen müssen beim Bergbaubetriebe die Produkte im Schachte von mehreren verschiedenen tief liegenden Sohlen bis zu Tage gefördert werden. Die Fördermaschine, welche von den zwei an Seilen hängenden Gefäßen für die Schachtförderung (f. d.) jedesmal das volle anhebt und das leere wieder in den Schacht hinabläßt, ist daher mit einer Einrichtung versehen, die es gestattet, die Seillängen schnell zu verkürzen oder zu verlängern, wenn von einer andern Sohle gefördert werden soll. Es ist nur einer der Seilkörbe auf der Welle dauernd befestigt, während der zweite, der Loskorb, leicht von der Welle gelöst (ausgerückt) werden kann.

Auch bei der Bremsberg- und Haspelförderung (f. d.) wird, falls verschiedene Anschlagsohlen vorhanden sind, der Loskorb angewendet. Das Ändern der Seillängen für eine andre Tiefe nennt man Abschließen, Umschirren, Umlegen der Seile, im Oberharz auch Spannen. Das Verfahren ist hierbei das folgende: Das Gefäß, welches sich am Seile des Loskorbes befindet, wird auf die Hängebank gestellt und der Loskorb mittels einer an ihm angebrachten Bremse (Abschließbremse) festgestellt. Dann wird seine Verbindung mit der Welle bezw. dem festen Korbe gelöst und nun das an dem Seile des letzteren befindliche Gefäß mittels der Maschine auf die neue Sohle gerückt. Darauf wird der Loskorb wieder mit der Welle verbunden, und das Fördern von der neuen Sohle kann beginnen. Eine zweckmäßige Einrichtung besteht darin, daß innerhalb der Arme des Loskorbes ein starkes Zahnrad auf der Seilkorbwelle befestigt ist; zwischen einem Armpaare befindet sich ein Querriegel; in diesem sitzt die Mutter für eine starke Schraubenspindel. Durch Anziehen der letzteren mittels Handrad kann ein entsprechender Klotz, der sich in den Armen führt, in das Zahnrad eingerückt werden. — Will man an den Fördereinrichtungen etwas ändern und inzwischen ein im Schachte hängendes Seil in feiner Lage festhalten, so legt man eine sogenannte Quetsche an. Diese besteht aus zwei starken Hölzern, welche über die Hängebank gelegt, dann durch Schrauben gegeneinander gepreßt werden und das Seil in entsprechenden Ausparungen festklemmen. Darauf kann das Seilende bequem von dem Seilkorbe gelöst werden.

Treptow.

Losscheiben oder **Leerscheiben** heißen, im Gegensatz zu Fest- oder Vollscheiben, die lose auf einer Welle sitzenden Riemscheiben (f. d.).

Loßständer (Setzpfoften), f. Klapppfoften und Stauanlagen.

Lot bezeichnet in der Technik verschiedene Begriffe. 1. Lot (Lotlinie, Lotrichtung, Vertikale), die Richtung der Schwerkraft an einem Erdorte. Ueber Lot in der Marktscheidekunde f. Grubeninstrumente und Orientierungsmessungen. Die Lotlinie wird angezeigt durch die Ablotinstrumente (f. d.). Ueber die grundlegende Bedeutung der Lotrichtung für geodätische Bestimmungen f. Geodätie; über Lotabweichung f. d. 2. Lot, Material zum Lötten, f. d. 3. Lot, f. v. w. Senkblei, f. Loten. 4. Lot, a) früheres Gewicht = $\frac{1}{32}$, später $\frac{1}{30}$ Pfund, in den meisten deutschen Staaten $\frac{1}{30}$ Zollpfund (zu 500 g) = 16,67 g, in Bayern und Oesterreich = 17,5 g, in Hannover, Oldenburg, Braunschweig, Schaumburg-Lippe und den Hanfaßäden (Neulot) = 50 g; b) Gold- und Silbergewicht = $\frac{1}{16}$ Mark = 18 Gran.

Lotabweichung. Die Normalen der Geoidfläche, d. h. die tatsächlichen Lotrichtungen, weichen infolge der Unregelmäßigkeit der Massenordnung an und unter der Oberfläche des Erdkörpers von denen der ellipsoidischen Rechenfigur um gewisse Beträge ab, die man Lotabweichungen nennt. Werden die Abweichungen bezogen auf ein dem Geoid sich am günstigsten anschmiegendes Rotationsellipsoid, das Erdellipsoid (f. Erde), dessen Achse in die Erdachse und dessen Mittelpunkt in den Erdschwerpunkt fällt, so erhält man absolute Lotabweichungen, die als Lotablenkungen bezeichnet werden ([1], 1. Teil, S. 514).

Durch synthetische Untersuchungen ([1], 2. Teil) über den Einfluß, den eine Massenzunahme oder -abnahme an oder unter der physischen Erdoberfläche durch Dichtezunahme oder -abnahme, Gebirge und Hohlräume auf die Lotrichtung eines Erdpunktes ausübt, läßt sich ein Ausdruck für die Lotstörung ableiten. Auf Grund derartiger Untersuchungen läßt sich z. B. zeigen, daß durch die Kontinentmassen Störungen der normalen Lotrichtungen im Betrage von etwa 1—1,5' eintreten können und daß z. B. für ein als massiv vorausgesetztes Gebirge, wie die Alpen, die Abweichung der Lotrichtung vom Gipfel bis zum Fuß etwa 0,5' betragen kann. Aus den für einen Gebirgsrücken, dessen Querschnitt ein gleichschenkliges Dreieck mit der Höhe h bildet, aufgestellten Formeln für die Lotstörung ist nach [1], 2. Teil, S. 301, eine rohe Schätzung der Abweichung vom Gipfel bis zum Fuß möglich nach $0,011 h$ in Sekunden, wodurch ein erster Begriff von dem möglichen Betrage derartiger Abweichungen gewährt wird. Auch die lokale Massenordnung, die durch die Konfiguration des Geländes bedingt wird, das einen Messungspunkt umgibt, übt einen Einfluß auf die Lotrichtung aus. Diese Massenordnung ist bei den

Lotabweichungsuntersuchungen in manchen Fällen in Rücksicht zu ziehen. Die gefamte Abweichung τ wird in eine nordfödlliche und eine ostwestliche Komponente ξ und η zerlegt, für welche die Formeln aufgestellt sind in [1], 2. Teil, S. 368. — Die unmittelbare Bestimmung der Lotabweichungen durch Vergleichung der unabhängigen, astronomisch bestimmten Polhöhen q_a , Längen λ_a und Azimute α_a mit den aus den Gradmessungstriangulierungen auf dem Vergleichs- oder Referenzellipsoid berechneten Werten q_e, λ_e, α_e sowie die darauf gegründete Untersuchung der Form der Geoidfläche und der Massenverteilung innerhalb der Erdkruste durch Vergleich dieser unmittelbar beobachteten Abweichungen mit den auf dem angedeuteten synthetischen Wege berechneten Werten bilden eine der wesentlichsten Aufgaben der Erdmessung (f. Erde). Zwischen den Lotabweichungskomponenten ξ, η und den astronomischen und ellipsoidischen Polhöhen, Längen und Azimuten bestehen unter der Voraussetzung kleiner Beträge für die Abweichungen die allgemeinen Beziehungen: $\xi = q_a - q_e; \eta = (\lambda_a - \lambda_e) \cos q; \eta = (\alpha_a - \alpha_e) \cotg q$. Die beiden Gleichungen für η geben die Gleichung $\alpha_a - \alpha_e = (\lambda_a - \lambda_e) \sin q$, die man nach [2] als Laplace'sche Gleichung bezeichnet und die als Probegleichung von besonderer Bedeutung ist, da sie direkt die Azimut- und Längenbestimmung zu vergleichen gestattet. Punkte, auf denen die Polhöhe sowie Längenunterschiede und Azimute bestimmt sind, nennt man Laplace'sche Punkte. — Während die Polhöhenunterschiede eine unmittelbare und sehr scharfe Bestimmung der meridionalen Komponente liefern und auch die Längenbestimmung auf telegraphischem Wege eine entsprechende Genauigkeit bietet, ist wegen der Fehler der geodätischen Uebertragung die Ermittlung der Azimutabweichung mit einer größeren Unsicherheit behaftet. Daraus ergeben sich für die Anordnung der für die Lotabweichungsuntersuchungen anzulegenden Gradmessungssysteme sowie für das Rechnungsverfahren bestimmte Bedingungen, die bei der praktischen Durchführung zu beachten sind. Diesbezügliche Untersuchungen sind angefertigt von Helmert ([1], 1. Teil, S. 512) und weiter ausgeführt von Helmert, Krüger und Börsch mit Anwendung auf das für Norddeutschland angeordnete und auf Zentraleuropa ausgedehnte Lotabweichungssystem [3] und [4]. Dieses astronomisch-geodätische Netz kann die Unterlage für weitere lokale Untersuchungen abgeben. — Zur schnellen Erlangung eines Aufschlusses über den Verlauf der Lotabweichungen hat Helmert die Anordnung meridionaler Profile durch das sogenannte astronomische Nivellement (f. Nivellement, astronomisches) vorgeschlagen; für lokale Untersuchungen ist die Bestimmung von Polhöhen und Azimuten ausreichend. Das Allgemeine über die Bedeutung der Lotabweichungen für die Untersuchung des Geoids und über weitere geodätische Aufgaben ist angedeutet im Art. Erde. Ferner f. besonders [1] und die angeführte spezielle Literatur. Ueber die bisherigen Ergebnisse der Lotabweichungsuntersuchungen hat Helmert fortlaufend berichtet in [5], [6] und [7]. Danach sind bisher generell untersucht ausgedehnte Gebiete in Europa, und zwar in Großbritannien und Irland, Frankreich und Belgien, Schweden und Dänemark, Deutschland, Schweiz, Oesterreich und Italien, in Südrußland (Kaukasus, Krim) sowie im Gebiet der europäischen Längengradmessung auf dem 52. Parallel; ferner in den Vereinigten Staaten Nordamerikas, in Ostindien sowie auf den Sandwichsinseln und in Südafrika. Daneben ist eine Reihe lokaler Untersuchungen durchgeführt, z. B. in Deutschland bei Leipzig [8], Berlin [9], im Harz [10], im Meridian Kolberg—Schneekoppe [11]. Ueberall haben sich Lotabweichungen gezeigt, und zwar sowohl solche mit systematischem Charakter und erheblichen Beträgen an Gebirgen (wie z. B. im Kaukasus zwei Punkte von 100 km Abstand Polhöhenabweichungen von $-18''$ und $+36''$ zeigen) als auch in ebenen Gebieten, in denen die Abweichungen weiten Strecken eigentümlich sind und somit einen regionalen Charakter annehmen (Mitteldeutschland, Nordamerika). Ebenso haben sich bei den lokalen, auf engbegrenzte Gebiete beschränkten Untersuchungen in ebenen Geländen wie Berlin und Leipzig Störungen im Betrage von mehreren Sekunden gezeigt, die auf Besonderheiten der unterirdischen Massenlagerung hinweisen. Diese Erscheinungen sowie der Umstand, daß für Gebirge, wie z. B. für den Harz, Teile der Alpen u. f. w., die empirisch bestimmten Abweichungen nicht den aus den sichtbaren Massen berechneten entsprechen, lassen auf ausgedehnte Massenanomalien innerhalb der Erdkruste schließen, die zum Teil darin ihre Ursache zu haben scheinen, daß den oberirdischen Massenansammlungen unterirdische Defekte entsprechen. — Eine kurze Abhandlung über Lotabweichungen, die für eine erste Einführung geeignet ist, enthält [12].

Literatur: Grundlegend für alle Studien über Lotabweichungen ist [1] Helmert, Mathematische und physikalische Theorien der höheren Geodäsie, 1. Teil, Leipzig 1880, besonders 12. Kap.; 2. Teil, Leipzig 1884, 4. Kap., wofelbst weitere Literatur angegeben ist. — [2] Laplace, Mécanique céleste, Bd. 2, Paris 1799. — [3] Veröffentl. des Kgl. Preuß. Geodät. Instituts, Lotabweichungen, I. Heft: Formeln und Tafeln, Berlin 1886; II. Heft: Geodätische Linien südlich der europäischen Längengradmessung in 52° Breite, Berlin 1902; III. Heft: Astronomisch-geodätisches Netz erster Ordnung nördlich der europäischen Längengradmessung in 52° Breite, Berlin 1906; Beiträge zur Berechnung von Lotabweichungssystemen, Potsdam 1898. — [4] Verhandl. des wissenschaftl. Beirats der Kgl. Preuß. Geodät. Instituts, Berlin 1886. — [5] Verhandl. der Internationalen Erdmessung in Nizza 1887, 1. Beil., Berlin 1888. — Weitere Berichte sind enthalten in [6], ebend., Salzburg 1888, S. 19; Paris 1889, 6. Beil.; Freiburg 1890, S. 24; Brüssel 1892, 5. Beil., S. 506; Innsbruck 1894, S. 16; Berlin 1895, 7. Beil.; Lausanne 1896, S. 68; Stuttgart 1898, Beil. A. II, S. 257; Kopenhagen 1903, Beil. B. XVIII, S. 399. — Ueber Berechnungen für das europäische Lotabweichungssystem wird fortlaufend berichtet in den Jahresberichten [7] Bericht über die Tätigkeit des Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung, Berlin. — [8] Verhandl. der Internationalen Erdmessung in Berlin 1886, 13. Beil., S. 218. — [9] Veröffentl. des Kgl. Preuß. Geodät. Instituts, Lotabweichungen in der Umgegend von Berlin, Berlin 1889. — [10] Desgl., Astronom. Arbeiten 1875 oder [1], 1. Teil, S. 568. — [11] Desgl., Bestimmung der Polhöhe und Intensität der Schwerkraft auf 22 Stationen von Kolberg bis zur Schneekoppe, Berlin 1896. — [12] Jordan, Handb. d. Vermessungskunde, Bd. 3, 5. Aufl., bearb. von Reinherz, Stuttgart 1907. († Reinherz's) Hillmer.

Lotapparat, f. Lotmaschine.

Lotblei, f. Loten.

Loten, mit Hilfe des Lots die Meerestiefe messen.

Das Lot besteht aus einem Senkblei — Lotblei — von kegelförmiger Gestalt, welches mittels der Lotleine auf den Meeresboden geführt wird. Zur Feststellung der Beschaffenheit des letzteren erhält das Lotblei an der Bodenfläche eine mit Talg gefüllte Höhlung oder ein Rohr mit Flügelventil, durch welche Teile des Meeresbodens festgehalten und zu Tage gebracht werden können. Das schwere Tiefot bis zu 500 m Tiefe wiegt 30 kg, das gebräuchliche Handlot von 50—90 m Tiefe 4,5—6 kg. Die gewöhnliche Lotleine besteht aus Hanfseil mit Troffenschlag; für Lotmaschinen (f. d.) benutzt man polierten Stahldraht von 2,4 mm Umfang, um die Reibung im Wasser zu vermindern. Für Wassertiefen über 2000 m benutzt man meist Lote (Bathometer), deren Belastungsgewichte sich beim Aufstoßen auf den Meeresgrund auslösen. Beim Patentlot von Brook, Bailie bleiben die Gewichte am Meeresboden liegen und wird nur das leichte Lot mit der Grundprobe an die Oberfläche gebracht.

Literatur: Handbuch der nautischen Instrumente, Berlin 1890.

T. Schwarz.

Lotgabel dient zur Ablotung beim Meßtisch (f. d.).

Lotinstrument, f. Abloteinstrumente.

Lotleine, eine mit Bleigewicht versehene Leine zum Loten (Messen der Wassertiefe). S. a. Loten.

Bei Handloten (geringe Tiefen) und gewöhnlichen Tiefloten besteht die Leine aus Hanftau und ist mit Marken (Lederlappen und verschiedenfarbigen Leinwandlappen bezw. nur ersteren) versehen. Bei Patentloten besteht die Lotleine aus Klavierfahndraht und ist nicht markiert, da die Tiefenanzeige von einer besonderen Vorrichtung übernommen wird.

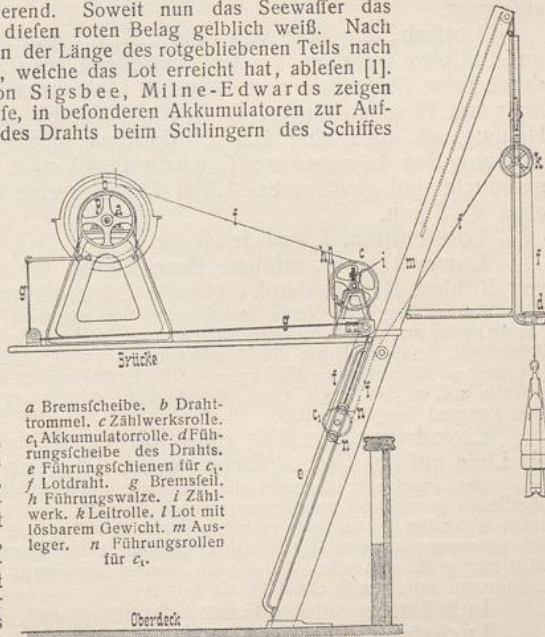
von Nießen.

Lotlinie (Lotriß), eine nach dem Lot oder Senkel gezogene Linie; in der Lotlinie = lotrecht, fenkrecht; außer der Lotlinie = überhängen; hinter der Lotlinie, hinter Lot stehen = anlaufen.

Lotmaschine, ein Lot für große Meerestiefen, bei welchem die Wassertiefe durch besondere Apparate gemessen wird.

Die zuerst von Sir William Thomson angegebene Lotmaschine besteht in der Hauptsache aus einer in zwei Lagern geführten Trommel, auf welche der Lotdraht aufgewickelt ist. Dieselbe ist mit einer Seilbremse versehen, damit im Moment der Grundberührung des Lotbleis und beim Loswerden des Drahts die Trommel gestoppt werden kann. Die Länge des von der Trommel abgelaufenen Drahts wird durch ein von der Trommelachse betriebenes Zählwerk abgelesen. Zur Kontrolle dieser Ablefung hat Thomson zuerst Glasröhren verwendet, welche mit dem Lotblei versehen werden und den Wasserdruck in der entsprechenden Meerestiefe registrieren sollen. Zu diesem Zweck sind die oben geschlossenen und unten offenen Glasröhren innen mit einem Belag von chromsaurem Silber versehen. Je tiefer das Lot mit der Glasröhre fällt, desto weiter dringt das Wasser in die Röhre ein, die eingeschlossene Luft dabei dem Wasserdruck entsprechend komprimierend. Soweit nun das Seewasser das chromsaure Silber benetzt, färbt es diesen roten Belag gelblich weiß. Nach dem Aufholen des Lots kann man an der Länge des rotgebliebenen Teils nach einem bestimmten Maßstab die Tiefe, welche das Lot erreicht hat, ablesen [1].

Die neueren Lotmaschinen von Sigsbee, Milne-Edwards zeigen weitere Verbesserungen an der Bremse, in besonderen Akkumulatoren zur Aufnahme der ruckweisen Spannungen des Drahts beim Schlingern des Schiffes und an dem Kontrollzählwerk, das mit einer Führungsrolle oder der Ablaufsrolle — Lotblock — verbunden ist. Zum Einwinden des Drahts werden meist besondere Maschinen verwendet. Die Figur stellt die Lotmaschine von Milne-Edwards dar. Der Akkumulator besteht bei derselben aus einer belasteten und an den Auslegern des Lotblocks geführten Rolle, deren Gehäuse durch Seile mit dem Bremshebel der Drahttrommel verbunden ist. Stößt das Lotblei auf Grund und verliert demnach der Lotdraht seine Spannung, so sinkt die Akkumulatorrolle und spannt die Seile des Bremshebels, diesen betätigend, so daß die Drahttrommel stoppt. Das Zählwerk ist mit einer besonderen Führungsrolle, über welche der Lotdraht läuft, verbunden und kann auf 0 eingestellt werden, wenn das Lotblei in der Wasserlinie schwebt. Es besteht aus einem Differentialgetriebe. Unter-



a Bremscheibe. b Drahttrommel. c Zählwerksrolle. d Akkumulatorrolle. e Führungsrolle des Drahts. f Führungsrollen für c. g Lotdraht. h Bremsseil. i Führungswalze. j Zählwerk. k Leitrolle. l Lot mit lösbarem Gewicht. m Ausleger. n Führungsrollen für c.

Oberdeck

halb des Lotblocks ist noch eine Führungsfcheibe mit acht Führungsrollen gelagert, durch welche der Draht hindurchläuft.

Literatur: [1] Handbuch der nautischen Instrumente, Berlin 1890. — [2] Ledieu et Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1890.

Lotosblume, als Ornament im Altertum vielfach verwendet, ist eine schöne vielblättrige Blume, die in den meisten Ländern des Orients vorkommt.



Fig. 1. Auf einem assyrischen Flachrelief aus Khorfabad.



Fig. 2. Griechisches Friesornament am Erechtheion in Athen.

Literatur: [1] Meyer, Franz Sales, Handb. der Ornamentik, Leipzig 1888. — [2] Schubert v. Soldern, Das Stilisieren der Pflanzen, Zürich und Leipzig 1887.

Lotpunkt, f. Festpunkte.

Lotfchmiege (Senkelfschmiege), die lotrechte Anfallfläche der Schiffsparren an die Seiten des Kehl- oder Gratparrens; f. Schiftung und Dachstuhl, Bd. 2, S. 513.

Lotfenschooner, Segelschiff mit Schoonertakelage, welches die Seelotfen an Bord der einkommenden Schiffe bringt und sie von den ausgehenden wieder aufnimmt.

Lotstab, ein Stab von etwa 1,5 m Länge, mit einer beschwerten Schuh- und Lotspitze versehen, der frei schwebend, zwischen den Fingerpitzen gehalten, durch seine Mittellinie eine lotrechte Linie bezeichnet. Am geeignetsten ist ein Stab mit Fischbauchform, so daß die Kanten sowohl eine gute, reibungsfreie Haltung als auch eine sichere Ablotung ermöglichen. Der Lotstab wird zur Ablotung bei Längenmessungen (f. d.) und Stückvermessungen (f. d.) gebraucht und gewährt bei 1,5 m Lothöhe eine Genauigkeit der Ablotung von etwa 2—3 mm.

Louifenblau, f. Pariferblau.

Lowry (Lore), übliche Bezeichnung für oben offene, zur Beförderung von Kohlen, Kies u. dergl. dienende Eisenbahnwagen.

Früher war der Name insbesondere gebräuchlich für Niederbordwagen (vgl. a. Erdförderwagen, Bd. 3, S. 491), bezw. weil diese Wagen einen sich stets gleichbleibenden Rauminhalt besaßen, diente die Bezeichnung „Lowry“ auch als Maß, besonders als Kohlenmaß (1 Lowry = 90 Zentner = 4500 kg = 4,5 t); heute versteht man meist unter einer Lowry Kohlen, Briketts u. f. w. den Inhalt eines 10-t-Wagens, d. h. eines offenen Güterwagens mit 10 000 kg (200 Zentner) Tragfähigkeit.

Loxodrome, der Weg eines Schiffes, welches stetig denselben Kurs steuert, als Linie auf der Erdoberfläche; vgl. a. Kartenprojektion, Bd. 5, S. 391.

Die Loxodrome schneidet alle Meridiane unter demselben Winkel, steigt also auf der Erdoberfläche spiralförmig vom Äquator nach dem Pol zu auf, ohne letzteren jemals zu erreichen, außer wenn der Schneidungswinkel mit dem Meridian = 0° ist. In diesem Falle und bei einem Schneidungswinkel von 90° ist die Loxodrome keine Spirallinie um die Erdoberfläche, sondern wird zum größten Kreise. Auf Karten, welche die Meridiane als Kurven zeigen, erscheint die Loxodrome naturgemäß ebenfalls als Kurve.

Lubrikator, automatischer Schmierapparat, f. Schmierung.

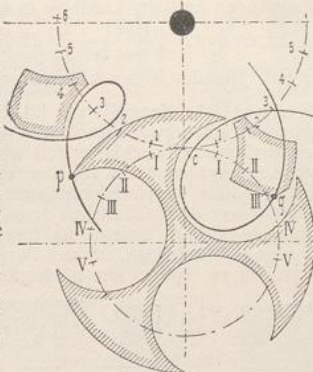
Luchsfaphir, f. Cordierit.

Lucolöl, Leinöleratz, aus Fischöl durch ein ziemlich umständliches Verfahren, Behandeln mit Chlorschwefel, Durchblasen von Luft und Zusatz einer Manganseife hergestellt.

Andès.

Lückenprofilierung betrifft die Formung der Zahnlücken an Zahnrädern, an den Kolben von Kapselpumpen, an Fräsen, Sägen u. a.

Überall wo ein außerhalb des Teilkreises liegender Punkt eines Rades frei durch eine Lücke des andern Rades gehen soll, muß die Lücke den sogenannten gefährlichen Weg des Punktes mit gewissem Spielraum umhüllen. Um z. B. die Bahn des Punktes *p* des unteren Rades (f. die Figur, links) relativ zu dem oberen Rade zu erhalten, trage man von dem Berührungspunkte der Teilkreise *c* aus gleiche Bogenlängen ab, so daß bei der Drehung z. B. Punkt II auf 2 fallen würde und die Länge *p* II dann von 2 ausgehen müßte, in einer Richtung, die man hierfür nicht genauer zu ermitteln braucht. Die Bogen, die man mit *p* II von 2 aus, ferner mit *p* III von 3 aus . . . schlägt, umhüllen die Bahn von *p*. — Ebenso erhält man die Bahn des Punktes *q* (f. die Figur, rechts) des oberen Rades gegen das untere Rad als Umhüllung der Bogen, die mit *q* 2 von II, mit *q* 3 von III aus . . . , auch mit *q* c um *c* geschlagen sind. Das Beispiel entspricht einem Kapselgebläse (Bd. 5, S. 377, Fig. 5 und 6). Ist der Punkt *p* der Mittelpunkt eines Kreises, so hat man zu der verlängerten Epicykloide, die er beschreibt, die Aequidistante in einem Abstände gleich dem Radius außen um die Bahn zu legen, um das Lückenprofil zu erhalten. Bei Zahnrädern kommen die Fußflanken immer nur auf ein kurzes Stück innerhalb des Teilkreises zum Angriff; darum wäre es nicht notwendig, die Zahnkurve (Evolvente, Cycloide) weiter nach innen auszubilden, es ist aber üblich und zweckmäßig, weil diese Kurve die zulässig größte Stärke des Zahnfußes umschreibt und der Kopf des Gegenzahnes mit ihr nach Abnutzung der theoretisch benutzten Zahnflanke auch wirklich arbeitet [1]. — Bei Schneidzeugen mit Zähnen, den Fräsen, Sägen u. f. w., richtet sich die Lückenweite nach der bei einem Schnitt aufzunehmenden Menge an Spänen und ist demnach für Holzbearbeitung größer als für Metallbearbeitung; die Profilform hängt von der für den Zahn beim Nachschleifen einzuhaltenden Zahnform ab. Die einspringenden Kanten sind abzurunden.



Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 168—170.

Lindner.

Lüftung geschlossener Räume, Umtausch schlechter Luft in solchen Räumen durch reine Außenluft.

Die Luftverschlechterung entsteht: 1. durch den Lebensprozeß der Menschen und gegebenenfalls der Tiere; 2. durch die Verbrennungsprodukte der künstlichen Beleuchtung; 3. durch die aus mangelhaft ausgeführten oder schlecht bedienten Heizungsanlagen austretenden Verbrennungsgase und durch den auf zu heißen Heizkörpern verfallenden Staub; 4. durch die unter Umständen durch Menschen, Beleuchtung und Heizung entstehende Ueberhitzung; 5. durch die aus Küchen, Aborten, Kellerräumen u. f. w. zutretende verdorbene Luft; 6. durch Zerlegungsvorgänge in den Mauern, Zwischendecken u. f. w.; 7. durch die besonders bei gewerblichen Betrieben entstehenden Gase, Dämpfe, Rauch- und Staubmengen. Als Maßstab der Luftverschlechterung dient nach v. Pettenkofer der Kohlenäuregehalt, nach Riettschel die durch die Wärmeentwicklung der Menschen und der Beleuchtung entstehende Temperaturerhöhung; unter Annahme zulässiger Grenzwerte (0,7—1,5‰ Kohlenäuregehalt, 15—20° C. Temperatur) kann der Luftbedarf berechnet werden [12], [13], [15].

Nach der für Staatsbauten in Preußen geltenden Ministerialverordnung vom 24. März 1901 ([15], [16]) ist zur Berechnung des Luftwechsels pro Kopf und Stunde folgender Luftbedarf anzunehmen: in Versammlungs- und Hörsälen bis zu 20 cbm; in Schulräumen, je nach dem Alter der Schüler, 10—25 cbm; in Räumen für gemeinschaftliche Haft und in Schlafzellen für Gefangene 10 cbm; in Einzelzellen für Gefangene 15—22 cbm; der Lüftungsbedarf in Krankenzimmern ist in jedem einzelnen Falle mit der nutznießenden Behörde zu ermitteln. Andre Angaben in [5], [13], [15]—[17]. Bei Erwärmung der Räume durch Luftheizung kann ein größerer Luftbedarf notwendig werden (f. Heizung geschlossener Räume). Die Grenze des ausführbaren Luftwechsels ist dadurch gegeben, daß keine Zugbelastung entsteht; unter dieser Voraussetzung kann nach Riettschel bei gewöhnlichen Temperaturverhältnissen der stündliche Luftwechsel nicht leicht über das Fünffache des Rauminhalts gesteigert werden [3], [15].

Infolge Durchlässigkeit der Wände, Undichtheiten von Türen, Fenstern u. dergl. erfolgt ein meistens ungenügender Luftwechsel, **natürliche** oder **spontane Lüftung**, erzeugt durch die bewegende Kraft des Druck- bzw. Temperaturunterschieds zwischen Innen- und Außenluft und des Windanfalls; die wärmere, leichtere Innenluft wird durch die kältere, schwerere Außenluft hochgetrieben, so daß in der Nähe des Fußbodens Luft eintritt und im oberen Teil des Raumes wieder abfließt; Versuche von Recknagel in [9]. Die natürliche Lüftung hängt ab von der Durchlässigkeit der Wände, dem wechselnden Winddruck, den Temperaturverhältnissen; sie ist also sehr unbestimmt, nicht regelbar, kann auch lästig werden und genügt nur für Räume, in denen verhältnismäßig wenig Menschen verkehren.

Ein bestimmter Luftwechsel kann nur durch **künstliche** (absichtliche) **Lüftung** erzeugt werden, bei welcher besondere Wege (Kanäle) für die Leitung der Luft vorgesehen sind; sie

vollzieht sich durch Öffnen von einstellbaren Fenstern oder Fensterteilen (Jalousieklappen, Schiebefenster, Schmetterlingschieber aus Glas), Dachreitern, Wandchiebern, die unmittelbar ins Freie führen. Größeren baulichen Aufwand erfordert die Anbringung besonderer Zu- und Abführungskanäle. Als bewogende Kraft wird Winddruck, Auftrieb und motorische Kraft benutzt. Auftrieb ist die Kraft, mit welcher die in einem lotrechten oder geneigt liegenden Kanal befindliche Luft hochgedrückt wird, wenn der Kanal unten in kältere Luft mündet; ist deren Temperatur t_a , die des Kanals t_k , dessen Höhe h in Metern und Querschnitt f in Quadratmetern, so ist der Auftrieb in Kilogramm der Unterschied der ungleich schweren Luftfäulen, also $= fh \left(\frac{1,293}{1 + \alpha t_k} - \frac{1,293}{1 + \alpha t_a} \right)$, da das Gewicht von 1 cbm Luft bei $t^0 = \frac{1,293}{1 + \alpha t}$ ist, mit $\alpha = 0,003665$. Der Auftrieb muß die Reibungs- und sonstigen Bewegungswiderstände im Kanal überwinden und der Luftfäule in diesem die Geschwindigkeit v erteilen. Die Widerstände sind zu setzen $= fh \frac{1,293}{1 + \alpha t_k} \frac{v^2}{2g} (1 + W)$, wobei W die Summe der Widerstandszahlen (f. weiter unten). Die durch den Auftrieb erzeugte Luftgeschwindigkeit ist also $v = \sqrt{\frac{2gh(t_k - t_a)}{(1 + W)(273 + t_k)}}$ (Wolpert'sche Formel); vgl. [2], [5], [12], [13], [15], [16]. Nach dem für Staatsbauten in Preußen geltenden oben erwähnten Ministerialerlaß ist die höchste Temperatur t_a , bei welcher noch der erforderliche Luftwechsel erzielt werden soll, im allgemeinen gleich $+25^0$ anzunehmen, $+10^0$, wenn nur während der Heizperiode volle Lüftung verlangt wird (Krankenhäuser, Schulen, Gerichtsgebäude, Verammlungsräume, Kassenräume u. dergl.), bis $+5^0$, sofern im Winter die volle Lüftung nur durchschnittlich erzielt zu werden braucht (Wohnräume, gering besetzte Büroräume u. dergl.). Sofern die Räume nicht gleichzeitig durch die einzuführende Luft erwärmt werden (Luftheizung), ist der Berechnung der Kanalanlage stets die höchste Außentemperatur zugrunde zu legen. Die niedrigste Außentemperatur ist maßgebend für die zur Erwärmung der

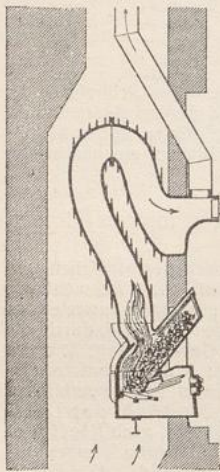


Fig. 1.

Oefen und in größerem Maßstabe bei der Luftheizung (i. Heizung, Bd. 5, S. 24, Fig. 19 und 20); letzteres erfolgt durch Einsetzen von Gas-, Petroleum- oder Oelflammen, Locköfen, Dampf- oder Warmwasserröhren, Rauchröhren oder dergl. in die Abluftkanäle oder durch Einleiten der Verbrennungsprodukte von Heizungs- und Beleuchtungsanlagen in diese.

Vielfach erfolgt die Frischluftzuführung und Abführung der verbrauchten Luft unter Benutzung der Wärme der Rauchgase der Oefen. Fig. 1 verdeutlicht die Erwärmung eines großen Abluftkanals durch einen Lockofen von P. Käuffer & Co. in Mainz.

Winddruck wird sowohl zum Eintreiben frischer Außenluft in die zu lüftenden Räume wie auch zum Abfugen der verbrauchten Luft aus denselben benutzt. Hierzu dienen Apparate, die als Bekrönung von Schloten und Rohren, welche von dem zu lüftenden Raum aus möglichst lotrecht über Dach geführt sind, angebracht werden. Die gebräuchlichen Formen dieser Schlotaufsätze (Einblasköpfe, Inlektoren, Preß- und Saugköpfe, Deflektoren) sind sehr mannigfaltig; sie werden aus Gußeisen, Blech oder in Ton ausgeführt. Die Aufsätze sind entweder in allen Teilen fest oder haben bewegbare Teile, deren Einstellung die beabsichtigte Wirkung erzeugt. Die beweglichen Aufsätze können leicht infolge Verschmutzung durch Staub, Schnee, Eis, Ruß ihre Wirksamkeit einbüßen. Die Wirkung aller Aufsätze ist vom Windanfall abhängig und daher vielfach ungenügend. Fig. 2 veranschaulicht eine windlenkende Kappe von Käuffer & Co. in Mainz. Nach Angabe von Wolpert wird vom Eisenwerk Kaiserslautern u. a. die in Fig. 3 verdeutlichte Saugkappe ausgeführt. Fig. 4 zeigt einen von Kori in Berlin

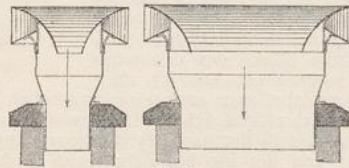


Fig. 2.

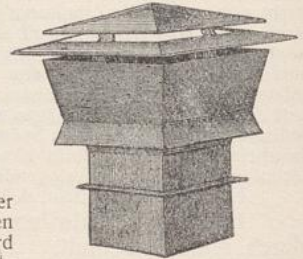


Fig. 4.

Zuluft bestimmten Heizkörper. Soll der volle Luftwechsel auch an den kältesten Wintertagen erreicht werden oder wird die Erwärmung der Räume an den Luftwechsel geknüpft, so ist die Temperatur gleich der niedrigsten Außentemperatur, für welche die Heizanlage bestimmt ist, anzunehmen. Im allgemeinen ist mit Ausnahme der Luftheizung eine Beschränkung des Luftwechsels bei starker Kälte zulässig und für die Lüftungsanlage eine niedrigste Außentemperatur von etwa -5^0 anzunehmen [15].

Genügt die Differenz der Innen- und Außentemperatur zur Erzielung des geforderten Luftwechsels nicht, so kann sie künstlich durch Erwärmung der einzuführenden oder abzuleitenden Luft erhöht werden; ersteres geschieht bei vielen

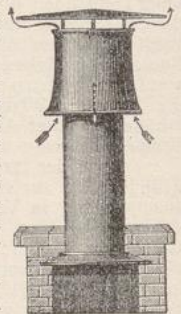
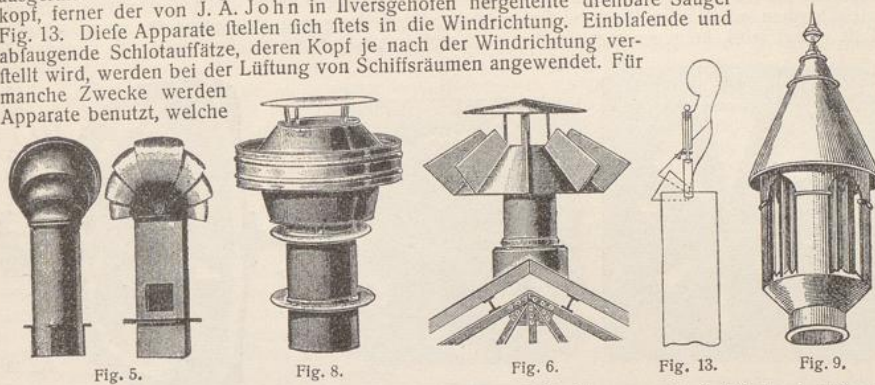
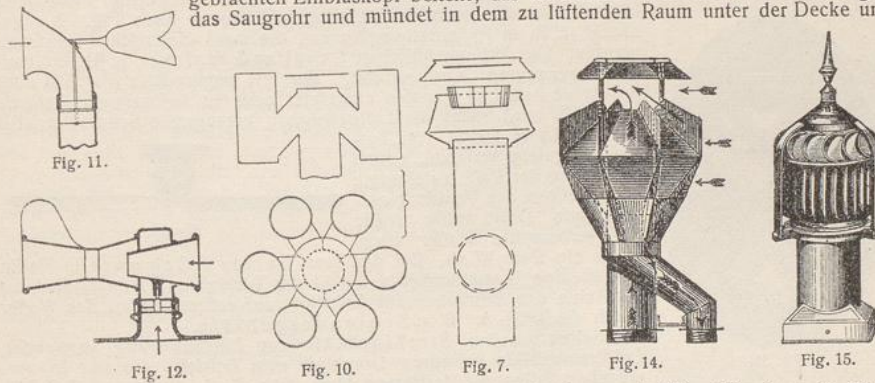


Fig. 3.

konstruierten Deflektor, Fig. 5 einen von David Grove in Berlin, Fig. 6 einen von Lubinus, Stein & Co. in Kattowitz, Fig. 7 einen von J. A. John in Ilversgehofen ausgeführten Saugkopf, Fig. 8 den „Aeolus“-Ventilator von Platner & Müller in Witzzenhausen, Fig. 9 einen von Boyle angegebenen, von G. Hambruch in Berlin in den Handel gebrachten Saugkopf. Der Kreuzsauger Fig. 10 wird mit zwei bis sechs lotrechten Armen ausgeführt. Mit Windfahne ausgerüstet ist der in Fig. 11 angegebene Einblaskopf und der in Fig. 12 verdeutlichte Saugkopf, ferner der von J. A. John in Ilversgehofen hergestellte drehbare Sauger Fig. 13. Diese Apparate stellen sich stets in die Windrichtung. Einbläsende und ablaufende Schlotaufsätze, deren Kopf je nach der Windrichtung verstellbar wird, werden bei der Lüftung von Schiffsräumen angewendet. Für manche Zwecke werden Apparate benutzt, welche



gleichzeitig frische Luft eintreiben und die verbrauchte Luft abfugen; ein Beispiel zeigt Fig. 14 nach einer Ausführung von A. Huber in Cöln. David Grove in Berlin baut einen Doppel-lüftungsaufsatz, der aus dem bereits erwähnten Saugkopf (Fig. 5) und einem darunter angebrachten Einblaskopf besteht; das an letzteren anschließende Rohr umgibt das Saugrohr und mündet in dem zu lüftenden Raum unter der Decke und



unter den Rohrabzweigungen, die an das Saugrohr anschließen und dessen Mündung im Raum bilden. In anderer Weise als bei den vorerwähnten Apparaten wirkt der Winddruck bei dem von Howorth angegebenen, von verschiedenen Fabrikanten ausgeführten Saugkopf (Fig. 15). Derselbe ist mit einem Schaufelrad versehen, das vom Wind in Drehung versetzt wird; eine auf der Achse dieses Schaufelrades sitzende Schraube erzeugt die ablaufende Luftbewegung.

Eingehende Versuche über die Wirkung von Saugern hat Rietfel (Gefundheits-Ingenieur 1906, Nr. 29). Unter den geprüften Apparaten befinden sich auch die nach Fig. 3, 5, 7, 8, 10 und 13, die für Unter-, horizontalen und Oberwind sehr verschieden wirkten. Wesentlich ist auch, ob die Sauger gegen Eintritt von Regen dicht sind.

Die Verwendung motorischer Kraft findet bei den vielfach zur Lüftung benutzten Gebläsen (f. d.) statt; meistens werden Radgebläse (Ventilatoren, Exhaustoren), selten Strahlgebläse verwendet. Im ersten Fall sind wegen der bequemeren Anbringung vielfach Schraubenradgebläse angeordnet, die sich auch für die Erzeugung kleineren Luftdrucks, wie er für die üblichen Luftgeschwindigkeiten von 0,5–1,5 m ausreicht, besser als Schleudergebläse (f. d.) eignen. Für größere Lüftungsanlagen, bei denen wegen der meist langen Luftführung größere Luftpressungen erzeugt werden müssen, werden Schleudergebläse (Zentrifugalventilatoren) benutzt, welche auch einen höheren Wirkungsgrad als die Schraubenventilatoren haben. Bei amerikanischen, z. B. von Sturtevant & Co. in Boston, und englischen, z. B. von Davidson & Co. in Belfast (Vertreter White, Child & Beney in Berlin) ausgeführten Lüftungs- und Lüftungsanlagen, die auch in Deutschland Eingang gefunden haben, werden größere Luftgeschwindigkeiten, bis zu 10 m, benutzt und dann besonders gebaute Schleudergebläse verwendet (vgl. Fig. 29). Die für die Lüftung gebräuchlichen Schraubenradgebläse sind mit ebenen oder gekrümmten Schaufeln ausgerüstet. Fig. 16 zeigt die erstere, von vielen Fabrikanten, z. B. Schiele in Bockenheim, ausgeführte Form; Fig. 17 veranschaulicht einen von Blackman konstruierten, von

David Grove in Berlin u. a. in den Handel gebrachten, und Fig. 18 einen von P. Käuffer & Co. in Mainz hergestellten Ventilator. Der Antrieb der Radgebläse kann durch einen beliebigen Motor erfolgen; in neuerer Zeit wird meistens elektrischer Antrieb angewendet. Einen solchen von den Siemens-Schuckert-Werken in Berlin u. f. w. gebauten Ventilator veranschaulicht Fig. 19; um beim Stillstand desselben die Wandöffnung zu verschließen, so daß lästiger Luftzug vermieden wird, ist das Ventilatorgehäuse mit einem Verchluß versehen, der für kleinere Ventilatoren als Iris-, für größere als Jaloufieverchluß ausgeführt wird. Falls elektrischer Anschluß nicht vorhanden ist oder Wert auf Befeuchtung, Erfrischung und Reinigung der einzuführenden Luft gelegt wird, kommen manchmal noch Schraubenradgebläse mit Antrieb durch Druckwasser

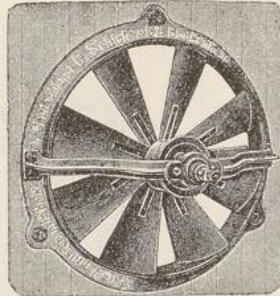


Fig. 16.

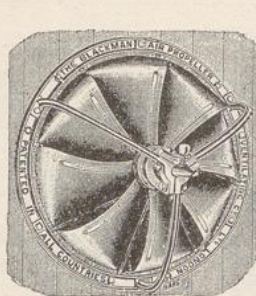


Fig. 17.

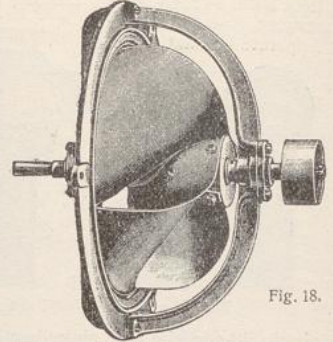


Fig. 18.

zur Anwendung. Auch Federkraft wird angewendet und können solche Ventilatoren etwa 45 Minuten laufen, bis die Feder wieder aufgezoogen werden muß. Zur Erzeugung von Luftströmungen, welche etwas abkühlend wirken und auch einen kleinen Luftwechsel veranlassen können, werden manchmal Deckenventilatoren nach Fig. 20 angebracht (z. B. in Restaurationsräumen), die meist elektrisch angetrieben werden. Die Aktiengesellschaft Schäffer & Walcker in Berlin baut den sogenannten „Kosmoslüfter“, der mit wagerechter (Fig. 21) oder lotrechter Achse in Kanälen eingesetzt oder in besonderem Gehäuse aufgestellt wird. Das die Luftbewegung erzeugende Schraubenrad B ist mit einem Kranz von Turbinenschaukeln versehen, gegen welche das der Wasserzuleitung z nach Oeffnen des Ventils h entfrömende Druckwasser trifft; das verbrauchte Wasser fließt durch ein Rohr W ab. Bei dem von Seiler & Schwarz in Berlin hergestellten „Aerophor“ (Fig. 22) ist das Turbinenrad b besonders auf der Achse des Schraubenrads befestigt; auf ersteres strömt das Wasser durch die Düse a. S. a. Schleudergebläse.

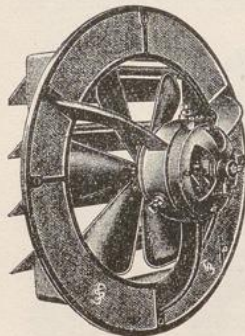


Fig. 19.



Fig. 20.

Selten werden Strahlgebläse zur Luftbewegung verwendet. Luftstrahlgebläse erfordern Druckluft zum Betrieb, die nur in vereinzelten Fällen zur Verfügung steht. Für die Schiffslüftung (f. S. 241) ist von solchen Apparaten, z. B. nach der Konstruktion von Green [5], [16], Gebrauch gemacht worden. Dampfstrahlgebläse eignen sich nur zur Abfugung, da der Dampf sich mit der Luft mischt [5], [15], [16]. Wasserstrahlgebläse ergeben eine starke Anfeuchtung der Luft und eignen sich daher gewöhnlich auch nur zur Abfugung, wenn nicht eine Befeuchtung der Luft (f. d.) gewünscht wird. Gebräuchliche Formen werden von Gebr. Körting in Körtingsdorf, S. Schneider in München (Hygiea-Wasserdruckventilator), Claus & Co. in Berlin (Viktoria-ventilator von Lutzner), Jaenigen & Beifelen in Mödling bei Wien u. a. hergestellt [5], [6], [15]—[17]. Fig. 23 zeigt ein Strahlgebläse, welches zum Eintreiben frischer Luft oder zum Abfugen der verbrauchten Luft benutzt werden kann, indem zwei Brausen a und b in einen Blechkanal eingesetzt sind, von denen je nach Bedarf die eine oder andre in Tätigkeit gesetzt wird; der Blechkanal mündet einerseits in den zu lüftenden Raum, andererseits ins Freie.

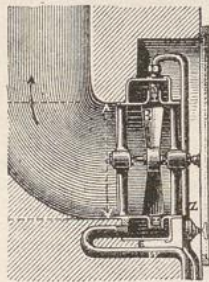


Fig. 21.

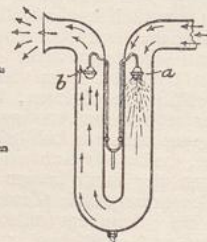


Fig. 23.

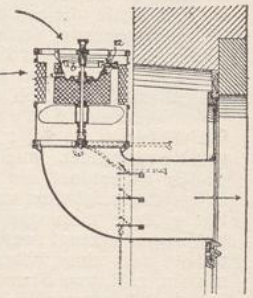


Fig. 22.

in Mödling bei Wien u. a. hergestellt [5], [6], [15]—[17]. Fig. 23 zeigt ein Strahlgebläse, welches zum Eintreiben frischer Luft oder zum Abfugen der verbrauchten Luft benutzt werden kann, indem zwei Brausen a und b in einen Blechkanal eingesetzt sind, von denen je nach Bedarf die eine oder andre in Tätigkeit gesetzt wird; der Blechkanal mündet einerseits in den zu lüftenden Raum, andererseits ins Freie.

Für die Berechnung der Gebläse kommt die Luftpreffung p (gemessen in Kilogramm auf 1 qm Querschnitt oder in Millimetern Wasserfäulenhöhe) in Betracht, welche durch das Gebläse erzeugt werden muß, um die Luft durch die Kanäle u. f. w. zu treiben. Ist γ das Gewicht von 1 cbm Luft in Kilogramm ($= 1,3 - 0,004 t$, wenn t die Temperatur ist) und soll sich die Luftmenge mit der Geschwindigkeit v bewegen (0,5—1,5 m, jedoch sind größere Geschwindigkeiten anwendbar, wie z. B. bei der Lüftungsart nach Sturtevant), so ist $p = \gamma \frac{v^2}{2g} (1 + W)$, wenn W die Summe der Widerstandskoeffizienten der Bewegungswiderstände, welche der Luftstrom zu überwinden hat, ist. Ueber Werte von W f. [2], [5], [15], [16]. Die erforderliche Betriebsarbeit des Gebläses, welches die Preffung p zu erzeugen hat, ist in Pferdestärken $N = L p \cdot 75 \eta$, wobei L die in der Sekunde zu bewegende Luftmenge in Kubikmetern, η der Wirkungsgrad des Gebläses ist (je nach der Bauart: bei Schraubenradgebläsen 0,2—0,4, bei Schleudergebläsen 0,3—0,6). Aus der gegebenen Luftmenge L und der angenommenen Geschwindigkeit v ist der Kanalquerschnitt $F = L : v$ bestimmt. — Bei einer weitverzweigten Luftkanalanlage ist das Gebläse so zu berechnen, daß es die zur Bewegung der Luft von der Entnahmestelle bis zur entferntesten Ausmündung notwendige Preffung erzeugen kann. Für Lüftungsanlagen, bei denen das Gebläse die Luft mittels eines Kanalnetzes abfaugt, ist dieselbe Rechnung anzustellen, nur sind die Preffungen p als Unterdrücke (Depressionen) aufzufassen, um welche der Luftdruck kleiner als der der äußeren Atmosphäre ist. Zu beachten ist, daß die Prospekte der Fabrikanten von Gebläsen gewöhnlich die Leistung derselben zu groß angeben, indem sie die Luftmenge mitteilen, welche bei freiem Ausblafen bewegt wird; Näheres in [15], [16]. Es empfiehlt sich, für die Lieferung von Radgebläsen vorzuschreiben, welche Luftmenge sie liefern und welchen Widerstand, in Millimetern Wasserfäule gemessen, sie überwinden sollen. Um die Leistung der Gebläse nach Bedarf ändern zu können, ist es notwendig, daß sie im Antrieb möglichst regelbar sind. Wichtig ist, daß die Ventilatoren geräuschlos laufen.

Wird in einen Raum frische Luft eingetrieben (Drucklüftung, Pulsionsventilation) oder die verbrauchte Luft abgefaugt (Sauglüftung, Aspirationsventilation), oder erfolgt beides zugleich, so entsteht an irgend einer Stelle der Anlage gegenüber der äußeren Luft Gleichgewicht (neutrale Zone); vor dieser Stelle herrscht Ueberdruck, hinter ihr nach der Ausmündungsstelle der Abluft zu herrscht Unterdruck gegenüber dem Druck der äußeren Atmosphäre. Für die Berechnung einer Lüftungsanlage ist es zweckmäßig, die neutrale Zone anzunehmen [15]; die Lage derselben ist durch die Erwägung bestimmt, ob in dem zu lüftenden Raum Ueber- oder Unterdruck herrschen soll; bei ersterem entweicht Luft durch die Undichtheiten nach außen, bei letzterem dringt Luft von außen ein. Für diese durch die Lüftungsanlage zu erzeugenden Druckverhältnisse ist wesentlich die Art der Benutzung der Räume bestimmend; Räume, in denen sich üble Gerüche entwickeln, Aborte, Küchen, Räume für ansteckende Kranke, sollen gegenüber der Außenluft, jedenfalls aber gegenüber den umgebenden Räumen Unterdruck besitzen.

Die Entnahme der den Räumen zuzuführenden Außenluft soll möglichst da erfolgen, wo nach den örtlichen Verhältnissen auf verhältnismäßig große Luftreinheit gerechnet werden kann. Ist die Luft jedem Raum unmittelbar von außen zuzuführen, so wird dazu durch die Außenwand ein Kanal geführt, vor dessen innerer Ausmündung häufig ein den Luftstrom nach oben drängendes Leitblech gesetzt wird. Um im Winter die Frischluft vorzuwärmen, wird sie am Ofen oder am Heizkörper vorbeigeführt (vgl. Heizung, Bd. 5, S. 24). Bei zentralen Lüftungsanlagen



Fig. 24.

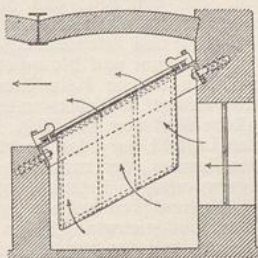


Fig. 25.

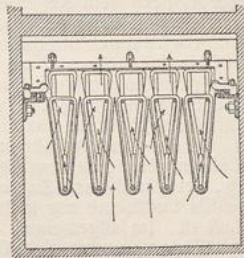


Fig. 25a.

mit gemeinsamer Schöpfstelle der Frischluft ist diese möglichst entfernt von verkehrsreichen Wegen an einer schattigen, staubreien oder durch Gebüsch vor Staub geschützten Stelle 0,5—2 m über Fußboden oder über dem Dach anzuordnen, wenn dort eine Verunreinigung durch nahe, stark rauchende Schornsteine oder durch Abzugschlote ausgeflossen ist; auch Springbrunnen werden gern als Luftschöpfstelle ausgebildet. Meistens ist eine Reinigung der zuzuführenden Luft notwendig. Zur Abhaltung von Tieren, Blättern, grobem Staub u. dergl. ist die Luftentnahmestelle mit engem Gitter aus gelochtem Blech oder Drahtgeflecht zu versehen. Zur Ausscheidung feineren Staubes werden sehr feine Metalldrahtgitter, Gewebefilter (glatt über einen Rahmen oder zickzackförmig über Stäbe gespannte Woll- und Baumwollgewebe), mit Watte gefüllte Kästen aus Drahtgeflecht, Luftwächer oder weite Staubkammern angebracht, in denen sich der Staub infolge verlangsamter Luftgeschwindigkeit ablagert. Das in Fig. 24 im Horizontalschnitt angedeutete Streifilter von David Grove in Berlin dient zur Zurückhaltung gröberer Staubteile, die sich an den vorstehenden Fasern der beiderseits gerauhten Flanelltücher absetzen. Die Filter werden doppelt wie Fig. 24 oder einfach angeordnet. Für 100—200 cbm Luft stündlich ist 1 qm Filterfläche zu rechnen. Der durch Gewebefilter entfallende Widerstand ergibt sich in Millimetern Wasserfäule als nahezu aM , wobei M die stündlich durch 1 qm Filterfläche

fließende Luftmenge in Kubikmetern, a eine Erfahrungszahl ist, die nach Untersuchungen von Rietfchel bei gewöhnlichem Nesseltuch etwa 0,0015—0,002 beträgt. K. & Th. Möller in Brackwede i. W. liefern taschenförmige Filter nach Fig. 25a aus dichtem Baumwollgewebe, wobei auf 60—100 cbm Luftmenge stündlich 1 qm Filterfläche genommen wird; der Druckverlust beträgt dabei nach Rietfchel etwa 2 mm Wasserfäule, bei verstaubtem Filter mehr. Die Gewebefilter müssen zeitweise gereinigt werden, da der Widerstand mit der Verschmutzung erheblich wächst; das Reinigen geschieht durch Ausklopfen, bei Verrußung durch Auswaschen. Reinigung der Luft durch Wasserfchleier ergibt keine gute Staubabscheidung, auch ist die dabei entlehende Befeuchtung (f. d.) nicht immer erwünscht.

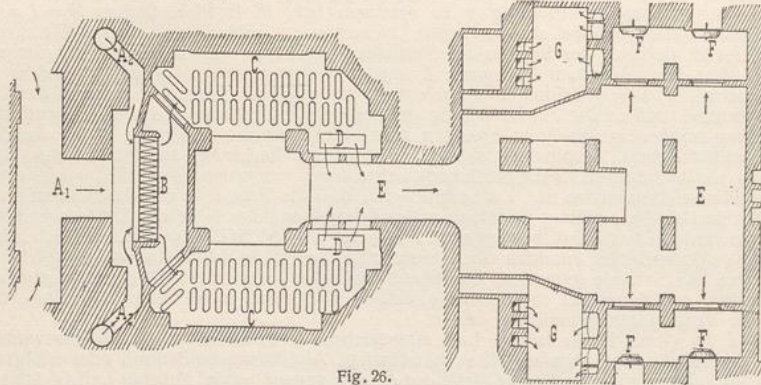


Fig. 26.

Für die heiße Jahreszeit kann es sich empfehlen, die Luft vor ihrem Eintritt in die Räume zu kühlen (f. Kühlung). Im Winter empfiehlt sich eine Vorwärmung der für eine größere Anlage gemeinsam von außen entnommenen Luft auf 8—12°, bevor sie in die Hauptverteilungskanäle tritt, um die Kellerräume nicht zu sehr auszukühlen, die Kanäle auch als Heizergang verwenden zu können und ein Einfrieren der häufig in die Hauptkanäle gelegten Dampf- und Wasserleitungen zu vermeiden. Die Vorwärmung geschieht durch Heizröhren oder Heizkörper. Die weitere Erwärmung auf die Temperatur, mit welcher die Luft in die zu lüftenden Räume eintreten soll (15—20°), erfolgt in Heizkammern oder an den in den Räumen selbst aufgestellten Heizkörpern (Luftheizung). Soll die Zuluft auch die Räume heizen, so ist höhere Temperatur notwendig (f. Heizung). Die einzuführende Frischluft wird häufig befeuchtet (f. Befeuchtung).

Fig. 26 zeigt als Beispiel einer größeren Anlage für Luftentnahme u. f. w. die für das Reichstagshaus in Berlin ausgeführte Anordnung. Für gewöhnlich findet die Entnahme über dem Dach statt; die geschöpfte Luft gelangt nach dem Dachgeschoß und aus diesem durch Kanäle A_2 nach dem Kellergeschoß. Für den Fall, daß die Luft über dem Dach unrein ist, sind zwei untere Schöpfstellen vorgesehen, von denen die Luft nach A_1 gelangt. Die entnommene Frischluft wird durch Streiffilter B (Fig. 24) und Taschenfilter (ähnlich Fig. 25) gereinigt, im Winter durch Dampfheizröhren C auf 12° vorgewärmt und bis auf etwa 90% Feuchtigkeitsgehalt durch Wasserverdunstung mittels Rinnen D , in welche Heizröhren eingelegt sind, befeuchtet. Die weitere Erwärmung der Luft auf 20° erfolgt in Heizkammern G ; hierbei vermindert sich der Feuchtigkeitsgehalt auf das zuträgliche Maß von 45—50%. Näheres in [15].

Die Zu- und Abführung der Luft ist für jeden zu lüftenden Raum so anzuordnen, daß die Lüfterneuerung in dem Teil des Raumes, der zum Aufenthalt von Menschen dient, gleichmäßig, stetig und ohne Zugbelästigung erfolgt. Letzteres erfordert, daß die auf die Menschen treffenden Luftströme nur kleine Geschwindigkeit besitzen, und zwar um so kleinere, je kälter die Luft ist. Im allgemeinen werden Luftgeschwindigkeiten von 0,2—0,4 m in der Sekunde schon lästig empfunden. Die Geschwindigkeit der eintretenden Luft kann viel größer genommen werden, wenn dafür gesorgt ist (z. B. durch Einströmung an oder in der Decke, Anbringung von schräg aufwärts gerichteten Leitblechen), daß die vorgewärmte Luft derart zugeführt wird, daß sie sich zuerst an der Decke ausbreitet und dann durch gleichmäßige Bewegung

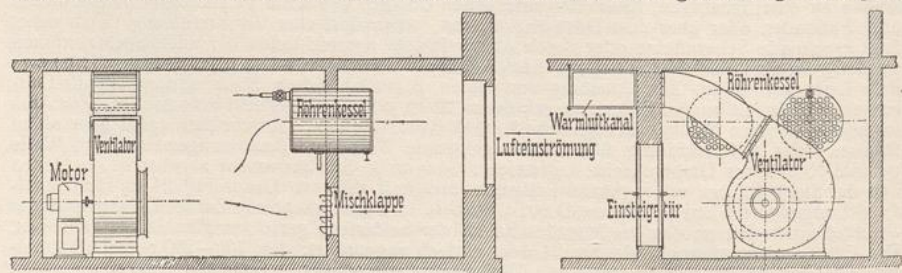


Fig. 27.

langsam in den Atmungsbereich gelangt. Für die Vorwärmung der Zuluft an außerhalb des zu lüftenden Raums aufgestellten Heizkörpern lassen sich die gebräuchlichen Formen derselben anwenden (s. Heizung). Eine neuerdings von R. O. Meyer in Hamburg angewendete Anordnung eines Röhrenkeffels, durch den die Luft zieht, zeigt Fig. 27.

Die Einströmung der Frischluft unter der Decke wird vielfach am zweckmäßigsten für die Luftverteilung fein. Soll die Luft gleichzeitig den Raum erwärmen, so ist sie möglichst unten über dem Fußboden einzuführen, jedoch so, daß sie nicht unmittelbar auf die Menschen trifft. Ist die Einführung kälterer Luft auch notwendig, so sind besondere Einströmungen unter der Decke vorzusehen, oder die gesamte Zuführung ist unter diese zu verlegen. Bei hohen, selten benutzten, aber dann zahlreich besuchten Räumen empfehlen sich Lufteinströmungen über Fußboden zum Anheizen und unter der Decke zur Lüftung während der Benutzung des Raumes. In Räumen von mäßiger Höhe mit nur einer Einströmung wird diese etwa 2 m über Fußboden angebracht. Bei Räumen mit Gasbeleuchtung ist darauf zu achten, daß die zugeführte Luft nicht durch den von der Beleuchtung herrührenden Auftrieb abgeführt wird, ehe sie den Raum durchströmt hat; es wird also meistens Lüftung von unten nach oben notwendig sein.

Die Entfernung der Abluft ist im allgemeinen vertikal der Einströmung entgegengesetzt anzuordnen. Bei Heizung des Raumes ist die Ableitung möglichst am Fußboden anzubringen, damit die kälteren Luftschichten abgeführt werden. Bei Anordnung nur eines Zuluft- und eines Abluftkanals können beide in derselben Mittelwand untergebracht werden. Für die Entfernung der bei Gasbeleuchtung oder bei Anwesenheit vieler Menschen entfehenden heißen Luft ist die Ableitung an der Decke notwendig; es werden daher vielfach zwei Kanalmündungen unter der Decke und dicht über Fußboden vorgezogen, um je nach Bedarf die oberen oder unteren Luftschichten entfernen zu können (auch als Sommer- und Winterlüftung bezeichnet, s. Heizung, Bd. 5, S. 24, Fig. 19). Bei Abfugung von durch Staub, Gase, Dämpfe, Rauch verunreinigter Luft in gewerblichen Betrieben ist die Lage der verunreinigenden Stelle maßgebend; bei stauberzeugenden Maschinen ist die Abfugung nach unten notwendig (s. Entstaubungsanlagen). — Die Abluftkanäle werden einzeln oder gefammelt weitergeführt; die Benutzung desselben Kanals zur Aufnahme der Abluft aus mehreren übereinander liegenden Räumen kann leicht eine Störung der Wirkung ergeben. Die Ausmündung der Abluftkanäle wird über Dach oder im Dachboden angebracht (s. Bd. 5, S. 24, Fig. 19); im letzteren, in manchen Städten polizeilich verbotenen Fall ist der Dachboden mit Entlüftungsöffnungen zu versehen. Bei der Lüftung von oben nach unten muß manchmal die Abluft unterhalb der zu lüftenden Räume gefammelt und dann erst durch besondere Vorrichtungen (Gebläse der Locköfen) ins Freie getrieben werden. Für den großen Sitzungssaal des Reichstagshauses in Berlin ist eine Lüftung von oben nach unten und umgekehrt vorgezogen (Fig. 28). Erstere wird bei besetztem Saal angewendet, um den Atmungsorganen die frische Luft zuzuführen, ehe sie an den Körpern vorbeifreicht. Die umgekehrte Luftbewegung wird außerhalb der Benutzung des Saals erzeugt, namentlich wenn es sich um die Entfernung von schwer nach unten abzufaugenden Gerüchen handelt oder wenn an wärmeren Tagen in den Morgenstunden dem Saal behufs Auskühlung kältere frische Luft zugeführt werden soll. Bei der Luftzuführung von oben wird die im Winter auf 17–20° in Heizkammern *E* erwärmte Luft (vgl. Fig. 26) durch Blackmanische Radgebläse *F* (vgl. Fig. 17) in Kanäle *H* gedrückt, welche in einen um die Saaldecke geführten begehbaren Kanal münden, aus dem die Luft durch zahlreiche mit Schiebern versehene Öffnungen *h* in den Saal tritt. Die Abluft wird durch zwei Radgebläse *M* (Fig. 28) unter den Sitzen abgefaugt, wobei die Geschwindigkeit an den mit Gittern und Schiebern versehenen Abströmungsöffnungen 0,2–0,3 m nicht übersteigt. Die Abluft wird unter dem Saal im Räume *K* gefammelt und gelangt dann durch Kanäle zu den im Keller aufgestellten saugenden Radgebläsen; schließlich strömt sie durch Abluftchlote über Dach ins Freie. Die Luftzuführung von unten wird durch Umschaltung der Luftwege mittels Türen erzeugt, so daß die Frischluft nun durch die Sammelräume und die Fußbodenöffnungen in den Saal strömt, während die Abluft ohne Hilfe von Maschinen unmittelbar in den Kuppelraum und von da ins Freie tritt [15].

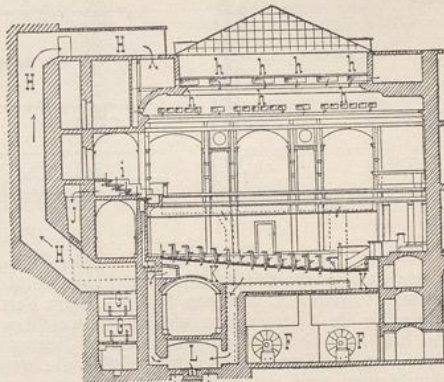


Fig. 28.

Fig. 29 veranschaulicht die Lüftung des Rosengartens in Mannheim, dessen zwei Festäle 8000 Sitzplätze bei 39000 cbm Rauminhalt haben. Die Erwärmung der Säle erfolgt durch Niederdruckdampfheizung; zur Vermeidung von Zug sind zusätzlich örtliche Heizkörper an den Fenstern angebracht. Das Anheizen geschieht durch Umlaufheizung mit Ventilatorenbetrieb. Die Zuluft wird über Dach entnommen und durch zwei Ventilatoren von 2 m Durchmesser den im Keller aufgestellten Heizkörpern und dann den Sälen zugeführt, wo sie an der Decke eintritt. Der größere Festaal mit 23000 cbm Rauminhalt erhält stündlich 110000 cbm, der andre mit 16000 cbm Inhalt stündlich 50000 cbm Luft. Die Lüftung des ersten Saals erfolgt entweder von unten nach oben oder von oben nach unten oder durch Verbindung beider Betriebsarten; im ersten Fall saugen zwei Ventilatoren von 1,5 m Durch-

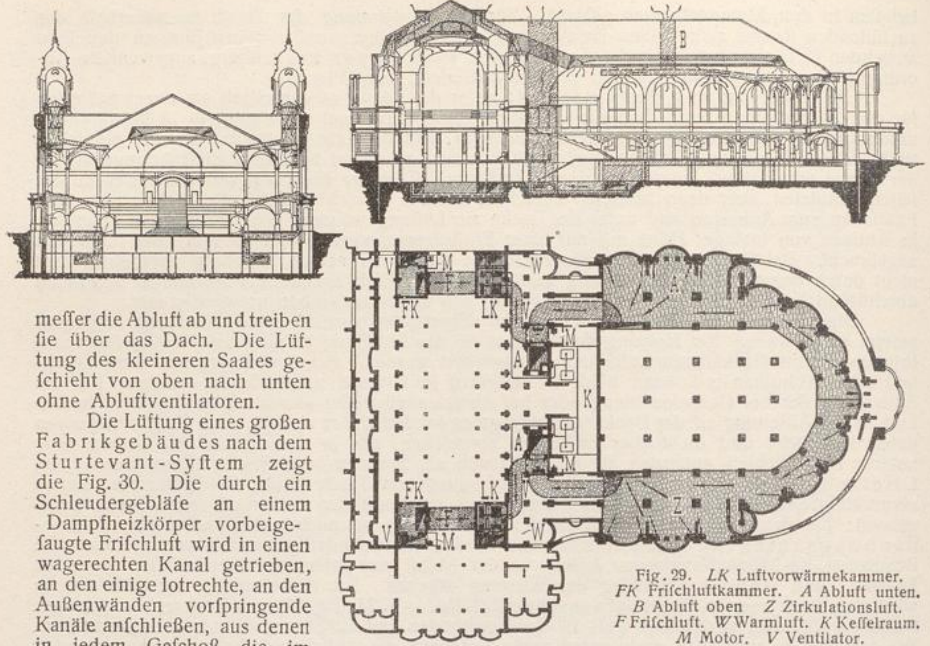


Fig. 29. LK Luftvorwärmekammer, FK Früchlufthammer, A Abluft unten, B Abluft oben, Z Zirkulationsluft, F Früchlufthammer, W Warmluft, K Kesselraum, M Motor, V Ventilator.

messer die Abluft ab und treiben sie über das Dach. Die Lüftung des kleineren Saales geschieht von oben nach unten ohne Abluftventilatoren.

Die Lüftung eines großen Fabrikgebäudes nach dem Sturtevant-System zeigt die Fig. 30. Die durch ein Schleudergebläse an einem Dampfheizkörper vorbeisaupte Früchlufthammer wird in einen wagerechten Kanal getrieben, an den einige lotrechte, an den Außenwänden vorspringende Kanäle anschließen, aus denen in jedem Geschoß die im Winter erwärmte Luft unterhalb der Decke austritt. Eine besondere künstliche Entfernung der Abluft ist nicht vorgesehen und kann hier auch wegfallen, da die Abluft ohnehin durch die Undichtheiten der Wände, Fenster u. f. w. abströmen wird.

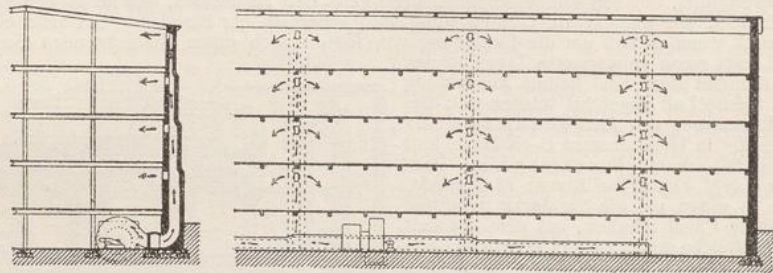


Fig. 30.

Die Ausführung der Kanäle für die Luftzu- und -ableitung ist sorgsam vorzunehmen; die Kanäle sollen leicht gereinigt werden können und daher zugänglich und mit glatten Wandungen versehen sein. — Beim Reichstagshaus in Berlin erhielten die großen Zu- und Abluftkanäle im Keller einen weißen, abwaschbaren, geglätteten Zementputz; die aufsteigenden Zu- und Abluftkanäle sind bis zu 50 cm lichtigem Durchmesser aus glasierten Tonröhren, darüber, bis 60 cm aus Zementröhren hergestellt; die weiteren Kanäle sind gemauert und innen mit Verblendsteinen und gut ausgefugten Fugen versehen. Man verwendet unter Umständen auch verzinkte Eisenblechröhre für die Luftleitungen. Die größeren Kanäle sollen begehbar oder wenigstens beschlupfbar sein; es empfiehlt sich, dann für Beleuchtung zu sorgen. Im Keller anzubringende Kanäle müssen dicht gegen Grundluft und Grundwasser sein. Die Kanäle sollen möglichst kurz werden; scharfe Ecken sind zu vermeiden. Bei nebeneinander angelegten Kanälen ist darauf zu achten, daß die Scheidewände dicht sind.

Die Berechnung der Kanäle erstreckt sich auf die Bestimmung der Querschnitte, welche sich, da die Luftmengen gegeben sind, aus den anzunehmenden Geschwindigkeiten ergeben; es ist jedoch für jeden Kanal zu prüfen, ob die erforderliche Geschwindigkeit auch erreicht wird. Diese ist, wenn L die in der Stunde durch den Kanal zu treibende Luftmenge in Kubikmetern, f der Kanalquerschnitt in Quadratmetern ist, $v = L : 3600 f$. — Die erreichbare Geschwindigkeit hängt ab von dem zur Bewegung der Luft verfügbaren Druck und den Bewegungswiderständen. Ist dieser Druck nur durch den Auftrieb gegeben, so ist die bereits erwähnte Wölpertsche Formel (S. 234) als Grundlage der Berechnung zu nehmen; Näheres darüber in [2], [5], [15]. Wird der Druck durch Gebläse erzeugt, so kann, wenn nicht ein bestimmter Ueber- bzw. Unterdruck in den Räumen vorgeschrieben ist, die Geschwindigkeit für

die Kanäle angenommen oder unter der Voraussetzung berechnet werden, daß an der Vereinigungsstelle je zweier Kanäle gleiche Luftpressung herrscht; Näheres in [2], [15], [16].

Die Regelung der einzuführenden und zu entfernenden Luftmengen erfolgt durch Türen, Klappen, Schieber oder Ventile, welche in die Kanäle eingefetzt oder an deren Mündung angebracht werden. — Die Formen dieser Vorrichtungen sind mannigfaltig und bedürfen keiner näheren Erläuterung. Bei den in Wänden vorhandenen Kanalöffnungen werden vielfach Gitter vorgefetzt. Für diese und die Regelungsvorrichtungen ist Bedingung, daß sie den Luftdurchgang nicht erschweren; der freie Querschnitt muß also mindestens gleich dem des anschließenden Kanals sein. Die Rahmen und Zargen werden gewöhnlich eingemauert; die beweglichen Teile und Gitter müssen dann leicht und ohne Beschädigung von der Wandfläche abgenommen werden können.

Die Bedienung der Regelungsvorrichtungen erfolgt gewöhnlich in den Räumen, in denen sie angebracht sind, bei großen Lüftungsanlagen auch von einer Stelle aus mit Hilfe von Drahtzügen, Schnüren, Zugflangen, Wellen, Wasserdruck, Luftdruck oder Elektrizität; durch besondere Einrichtungen wird dann an der zentralen Bedienungsstelle die Stellung jeder Regelungsvorrichtung angezeigt ([18] 1907).

Die Prüfung einer Lüftungsanlage erstreckt sich gewöhnlich nur auf Ermittlung der ein- bzw. ausströmenden Luftmengen durch Messung der Kanalquerschnitte und der Luftgeschwindigkeiten mittels Anemometer (s. d.). Hierbei beachte man, daß die Geschwindigkeit im Querschnitt eines Kanals sehr ungleichmäßig ist; es ist daher die Geschwindigkeit gleichzeitig an mehreren Stellen zu messen und das Mittel zu berechnen, oder es wird das Anemometer während der Messung langsam durch den Querschnitt bewegt. Die Luftgeschwindigkeit kann auch mittels des von O. Krell angegebenen Pneumometers [14] bestimmt werden. Zur Ermittlung der Luftpressungen wird das Differentialmanometer in den Konstruktionen von Recknagel und Krell [14] benutzt. Für Untersuchungen von Lüftungsanlagen kann auch der Einfluß von Strömungen der Außenluft auf die Pressungsverhältnisse im Innern eines Gebäudes und außerhalb desselben von Interesse sein; hierzu dient der hydrostatische Windindikator von Krell [14]. Die Ermittlung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft erfolgt durch Hygrometer (s. Feuchtigkeitsmesser), die der Temperatur durch genaue Thermometer (s. d.), die des Kohlenäuregehalts nach den Methoden von v. Pettenkofer, Lange u. a.; einen einfachen Luftprüfer für Kohlenäureuntersuchung, der jedoch nur angenäherte Resultate ergibt, hat H. Wolpert angegeben [13]. Für eine ständige Kontrolle der Geschwindigkeit eines Luftstromes kann der von H. Recknagel angegebene Apparat verwendet werden, welcher aus einer sehr leicht beweglichen Klappe besteht, deren Lagerung an dem gewöhnlich vorhandenen Gitter des Luftkanals mittels Klemmschraube befestigt wird. Die Klappe stellt sich durch den Luftzug in schräge Lage, deren Normalstellung durch Verschiebung eines Gewichts für die geforderte Luftgeschwindigkeit eingestellt wird; ein anderer durch einen Zeiger angegebener Ausschlag der Klappe zeigt zu große oder zu kleine Geschwindigkeit an [16].

Literatur: [1] Péclét, E. M., *Traité de la chaleur considérée dans ses applications*, nach der 3. Aufl. deutsch von C. Hartmann, 1861. — [2] Paul, F., *Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik*, Wien 1885. — [3] Rietfel, H., *Lüftung und Heizung von Schulen*, Berlin 1886. — [4] Renk, F., *Die Luft*, Handbuch der Hygiene von v. Pettenkofer und v. Ziemssen, 1. Teil, 2. Abt., 2. Heft, 1886. — [5] Fischer, H., *Heizung und Lüftung der Räume*, 3. Teil, Bd. 4 des Handbuchs der Architektur, Darmstadt 1890. — [6] Hartmann, K., *Heizung und Lüftung der Arbeitsräume*, Handbuch der praktischen Gewerbehygiene, 2. Aufl., Berlin 1894. — [7] Wolffhügel, G., *Zur Lehre vom Luftwechsel*, München 1893. — [8] Haase, F. H., *Die Lüftungsanlagen*, Leipzig 1893. — [9] Recknagel, G., *Lüftung des Hauses*, Handbuch der Hygiene von v. Pettenkofer und v. Ziemssen, 1. Teil, 2. Abt., 4. Heft, 1894. — [10] Kraft, M., *Lüftung der Werkstätten*, Handbuch der Hygiene von Weyl, Bd. 8, 1894. — [11] Grove, D., *Ausführung von Heizungs- und Lüftungsanlagen*, Berlin 1895. — [12] Weyl und Schmidt, K., *Heizung und Ventilation*, Handbuch der Hygiene von Weyl, Bd. 4, Jena 1896, S. 238 ff. — [13] Wolpert, A., und Wolpert, H., *Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung*, 4. Aufl., Bd. 1—3, Leipzig 1896—1901. — [14] Krell, O., sen., *Hydrostatische Meßinstrumente*, Berlin 1897. — [15] Rietfel, 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, 3. Aufl., Berlin 1905. — [17] Scholtz, A., *Heizungs-, Lüftungsanlagen u. f. w.*, 5. Aufl., Bd. 4 der Allg. Baukonstruktionslehre von G. A. Bergmann, Leipzig 1905. — [18] *Gefundheits-Ingenieur*, Zeitschr., München.

K. Hartmann.

Lüftung der Schiffe. Man unterscheidet natürliche und künstliche Lüftung, je nachdem die Luftzufuhr zu den Schiffsräumen bzw. die Abfaugung aus denselben mit Hilfe der äußeren Windströmung bzw. der durch die infolge Erwärmung der Räume veranlaßten Luftbewegung oder unter Verwendung von Gebläsemaschinen erfolgt.

Die natürliche Lüftung ist nur für die oberen Decks erfolgreich durchführbar, und es werden neben den Öffnungen in den Decks durch Luken und Oberlichte vornehmlich die Öffnungen in der Bordwand durch Seitenfenster hierzu verwendet; letztere werden vielfach mit Luftfängern ausgestattet, um die an der Schiffswand vorbeistreichende Luft zu fangen und nach innenbords zu leiten. Auch finden für größere Räume besondere Lüftungsrohre mit abnehmbaren Druck- oder Saugköpfen Verwendung, welche eine Luftzirkulation ermöglichen. Von den nach der Windrichtung zu stellenden Druckköpfen hat sich der Kopf von Rauchfuß [1] am besten bewährt, während als Saugköpfe der „Aeolus“ und der Grove-Kopf am meisten Eingang gefunden haben, da sie nicht nach der Windrichtung gedreht zu werden brauchen [1].

Die künstliche Lüftung unter Zuhilfenahme von Flügelrädern ist für alle Schiffsräume bedingt, welche mit der Außenluft oder mit den Wohnräumen nicht in direkte Berührung

gebracht werden können. Sie umfaßt daher vornehmlich alle Räume unterhalb der Wasserlinie, im besonderen unterhalb des Panzerdecks, sowie Räume, in welchen schlechte Luft entsteht, wie Aborte, Baderäume, Laften, welche von den Wohnräumen abgechottet sind u. f. w., oder welche sehr heiß werden. In diese Räume muß mit Hilfe von Gebläsemaschinen frische Luft hineingepreßt und, getrennt hiervon, die verdorbene Luft abgelaugt werden. Man verwendet vorzugsweise Flügelräder oder Sirokkoverbältern, welche von Elektromotoren angetrieben werden. Sie stehen mit der Außenluft durch weite Ventilationschächte in Verbindung, welche bis über das Oberdeck nach oben geführt werden und eine pilzförmige Haube sowie Jaloufeklappen an den über Deck hervorragenden Seitenwänden erhalten. Mit den einzelnen Schiffsräumen sind sie durch weitverzweigte Kanalnetze verbunden mit entsprechenden Absperrklappen und Absperrschiebern bei den Schottdurchdringungen [2], [3]. Die Kanäle müssen derart gebaut sein, daß plötzliche Querschnittsveränderungen vermieden werden; die Abzweigungen müssen unter spitzem Winkel erfolgen; Zungenklappen sind an diesen Stellen von Vorteil. Die Kanalenden sind so anzuordnen, daß der Lufteintritt in den Schiffsraum je nach Wunsch unten in der Nähe des Fußbodens oder in Höhe der Schulter erfolgen kann, je nachdem der Raum erwärmt oder kalt ist, während der Luftaustritt meist oben unter der Decke sich befindet; nur in Kühlräumen mit Kohlenfauremaschinen muß die Luftabfuhr am Boden erfolgen [1]. Die Flügelräder werden durch Nebenschlußmotoren, welche auf die Hälfte der Maximalleistung gedrosselt werden können, angetrieben. Die Luftzufuhr zu den Heizräumen für die Kesselfeuerungen besorgen meist mit Dampf getriebene Flügelräder, welche in den Heizräumen einen Ueberdruck erzeugen und hierdurch die heiße und schlechte Luft durch die Feuerungen oder die Schornsteinschächte nach oben drücken [2].

Der stündliche Luftwechsel schwankt zwischen dem Sechs- und Dreißigfachen und dem Zwanzig- bis Fünfundsechzigfachen, je nachdem die zu lüftenden Räume kühl oder warm sind. Die Luftgeschwindigkeit in den Kanälen muß bei diesen hohen Luftwechseln teilweise bis zu 20 m pro Sekunde gesteigert werden, da sonst die Kanalquerschnitte zu groß werden [1].

Die Kohlenbunker erhalten eine besondere natürliche Entlüftungseinrichtung, um eine Explosionsgefahr zu vermeiden. Für Wohnkammern finden namentlich in den Tropen elektrische Tischventilatoren Verwendung, welche die Luft in der Kammer nur bewegen, aber nicht erneuern.

Literatur: [1] Dick und Krefschmar, Handbuch der Seemannschaft, Berlin 1902. — [2] Croneau, A., Construction pratique des navires de guerre, Paris 1894. — [3] Welch, J. J., A text book of naval architecture, London 1903.

Lüftung der Ställe bezweckt die Erhaltung reiner Luft mit genügendem Sauerstoffgehalt unter Einhaltung der dem Vieh zuträglichen Luftwärme. Sie wird erreicht durch Abführung verbrauchter und Zuführung frischer Luft. Der Bedarf an frischer Luft beträgt nach Märcker [1] für 10 Ztr. Lebendgewicht des Viehes 30—40 cbm stündlich, bei Pferden und Kleinvieh etwas mehr. Die zuträglichsie Luftwärme ist nach v. Ruff [2] für Reit- und Wagenpferde 20°, Arbeitspferde 15°, Mutterstuten und Fohlen 20°, Arbeitsochsen 14°, Melkvieh und Kälber 20°, Jungvieh 20°, Mastvieh 12°, Schafe vor der Schur 12°, nach der Schur 20°, Mastschafe ohne Wolle 14°, Mastschweine 12°, Mutterchweine und Ferkel 18°, Geflügel zur Zucht 18°, zur Mast 12° C.

Als Wärmequelle steht in der Regel nur die tierische Wärme der Stallbewohner zur Verfügung, und diese wird durch das verabreichte Futter erzeugt, ist also je nach der Art der Fütterung schwankend. Nach v. Tiedemann [3] beträgt die Wärmeerzeugung für einen Tag und ein Tier bei normaler Fütterung: bei Arbeitsochsen 26364, Milchkühen 24459, Mastochsen 42086, Pferde 27090, Wollschafen 1405, Mastschafen 2982, Mastschweinen 10194 W.E.

In Brutställen für Geflügel, seltener in Ställen für Mutterchweine wird mit künstlicher Heizung nachgeholfen. In gutgebauten Ställen ist durch rechnungsmäßige Ermittlung des Wärmeverlustes aus Uebertragung der Wände und Decken und aus dem Luftwechsel einerseits und der tierischen Wärmeerzeugung andererseits der Nachweis zu liefern, daß eine zuträgliche Luftwärme erreichbar ist. Die Art der Luftzu- und -abfuhr ist nach zwei Richtungen ausgebildet; man unterscheidet wagerechte und senkrechte Lüftung. Bei preußischen Domänenbauten werden beide miteinander vereinigt. Unter keinen Umständen darf das Vieh von kaltem Zuge getroffen werden; daher sind alle Lüftungseinrichtungen dicht unter der Stalldecke anzubringen. Die wagerechte Lüftung wird erreicht entweder durch einfache Durchbrechungen der Wände nahe unter der Decke oder durch Z-förmige Luftzufuhrkanäle (Fig. 1), letztere in der Absicht, die frische Luft vor dem Eintritt in den Stall ein wenig vorzuwärmen. Mangel der wagerechten Lüftung ist, daß sie fast ausschließlich auf die bewegende Kraft des Windes angewiesen ist und bei Windstille fast ganz versagt; auch bewirkt der Eintritt kalter Luft in der Nähe der Oeffnungen feuchte Niederschläge an Wänden und Decken. Die frische Luft sinkt an den kalten Außenwänden zu Boden und macht den Stall fußkalt. Die einfachste Art senkrechter Lüftung ist der Dunstschlot, an der Stalldecke beginnend und über Dach geführt. Bei preußischen Domänenbauten werden diese Schlotte 70 cm weit von kreisrundem Querschnitt aus verzinktem Eisenblech oder quadratisch aus Holz, innen mit Teerpappe ausgekleidet, hergestelt und unten mit Drosselklappe, oben mit Luftfauger versehen. Sie sind nur zur Luftabfuhr bestimmt, da die warme Luft durch natürlichen Auftrieb darin aufsteigt; sie treten darum auch bei Windstille in Tätigkeit. Wird aber nicht genügend für Ersatz der abziehenden Luft durch Luftzufuhr geforgt, so kann ein Rückschlag eintreten, indem einige der Schlotte plötzlich kalte Luft einführen, wodurch dann lästiger kalter Zug entsteht. Der Fehler wird gemildert, aber nicht ganz beseitigt durch die oben erwähnten seitlichen Lüftungsöffnungen in den Außenwänden. Es ist deshalb eine Abteilung frische Luft zu-, die andre verdorbene Luft abführte. Kinnel legte ein rundes



Fig. 1.

die oben erwähnten seitlichen Lüftungsöffnungen in den Außenwänden. Es ist deshalb eine Abteilung frische Luft zu-, die andre verdorbene Luft abführte. Kinnel legte ein rundes

Blechrohr in einen quadratischen Schlot ein, und Muir teilte den Schlot in vier Abteilungen, denen er über dem Dach feiliche Oeffnungen nach den vier Windrichtungen gab. Diesen Gedanken hat Hoffmann zur Lüftung seiner landwirtschaftlichen Tiefbauten (f. d.) verwertet, indem er den vier Rohren, die zusammen einen Schlot bildeten, verschiedene Längen gab (Fig. 2). Er wollte damit eine Luftbewegung auch bei Windstille sicherstellen. Durch die Windbewegung wird stets in zwei Rohre frische Luft eingeblasen, während die beiden unter dem Wind liegenden Rohre Luft absaugen. Dieser Zweck wird durchaus erreicht. Die Vierrichtungsschlotte erzielen wirkfamen Luftwechsel, auch wenn die Rohre gleiche Längen erhalten. Man gibt dem einzelnen Rohr etwa 30 cm Weite.

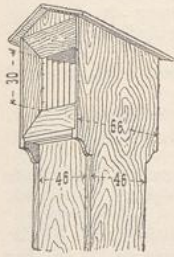


Fig. 3.

Im Jahr 1895 hat v. Tiedemann auf Veranlassung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft Versuche mit der Lüftung von Viehfällen mittels erwärmter Luft gemacht [4]. Die Erwärmung der frischen zufrömenden Luft wurde durch Wärmeentziehung der abziehenden warmen Stallluft bewirkt. Beide Luftströme wurden eine Strecke von etwa 6 m nebeneinander hergeführt, nur durch eine dünne Blechwand voneinander getrennt, die eine Wärmeübertragung gestattete. Die Versuche, sowohl mit der Kinnelichen wie mit der Muir'schen Form der Lüftungsschlotte veranfalet, hatten ein günstiges Ergebnis; sie führten dazu, die Form der Lüftungsschlotte Fig. 3 und 4 zu empfehlen. Ein hölzerner Schlot von 40 cm im Geviert lichtigem Querschnitt, 6 m Länge wird durch eine Wellblechwand diagonal in zwei Halbrohre dreieckigen Querschnitts geteilt. Jedes der Halbrohre erhält unter der Stalldecke eine Droffklappe, über dem Dach eine feiliche Oeffnung, deren trichterförmige Erweiterung bezweckt, den Stoß des einblasenden Windes zu verläerken. Das dem Wind zugekehrte Halbrohr bläst frische Luft in den Stall ein, das Halbrohr unter dem Wind faugt warme Stallluft ab. Durch die Wellblechwand wird ein Teil der Wärme der abziehenden auf die einströmende Luft übertragen und diese damit mäßig erwärmt. v. Tiedemann ermittelte, daß bei 1° Temperaturunterschied beider Luftströme 1 qm glattes Zinkblech 15—16 W.E., 1 qm abgewickelte Fläche des Wellblechs 13—14 W.E. stündlich übertrug, daß etwa 40% der durch den Luftwechsel verloren gehenden Wärme wiedergewonnen wurden und daß bei bestimmten Annahmen der Maße eines Stalles dessen Temperaturerhöhung gegenüber der Lüftung ohne Vorwärmung 3—3,5° C. betrug. Ein Schlot vorbeschriebener Form genügt für 15 Haupt Großvieh. — Lüftung der Gruben, f. Wetterwirtschaft.

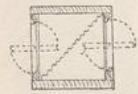


Fig. 4.

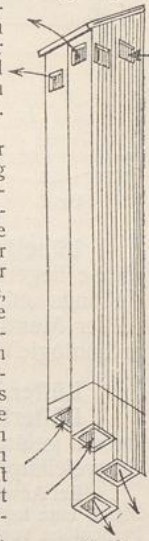


Fig. 2.

Literatur. [1] Märcker, Max, Ueber Kohlenfäuregehalt der Luft und Luftwechsel in Stallungen, Journal für Landwirtschaft 1869, S. 274. — [2] v. Rueff, A., Bau und Einrichtungen der Stallungen unser nutzbarer Haustiere, Stuttgart 1875. — [3] v. Tiedemann, Das landwirtschaftliche Bauwesen, Halle a. S. 1898. — [4] Derf., Die Lüftung der Viehfälle mit erwärmter Luft; Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 10, Berlin 1895. v. Tiedemann.

Lünette (Setzstock, Brille, Hilfsdocke), f. v. w. Lagerbock für Stützung von Werkstücken und Werkzeugen (Bohrfängen) bei Drehbänken, Bohr- bänken und Schleifmaschinen, um ein Ausbiegen durch Eigengewicht oder durch den Druck des Werkzeugs zu verhindern.

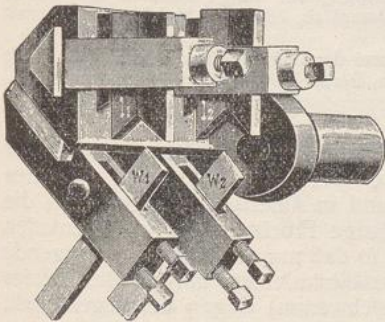


Fig. 6.

Man unterscheidet feststehende und laufende (mitgehende) Lünetten. Die laufenden Lünetten werden auf den Werkzeugschlitten selbst gespannt, um die Arbeitsstücke direkt hinter dem Werkzeug zu stützen, oder sind auch häufig mit dem Stahlhalter (Meißelhaus, Stichelhaus) zu einem Ganzen vereinigt (Werkzeughäufche, Kastenwerkzeug). Die Lünetten kommen in folgenden Arten und Ausführungen vor:

Fig. 1, Lünette zum Einlegen zweiteiliger Lager, die häufig aus Holz hergestellt werden.

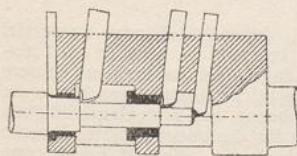


Fig. 2.



Fig. 3.

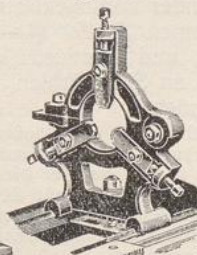


Fig. 4.

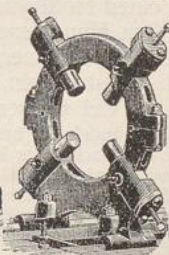


Fig. 5.

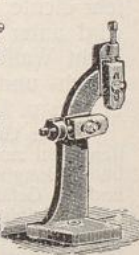


Fig. 6.

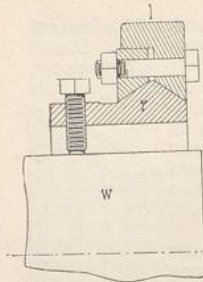


Fig. 7.



Fig. 8.

Fig. 2, Kastenwerkzeug mit vier Werkzeugen und zwei Brillen.
Fig. 3 und 4, Lünetten mit einstellbaren Backen (für ganz große Drehbänke wendet man bis zu fünf einstellbare Backen an); der obere Teil dieser Lünetten ist hinten mit einem Scharnier und vorn mit einem Festspannbolzen versehen, um das Einlegen des Arbeitsstücks zu erleichtern; die Backen tragen bisweilen vorn Rollen zur Verminderung der Reibung.

Fig. 5, Lünette (laufende) mit nur zwei verstellbaren Backen zur Aufnahme des Werkzeugdrucks.

Fig. 6, Kastenwerkzeug mit zwei Werkzeugen w_1, w_2 und zwei verstellbaren Lünetten l_1, l_2 .

Fig. 7, Lünette zur Stützung unbearbeiteter Werkstücke w , auf die der Ring (Brille) r aufgeschraubt wird, der sich in dem zweiteiligen Lünettenständer l dreht.

Fig. 8, Lünette (Hohldocke) zur Stützung außen bearbeiteter Werkstücke w am freien Ende beim Ausbohren. Vgl. a. D r e h b a n k.
A. Widmaier.

Lünette (Hochbau), 1. an einem Spiegelgewölbe das unter der Stichkappe liegende halbkreisförmige Fenster oder Wandfeld (f. die Figur); 2. in der Festungsbaukunst ein Außenwerk, auch Brille oder halber Mond genannt; 3. in der kirchlichen Kunstarchäologie der Halbmond (Lunula) der Monfranz.

Weinbrenner.

Lüfter, f. Gaslampen, Bd. 4, S. 297.

Lüfterfarben, auf Messing, in Regenbogenfarben gefärbte Niederschläge von Schwefelzinn, Schwefelkupfer oder Schwefelblei.

Bei Anwendung von Schwefelleber erscheint auf dem Metall eine helle bis tief goldgelbe Farbe, dann folgen alle Farbtöne von Kupfer- bis Karmoisinrot, dann Dunkel- bis Hellblau, hierauf Braun mit Irisfarben und zuletzt Hellbraun. Während Schwefelkupfer, aus unter-schwefligfauerm Natron abgeschieden, fast gleiche Farbenercheinungen hervorbringt, schließt Schwefelblei nach dem Hellblau sofort mit Grauweiß ab. Ob die Schwefelzinnfarben größere Dauer besitzen als die Schwefelkupfer- und Schwefelbleifarben, ist noch nicht erprobt.

Lüftermaschine bewirkt das Glänzendmachen von Strangseide, Leinengarn u. f. w. durch gleichzeitiges Strecken und Dämpfen der Garne.

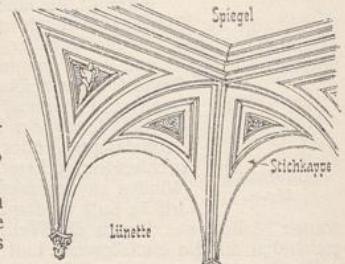
In einem mit Deckel verschließbaren eisernen Kasten befinden sich zwei Stahl- oder Messingwalzen, die behufs Anspannen der darübergehängten Strähne verstellbar sind. Diese Walzen sind mitunter hohl und können durch einströmenden Dampf erhitzt werden. Zum Lüftieren hängt man den Strang über die Walzen, spannt dann an, schließt den Deckel des Kastens, bringt die Walzen in Bewegung, wobei sie mit dem Garne nach der gleichen Richtung rotieren, und läßt schließlich direkten Dampf in den Apparat eintreten, der einige Minuten auf das zu lüftierende Material einwirkt; hierauf sperrt man den Dampf ab, öffnet die Maschine und nimmt die Stränge ab.

Literatur: Hummel-Knecht, Färberei und Bleicherei der Gespinnstfasern, Berlin 1888, S. 38; Herzfeld, J., Das Färben und Bleichen der Textilfasern, Berlin 1890, II, S. 278; Silbermann, H., Die Seide, Dresden 1897, Bd. 2, S. 447.
A. Singer.

Lüftrin, f. Weberei.

Luffa, ursprünglich eine Gattung der Kürbispflanzen (Cucurbitaceae) mit gurkenähnlichen Früchten. Von *Luffa aegyptiaca* Mill. (= *L. cylindrica* Röm., in Aegypten und Arabien einheimisch und in Amerika kultiviert) wird die eiförmig-ellipsoidische, fleischige, bis 60 cm lange Frucht durch Ausfaulenlassen und Auswaschen aller fleischigen Teile beraubt, so daß nur das zusammenhängende sehr dichte, einen Hohlzylinder vortellende Gefäßbündelnetz übrigbleibt. Dieses wird unter dem Handelsnamen „Luffa“ (Luffaschwamm) wegen der Eigenschaft, leicht Wasser aufzunehmen und hierdurch etwas geschmeidiger zu werden, zu Wafch- und Abreibmitteln, zu Schuhsohlen, Helmhüten, Körbchen, Schnurrbartbinden u. f. w. viel verwendet.

Das Gefäßbündelnetz besteht aus einer äußeren Schicht, deren Faserbündel transversal (senkrecht zur Längsachse der Frucht) verlaufen und aus einer inneren, in welcher die Faserbündel longitudinal ziehen und in drei bis vier breite raue Längsleisten ausstrahlen; letztere sind die Gefäßbündel der Placenten. Die große Zähigkeit, das rasche Austrocknen sowie die leichte Reinigung und die außerordentliche Dauerhaftigkeit (in bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis und auf mechanische Abnutzung) machen die Luffa für die obengenannten Zwecke sehr geeignet. — Auch *Luffa acutangula* Roxb. liefert Luffaschwämme, die auf Guadeloupe „trochon“ genannt werden.
T. F. Hanaušek.



Lünette aus dem Seminario zu Ferrara (ertes Zimmer).

Andés.

Luft, im engeren Sinne die atmosphärische Luft (f. Atmosphäre), im weiteren Sinne die Körper von gasigem Aggregatzustand, die Luftarten (f. Gase).

Luftakkumulator (Luftdruckakkumulator, Druckluftakkumulator) [D.R.P. Nr. 43434 erloschen (Prött & Seelhoff)] bezeichnet bei hydraulischen Kraftübertragungen (f. Bd. 5, S. 656) einen Vorratsbehälter (Wasserspeicher) für Druckwasser, das unter Belastung durch gepresste Luft — an Stelle der Belastung durch Gewichte wie bei den Gewichtsakkumulatoren (f. Bd. 5, S. 656) — steht.



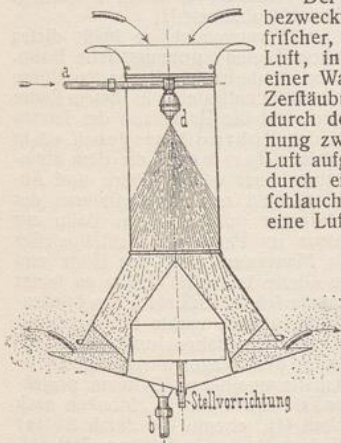
Ein Luftakkumulator Fig. 1 (Breuer, Schumacher & Co., A.-G., Kalk bei Cöln) besteht aus zwei durch Zugflangen *a* miteinander verbundenen Zylindern, dem in den Boden verfenkten hydraulischen Zylinder *W*, in dem das Druckwasser aufgespeichert wird, und dem Luftzylinder *L*; in den beiden Zylindern bewegen sich die miteinander verbundenen Tauchkolben (Plunger) *K_w* und *K_L*. Wird Wasser in den Wasserzylinder eingepumpt, so wird die Luft im Luftzylinder komprimiert und dient als Treibmittel bei der Entnahme von Wasser aus dem Akkumulator. Im Luftzylinder herrscht auch bei leerem Wasserzylinder ein bestimmter Druck (z. B. 50 Atmosphären), der durch eine Luftpumpe hergestellt wird; bei kleineren Akkumulatoren verwendet man zur Vereinfachung des Betriebs an Stelle von Luft die im Handel käufliche flüssige Kohlenäure. Um die entsprechend dem Mariotteschen Gesetz auftretende Veränderung der Luftpressung und damit der Treibkraft in mäßigen Grenzen zu halten, verbindet man bei größeren Akkumulatoren den Luftzylinder noch mit einem oder mehreren Luftreservoirs (*R₁*, *R₂*, *R₃*, *R₄*), um das Luftvolumen zu vergrößern. Auf dem Luftplunger befindet sich Oel oder Glycerin, so daß der Abschluß der Luft oder der Kohlenäure durch eine Flüssigkeit, gegen die der Plunger leichter abzudichten ist, erfolgt. — Gestatten die Bodenverhältnisse kein tiefes Fundament, so wird der Luftdruckakkumulator mit feststehendem hydraulischen Kolben ausgeführt und der Luftplunger im Innern als hydraulischer Zylinder ausgebildet.

Die Druckluftakkumulatoren besitzen gegenüber den Gewichtsakkumulatoren den großen Vorteil, daß sie auch für höhere Wasserdrücke (bis zu 400 Atmosphären) brauchbar sind, da infolge der geringeren in Bewegung befindlichen Massen beim Abschließen der Abflüsse keine so heftigen Stöße in den Rohrleitungen auftreten wie bei den Gewichtsakkumulatoren. Die Druckluftakkumulatoren werden wie die Gewichtsakkumulatoren mit selbsttätigen Einrück- und Abstellvorrichtungen für die Pumpen ausgestattet.

Literatur: [1] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, 2. Aufl., 3. Teil, 3. Abt., 2. Hälfte, Braunschweig 1901, S. 1400. — [3] „Stahl und Eisen“ 1891, Nr. 1.

A. Widmaier.

Luftanfeuchter, Einrichtungen in Arbeitsfälen u. f. w., um der Luft nach Bedürfnis einen größeren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalt zu geben (f. a. Befeuchtung der Luft, Bd. 1, S. 653).



Der Viktoria-Luftanfeuchtungsapparat, D.R.P. Nr. 47436 (f. die Figur), bezweckt gleichzeitig eine ausgiebige Ventilation durch Zuführung frischer, mit Wasserstaub angefeuchteter, eventuell auch vorgewärmter Luft, in welchem Falle das vertikale Rohr oben im Freien oder in einer Warmluftkammer endigt. In dem Apparat befindet sich eine Zerstäubungsdüse *d* im Anschluß an die Wasserdruckleitung *a*; die durch den Wasserstaub befeuchtete Luft tritt durch die seitliche Öffnung zwischen Trichter und Schale heraus und der nicht von der Luft aufgenommene, sich zu Tropfen kondensierende Wasserstaub wird durch eine mit der Verschraubung *b* verbundene Leitung (Gummischlauch u. f. w.) abgeführt. Bei 5–6 Atmosphären Wasserdruck wird eine Luftmenge von ca. 600 cbm in der Stunde angefaugt, also bei direktem Anschluß an die Außenluft ebensoviele frische Luft zugeführt, und die vom Apparat angefaugte Luft nimmt in der Stunde eine Wassermenge von 6 l auf, wobei der Wasserverbrauch etwa 200 l pro Stunde beträgt. Die Apparate werden meist etwa 3 m hoch über dem Boden aufgehängt, in gegenseitigen Entfernungen von etwa 10 m einer vom andern; das Stück kostet ca. 80 M. bei der Maschinen- und Armaturenfabrik vorm. H. Breuer & Co. in Höchst a. M. Ähnliche Apparate liefern auch die Firmen Gebrüder Körting in Hannover sowie Pflaum & Gerlach in Berlin.

Blecken.

Luftapparat, f. Atmungsapparate und Feuerschutz, Bd. 3, S. 767.
Luftballon, f. Ballon, Ballonet, Drachenballon, Fesselballon.
Luftbleche, f. v. w. Luftfänger (f. d.).
Luftdämpfung, f. Meßinstrumente, elektrische.

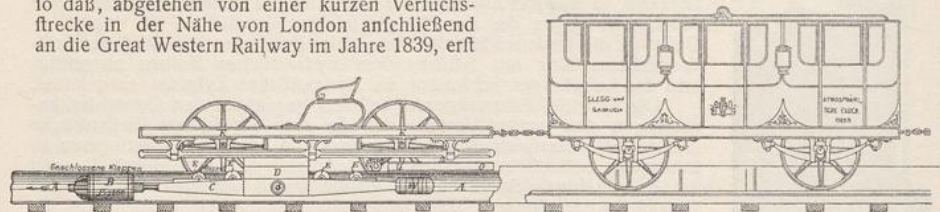
Luftdampfmaschine von Hock, f. Kleindampfmaschinen.

Luftdarre, f. Malz.

Luftdruck, f. Höhenmessung, barometrische, Bd. 5, S. 94.

Luftdruckbahnen. Atmosphärische und pneumatische Bahnen sind Bahnsysteme von vorwiegend historischem Interesse und unterscheiden sich von den gewöhnlichen Bahnen durch die Verschiedenheit der Motoren. Bei den genannten Systemen wird die atmosphärische Luft als Uebertragungsmittel der durch feststehende Betriebsmaschinen entwickelten Kraft auf den auf gewöhnlichen Schienengleisen laufenden Wagenzug benutzt. In einer zwischen den Fahrstienen liegenden gußeisernen Röhre (Treibröhre) von etwa 40–60 cm Durchmesser bewegt sich luftdicht schließend ein Kolben, welcher mit einem Wagen verbunden ist.

Bei der **atmosphärischen Bahn** wird die Luft im Rohre vor dem Kolben durch eine Luftpumpmaschine verdünnt; die Rückseite des Kolbens steht unter dem gewöhnlichen Luftdrucke. Die Verbindung zwischen Kolben und Wagen erfordert im Rohre einen Längsschlitz, welcher durch Klappen geschlossen ist, die sich nur bei den vorbeieilenden Wagen öffnen (vgl. die Figur). Die erste Idee einer atmosphärischen Eisenbahn scheint von dem dänischen Ingenieur Medhurst im Jahre 1818 ausgegangen zu sein. Verbesserungen des Längsschlitzverchlusses und des Kolbens hat dann 1836 der amerikanische Ingenieur Pinkus vorgeschlagen, und erst Clegg und Samuda ist es gelungen, dem System eine praktisch ausführbare Form zu geben, später dem englischen Ingenieur Vallance, so daß, abgesehen von einer kurzen Versuchsstrecke in der Nähe von London anschließend an die Great Western Railway im Jahre 1839, erst



anfangs 1844 die 2,74 km lange Strecke von Kingstown nach Dalkey in Irland, dann 1846 die 8 km lange Strecke London—Croydon und Epfom und 1846–48 die Linie zwischen Exeter und Plymouth hergestellt wurde, und mit der 1847 eröffneten 8,5 km langen Bahnstrecke von Nanterre nach St. Germain war die Reihe der atmosphärischen Eisenbahnen geschlossen. Beim Betriebe kamen infolge der Undichtheiten der Verschlüsse häufig Störungen vor und durch starke Reibungswiderstände traten Arbeitsverluste ein, ferner waren die Betriebs- und Erhaltungskosten größer als bei den Lokomotivbahnen. Es zeigte sich daher sehr bald, daß dieses System für den gewöhnlichen Eisenbahnbetrieb nicht geeignet ist, so daß bereits im Jahre 1849 sämtliche atmosphärische Eisenbahnen außer Betrieb waren; überdies waren auch die Anlagekosten sehr hoch, daher waren diese Bahnen selbst für ganz kurze Strecken nicht rentabel; trotzdem beschäftigt sich in Deutschland Crellé mit der Frage der atmosphärischen Eisenbahnen [1].

Wird statt des Atmosphärendruckes komprimierte Luft verwendet, so heißt dieses Eisenbahnsystem, bei welchem die Wagen im Innern des Rohres laufen, **pneumatische Bahn**. Dasselbe besteht im wesentlichen aus einer dicht geschlossenen, unterirdisch liegenden Röhre (Tunnel), deren Durchmesser dem Querschnittsprofile der Betriebsmittel entspricht. In diesem Rohre werden Fahrzeuge, die als Kolben wirken, mittels einseitigen, auf die Rückwand des letzten Wagens einwirkenden Luftdruckes in ähnlicher Weise wie bei den Rohrpostanlagen (f. d.) in Bewegung gesetzt [2]. — Im Jahre 1863 gelang es dem Ingenieur Rammell, die dem atmosphärischen Systeme anhaftenden Nachteile durch die Benutzung einer weiten Röhre und Anwendung niedrigen Luftdruckes nebst Beförderung vermittelt Saugen und Komprimieren der Luft zu beseitigen [3]. — Der erste praktische Versuch mit einer pneumatischen Bahn zur Beförderung von Personen wurde 1864 von demselben Ingenieur im Parke des Kristallpalastes zu Sydenham bei London ausgeführt, wobei ein Tunnel in Mauerwerk von 3 m Höhe und 2,37 m Breite hergestellt wurde, in welchem der auf einem Gleise laufende Wagen an seiner rückwärtigen Seite einen Rahmen trug, wodurch der Tunnelquerschnitt mittels eines büstelförmigen Ansatzes ausgefüllt war. Gegen diese so gebildete Kolbenfläche wirkte der durch ein Gebläse ausgeübte Luftdruck, nachdem der Wagen in den Tunnel eingefahren und dieser luftdicht abgeschlossen war; bei der Rückfahrt wurde die Luft hinter dem Wagen ausgefaugt [2]. — Die im Jahre 1866 von dem Ingenieur J. H. Ward nach dem Rammellschen Systeme projektierte Tunnelbahn durch den Hudsonfluß vom Depot der Erie-Eisenbahn in Hoboken nach dem gegenüberliegenden Depot in Douane Street in New York [4], ebenso die durch Seiler verbesserten Vorschläge für schweizerische Alpenbahnen, endlich auch das in letzterer Zeit aufgetauchte Projekt des Obersten Ed. Locher für die Herstellung einer pneumatischen Bahn von der Talfohle bis zum Gipfel der Jungfraubahn sind jedoch nicht zur Ausführung gelangt [5].

Literatur: [1] Sternberg, in Heusinger von Waldeggs Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, Leipzig 1870, welches auch einige Literaturangaben enthält; Birk, Atmosphärische Eisenbahnen, 1862; Becker, Die atmosphärische Eisenbahn, 1844; Eisenbahnzeitung 1846; Förlers

Bauzeitung 1847. — [2] Heufinger von Waldegg, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, Bd. 1, 1870, und Röhl, Encyklop., Bd. 6, Wien 1894; Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et architectes, 1879; Die Eisenbahn 1880. — [3] Practical Mechanic Journal 1863; Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1865; Dingt. Polyt. Journ. 1865; Polyt. Zentralblatt 1865. — [4] Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1867. — [5] Die beabsichtigte Ausführungsweise ist in der Schweizerischen Bauzeitung, Deutschen Bauzeitung, im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens und im Engineering 1890 eingehend beschrieben. *E. A. Ziffer.*

Luftdruckwerkzeuge, f. Druckluftwerkzeuge und Druckluftmaschinen (Bd. 3, S. 127), Preßluft, Kraftübertragung, pneumatische (Bd. 5, S. 660).

Lufttechtheit, f. Farbenechtheit.

Luftelektrizität, f. Elektrizität, atmosphärische, Bd. 3, S. 403.

Luftexpansionsmaschinen, f. Heißluftmaschinen.

Luftfänger, gewölbte Bleche, welche derart in die geöffneten Seitenfenster eines Schiffes eingesetzt werden, daß die Außenluft bequem durch die Öffnung des Seitenfensters ins Schiff eindringen kann. S. Lüftung der Schiffe, S. 241.

Luftfeder, -kissen, -polster, bezeichnet in der Technik eine in einem Behälter (Zylinder u. f. w.) abgeschlossene Luftmenge, welche zur Aufnahme eines Stoßes, zur Bewegungsübertragung u. f. w. dient; vgl. z. B. Kurbelhammer (Luftfederhammer), S. 4.

A. Widmaier.

Luftfederhammer, f. Kurbelhammer, S. 4.

Luftfilter, f. Lüftung geschlossener Räume.

Luftgas (Aerogengas), f. Luftgasapparate, Brennstoffe, Bd. 2, S. 293, und Kraftgas.

Luftgasapparate, auch Gaserzeugungsmaschinen oder Apparate zur Erzeugung von Leuchtgas auf kaltem Wege genannt, bezwecken, durch Karburierung atmosphärischer Luft mit leicht flüchtigen Dämpfen niedrig siedender Petroleumkohlenwasserstoffe ein für Beleuchtungszwecke brauchbares Gasmisch zu erhalten. Sie finden dort Anwendung, wo ein Anschluß an das Rohrnetz einer Gasanstalt nicht möglich ist; doch sind auch Zentralen [1] zur Beleuchtung kleinerer Städte in neuerer Zeit (bis 1907 etwa fünfzig) errichtet worden.

Die an Luftgasapparate zu stellenden Bedingungen sind: 1. Innige Mischung der Luft mit der Karburierflüssigkeit; 2. Verhinderung eines Niederchlagens der Kohlenwasserstoffe aus dem Gase bei längerem Aufbewahren; 3. Verhütung des Rückströmens des karburierten Gases in das Luftgefäß, weil dadurch Explosionen entstehen können. Die Apparate [2], [3] bestehen aus dem Gebläse zum Ansaugen der Luft, dem Regulator und dem Karburator. Der Zweck des Regulators ist, die Luft unter gleichmäßigem Druck dem Karburator und aus diesem den Flammen zuzuführen, und zwar darf dieser Druck nicht zu gering sein, weil sonst die Flammen infolge des hohen spez. Gew. des Gases von 1,2–1,25 schlaff brennen, wenig Licht entwickeln und zum Rußen neigen. Bei den älteren Apparaten benutzte man vielfach einen kleinen Gasbehälter als Regulator. Der Karburator wird mit Baumwolle, Holzspänen, Holzwolle, Dochten u. dergl. gefüllt, die das eingeführte Karburationsmittel auffangen, während die Luft durch das Füllmaterial hindurchzieht und sich mit den Dämpfen der Kohlenwasserstoffe belädt. Als Triebkraft für das Gebläse dient meistens ein an einem Seil hängendes Gewicht, welches langsam sinkt und ein Triebwerk in Bewegung setzt.

Die zur Luftgaserzeugung verwendeten Kohlenwasserstoffe sind: 1. Petroleumäther (Pentan), spez. Gew. 0,665–0,67 bei 15°, siedend zwischen 50 und 60° C.; 2. Petroleumbenzin, spez. Gew. 0,68–0,72 bei 15° C., zwischen 70 bis 90° C. siedend. Am besten verwendet man Petroleumäther (Pentan), 11 Pentandampf wiegt 3,225 g. Dampfspannung bei 0° 81, bei 15° 168, mit Pentandämpfen gesättigte Luft enthält daher bei 0° 10,63 Vol.-Proz. = 339 g pro Kubikmeter, bei 15° C. 22,1 Vol.-Proz. = 707 pro Kubikmeter. Bei einem Gehalt von 250 g Pentan ist die Zusammensetzung des Gases: 7,7 Vol.-Proz. Pentan, 19,4 Vol.-Proz. Sauerstoff, 72,8 Vol.-Proz. Stickstoff, 1,12 spez. Gew. bei 15° C. Der Unterzeichnete stellte bei einem Gehalt von 12,0 Vol.-Proz. Pentan bei 20° C. und 739 Barometerstand ein spez. Gew. des Luftgases von 1,265 bei 15° C. und einen unteren Heizwert von 5406 W.E. fest. Als Explosionsgrenzen fand er folgende: Gemische von Luft mit 9–26% Luftgas sind regelmäßig explodiert. Unter 9 und über 26% konnten die Gemenge nicht mehr zur Explosion gebracht werden. Die Grenzen werden sich natürlich je nach der Stärke des Luftgases verschieben. Obige Zahlen wurden mit einem Luftgas von 14,8 Vol.-Proz. Pentan gefunden.

Aerogengas nennt die Hannoverische Aerogengasgesellschaft ihr Luftgas. Die Karburierflüssigkeit wird Solin genannt; es ist dies eine Benzinart, deren spez. Gew. bei 0,645–0,675 liegt. Siedepunkt bis höchstens 80°. Die dem Luftstrom zugeführte Menge Solin wird in den Gaserzeugern durch Rotation einer Verbrauchsuhr abgemessen. Die Achse des Gasmessers ist mit dem Solinverteiler verbunden. Je nach dem Gange der Uhr wird die entsprechende Menge Solin geschöpft. Die Bewegung des Gaserzeugers wird durch einen Heißluftmotor bewirkt. Bezüglich der technischen Einrichtungen verweisen wir auf [1]–[4].

Die Amberger Gaserzeugungsmaschine wird ebenfalls durch einen Heißluftmotor mit

dem selbst erzeugten Luftgas betrieben. Der Motor drückt die Luft durch den Karburator und pumpt gleichzeitig den Petroleumäther hinein. Die Menge Petroläther reguliert sich nach der angefaugten Luftmenge. Die Einstellung erfolgt nach einer Kontrollflamme. Die Karburierflüssigkeit nennt die Amberger Gasmaschinenfabrik Hydririn. Es gibt eine Reihe weiterer Apparate, z. B. den Apparat Excellior von Inderau & Cie. in Dresden, Sirius von F. Bothe & Cie. in Wien, Phöbos der Bayerischen Washington-Lichtgesellschaft Regensburg. Das Luftgas wird zum Heizen und zur Auerlichtbeleuchtung benutzt. Im Auerlicht liefert es ähnliche Kerzenflammen wie das Steinkohlengas. 100 Hefnerkerzen kosten etwa 2–3 ö .

Literatur: [1] Stern, Ueber Aerogengaszentralen, Journ. f. Gasbel. u. Wasserverf. 1904. — [2] Meyenberg, F., Aerogengas, Dingl. Polyt. Journ., Bd. 322, 1907. — [3] Stern, Die Verwendung des Benzins zur Erzeugung von Gas für Licht-, Kraft- und Heizzwecke, „Petroleum“, Berlin 1907. — [4] Polack, G., Benzin und seine Behandlung, Hannover (Aerogengas-Gesellsch.) 1905. — Vgl. ferner Zeitschr. f. angew. Chemie 1892, S. 236; ebend. 1897, Bujard, Die Amberger Gasmaschine, S. 42; Schilling, E., Kalender für das Gas- und Wasserfach 1905 ff. Bujard.

Lufthammer bezeichnet entweder einen mit Preßluft (Druckluft) betriebenen Hammer (f. Druckluftwerkzeuge und Druckluftmaschinen, Bd. 3, S. 127) oder einen Luftfederhammer (f. Kurbelhammer, S. 4).

Luftheife, f. Preßheife.

Luftheizung, f. Heizung geschlossener Räume.

Luftholz, f. Nutzhölzer.

Luftkasten, luftdicht verlötete Kasten aus Zink- oder Messingblech, welche in Rettungsbooten an den Schiffsenden und unterhalb der Längsdüchten eingebaut sind, um die Schwimmfähigkeit bei vollgechlagenem Boot zu erhalten. T. Schwarz.

Luftklappe, f. Kanalisation der Städte und Ortschaften, Bd. 5, S. 347.

Luftkompressor, Arbeitsmaschine zur Verdichtung der atmosphärischen Luft oder irgend eines Gases, wie z. B. Leuchtgas, oder der Dämpfe irgend einer Flüssigkeit, z. B. Kohlenäure, Ammoniak, schweflige Säure u. f. w. Dieselbe wird ohne Ausnahme als Hubmaschine (f. d., Bd. 5, S. 143) ausgeführt und entweder einfach oder doppelt wirkend, ein- oder mehrzylindrisch, im letzten Falle häufig nach dem Verbundsystem gebaut (Verbundkompressor). Bezüglich der in den Kompressoren zur Anwendung kommenden Abschlußorgane unterscheidet man Ventil- und Schieberkompressoren; bezüglich der Art der zur Anwendung gelangenden Wasserkühlung trockene Kompressoren, die nur mit einer Mantelkühlung versehen sind, halbnasse Kompressoren oder Kompressoren mit Einspritzkühlung und nasse Kompressoren oder solche mit Wasserfäule im Zylinder. Besondere Eigentümlichkeiten zeigen ferner die Kompressoren mit Druckausgleichsvorrichtung und diejenigen mit gesteuerten Ventilen, Klappen oder Schiebern. Einzylindrische Kompressoren finden meist nur bis etwa 7 Atmosphären Ueberdruck Anwendung; für höhere Drücke wird die sogenannte mehrstufige Kompression in zwei oder mehreren Zylindern ausgeführt. Der Antrieb der Luftkompressoren erfolgt bei kleineren Ausführungen durch Transmiffion (Riemen- oder Seiltrieb), bei größeren fast immer durch eine entweder in der Verlängerung des Luftzylinders oder seitlich neben demselben liegende Dampfmaschine, zuweilen auch durch Turbinen oder Wasserräder und durch Elektromotore.

Die Wirkungsweise der gegenwärtig fast nur noch doppelt wirkend gebauten Kompressoren ist die, daß auf der einen Zylinderseite während des Aushubes des Kolbens Luft (Gas oder Ammoniak- u. f. w. Dämpfe) durch die Saugleitung und Saugventile oder einen Schieber eingelassen, gleichzeitig auf der entgegengesetzten Seite die dort eingefaugte Luft auf den gewünschten Druck komprimiert und nach Erreichen desselben aus dem Zylinder in die Druckleitung geschafft wird, so daß man, genau wie bei den Zylindergebläsen, drei Perioden unterscheidet, die Saug-, Kompressions- und Auschubperiode. Das Diagramm eines Luftkompressors, das diese drei Perioden erkennen läßt, zeigt große Ähnlichkeit mit dem Indikatorgramm einer Dampfmaschine, wie aus Fig. 1 zu erkennen, wo links das Diagramm der letzteren, rechts dasjenige des Luftzylinders dargestellt ist.

Da mit der Kompression der Luft eine starke Erwärmung derselben verbunden ist, diese Erwärmung jedoch verlorene Arbeit darstellt, so wird einmal zur Verringerung der Kompressionsarbeit, sodann aber auch zur Abkühlung der Zylinderwände bei fast allen Luftkompressoren Wasserkühlung angewendet. Die Abkühlung ist am vollkommensten bei den Kompressoren mit Mantel- und Einspritzkühlung, wenn letztere während der Kompressionsperiode zur Anwendung kommt, also nicht während des Anfaugens der Luft. Die Kompressoren mit innerer Wasserfäule bewirken zwar gleichfalls eine Abkühlung der Luft; indessen ist die letztere nicht so intensiv wie bei Einspritzkühlung, und die Wasserfäule dient hauptsächlich zum Ausfüllen der schädlichen Räume



Fig. 1.

am Ende des Kolbenhubs und hierdurch zur Vergrößerung der gelieferten Luftmenge (des volumetrischen Wirkungsgrades) des Kompressors. Da durch Wassereinspritzung die Luft feucht wird und feuchte Luft für viele Verwendungszwecke ungeeignet und nachteilig ist, so kann die Einspritzkühlung nicht in allen Fällen Anwendung finden, namentlich nicht bei Kompressoren, welche die Druckluft für Gesteinsbohr- oder andre Luftarbeitsmaschinen liefern, in welchen eine starke Expansion der Luft stattfindet. Denn da mit letzterer eine starke Abkühlung der Luft verbunden ist, so findet bei großem Feuchtigkeitsgehalt der Luft Schnee- und Eisbildung in den Arbeitsmaschinen statt, die dieselben in kurzer Zeit außer Tätigkeit setzt. Soll dennoch Einspritzkühlung angewendet werden, so ist für eine möglichst gute Entwässerung und Trocknung der Luft Sorge zu tragen, wozu häufig Wasserabscheider und außerdem große Luftbehälter (alte Dampfkessel oder dergl.) angewendet werden, in welchen die Luft einige Zeit über in Ruhe ist, so daß ein Niederschlagen des mitgerissenen Wassers zum größten Teil erfolgen kann.

1. **Ventilkompressoren.** Bei denselben sind die Ventile entweder wie bei manchen Gebläsemaschinen in den Zylinderdeckeln oder lotrecht über den Zylinderenden angeordnet. Eine Konstruktion der letzteren Art zeigt der Ventilkompressor der Braunschweigischen Maschinenbauanstalt (Fig. 2 und 3). Die Saug- und Druckventile liegen, je eins an der Zahl, an beiden Zylinderenden über den Zylindern, sind gut geführt und sehr leicht zugänglich; sie können sich vermöge ihrer zentralen, lotrechten Führung nicht so leicht abnutzen und festklemmen wie in horizontaler Richtung bewegliche Ventile. Der Luftzylinder ist frei hängend am Maschinenrahmen befestigt. Die Saugventile fangen direkt aus der umgebenden Luft, während an die Druckventile eine gemeinsame Luftkammer und an diese das Druckrohr sich anschließen. Zu dieser Klasse von Luftkompressoren gehören der

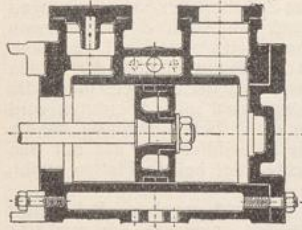


Fig. 2.

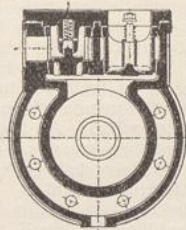


Fig. 3.

Ingerfol-Sergeant-Kompressor [1], die Kompressoren von Hertel-Meyer, Dubois-François, Sauther-Lemmonier u. a. Die Saug- und Druckventilkonstruktion des Ventilkompressors der Maschinenfabrik Schüchtermann & Kremer in Dortmund ist in Fig. 4 und 5 abgebildet. Beide Ventile sind einfache Ringtellerventile. Zur Herbeiführung eines möglichst sanften Ventilschlusses erfolgt durch das Zusammenwirken zweier gegeneinander wirkender Federn und eines ringförmigen Rückschlagventils mit dem Collmannschen Ventil

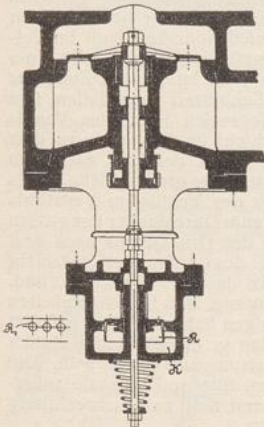


Fig. 4.

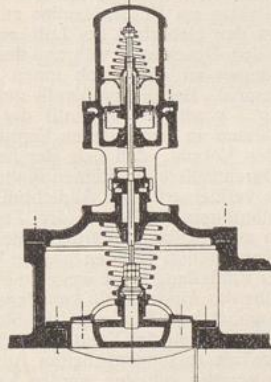


Fig. 5.

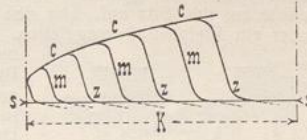


Fig. 6.

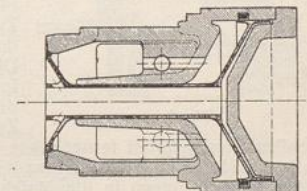


Fig. 7.

ein Katarakt, der beim Saugventil unten, beim Druckventil oben angebracht ist. Die Ventile sind am Umfang mit einer größeren Anzahl kreisförmiger, nach oben spitz zulaufender Öffnungen R_1 versehen, die anfänglich der im Katarakt befindlichen Flüssigkeit (Wasser, Öl, Glycerin oder dergl.) einen leichten Austritt aus dem Kataraktraum K gewähren, gegen Ende des Schlusses aber die Flüssigkeit mehr und mehr drosseln und endlich die Durchgangsöffnungen ganz abschließen. Die Wirkung dieses Katarakts zeigt sich deutlich in den Ventilerhebungsdiagrammen (Fig. 6), in welchen cc die Anhubkurven, mm die anfangs ziemlich steilen Schlußkurven darstellen, die sich gegen Ende des Schlusses bei zz stark abflachen, was ein sehr allmähliches Aufsetzen der Ventile beim Schluß erkennen läßt.

Von sonstigen neueren Konstruktionen von Ventilkompressoren sind die folgenden bemerkenswert, zunächst der Kompressor von Riedler-Stumpf mit rückläufigen Ventilen. Der Grundgedanke dieser eigenartigen Konstruktion ist der, daß die Eröffnungsbewegung hinsichtlich ihrer Richtung umgekehrt wurde, wodurch man den Schluß des Ventils durch den Kolben wiederum ermöglicht. Bei den gesteuerten Ventilen normaler Konstruktion erfolgt die Schlußbewegung des Ventils entgegengesetzt der Kolbenbewegung. Der Kolben kann sofort zum Schluß

des Ventils herangezogen werden, wenn die Bewegung des Ventils umgekehrt wird. Die Umkehrung der Bewegung wird bei dem in Fig. 7 dargestellten Ventil dadurch erzielt, daß das Druckventil ähnlich wie ein Saugventil ausgebildet wird, wobei sich an das Ende der hohlen Führungsspindel des Ventils eine Platte anschließt, die etwa hinsichtlich ihrer Fläche doppelt so groß ist wie die nach dem Zylinderinnern hin liegende Abschlußplatte. Die Druckänderung im Innern des Zylinders wird sich durch die hohle Führungsspindel auf die Rückseite der erwähnten großen Druckplatte des Ventils erfrecken. In dem Augenblick, wo der Kompressionsdruck im Innern des Zylinders den Luftdruck im Druckraum übersteigt, wird sich ein Ueberdruck auf das Ventil geltend machen, der sich aus dem Flächenunterschied der beiden Platten ergibt. Dieser Ueberdruck wird das Ventil nach innen aufwerfen und so der Druckluft den Austritt nach dem Druckraum hin gefalten. Der Kolben läuft nun gegen das geöffnete Ventil an und drückt dasselbe mit der Geschwindigkeit Null im Totpunkte auf den Sitz auf. Der Schluß geschieht somit vollkommen geräuschlos, indem die Schlußgeschwindigkeit Null ist. Die Eröffnung geschieht ebenfalls lautlos, indem auf der Rückseite der großen Platte ein übergroßer Pufferraum zur Verfügung steht. Dieser Pufferraum kann durch eigene Stellschrauben eingestellt werden. In den Kolben werden Federn eingesetzt, die auch den Anschlag des Ventils am Kolben lautlos gestalten. Hieraus ergibt sich, daß diese Ventile außerordentlich ruhig funktionieren müssen, was eine recht lange Lebensdauer der Ventile gewährleisten muß. Das Zuhalten der Ventile während der Saugperiode geschieht durch den Druck, der aus dem Druckraum nach dem Pufferraum übertritt. Der Druck lastet zwar gleichzeitig auch auf der kleinen Platte. Die Kraft, die somit den Schluß des Ventils sicherstellt, ergibt sich wieder aus dem Flächenunterschied der beiden Platten. Der Außenrand der großen Platte ist so weit verlängert, daß derselbe einem in das zweiteilige Gehäuse eingefetzten, nach innen spannenden Spannung Raum gibt. Hierdurch wird während der Saugperiode die Dichtung sichergestellt. An Stelle dieser Schleifdichtung könnte auch eine Dichtung durch einen Sitz vorgezogen werden. Die Schleifdichtung hat nur den Vorzug, daß die volle Druckdifferenz, die sich aus dem Unterschied der beiden Platten ergibt, als Dichtungskraft auf den Ventilsitz zur Geltung kommt.

Eine verbesserte Konstruktion des rückläufigen Ventils ist in Fig. 8 gegeben. Bei diesem Ventil ist die Ventiltröhre bis zu dem Ventilsitz der Fig. 7 erweitert, wodurch der erwähnte Flächenunterschied zwischen der großen und kleinen Platte sich in dem verbleibenden Rand ergibt. Die Eröffnungskraft bei Beginn der Eröffnung sowie die Schlußkraft während der Anfaugung wird somit bei dem Ventil der Fig. 8 genau so fein wie bei dem Ventil der Fig. 7. Ueberhaupt wird die ganze Wirkungsweise in beiden Fällen vollkommen identisch sein. An Stelle der Sitzdichtung der Fig. 7 ist eine Kolbenschleifdichtung bei dem Ventil der Fig. 8 verwendet. Dagegen ist die Kolbenschleifdichtung an der großen Platte des Ventils der Fig. 7 durch eine Sitzdichtung bei dem Ventil der Fig. 8 ersetzt. Die Eröffnungsbewegung geschieht wieder gegen die Wirkung eines Puffers. Der Kolben läuft wie bei dem vorher beschriebenen Ventil gegen das geöffnete Ventil und drückt dasselbe mit der Geschwindigkeit Null im Totpunkte auf den Sitz auf. Um den Anschlag am Kolben lautlos zu gestalten, ist an Stelle einer Feder ein Bleiausguß vorgezogen. Um den Uebertritt der Luft aus dem Innern des Zylinders nach dem Druckraum während der Schlußzeit zu gestalten, sind Bohrungen an dem nach innen liegenden Rand des Ventils angebracht. Bei diesem Ventil geschieht im Gegensatz zu dem in Fig. 7 gezeichneten Ventil der Austritt der Luft nach dem Druckraum an dem äußeren Ventilrand der großen Platte. Dies hat den Vorzug, daß sich der Hub des Ventils im Verhältnis des Durchmessers der kleinen Platte zum Durchmesser der großen Platte verkleinert. Die Abdichtung des Druckraums nach dem Zylinderinnern während der Zeit des Anfaugens geschieht durch zwei Kolbenpannrings, die in das Ventil eingesetzt sind. Die Konstruktion hat den großen Vorzug, daß Ungenauigkeiten in der Einstellung keine weiteren Folgen haben. Ferner gestattet dieselbe das Auswechseln von Ventilen in der denkbar kürzesten Zeit, wobei kein Einstellen der Steuerung u. f. w. nötig ist. Die Konstruktion gestattet ferner einen Zusammenbau des Ventils mit dem Sitz und Gehäuse außerhalb der Maschine, so daß das Ganze als zusammengebauter Apparat stets zur Auswechslung bzw. zum Einsetzen in die Maschine vorrätig gehalten werden kann.

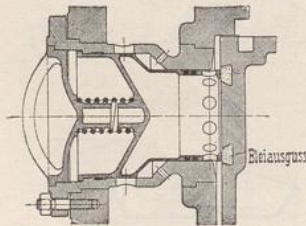


Fig. 8.

Konstruktion gestattet ferner einen Zusammenbau des Ventils mit dem Sitz und Gehäuse außerhalb der Maschine, so daß das Ganze als zusammengebauter Apparat stets zur Auswechslung bzw. zum Einsetzen in die Maschine vorrätig gehalten werden kann.

Die gute Wirkungsweise der rückläufigen Druckventile ist durch das Ventilerhebungsdiagramm Fig. 9 veranschaulicht. Die aufsteigende Kurve zeigt die Eröffnungskurve, die sich anschließende Horizontale die Zeit der Eröffnung bis zu dem Punkte, wo der Kolben gegen das Ventil anläuft und dasselbe auf den Sitz, der gezeigten Schlußlinie gemäß, aufdrückt. Der Schluß erfolgt, wie die Figur zeigt, genau im Totpunkt, also mit der Geschwindigkeit Null. Aus dem Ventilerhebungsdiagramm erhellt, daß die Ventilerhebung abfolgt exakt und vollkommen frei von allem Flattern ist, wie solches bei andern Ventilen meistens beobachtet werden kann. Das Flattern der Ventile ist der Hauptübelstand bei den gewöhnlichen Kompressorventilen, indem dadurch die Ventilverfälschung, die Ventilbelastung, Federn u. f. w. außerordentlich stark in Anspruch genommen werden. Ferner wird der Wirkungsgrad des Kompressors durch das Flattern sehr ungünstig beeinflusst, indem das Ventil zeitweise sich in der Nähe des Sitzes befindet, wo der Durchschnittsquerschnitt infolge der hohen Kolbengeschwindigkeit noch stark in Anspruch genommen wird. Es ergeben sich somit infolge des Flatterns sehr erhebliche Diagrammverluste, und das Brechen der Belastungsfedern, das Anschleudern der Ventile gegen

Fig. 9.

finden wird, wo der Durchschnittsquerschnitt infolge der hohen Kolbengeschwindigkeit noch stark in Anspruch genommen wird. Es ergeben sich somit infolge des Flatterns sehr erhebliche Diagrammverluste, und das Brechen der Belastungsfedern, das Anschleudern der Ventile gegen

die Hubbegrenzungen und das Brechen derselben sind weitere unangenehme Folgen. Solches ist, wie aus dem Ventilerhebungsdiagramm hervorgeht, bei den rückläufigen Ventilen vermieden. In dem Diagramm Fig. 9 sind mehrere Diagramme übereinander gezogen, die bei verschiedenen Drucken und Geschwindigkeiten aufgenommen wurden. Diese Diagramme zeigen wieder, daß jegliches Flattern des Ventils vermieden ist. Auch die Saugventile können als rückläufige Ventile ausgebildet werden.

Die als reibungslos geführte Ringklappenventile bezeichneten Ventile der Kompressoren von Lang-Hörbiger sind in den Fig. 10—12 abgebildet [2]. Fig. 10 zeigt ein einfaches Ventil für mittelgroße liegende Zylinder. In Fig. 11 ist die Konstruktion der Ventile

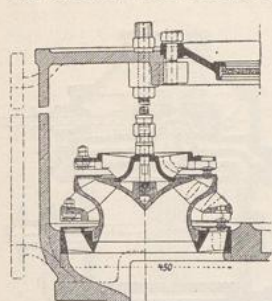


Fig. 12.

schematisch dargestellt. Eine aus dünnem Stahlblech hergestellte Ringklappe *V* ist mittels dreier oder mehrerer biegsamer Lenker *LK* an der festen Ventilauf-lagerebene *CC* befestigt. Durch den Druck der Luft gegen die Ringklappe wird die letztere gehoben, wobei sie vermöge ihrer eigenartigen,

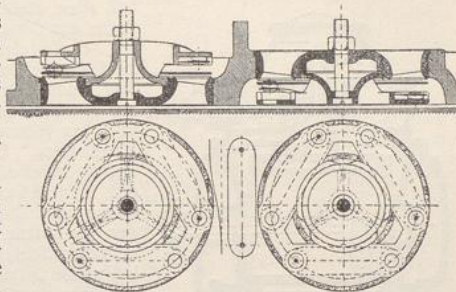


Fig. 10.

äußerst elastischen Aufschwung eine geringe Drehung um ihre ideelle Ventilachse *OX* ausführt. Vermöge ihres sehr geringen Gewichts können die Ventile bei Maschinen mit großen Tourenzahlen Anwendung finden, und ihr Spiel ist trotzdem ein äußerst ruhiges. Die Bauart eines etagenförmigen Druckventils und die Anordnung desselben im Ventildeckelgehäuse läßt Fig. 12 erkennen.

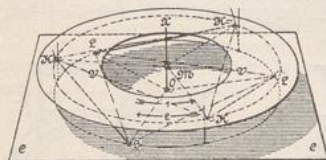


Fig. 11.

Den Lang-Hörbigerschen Ventilen ist das neue reibungslose Plattenventil von R. Meyer in Mülheim (Ruhr) ähnlich; in Fig. 13 ist das Druckventil, in Fig. 14 das Saugventil abgebildet. Die dünne Stahlventilplatte *a* ist durch Gelenke *c* mit einer oberhalb bzw. unterhalb des Ventils an der Stange *f*, die den Ventilsitz *d* festhält, befestigten Flachfeder *b* verbunden. Das Ventil hebt sich infolgedessen sehr leicht an und wird beim Hubwechsel durch die Feder *b* auf seinen Sitz *d* zurückgeworfen. Die getroffene Anordnung dürfte leichtes Spiel und geringen Ventilwiderstand bewirken.

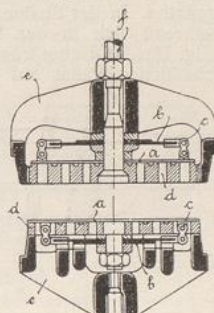


Fig. 13 und 14.

2. Kompressoren mit Wafferfäule oder nasse Kompressoren.

Die älteste Ausführung dieser Art stammt von Sommeiller [3], nach dessen Vorbild die neueren Ausführungen im wesentlichen gebaut sind, so die Kompressoren der Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk bei Cöln, der Kompressor von Stanek [4], und der nach eigen-tümlichem Prinzip konstruierte Kompressor von Hanarte [5]. Seine Besonderheit besteht in der Form der Erweiterung der Zylinder nach den Ventilkästen hin. — Hanarte läßt den Wafferpiegel der aufsteigenden Wafferfäule nach oben hin in derselben Weise zunehmen, wie die Anzahl der bei der

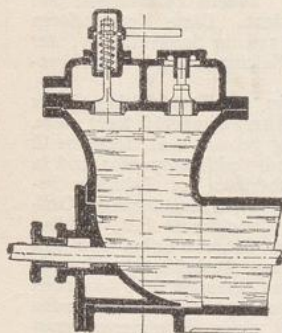


Fig. 15.

Kompression entwickelten Wärmemengen wächst. Die Konstruktion ist aus Fig. 15 zu ersehen. Ursprünglich nur für Pumpen angewendet, ergab dieselbe auch bei Luftkompressoren gute Resultate und ge-

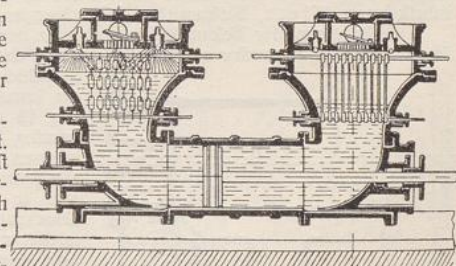


Fig. 16.

flattete, mit der Tourenzahl bis zu 300 in der Minute zu gehen, ohne daß Schläge oder Erschütterungen in der Maschine auftraten. Um der Luft noch eine größere Berührungsoberfläche mit dem Kühlwasser zu geben, füllt Hanarte nach dem Vorschlag von Roffigneux [5] den oberen Teil der stehenden Zylinderansätze mit Ketten, Stäben, Röhren u. dergl. aus, wie aus

Fig. 16 zu ersehen ist. Dieselben halten einen Teil des Wassers beim Niedergang des Wasserspiegels während der Saugperiode zurück, welches während der Kompressionsperiode zur Vermehrung der Wärmeentziehung der Luft dient. Bei Versuchen, welche von Grand in Albi (Belgien) mit dem Hanart'schen Kompressor angefertigt wurden, ergab sich ein volumetrischer Wirkungsgrad von 92–96%, wobei der Temperaturunterschied der Luft vor und nach der Kompression nur 4° C. betragen haben soll.

3. **Schieberkompressoren.** Bei denselben findet ähnlich wie bei Dampfmaschinen mit Schiebersteuerung, die Regulierung der Ein- und Ausströmung durch einen oder mehrere Schieber statt, welche entweder als Flach-, Dreh- oder Kolbenschieber ausgeführt sein können. Bei

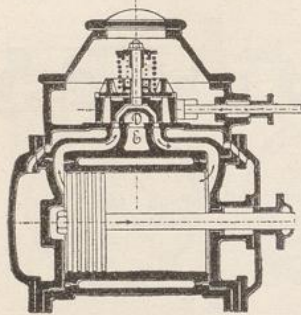


Fig. 18.

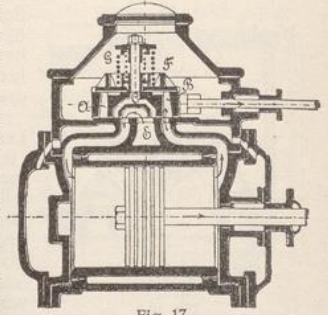


Fig. 17.

fast allen diesen Kompressoren findet ein Druckausgleich am Ende des Kolbenhubes zwischen beiden Zylinderseiten statt, um den Anfangsdruck auf den Kolben zu verringern und den volumetrischen Effekt zu erhöhen. Der bekannteste und verbreitetste Kompressor mit Flachschiebersteuerung und Druckausgleich ist der Weiß'sche [6]. Derselbe besitzt im Schieber zwei Durchlaßkanäle *A* und *B* (Fig. 17), den Druckausgleichskanal *C* und die Muffel *D* (Fig. 18), welche die Verbindung zwischen dem Saugkanal *E* und den Zylinderkanälen herstellt. Eine durch zwei Spiralfedern gehaltene Platte *F* ist auf dem Rücken des Schiebers befestigt, welche sich beim Erreichen des Kompressionsdruckes vom Schieber abhebt und ein Ausströmen der Luft in den Schieberkasten *G* und das Druckrohr gestattet. In der Stellung (Fig. 17) findet links vom Kolben Einfaugen, rechts Kompression statt, während sich in der Endstellung (Fig. 18) das Ueberströmen der im schädlichen Raum auf der linken

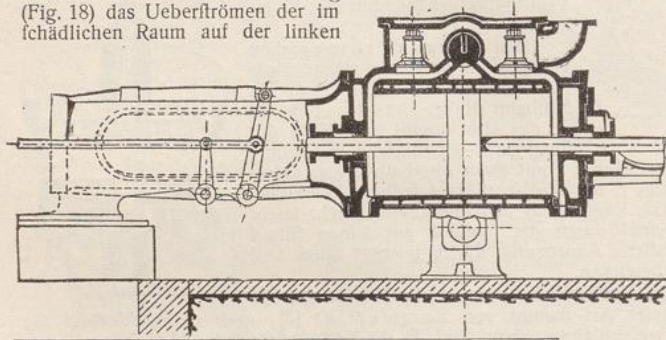
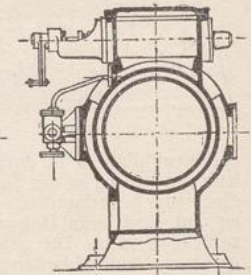


Fig. 19.



Zylinderseite enthaltenen komprimierten Luft durch den Kanal *C* nach der andern Zylinderseite und

dadurch ein Druckausgleich zwischen beiden Zylinderseiten vollzieht. Diese Kompressoren werden in Deutschland von der Sangerhäuser Maschinenfabrik in Sangerhausen, der Duisburger Maschinenbauanstalt in Duisburg und der Maschinen- und Armaturenfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal gebaut.

Als einer der bekanntesten Vertreter der Schieberkompressoren mit Drehschieber ist der Harras'sche Kompressor anzusehen, der von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm.

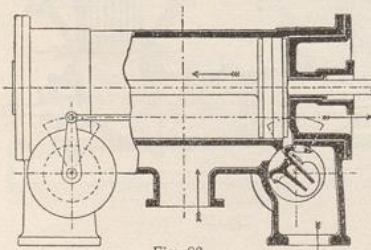


Fig. 20.

Breitfeld, Danek & Co. in Prag gebaut wird. Derselbe ist ein kombinierter Schieber- und Ventilkompressor und in Fig. 19 abgebildet. In den oberhalb des Zylinders liegenden Kanälen befinden sich zwei kreisförmige Öffnungen, auf welchen je ein Druckventil sitzt, welches die komprimierte Luft in den Schieberkasten und von hier in das auf dem seitlichen Auslaßstutzen sitzende Druckrohr entweichen läßt. Das Anfaugen wird durch den mittleren, um eine horizontale Drehachse schwingenden und durch ein Exzenter und einen Hebelmechanismus bewegten Rundschieber reguliert, welcher in seiner Mittellage durch die auf seinem Rücken befindliche Ausparung die Umströmung und den Druckausgleich ermöglicht.

Mit zwei getrennten Rundschiebern versehen ist der Kompressor von Strnad (Fig. 20), bei welchem in jedem Rundschieber auch eine Klappe oder bei den neueren Ausführungen ein Ventil zum Auslaß der komprimierten Luft angebracht ist.

4 Kompressoren mit gesteuerten Ventilen u. s. w. Dieselben sind mit Mechanismen zum rechtzeitigen Abschluß der Saug- oder Druckorgane ausgestattet. Die Bewegung oder Oeffnung der Saugorgane kann erst dann erfolgen, wenn im Zylinder eine gewisse Luftverdünnung stattgefunden hat, da erst dann der äußere Luftdruck imstande ist, die Ventile oder Klappen zu heben. Der Kolben wird daher erst einen gewissen Bruchteil seines Hubes zurücklegen müssen, ehe das Ansaugen der Luft erfolgen kann. Hieraus folgt, daß letzteres um so später geschieht, also die bei einem Hube eingesaugte Luftmenge um so kleiner oder der volumetrische Wirkungsgrad um so schlechter ist, je höher der Anfangsdruck im schädlichen Raum des Zylinders war. Eine ähnliche Erscheinung findet beim Rückgang des Kolbens statt, indem sich die Saugventile erst schließen, wenn ein gewisser Ueberdruck im Zylinder erzeugt ist, so daß also vorher noch ein Entweichen von Luft stattfindet. Da endlich der Abschluß der Druckventile oder Klappen gleichfalls nicht genau beim Hubwechsel, sondern erst dann erfolgt, wenn der Ueberdruck der Windleitung genügt, um den Abschlußorganen die zum Schluß erforderliche Beschleunigung zu erteilen, so vollzieht sich auch ein Rückströmen der komprimierten Luft aus der Windleitung in den Zylinder während eines wenn auch kleinen Bruchteils des Kolbenhubes. Durch alle diese Vorgänge wird ein Luftverlust oder eine Verminderung des volumetrischen Wirkungsgrades bewirkt. Es ist daher klar, daß dieser Wirkungsgrad um so günstiger ausfallen wird, je rascher der Schluß der Ventile erfolgt und je genauer derselbe mit dem Hubwechsel zusammenfällt. Letzteres ist jedoch nur möglich durch Anwendung äußerer Kräfte, indem die Ventile oder Klappen beim Hubwechsel durch einen von der Maschine bewegten Mechanismus geöffnet oder geschlossen werden. Infolge letzterer Einrichtung kann den Abschlußorganen ein viel größerer Hub gegeben werden als den selbsttätigen Organen, und es kann an die Stelle einer größeren Anzahl kleiner Organe mit kleinem Hub ein einziges größeres Abschlußorgan mit größerem Hub treten. Wegen des mechanischen Schlusses der Ventile kann nun aber die Geschwindigkeit der Maschine vergrößert, infolge hiervon für eine bestimmte Luftmenge ein kleinerer Zylinder, also auch ein kleinerer und leichter Kolben gewählt werden, wodurch sowohl die Abnutzung als auch die Reibungsarbeit, ferner die Arbeit zur Beschleunigung der bewegten Massen und endlich auch der Preis der Maschine verhältnismäßig geringer ausfällt.

Man kann zwei Hauptklassen von Luftkompressoren mit gesteuerten Organen unterscheiden: a) solche mit gesteuerten Saugorganen und b) solche mit gesteuerten Druckorganen bzw. Saug- und Druckorganen. Zur ersteren, am seltensten ausgeführten Klasse gehört unter anderem der Kompressor von Reumeaux [7], zur letzteren, gebräuchlicheren die Kompressoren von Riedler [8], Reynolds, Windhaufen [9] u. a. — Das Prinzip der Riedler'schen Kon-

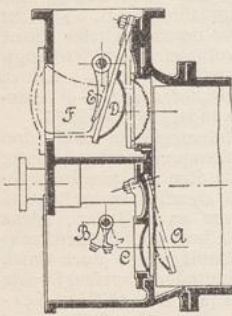


Fig. 21.

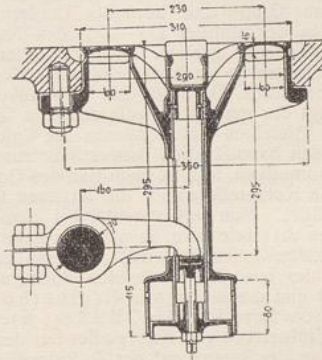


Fig. 22.

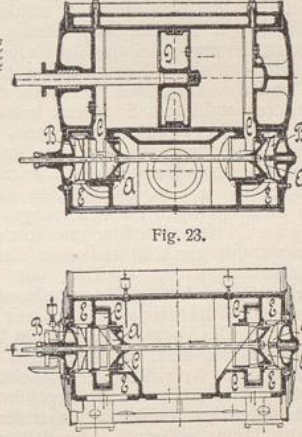


Fig. 23.

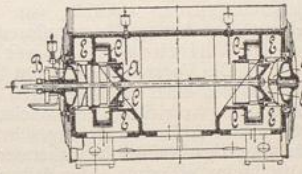


Fig. 24.

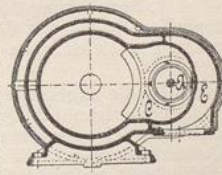


Fig. 25.

struktion ist aus Fig. 21 zu ersehen, in der die Saugklappe *A* geschlossen, die Druckklappe *D* geöffnet gezeichnet ist. Erstere ist durch ein elastisches Band *C* (Hanfgurt mit Gummieinlage, Gummifchnur oder dergl.) mit dem Hebel *B* verbunden, welcher kurz vor dem Hubwechsel des Kolbens die Klappe bis nahe an den Sitz heranzieht, während der Schluß dann selbsttätig durch die Luft erfolgt. In gleicher Weise wirkt auf die Druckklappe *D* der Daumen *E*, während der Anschlag *F* zur Hubbegrenzung für dieselbe dient. Die Konstruktion eines gesteuerten Riedler'schen Ventils ist aus Fig. 22 ohne weiteres verständlich. — Den in neuester Zeit sehr verbreiteten Kompressor mit Kolbenschiebersteuerung von Köster zeigen Fig. 23—25 nach den Ausführungen der Maschinenfabrik Pokorny & Wittekind in Frankfurt a. M.-Bockenheim. Die Steuerung geschieht durch einen zwangsläufig bewegten Kolbenschieber *A* in Verbindung mit einem selbsttätigen Rückschlagventil *B*. Der Kolbenschieber steuert Anfang und Ende der Saugperiode sowie Ende der Druckperiode, und zwar öffnet er den Kanal *C* abwechselnd auf der Saug- und Druckseite kurz nach den Totpunkten des Arbeitskolbens *D*, um ihn in dem Moment, in welchem der Arbeitskolben die folgende Totlage erreicht, wieder zu schließen. Nach Eröffnen des Kanals auf der Druckseite tritt die Luft mit zunehmender Kompressionspannung unter das Rückschlagventil *B* und öffnet dieses, sobald der Druck im Zylinder den im Druck-

raum *E* herrschenden erreicht hat. Der Arbeitskolben *D* drückt nun die Luft durch das Ventil *B* in den Druckraum *E*. Genau in der nun folgenden Totpunktlage des Arbeitskolbens unterbricht der Schieber die Verbindung zwischen Arbeitszylinder und Ventil *B* und drückt während seiner weiteren Bewegung nach dem Ventil zu die zwischen sich und diesem befindliche Preßluft in den Druckraum *E*. Durch diese eigenartige Verdrängerwirkung des Steuerkolbens *A* wird der Ventilhub ganz allmählich und so ein sanfter Schluß dieses Organs bewirkt. Das von dem Steuerkolben *A* befrachtete Volumen ist sehr gering gegenüber dem Arbeitsvolumen ($\frac{1}{30}-\frac{1}{40}$). Der Ventilhub wird sich nach Abschluß des Kanals *C* auf der Druckseite, entsprechend diesem geringen Steuerkolbenvolumen, stark vermindern und bei der Umkehr des Steuerkolbens *A* auf ein kleines Maß herabgefunken sein. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß der Ventilhub bei richtig gewählter Feder ungefähr proportional der Kolbengeschwindigkeit zu- bzw. (von ungefähr Mitte Hub an) abnimmt, so daß er bei der Totpunktlage des Arbeitskolbens *D* schon verhältnismäßig gering sein wird, und wenn weiter in Erwägung gezogen wird, daß von diesem (der Totpunktlage des Arbeitskolbens entsprechenden) Zeitpunkt an dem Ventil *B* zu seinem völligen Schluß noch etwas mehr als die Zeit eines halben Hubes zur Verfügung steht, kann man sagen, daß die für diese Steuerung möglichen Umlaufzahlen praktisch fast unbegrenzt sind. Die Steuerung eignet sich in der Tat für jede beliebige Umdrehungszahl. Der Steuerkolben *A* bewirkt durch seine eigenartige Verdrängerwirkung nicht allein die günstige Arbeitsweise des Ventils, sondern ein Hauptvorteil liegt noch darin, daß die gepreßte Luft, die zwischen dem Schieber *A* und dem Ventil *B* sich befindet, fortgedrückt wird. Das zwischen dem Schieber *A* in feiner dem Ventil am nächsten gelegenen Totlage und dem Ventil *B* selbst eingeschlossene Volumen wird derart bemessen, daß es bis zur Wiedereröffnung des Kanals auf der Druckseite auf ungefähr 1 at. Atmosphäre (gleich der Spannung im Arbeitszylinder bei Eröffnung des Kanals *C*) zurückexpandiert ist. Während bei vielen Konstruktionen das in den Durchtrittskanälen bleibende Volumen Preßluft bei Eröffnung der Druckkanäle in den Zylinder zurück-schießt und dadurch eine oft sehr beträchtliche unnötige Arbeitsvergrößerung bewirkt wird, ist dies hier durch die Verdrängerwirkung des Steuerkolbens unter allen Umständen vermieden.

Erwähnenswert ist noch der doppelte Abschluß zwischen Saug- und Druckraum während eines großen Teiles einer Kurbeldrehung, derart, daß nicht nur der Schieber *A*, sondern zugleich das geschlossene Ventil *B* die fortgedrückte Luft von dem Arbeitszylinder absperrt. Das Rückschlagventil wird möglichst leicht gebaut und schließt sich unter Einwirkung einer Feder, die nach Ventilgewicht, Ventilhub und Umdrehungszahl im geschlossenen Zustand des Ventils eine Spannung von 0,006–0,02 kg auf 1 qcm freie Ventilfläche aufweist. Die Kompressoren dieser Bauart arbeiten ohne Druckausgleich. Die schädlichen Räume der Zylinder sind gering. Sie betragen bei Kompressoren mittlerer Größe und normaler Umdrehungszahlen (z. B. 85 in der Minute bei 400 cbm Saugleistung in der Stunde) $1\frac{1}{2}$ –3% des Nutzvolumens. Dieser kleine Betrag ist durch Teilung der Kolbenschieber erreicht. Die garantierten volumetrischen Wirkungsgrade einstufiger Kompressoren betragen je nach der Höhe des Kompressionsdruckes zwischen 2 und 6 Atmosphären absolutem Enddruck 90–98%. Bei Verbundkompressoren mit 6–8 Atmosphären absolutem Enddruck beträgt der garantierte volumetrische Wirkungsgrad 95–96%.

5. **Verbundkompressoren.** Dieselben komprimieren die Luft stufenweise in zwei, drei und selbst vier Zylindern. Sie finden hauptsächlich Anwendung zur Erzeugung hochgespannter Druckluft zum Betriebe von Luftlokomotiven, so z. B. beim Bau des Gotthardtunnels, von Torpedomaschinen u. s. w. Namentlich die Kompressoren für die letzteren sind ziemlich verbreitet und in mannigfaltigen Formen ausgebildet. Man unterscheidet bei denselben zwei Klassen, solche ohne Zwischenbehälter und solche mit letzterem, in welchem Falle die Luft vom Niederdruckkompressor zunächst in einen Behälter geschafft wird, wo man sie häufig auch noch durch Wassereinspritzung abkühlt; von hier wird sie durch den Hochdruckzylinder abgefaugt. Die bekanntesten Verbundkompressoren sind diejenigen von Brotherhood [9], Scott [10], Sergeant, Whitehead [11], Kafelowky, Riedler, Köster, Strnad u. a. (s. a. [12]).

6. Die **Vorrichtungen zum Einspritzen von Kühlwasser** bei den Luftkompressoren bestehen meistens aus einer oder mehreren an der Innenwand der Zylinderdeckel befindlichen Düsen oder Zerstäubungsvorrichtungen, welchen das Kühlwasser durch das Druckrohr von einer Druckpumpe oder einem Akkumulator zugeführt wird. Ein Nachteil ist das Erfordernis sehr feiner, die Zerstäubung des Wassers bewirkender Oeffnungen, welche sich leicht verstopfen und dadurch die Vorrichtung oft ganz oder teilweise außer Tätigkeit setzen und zu häufigem Reinigen bezw. Reparaturen Veranlassung geben.

7. **Berechnung der Luftkompressoren.** Die Berechnung der Luftkompressoren erfolgt nach denselben Regeln wie diejenige der Zylindergebläse. Unter Annahme isothermischer Kompression gelten die Gleichungen

$$V_0 = \eta_v F s n \quad \text{und} \quad N = \frac{F s n p_1}{30 \cdot 75} \ln \frac{p_2}{p_1},$$

worin V_0 die angefaugte Luftmenge in der Minute, η_v den volumetrischen Wirkungsgrad, F den Zylinderquerschnitt in Quadratmetern, s den Kolbenhub in Metern, n die minutliche Umdrehungszahl der Schwungradwelle, p_1 und p_2 den Saug- bzw. Kompressionsdruck in Kilogramm-Quadratmetern und N den Arbeitsbedarf des Kompressors in Pferdestärken bezeichnet. In Wirklichkeit vollzieht sich die Kompression jedoch nicht isothermisch, sondern polytropisch (s. Zeuner, Techn. Thermodynamik, Bd. 2, S. 327 ff.) und ist die Kompressionsarbeit nach der folgenden Gleichung zu berechnen: $N = \frac{F s n}{30} \cdot \frac{p_m}{75}$, worin N, F, s und n dieselbe Bedeutung wie in der obigen Gleichung haben und für $\frac{p_m}{k-1}$, den mittleren Kompressionsdruck, folgende Gleichungen gelten:

$$p_m = \frac{k}{k-1} \cdot p_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \right], \quad k = \frac{c'_p + m \cdot c'_v}{c'_v + m \cdot c'_p}.$$

Darin bedeuten c'_p und c'_v bzw. c''_p und c''_v die spezifischen Wärmen bei konstantem Druck und konstantem Volumen der Luft bzw. des überhitzten Wasserdampfes, also $c'_p = 0,2375$, $c'_v = 0,1685$, $c''_p = 0,4805$, $c''_v = 0,3695$ und m das Mischungsverhältnis oder das Verhältnis des Wasserdampfes zum Luftgewicht in 1 kg Luft. Für absolut trockene Luft ist $m = 0$, also $k = \frac{c'_p}{c'_v} = 1,41$.

Der volumetrische Wirkungsgrad der Luftpumpen ist für trockene Kompressoren am kleinsten, am größten dagegen bei nassen Kompressoren, gesteuerten Kompressoren und Kompressoren mit Druckausgleich. Die folgende Tabelle gibt einige Mittelwerte derselben:

		kleinster	mittlerer	größter Wert
Trockene Halbnasse Nasse	Kom- pressoren	0,70	0,80	0,91
		0,70	0,85	0,92
		0,66	0,88	0,94

Mit zunehmender Kolbengeschwindigkeit nimmt bei den nichtgesteuerten Kompressoren der volumetrische Wirkungsgrad im allgemeinen ab. Der mechanische Wirkungsgrad, d. h. das Verhältnis der Arbeit im Luftzylinder zu derjenigen im Dampfzylinder, ist ebenfalls bei den verschiedenen Systemen verschieden und schwankt zwischen 0,6 und 0,8. Die üblichen Kolbengeschwindigkeiten sind aus nachstehender Tabelle zu ersehen, wobei zu bemerken ist, daß die Kompressoren mit Schiebern und gesteuerten Ventilen und Klappen u. f. w. mit wesentlich höheren Kolbengeschwindigkeiten laufen können als die gewöhnlichen Ventilkompressoren.

		kleinste	mittlere	größte Kolbengeschwindigkeit
Trockene Halbnasse Nasse	Kom- pressoren	0,80	1,40	2,24
		0,75	1,37	2,00
		0,20	0,95	1,40

m. i. d. Sekunde.

Literatur: [1] v. Ihering, Gebläse, Berlin 1903, 2. Aufl., 2. Kap. — [2] D.R.P. Nr. 87 267; vgl. ferner „Stahl und Eisen“ 1897, Abhandlung von Hörbiger. — [3] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876, Taf. 11; Civilingenieur 1863, Taf. 26; Pernolet, L'air comprimé, Paris 1876, S. 288 f.; v. Ihering, Gebläse, 2. Aufl., S. 168. — [4] Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1879, S. 267 f. — [5] Comptes rend. Soc. min. 1891, S. 151, 192; v. Ihering, Gebläse, 2. Aufl., S. 183. — [6] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1885, S. 929 f. — [7] Portef. d. mach. 1887, Taf. 23 u. 24; Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1887, Bd. 35, S. 231. — [8] Riedler, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1885, S. 502; 1886, S. 935; 1888, S. 481; 1892, S. 864. — [9] Engineering 1890, Bd. 48, S. 10. — [10] Revue d. min. 1886, Bd. 20, S. 556; v. Ihering, Gebläse, S. 207. — [11] D.R.P. Nr. 50 353. — [12] v. Ihering, Gebläse, 2. Aufl., S. 227 f. und S. 600 f.; f. ferner „Stahl und Eisen“ 1901, S. 571; Konvertergebläse f. Hafer Eisenwerk mit Stumpventilen, Zeitschr. f. komprimierte Gase 1901, S. 11; Klappenventil von Gutermuth; vgl. ferner D.R.P. Nr. 92 598, 96 508, 97 067, 106 358, 118 625, 121 549, 123 994, 123 995, 123 996, 123 997, 125 141, 137 654, 147 320, 164 691, 166 122, 166 531, 166 769, 177 833 und für hydraulische Luftpumpen die D.R.P. Nr. 114 099, 123 530, 140 402, 148 586, 153 641, 160 072, 168 747, 170 193, 170 677, 172 735, 177 926, 178 328, 178 638, 179 644, 184 240, 184 906, 188 111. v. Ihering.

Luftleitung, -motoren, f. Kraftübertragung, pneumatische.

Luftpinsel (Luftestompe, Aerograph, Fountain-Air-Brush), von M. Burdick erfundenes Instrument zum Ersatz des vor jedem Striche neuerdings mit Farbstoff zu versehenen Haar- oder Borstenpinsels, des Spritzgitters, der Kreide u. f. w. bei einigen lithographischen Arbeiten (Erzeugung von Korn-tönen, f. Lithographie), bei der Positivretouche von Photographien, beim schattierten Kolorieren von geprägten Reliefs auf Papier, bei der Glas- und Porzellanmalerei (auf und unter der Glasur) zur Herstellung eines vollen oder verlaufenden Fonds u. f. w.

Der Luftpinsel beruht darauf, daß durch Preßluft flüssige Farbstofflösung in feinem Strahle (wenn das Instrument sehr nahe über den zu bezeichnenden Gegenstand geführt wird, wobei Striche entstehen) bzw. in einem Sprühkegel (welcher um so größere Flächen mit Farbstofflösung punktiert bestäubt, je weiter entfernt vom Objekte man den Apparat hält) entzündet wird. Für weniger umfangreiche Arbeiten besitzt der Luftpinsel die Gestalt eines Füllfederhalters. An der Spitze befindet sich eine Düse; die sehr feine Oeffnung ist durch eine Nadel verschlossen, welche durch einen mit dem Zeigefinger zu dirigierenden Knopf zurückgeschoben wird. Die Farbstofflösung nimmt in geringer Menge der oberhalb der Spitze angeordnete offene Hohlraum auf. Die Menge der ausgetriebenen Flüssigkeit kann dosiert werden. Die zum Komprimieren der Luft dienende Pumpe läuft mit Rädern auf einem mit Schienen versehenen Gestelle und wird durch den Fuß betätigt. Sie drückt die Luft durch einen Schlauch hindurch in einen zylindrisch gestalteten Generator, von welchem Schläuche die Preßluft zu den Handstücken und zu einem Luftdruckmesser führen. Für das Arbeiten mit großem Farbstoffverbrauch und für große Betriebe benutzt man Instrumente, die ähnlich wie eine Pistole gehandhabt werden, und große elektromotorisch angetriebene Pumpen oder in Flaschen komprimierte Kohlenäure. (Vgl. Klimfchs Jahrbuch, Frankfurt a. M. 1902 und 1905). — Ueber die Sandstrahlfeder f. Lithographie. A. W. Unger.

Luftprüfer, Instrument zur Bestimmung der Feuchtigkeit der Luft (f. Feuchtigkeitssmesser), konstruiert von Lambrecht, Göttingen. Großmann.

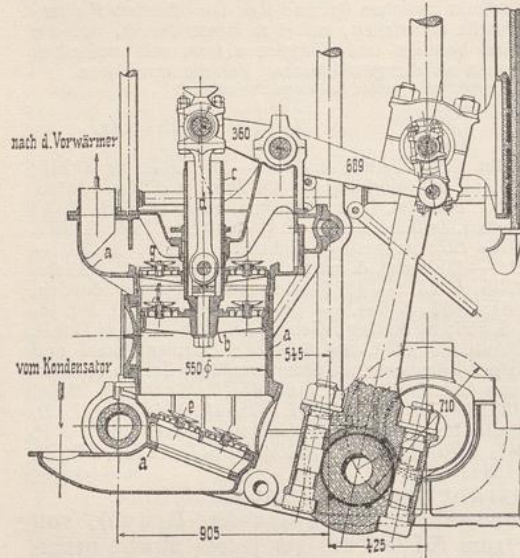
Luftpumpen, Arbeitsmaschinen zur Verdünnung der Luft, zeigen in ihrer Bauart große Aehnlichkeit mit den Luftpumpen; es kann eigentlich jeder

der letzteren als Luftpumpe dienen, sobald man das Saugrohr desselben mit dem Raum, in welchem die Luftverdünnung erzeugt werden soll, und das Druckrohr mit der äußeren Luft in Verbindung bringt.

Am häufigsten finden die Luftpumpen als Kondensatorluftpumpen bei den Dampfmaschinen Anwendung (f. Bd. 5, S. 591), sodann in verschiedenen chemischen Großbetrieben zur Verminderung des Druckes in Koch- und Abdampfgefäßen, zum Fortbewegen von Flüssigkeiten, zum Absaugen von gesundheitschädlichen Gasen und Dämpfen u. f. w. Man wendet meistens entweder Kolbenluftpumpen oder Strahlapparate, Luftsauger oder Exhaustoren (f. d., Bd. 3, S. 521) an. Die ersteren zerfallen in ähnliche Unterabteilungen wie die Luftkompressoren. Die letzteren können mit Wasser, Dampf oder Druckluft betrieben werden. In Laboratorien finden zur Erzeugung sehr hoher Luftleeren häufig Quecksilberluftpumpen Anwendung, deren Einrichtung in Lehrbüchern der Physik zu finden ist.

v. Ihering,

Luftpumpen für Schiffsmaschinen haben den Zweck, aus dem Kondensator die durch Undichtheiten eingedrungene Luft abzufaugen und das Kondensat in die Zisterne oder den Warmwasserkasten zu fördern.



a Luftpumpengehäuse. b Kolben. c Kolbenstange. d Lenkstange. e Fußventil. f Kolbenventil. g Kopfventil.

hinweggleitet, so daß beim Freiwerden derselben durch das über dem Kolben entstandene Vakuum die Luft und das Kondensat aus dem Kondensator angefaugt wird [3]—[5].

Die Pumpengehäuse werden aus Gußeisen mit bronzem Einfaßzylinder oder ganz aus Bronze gefertigt. Pumpenkolben, Kolbenstange, Ventile und Ventilsitze bestehen aus Bronze. Der Luftpumpenausfluß ist meist mit einem Windkessel versehen. Von besonderer Bedeutung ist die Lage und Anordnung der Luftpumpenventile, da von diesen zum großen Teil der Wirkungsgrad der Luftpumpe abhängt. Die Fußventile müssen möglichst unter dem Boden des Kondensators liegen und derart angeordnet sein, daß sie bequemen Wasserzufluß vom Kondensator erhalten, sie müssen sich beim geringsten Ueberdruck von unten öffnen und sofort beim Niedergang des Kolbens — für vertikale Pumpen — schließen. Der Raum zwischen Fuß- und Kopfventilen muß möglichst klein sein, um beim Aufwärtsgehen des Kolbens ein gutes Vakuum zu erhalten. Der Wasserlauf vom Kondensator zur Zisterne muß möglichst kurz und gerade sein. Die Kopfventile müssen ein Anammeln von Wasser auf denselben gestatten, damit sie besser dicht halten. Ueberdies müssen Ecken und Winkel, in welchen sich Luftfäcke bilden können, vermieden werden. Die Ventilkappen werden neuerdings, da die in den Kondensator dringenden Fette die Gummikappen leicht zersetzen, aus Metall gefertigt. Sie bestehen aus dünnen Membranen aus Bronze in Scheibenform (Kinghorn), Glockenform (Thomson) oder aus gewelltem Blech (Beldam). Die Ventilquerschnitte sind so zu wählen, daß die mittlere Wassergeschwindigkeit in denselben 4—5 m pro Sekunde nicht übersteigt, die Wassergeschwindigkeit im Saugrohr beträgt 3—5 m, im Druckrohr 8—10 m pro Sekunde [1], [2], [4]—[6]. Die Hauptdimensionen der einfach wirkenden Luftpumpen ergeben sich aus der Gleichung $f \cdot s = C \cdot N_i \cdot n$, worin f der Querschnitt des Pumpenzylinders in Quadratdezimetern, s der Kolbenhub der Pumpe in Dezimetern, N_i die indizierte Leistung der Maschine in Pferdestärken und n die Anzahl der Doppelhübe der Pumpe pro Minute sind. Die Konstante C beträgt bei Dreifach- oder Vierfachexpansionsmaschinen 3—4, bei Compoundmaschinen 5—6. Die Kolbengeschwindigkeit schwankt zwischen 1 bis 1,8 m bei Handelsdampfmaschinen und 1,5 bis 2,5 m bei Kriegsschiffen [4]—[6].

Die unabhängigen Luftpumpen von Weir, Blake oder Worthington besitzen zwei

Da wegen des Vakuums ein Hochsaugen von Wasser unmöglich ist, so muß die Luftpumpe so tief angeordnet werden, daß das Kondensat ihr zufließt. Während früher die Luftpumpen sowohl bei den Maschinen der Kriegsschiffe als auch der Handelsmarine an die Hauptmaschine angehängt und durch Balancier vom Kreuzkopf betrieben wurden, erhalten heute größere Maschinenanlagen meist selbständige Duplexluftpumpen mit besonderem Dampftrieb nach den Systemen von Weir, Blake und Worthington, so daß auch bei stillstehender Maschine ein Vakuum gehalten werden kann. Die angehängten Luftpumpen sind stehend angeordnet, einfach wirkend und mit Fuß- oder Saugkolben und Kopf- oder Druckventilen versehen (f. die Figur); theoretisch würden Fuß- und Kolbenventile oder Kolben- und Kopfventile genügen; im Interesse eines dichteren Abchlusses werden die drei Ventilarten beibehalten [3], [4]. Bei der Luftpumpe Patent Edward sind nur Druckventile vorhanden; die Kolbenventile sind entbehrlich, da die Zylinderwandung Öffnungen besitzt, über welche der Kolben

doppelt wirkende Dampfzylinder mit Simplexsteuerung und zwei einfach wirkende und durch einen Balancier verbundene Pumpenzylinder. Vereinzelt wird die Luftpumpe mit der Zirkulationspumpe des Kondensators verbunden, und beide Pumpen werden dann von einem Dampfkolben gleichzeitig angetrieben [4]—[6].

Bei Turbinenschiffen wird neuerdings zur Erhöhung des Vakuums das Abfaugen der Luft und die Förderung des Kondensats in der Weise getrennt, daß die Naßluftpumpe unten aus dem Kondensator, die Trockenluftpumpe aus dem Teile deselben faugt, in welchem die Luft am kältesten und daher am dichtesten ist. Die Goliathpumpe von Berling bildet eine Vereinigung von Trocken- und Naßluftpumpe [4], [7].

Literatur: [1] Busley, Die Schiffsmaschine, Kiel 1886. — [2] Seaton, A manual of marine engineering, London 1904. — [3] Bauer, G., Berechnung und Konstruktion der Schiffsmaschinen und -kessel, Berlin 1904. — [4] Klamroth, Leitfaden für den Unterricht in der Maschinenkunde, Berlin 1907. — [5] Wilda, H., Die Schiffsmaschinen, Hannover 1905. — [6] Bertin, L. E., Machines marines, Paris 1899. — [7] Berling, Neue Versuche über Oberflächenkondensation mit getrennter Kaltluft- und Warmwasserförderung, Jahrbuch d. Schiffbautechn. Gef., Berlin 1904. T. Schwarz.

Luftfaenger, f. Exhauster, Lüftung, Luftpumpe, Strahlapparate, Wetterwirtschaft.

Luftschieber, f. Retortenöfen.

Luftschiffahrt (Aeronautik). Man unterscheidet zwischen aerodynamischer Aeronautik oder Flugschiffahrt und aerostatischer Aeronautik oder Ballonschiffahrt. Erstere umfaßt Flugapparate für einzelne Menschen (Flugmaschinen) und Flugschiffe, zum Transport mehrerer Menschen geeignet; zu letzterer zählen Ballons (Luftballons), die im Luftstrom treiben, und Ballonschiffe (Motorluftschiffe), die eine Eigenbewegung besitzen und daher mit Hilfe von Steuervorrichtungen im Raume beliebig lenkbar sind.

Die **Flugschiffahrt** (f. a. Flugmaschinen, Flugtechnik) stellt einen uralten und daher schon in den Sagen vieler Völker auftretenden Wunsch vor. Erst in den beiden letzten Jahrzehnten ist es aber gelungen, diesem Wunsche mit einigem Erfolge praktisch näher treten

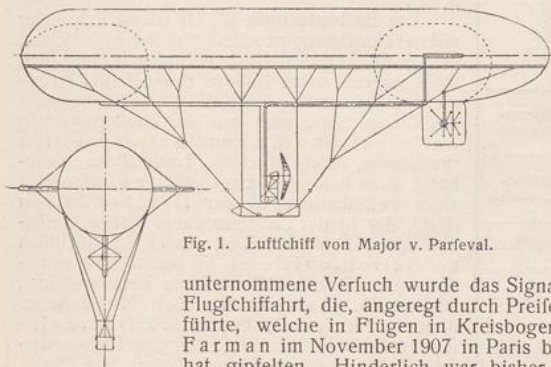


Fig. 1. Luftschiff von Major v. Parveval.

zu können. Bahnbrechend wurde nach dieser Richtung der Ingenieur Otto Lilienthal-Berlin (f. [2] und Kunstflug). Sein praktisches Vorgehen mit Gleitfliegern fand in Frankreich, England und Amerika erfolgreiche Anhänger. Die Verbindung dieser Gleitflieger mit den leichten und starken Automobilmotoren führte den Brasilianer Santos-Dumont [1] schließlich zur Ausführung eines freien Fluges etwa 6 m über den Boden hin, auf eine Entfernung von 220 m. Dieser am 23. November 1906 unternommene Versuch wurde das Signal zu einer Aufschwung der modernen Flugschiffahrt, die, angeregt durch Preise, schon im Jahre 1907 zu Fortschritten führte, welche in Flügen in Kreisbogen bis zu etwa 1000 m Länge, wie sie Farman im November 1907 in Paris bei über 1 Minute Flugdauer ausgeführt hat, gipfelten. Hinderlich war bisher das zeitweise Aussetzen des Motors, indes ist gegenwärtig die Motorindustrie überall damit beschäftigt, die Beseitigung dieser für die Flugschiffahrt gefährlichen Zufälle anzustreben. Die Flugtechnik (f. d. und Aviation, ferner [1], [3], [6]), die sich insbesondere mit der Flugschiffahrt befaßt, unterscheidet nach der Bauart sehr verschiedene den gleichen Zwecken entsprechende Fahrzeuge.

Gleitflieger und Fallschirme (f. d.), unter sich eng verwandt, sind Flugapparate, die lediglich durch ihren Fall in horizontaler Richtung Weg gewinnen. Bei den Gleitfliegern wird die Richtung bestimmt durch schräge Flächen, mit denen man gegen den Wind gerichtet von einer Anhöhe herabspringt. Bei Fallschirmen bleibt das Abtreiben dem Winde überlassen

und kann nur unvollkommen durch Einfüllen des in der Mitte oben befindlichen Abzugsloches für die Luft beeinflusst werden, indem hierdurch ein stärkeres Pendeln und damit ein etwas langsames Fallen eintritt.

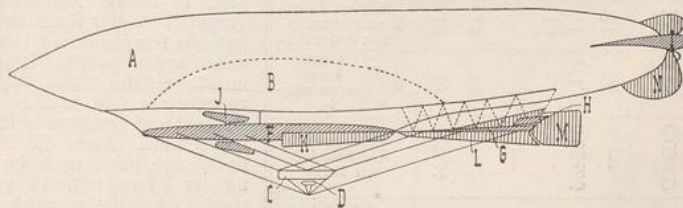


Fig. 2. „Patrie“. A Ballon. B Ballonet. C Gondel. D Behälter für Benzin. F Plattform mit Kiel K. G Festes Horizontalsteuer. H Drehbares Horizontalsteuer (hinten). J Drehbares Horizontalsteuer (vorn). L Festes Vertikalsteuer. M Drehbares Vertikalsteuer. N Stabilisationsflächen (Schwanz).

Ballonchiffotyp	Balloninhalt		Ballonlänge m	Größter Ballon- durchmesser m	Querschnitt einschließl. Gondel u.f.w. qm	Motortyp	Nominelle Pferdestärk. PS	Umdrehungen der Motorwelle in der Minute	Schrauben- propeller	Gesamt- gewicht kg	Gesamt- Gasauftrieb kg	Verhältnis L:D	Verhältnis PS:S	Verfügbare Auftrieb kg	Benzinver- brauch pro PS-Stunde kg	Mittlere Eigen- geschwindig- keit in der Sek. m	Größte Eigen- geschwindig- keit m	Berechneter Koeffizient ξ der Form	Gewicht auf je 1 m der Längsachse kg	Mutmaßliches Maximum der Fahrdauer Stdn.	Geschätzter Aktionsradius km
	V	cbm																			
Pralllyflem v. Parfeval	1906	2500	48	8,9	63	Mercedes	85	—	ein fahrer mit vier Flügeln	1900	2750	5,6	1,37	850	—	12	13	0,0434	39,6	—	—
"	1907	2800	52	8,9	63	"	85	1050	desgl.	—	2800	5,8	1,06	—	—	12	13	—	—	—	
Pralllyflem mit Verfestigung	1903	2284	56,5	9,8	75	"	40	1000 bis 1100	zwei starre mit zwei Flügeln D=2,44 m desgl.	2230	2568	5,7	0,53	338	—	—	—	—	—	—	
"	1904	2666	57,75	9,8	80	"	40	—	desgl.	—	3093	5,9	0,5	—	0,36	10	—	—	—	—	
"	1905	2950	57,75	10,3	85	"	50	—	desgl.	—	3300	5,6	0,6	(1040)	0,36	11	(11,8)	0,02486	39	(16)	(340)
La Patrie	1906	3150 (3550)	60	10,3	85	Panhard- Levavaleur	70	850 bis 1100	teilerer Gang D=2,5 m	—	3465	5,8	0,82	1200	0,35	11	—	—	—	—	
Starres System v. Zeppelin	Graf 1906	11431	128	11,7	110	Mercedes	170	890 bis 1050	vier starre mit drei Flügeln	9470	12575	10,9	1,55	3105	—	13,5	15	0,03602	74	(50)	(1500)

Bemerkung: Untere Zahlen sind eingeklammert.

Flügelflieger, auch Ruderflieger und Schwingenflieger genannt, sind Apparate, die dem Flugmechanismus der Vögel und Flattertiere nachgebildet sind.

Schrauben- und Segelradflieger sind Fahrzeuge, die sowohl den Auftrieb wie den Vortrieb nur mit Hilfe von Schraubenpropellern erreichen sollen.

Endlich kommt als dritte und gebräuchlichste Bauart der Drachenflieger in Betracht, bei dem unter Winkel gestellte Tragflächen mittels Propeller Auftrieb und Vortrieb erhalten. Theorie und Technik stehen für den Bau von Flugapparaten gegenwärtig noch auf so schwachen Füßen, daß jeder Konstrukteur auf seine und anderer Erfahrungen verwiesen werden muß, zumal, da bisher die Konstruktionen außerordentlich verschiedenartig gestaltet sind. Einen vortrefflichen Ueberblick über Versuche der letzten Jahre bietet die von Wellner zusammengestellte Tabelle S. 259. Es darf hierbei nicht unerwähnt gelassen werden, daß eine nicht zu unterschätzende Vorschule in der Flächenanordnung zum Bau von Drachenfliegern und in der Klärung ihrer Stabilitätsgesetze der Entwicklung der wissenschaftlichen Drachen zukommt, die im Dienste der Aerologie registrierende Instrumente bis in Höhen von über 6000 m hinauf tragen. Einen praktischen Wert hat im übrigen die Flugtechnik bisher nicht nachweisen können, sie ist vorläufig ein äußerst anregender und vielversprechender Sport.

Die Ballontechnik [3], [4] befaßt sich außer mit der Herstellung gewöhnlicher der Wissenschaft, dem Sport und der Militärwissenschaft dienender, meist kugelförmiger Ballons (f. Ballon), Freiballons genannt, im Falle man sie bemannt frei fliegen läßt, auch mit der Herstellung von Fesselballons (f. d.) und Ballonschiffen (Luftschiffe, Motorluftschiffe, Lenkballons, Lenkbare). Eine besonders zweckmäßige Konstruktion eines Fesselballons ist der Drachenballon (f. d.), der in der Landarmee und Marine (Fesselballonschiffe) Verwendung findet. Hinsichtlich der Ballonschiffe [3], [5] haben sich neuerdings drei Konstruktionsysteme herausgebildet, nämlich: 1. pralle Ballonschiffe (Vertreter Major v. Parfeval, Fig. 1, S. 257), 2. halbstarre Ballonschiffe (Vertreter Lebaudy-Juillot, preußisches Luftschifferbataillon, Fig. 2, S. 257), 3. starre Ballonschiffe (Vertreter Graf v. Zeppelin, Fig. 3, S. 260).

Das Kriterium für die Beurteilung der Brauchbarkeit eines Ballonschiffes liegt, abgesehen von militärischen Gesichtspunkten, in seiner Schnelligkeit, in seinem Aktionsradius und in seiner Tragkraft. Jeder Konstrukteur muß also darauf bedacht sein, eine zur Ueberwindung des Luftwiderstandes günstige langgestreckte Form, die im Fluge stabil bleibt, von der nötigen Größe zu erbauen und kräftige Motore mit Betriebsmaterial und Besatzung für möglichst lange Zeit mitzuführen. Auch die Ballontechnik befindet sich heute noch im Werden, jedoch hat sie der Flugtechnik gegenüber den Vorteil voraus, bereits praktisch verwendbar zu sein. In jeder Beziehung zukunftsreich ist die starre Konstruktion des Grafen v. Zeppelin, die auch bisher in ihren Leistungen alle andern Systeme übertrifft; ihre Eigenart verlangt allerdings besondere Einrichtungen (Luftschiffhäfen), die jedoch mit der Zeit auch von den andern Konstruktionen werden benötigt werden, wie denn

Tabelle der neuen Drachenfliieger.

Namen und Ort	Totalgewicht und Motor G in kg	Tragflächen		Anordnung	G F	Motorleistung in Pferde- kräften vor- handen benutzt N	Treib- schrauben		Anmerkungen		
		Ausmaß F in qm	Spann- weite in m				G	Ne		An- zahl	Durch- messer in m
Brüder Wright, Amerika	420	46	12	Offene gerade Doppelfläche	9,1	20	16	1	1,8	Flogen im Jahre 1905 und 1906 angeblich oft bis $\frac{1}{2}$ Stunde lang und viele Kilometer weit.	
Santos-Dumont I, Paris . . .	300	60	12	Zwei Zellen-drachenförmig, schräg auseinander stehend	5	50	24	12,5	1	2	Flog am 4. September 1906 220 m weit und stieß beim Landen mit dem Kopfsteuer an. Flog am 2. April 1907 55 m weit und kippte dann.
Santos-Dumont II, Paris . . .	280	14	11	Zwei Zellen-drachenförmig, schräg auseinander stehend	20	50	40	7	1	2	Kam beim Flugverfuche am 27. März 1907 zu Fall mit verbogenen Flügeln.
Blériot und Voisin, Paris	400	50+14	10	Doppelfläche und ovale Schwanz- fläche	6,25	50	40	10	2	2	Stieß am 12. November 1906 beim Flugverfuche gegen den Boden und kam nicht in die Höhe.
Blériot I, Paris	236	15	7,8	Gefchweifter Vogelflügel, nach oben aufklappbar	15,7	24	20	11,8	1	1,6	Konnte sich am 27. März 1907 nicht vom Boden erheben, strefte am 10. April 1907 nach 6 m Flug die Erde und wurde schadhaf.
Blériot II, Paris	260	13	7,8	Gefchweifter Vogelflügel, nach oben aufklappbar	20	24	20	13	1	1,6	Projekt für den Sommer 1907.
Delagrangé II, Paris	420	40+20	10	Parabolifch gewölbte Doppel- fläche vorn und im Schwanz	7	50	30	14	1	2,1	Flog am 7. März und am 10. April 1907 60 m weit und landete glatt. Sein erster Apparat, nur 320 kg schwer, brach beim Verfuch zusammen.
Vuia I, Paris	260	22	8,7	Fiedermausfläche	13,3	24	20	13	1	2,2	Machte am 12. und 27. März 1907 mehrere Sprünge in die Luft und flog etwa 8 m weit. Beim Landen zerbrachen die Räder.
Vuia II, Paris	220	15,5	8,5	Fiedermausfläche	14	24	20	11	1	2,2	Projekt für den Sommer 1907.
Antoinette, Paris	500	25	10	Einfache Tragfläche	20	100	70	7,1	1	2,5	Projekt für den Sommer 1907.
Brüder Zens, Paris	320	20+10	8,5	Doppelfläche mit einfacher Schwanzfläche	10,6	50	40	8	1	2,05	Projekt für den Sommer 1907.
Esnault-Pelterie, Paris . . .	240	15	10	Parabolifch gewölbte einfache Tragfläche	16	25	20	12	1	2	Flog am 27. Oktober 1907 zum erstenmal fehr stabil etwa 400 m weit.
De la Vaux, Paris	400	40	15	Parabolifch gewölbte einfache Tragfläche	10	50	40	10	2	2	Projekt für den Sommer 1907.
Kapférer, Paris	320	32+10	11	Doppelfläche vorn und rück- wärts	7,6	25	20	16	1	1,6	Erlitt bei einem Flugverfuche am 1. März 1907 eine Havarie.
Etrich und Wels, Trautenau (Böhmen)	300	30	10	Einfache Tragfläche, zusammen- faltbar	10	25	20	15	1	1,5	Soll schon eine kurze Strecke gut geflogen fein.
Ellehamer, Dänemark	320	16	8,5	Mittelbogen mit zwei Seitenflügeln	20	24	18	17,8	1	1,8	Soll schon eine kurze Strecke geflogen fein.
Hofmann, Berlin	420	36	20	Zwei Tragflächen, gelenkig zusammenlegbar	11,7	30	24	17,5	1	3,6	Projekt mit Dampftrieb; der Propeller hat doppelte Scheibenpaare.

liniger Strahlrichtung; über dem Auge, in der Höhe h beginnend, sei eine Luftschicht mit nach oben rasch steigender Temperatur horizontal gelagert, derart, daß die Strahlen in dieser Schicht Kreise bilden, deren Krümmungsmittelpunkte in einer in der Tiefe a unter dieser Schicht befindlichen Horizontalebene liegen. Ein Gegenstand P in der horizontalen Entfernung $2e$ vom Auge kann nun von A aus mehrfach gesehen werden, direkt in geradlinigem horizontalen Strahl und indirekt vermittelt Strahlen, die sich von P schief erheben, in der anormalen Schicht einen Kreisbogen beschreiben und dann schief abwärts unter dem Höhenwinkel α das Auge erreichen. Die Figur gestattet unmittelbar die Gleichung abzulesen: $a \operatorname{tg} \alpha + h \operatorname{cotg} \alpha = e$, deren Auflösung für α die Bedingungen der Möglichkeit einer Luftspiegelung und zutreffendenfalls zwei verschiedene Werte von α ergibt, für deren größeren $\partial \alpha / \partial h$ negativ und $\partial \alpha / \partial e$ positiv, für deren kleineren $\partial \alpha / \partial h$ positiv und $\partial \alpha / \partial e$ negativ wird, deren ersterer einem aufrechten, deren letzterer einem verkehrten Bilde entspricht. Zu den Bedingungen tritt noch diejenige genügender Dicke der anormalen Schicht, in welcher eine Veränderung der Lichtgeschwindigkeit um mehr als 0,029% physikalisch unmöglich ist. — Für künstliche Nachbildung der Erscheinungen bedient man sich nach Wollaston [5] entweder der Luft über einem erhitzten Bleche oder geschichteter Flüssigkeiten in Glaströgen, wie Wasser und Zuckerlösung, Wasser und Schwefelsäure; nach [3] und [6] eignen sich sehr gut Schwefelkohlenstoff und Alkohol, wobei durch Beimischung einer kleinen Menge Fluoreszein der gekrümmte Strahlengang innerhalb der Diffusionschicht sichtbar wird. Eine eingehende Behandlung des Gegenstandes s. bei [7].

Literatur: [1] Schütte, Das Reich der Luft, frei nach Flammarion, Leipzig 1875. — [2] Biot, Sur les réfractions extraordinaires qui s'observent très près de l'horizon, Mémoires de sciences math. et phys. de l'Institut de France, 1809. — [3] Macé de Lipinai und Perrot, A., Contribution à l'étude de mirage, Annales de chimie et de physique, VI, 27, 1892, S. 94. — [4] Schmidt, A., Die cykliche Refraktion, Programmabhandlung des Stuttgarter Realgymnasiums 1878, S. 8. — [5] Wollaston, On double images etc., Philos. transactions 90, 1800, S. 239, oder Gilbert, Annalen der Physik, 11, 1802, S. 1. — [6] Wiener, O., Darstellung gekrümmter Lichtstrahlen u. f. w., Wiedemanns Annalen, 49, 1893, S. 105. — [7] Pernter, Meteorologische Optik, II, Kap. 3 und 4, Leipzig und Wien 1902. Aug. Schmidt.

Luftspieß, s. Eifengießerei, Bd. 3, S. 356, Fig. 7.

Luftstein, s. v. w. Lehmstein (s. d.).

Lufttemperatur eines Ortes ist, soweit es sich um einen Mittelwert handelt, bedingt durch die von der Sonne zugeführte Wärmemenge und den Betrag der Ausstrahlung nach dem Weltraum, durch die physikalische Beschaffenheit der Erdoberfläche, die den Grad deren Erwärmung und Erkaltung bestimmt, durch die Wärmeverhältnisse der herrschenden Luftströme, wobei insbesondere die durch die großen Kontinente hervorgerufenen Luftzirkulationen, die Monsune, die Tag- und Nachtwinde und die durch den Lufttransport vermittelte Einwirkung der Meeresströmungen hervorzuheben sind, durch die Erhebung des Ortes über dem Meeresspiegel und die lokale Gestalt der Erdoberfläche (Tal, Abhang u. f. w.). Im besonderen Falle wirken der Wind, der Grad der Himmelsbedeckung und die mehr zufällige Beschaffenheit des Bodens, ob feucht oder trocken, und zumal eine etwa vorhandene Schneedecke, die die Ausstrahlung begünstigt und die Einstrahlung vermindert, mehr oder weniger bestimmend mit. Bis zu welchem Grad die Bewölkung die Temperatur zu beeinflussen vermag, lehren die Mitteltemperaturen in den Tropen, wo die kalten Jahreszeiten mit dem höchsten, die warmen mit dem niedrigsten Sonnenstande zusammenfallen, da die durch starke Bewölkung ausgezeichneten Regenzeiten hier mit dem höchsten Sonnenstande zusammenfallen.

Zur Bestimmung der Lufttemperatur bedient man sich der Thermometer (s. d.), auf Reisen mit Vorteil eines Schleuderthermometers oder des Abmannschen Aspirationspsychrometers, sonst aber fest aufgestellter Thermometer, und zwar der sogenannten Fensteraufstellungen an der Nordseite von Gebäuden oder der sogenannten Thermometerhütten, die frei in der Sonne aufgestellt werden. Als Fensteraufstellungen sind besonders zu nennen die „altpreussische“, wo die Thermometer ganz frei in passender Entfernung vor dem Fenster angebracht werden, die Hellmannsche, wo die Thermometer in einem unten offenen Zinkblechgehäuse untergebracht sind, das eine von Reiner erdachte Vorrichtung zum Selbstöffnen beim Heranziehen des Gehäuses an das Fenster hat, und die bayrische Fensteraufstellung, die sich von der letzteren dadurch unterscheidet, daß das Gehäuse sowohl unten als auf der Nordseite offen ist. Von den Thermometerhütten sind die verbreitetsten die „englische Hütte“ oder „Stevenson-Screen“, bei welcher der durch Jalousiebretchen allseits abgeschlossene Thermometerraum nur etwa die Dimensionen 45 · 45 · 35 cm hat und die Thermometer in etwa 1,8 m Höhe über dem Erdboden aufgestellt werden, die Wildsche Hütte, die erheblich größer und nach Norden offen, ca. 4,6 m hoch ist und die Thermometer in ca. 3,2 m Höhe über dem Boden anbringen läßt, und die „französische Hütte“, die im wesentlichen nur aus einem doppelten Dache besteht von solcher Neigung, daß zur Mittagszeit eine Sonnenbestrahlung der Thermometer ausgeschlossen ist, womit noch einen besonderen Bretterschirm nötig macht, um morgens und abends die Sonne abzuhalten, und die Thermometer in 1,5 m über dem Boden aufstellen läßt. Die Frage nach der besten Thermometeraufstellung hat mancherlei Kontroverse veranlaßt. Nach Sprung geben die ver-

schiedenen Formen der Fensteraufstellungen, einschließlich der ganz freien Aufstellung vor dem Fenster, wenn die Thermometer vollkommen gegen Sonnenstrahlen geschützt sind, gut übereinstimmende Temperaturen und eine größere Übereinstimmung als die Hüttenaufstellungen. Zwischen den Temperaturen bei beiderlei Aufstellungen bestehen systematische Abweichungen, indem die Tageschwankungen in der Hütte größer als vor dem Fenster ausfallen. Die Vergleichung der Thermometerangaben mit denen eines Schleuderthermometers ergab die meisten Vorzüge für die „englische Hütte“, führte indessen, zumal die Aufstellung einer Hütte wohl auf den meisten Stationen kaum möglich sein würde, nicht zur Verwerfung der Fensteraufstellung, wohl aber zu der Forderung, in ein und demselben Beobachtungsnetz nicht verschiedene Thermometeraufstellungen einzuführen. Auf allen meteorologischen Stationen, außer den Regen- und Gewitterstationen, wird heute an geprüften Thermometern neben der Bestimmung der täglichen Maximum- und Minimumtemperatur die Temperatur der Luft an den festen Beobachtungsterminen täglich mehrfach abgelesen und auf den besser ausgerüsteten Stationen auch fortlaufend durch Registrierinstrumente aufgezeichnet. Soweit die Terminbeobachtungen telegraphisch an meteorologische Zentralstellen, die der Wetterprognose dienen, übermittelt werden, dienen sie zur Zeichnung der synoptischen Wetterkarten, wo den konstruierten Isothermen noch eine besondere Bedeutung zukommt; ihr Verlauf steht nämlich zu dem Fortschreiten der barometrischen Minima in der Beziehung, daß diese bei ihrer Fortbewegung Gebiete relativ hoher Temperatur auf ihrer rechten Seite liegen zu lassen pflegen, falls nicht die allgemeine Verteilung des Luftdruckes in entgegengesetztem und stärkerem Sinne einwirkt. Allgemein werden die Temperaturbeobachtungen der Stationen zu Mittelwerten der Monate und des Jahres vereinigt, zum Teil auch in den Einzelwerten, in den meteorologischen Jahrbüchern veröffentlicht, in denen sie dann für klimatologische Untersuchungen zugänglich sind. Neben den in längeren oder kürzeren Zeiträumen (Monaten, Jahreszeiten, Jahr, Luhrum, Dezennium u. f. w.) beobachteten absoluten Extremen der Lufttemperatur und deren aus vielen solcher Zeiträume abgeleiteten Mittelwerten hat auch die mittlere periodische Tageschwankung (der Unterschied zwischen den Monatsmitteln der täglichen Extremtemperaturen) und die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur (das Mittel aus der Aenderung der Temperatur eines bestimmten Zeitpunktes von einem Tage zum andern oder das Mittel der Aenderung der mittleren Tagestemperatur von einem Tage zum andern) für die Klimatologie Bedeutung.

Literatur: Bibliography of meteorology, I, Temperature (bis 1887 reichend) herausgeg. vom Signal Service, Washington City 1889; Abmann, Das Aspirationspsychrometer, Abhandlungen vom Kgl. Preuß. Meteorolog. Institut, Bd. 1, 1891; Schubert, Ein Schleuderthermometer und Psychrometer, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1896; Wild, H., Neue Versuche über Bestimmung der wahren Lufttemperatur, Repertorium für Meteorologie, Bd. 10, Nr. 4 und 10, Petersburg 1885 und 1887; Köppen, Studien über die Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks, 1. Teil, Untersuchung über die Bestimmung der Lufttemperatur, Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, Hamburg 1887; Sprung, Bericht über vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Thermometeraufstellungen zu Groß-Lichterfelde bei Berlin, Abhandlungen des Kgl. Preuß. Meteorol. Instituts, Bd. 1, Berlin 1888; Hartmann, J., Ueber einen Satz der Thermometrie, Meteorol. Zeitschr., Bd. 14, 1897; Jelinek, Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen nebst einer Sammlung von Hilfstabellen, 2 Teile, 4. Aufl., Wien 1895 (Leipzig); Meyer, Hugo, Anleitung zur Bearbeitung meteorologischer Beobachtungen für die Klimatologie, Berlin 1891; Ekholm, Ueber Emission und Absorption der Wärme und deren Bedeutung für die Temperatur der Luft der Erdoberfläche, Meteorol. Zeitschr., Bd. 19, 1902; Langley, Ueber eine mögliche Aenderung der Sonnenstrahlung und deren wahrscheinlichen Effekt auf die Temperatur der Erde, in The Astrophys. Journal, XIX, 1904, Meteorol. Zeitschr., Bd. 21, 1904; Schubert, Der Wärmeaustausch im festen Erdboden, in Gewässern und in der Atmosphäre, Berlin 1904, Referat in Meteorol. Zeitschr., Bd. 21, 1905; Angot, Etude sur la variation diurne de la température, ebend., Hann-Band 1906; Bezold, W. v., Ueber Strahlungsnormalen und Mittellinien der Temperatur, ebend. *Großmann.*

Lufttrockenzingmaschine, vgl. Weberei.

Lufttrocknung, f. Trockenapparate, Ziegel- und Tonwarenfabrikation.

Luftventile, Vorrichtungen zum Ablassen der Luft aus Rohrleitungen; man unterscheidet selbsttätige, welche an den höchsten Punkten einer Leitung angebracht, und solche, welche von Hand geöffnet und nach Entfernung der Luft wieder geschlossen werden. Letztere dienen hauptsächlich zum Ablassen der Luft beim Füllen neuer oder vorher entleerter Leitungen.

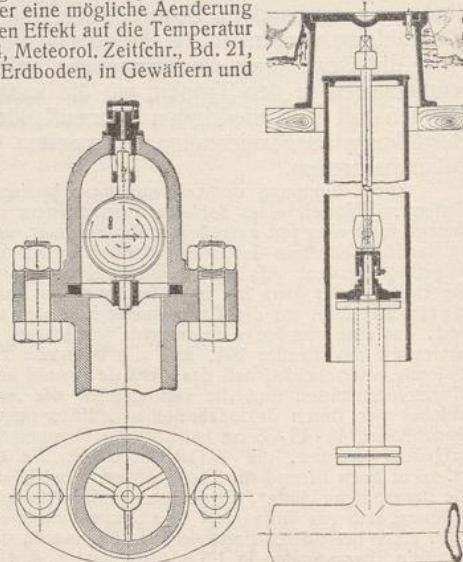


Fig. 1.

Fig. 2.

Beim selbsttätigen Luftventil (Fig. 1) verschließt nach Anfüllung des Ventilgehäuses mit Wasser der Auftrieb der Schwimmkugel S mittels der in zwei Führungen laufenden Kolbenflange K die nach außen führende Oeffnung in der Ventilhaube. Sammelt sich unter der Schwimmkugel Luft an, so sinkt die erstere vermöge ihrer Schwere in die in der Figur gezeichnete Stellung zurück, vorausgesetzt, daß das Gewicht von Schwimmkugel und Kolbenflange größer ist als die Preßung gegen die nach außen führende Oeffnung. Die Luft entweicht sodann durch letztere so lange, bis Wasser nachdringt und die Kugel wieder hebt. — Als best-wirkende selbsttätige Luftventile sind übrigens die ständig laufenden Brunnen anzusehen, deren Zuflußrohr von der höchsten Stelle der zu entlüftenden Rohrleitung abzweigt. Fig. 2 stellt ein nicht selbsttätiges Luftventil dar. Die Hauptleitung ist mit einem Abzweigstutzen nach oben versehen, an welchen ein kurzes Rohrstück von kleinerem Durchmesser anschließt, welches oben das Luftventil trägt, etwa in der Tiefe von 1 m unter dem Straßenniveau; der Raum zwischen Luftventil und Straßenoberfläche ist durch ein ziemlich weites Schutzrohr abgeschlossen und oben eine Straßenkappe mit abnehmbarem Deckel aufgesetzt; das Oeffnen und Schließen des Luftventils geschieht mit einem einzufsteckenden Schlüssel. Die Lichtweite des Luftauslasses ist genügend groß, wenn man den Durchmesser des rund gedrehten Luftkanals zu etwa 5% des Rohrdurchmessers annimmt. Für lange Leitungen von größerem Durchmesser sind Doppelluftventile mit zwei Schwimmkugeln zu empfehlen. Die eine Kugel schließt eine Oeffnung von ca. 125 mm ab, durch welche beim Anfüllen der Leitung die Luft leicht und ungestört entweichen kann; die zweite Kugel verschließt eine Oeffnung von etwa 10 mm und läßt durch diese kleine sich anammelnde Luftmengen entweichen.

C. Blecken.

Luftverdrängung, f. Gasdichtebestimmung (nach V. Meyer), Bd. 4, S. 280.

Luftwalze, f. Papierfabrikation.

Luftwechsel, f. Lüftung geschlossener Räume.

Luftwiderstand. Bewegt sich ein Körper relativ zur Luft (oder zu einer andern Flüssigkeit), so erfährt er einen von seiner Form und der Geschwindigkeit der Bewegung abhängigen Widerstand, der außerdem der Dichte der Luft proportional ist. Nur zum allerkleinsten Teile ist derselbe eigentlicher Reibungswiderstand; in der Hauptsache entsteht er durch die infolge der Bewegung des Körpers veränderte Luftbewegung. Ist diese Luftbewegung und die zugehörige Druckverteilung bekannt, so ergibt sich der Luftwiderstand als Gesamtwirkung der Drucke auf die Oberfläche des Körpers, die im allgemeinen Falle durch eine Resultante durch den Schwerpunkt und ein resultierendes Paar ersetzt werden kann. Die Resultante beeinflusst die Bewegung des Schwerpunktes, das Paar versucht den Körper zu drehen. Bewegt sich der Körper parallel zu einer Symmetrieebene, so hat der Luftwiderstand eine in dieser Symmetrieebene liegende, im allgemeinen nicht durch den Schwerpunkt gehende Resultante.

In wenigen Fällen, z. B. für eine mit gleichförmiger Geschwindigkeit sich bewegende Kugel, ist die Bewegung des umgebenden Mittels theoretisch zu verfolgen. Die Resultante der Druckwirkungen verschwindet aber, wenn man von der Reibung absteht, in diesen und ähnlichen Fällen. Der Grund, warum eine Kugel praktisch trotzdem einen sehr merklichen Widerstand erfährt, liegt darin, daß die Bewegung des Mittels nicht so glatt erfolgt, wie es die Theorie voraussetzt; es lösen sich nämlich auf der Rückseite des bewegten Körpers die auf der Vorderseite glatt anliegenden Stromlinien ab und bilden einen energieverzehrenden, mit Wirbeln erfüllten Raum, den der Körper hinter sich herzieht. Durch geeignete Formgebung (Zigarren- oder Fisch- bzw. Torpedoform) kann das Ablösen der Stromlinien nahezu vermieden und damit der Luftwiderstand auf ein sehr geringes Maß herabgesetzt werden. Der Luftwiderstand ist innerhalb der Grenzen von $v = 0,2$ m bis $v = 250$ m dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional; in der Nähe der Schallgeschwindigkeit (330 m) wächst er sehr viel rascher; bei Geschwindigkeiten über 400 m befolgt er ein neues quadratisches Gesetz mit dreimal größerer Konstante, was auf die Bildung einer konischen Kopfwelle, die von der Vorderseite des bewegten Körpers ausgeht, zurückgeführt wird. Bei gleicher Form ist der Luftwiderstand der Fläche F der Projektion des Körpers auf eine zur Bewegung senkrechte Ebene proportional und wird durch folgende Formel in Kilogramm ausgedrückt: $W = \frac{a\gamma}{g} F v^2$, wo γ das Gewicht

von 1 cbm Luft $g = 9,8$ m, F qm, v m bedeutet. Der Formfaktor a ist annähernd für ebene zur Bewegung senkrechte Flächen 0,8–1,0, für die Kugel 0,33, für einen senkrecht zur Achse angeblasenen Zylinder 0,67; für eine schiefe Ebene $\sin \alpha$, wo α den Winkel mit der Bewegungsrichtung bildet, ähnlich für Kegel und Pyramide, für eine günstige Torpedoform ist $a < 0,15$. Bei einer schiefen Ebene steht die Resultante des Luftwiderstandes senkrecht zur Ebene, geht aber nicht durch die Mitte, sondern nähert sich mehr dem angeblasenen Rande.

Als Beispiel für die Bewegung des Massenmittelpunktes im widerstehenden Mittel möge die Bewegung eines schweren, in Translation vertikal abwärts begriffenen Körpers behandelt werden, dessen Symmetrieachse vertikal ist. Die Resultante aller Widerstände des Mittels ist eine am Massenmittelpunkte vertikal aufwärts wirkende Kraft W und die Gleichung der Bewegung $m \frac{d^2 x}{dt^2} = mg - W$, oder wenn die Beschleunigung des Widerstandes $W: m = \psi$ gesetzt

wird, $\frac{d^2 x}{dt^2} = g - \psi$. Setzt man $\psi = \varepsilon v^2$ oder, wenn k die Geschwindigkeit wäre, für welche

$\psi = g$ würde, $\psi : g = v^2 : k^2$, so wird die Bewegungsgleichung $\frac{d^2 x}{dt^2} = g \frac{k^2 - v^2}{k^2}$, worin x positiv vertikal abwärts gerechnet ist. Diese Gleichung liefert vermöge $\frac{dx}{dt} = v$ die weitere $t = \frac{1}{2} \frac{k}{g} l \cdot \frac{k+v}{k-v}$, wo das Zeichen l den natürlichen Logarithmus bedeutet, und $v = 0$ wird für $t = 0$. Hieraus ergeben sich

$$v = k \cdot \frac{e^{\frac{g}{k} t} - e^{-\frac{g}{k} t}}{e^{\frac{g}{k} t} + e^{-\frac{g}{k} t}}, \quad x = \frac{1}{2} \frac{k^2}{g} l \cdot \frac{1}{2} \left(e^{\frac{g}{k} t} + e^{-\frac{g}{k} t} \right),$$

wenn auch x mit t verschwindet. Man erkennt hieraus, daß mit wachsender Zeit t die Geschwindigkeit sich k als Grenze nähert, die Bewegung also immer mehr gleichförmig wird. Für sehr große t wird näherungsweise $x = kt - \frac{k^2}{2g} l^2$. — Für die aufsteigende Bewegung

würde die Bewegungsgleichung: $\frac{d^2 x}{dt^2} = -g \frac{k^2 + v^2}{k^2}$ und wenn v_0 der der Zeit $t = 0$ entsprechende Wert von v ist:

$$v = k \cdot \frac{v_0 \cos \frac{g}{k} t - k \sin \frac{g}{k} t}{v_0 \sin \frac{g}{k} t + k \cos \frac{g}{k} t}, \quad x = \frac{1}{2} \frac{k^2}{g} l \cdot \frac{k^2 + v_0^2}{k^2 + v^2}.$$

Näheres hierüber f. Schell, Theorie der Bewegung u. der Kräfte, Leipzig 1879, Bd. 1, S. 339–344.

Literatur: v. Löbl, F., Die Luftwiderstandsgefetze, Wien 1896; Lilienthal, O., Der Vogelflug, Berlin 1889; Langley, S. P., Experiments in aerodynamics, Smithsonian contributions to knowledge Nr. 801 v. 27., Washington 1891; Recknagel, G., Zeitfchr. d. Ver. deutscher Ing. 1886, Bd. 30, S. 489. (Schell) Finsterwalder.

Luftziegel (Luftstein), f. Lehmstein.

Lugaus (Luginsland), Wartturm auf erhöhtem Platze zum Ueberfchauen einer Gegend; auch besonderer Aufbau an Türmen zu einem geschützten Aufenthalt für einen Wächter.

Lugger, f. Logger.

Luggerfegel, f. Befegelung, Bd. 1, S. 724.

Luhme, freier Platz auf Speicherböden zum Umschütten des Getreides.

Lukaslampe, f. Gasglühlicht.

Luke, 1. nur durch einen Laden verschließbare Oeffnung an Dächern, Böden u. f. w.; 2. f. v. w. Falltüre (f. d.).

Luke, Oeffnung im Schiffsdeck, welche als Zugang zu den unteren Räumen oder zum Einbringen und Löschen der Ladung dient.

Luken werden von stärkeren Lukenbalken und Lukenfchlingen begrenzt und erhalten über Deck ein hölzernes oder eisernes Süll. Die als Niedergänge dienenden Luken werden mit einer festen Kappe oder einem wegnehmbaren Regenfegelgestell geschützt oder bei Nichtbenutzung mit einer Grätig zur Lüftung der unteren Decks bedeckt. Die Ladeluken erhalten Deckel mit einer Schutzprefnung. T. Schwarz.

Lumachelle, f. Kalkstein, Bd. 5, S. 297.

Lumineszenz bezeichnet eine Gruppe von Erscheinungen des Leuchtens, die aus den allgemeinen zwischen Temperatur und Lichtemission der Körper bestehenden Gesetzen sich nicht erklären lassen.

Das Licht glühender Körper läßt für gewöhnlich aus feiner Farbe, aus der Wellenlänge der darin vertretenen Spektralfarben die Temperatur der Körper erkennen (f. Emission). Durch Wärmezufuhr, auch bloß in Form dunkler, strahlender Wärme, wird die Temperatur der Körper gesteigert, so daß sie im Glühzustande Strahlen kleinerer Wellenlänge und größerer Brechbarkeit ausenden, als sie absorbiert haben. Diesen Vorgang der Umwandlung von Strahlung langer in Strahlung kurzer Wellenlänge nennt man auch Calceszenz, zum Unterschied von der umgekehrten Erscheinung, die in manchen Fällen auftritt, der Lumineszenz, bei der die Körper eine Umwandlung, sei es von chemischer oder elektrischer Energie, sei es von Strahlen kleiner in Lichtstrahlen größerer Wellenlänge, bewirken und oft weit unter Glühtemperatur Strahlen des sichtbaren und des ultravioletten Spektrums ausenden, die für gewöhnlich eine höhere Temperatur kennzeichnen. Dem Verhalten des Phosphors entsprechend, der an der Luft unter Bildung von phosphoriger Säure im Dunkeln leuchtet, nennt man alle Erscheinungen des kalten Leuchtens im Dunkeln Phosphoreszenz und die Körper, die Träger dieser Erscheinung sind, Phosphore, früher auch Lichtfänger, weil man sich vorstellte, die Körper haben das im Dunkeln ausgefrahlte Licht zuvor bei Tage eingefaugt. Dem Verhalten mancher Flußspate entsprechend, im reflektierten Tageslicht in einer von der des durchgehenden Lichtes verschiedenen Farbe der Oberflächenschichten zu strahlen, heißen ähnliche Erscheinungen eigner Lichtentwicklung befrahlter Körper Fluoreszenz. Nach dem Vorschlage von E. Wiedemann [1] faßt man beiderlei Erscheinungen, die Phosphoreszenz und die Fluoreszenz (in manchen Fällen ist die Wahl der Bezeichnung zweifelhaft), unter dem Namen Lumineszenz zusammen

und unterscheidet je nach der Ursache, welche die Körper zur Lumineszenz erregt, Photo-, Elektro-, Kathodo-, Chemi-, Thermo-, Tribo-, Kristallolumineszenz, je nachdem Belichtung, elektrische Entladungen, Kathodenstrahlen, chemische Umsetzungen, Erwärmung, Reibung, Kristallisation die erregende Ursache bilden. Die Bezeichnungen Phosphoreszenz und Fluoreszenz bilden dann im engeren Sinn die Unterabteilungen der Photolumineszenz, je nachdem die Erscheinung nachdauert oder zugleich mit der Bestrahlung aufhört. Chemilumineszenz zeigen außer dem Phosphor auch andre in rascher Oxydation befindliche Stoffe, wie faulendes Holz, Fleisch, deren Phosphoreszenz durch leuchtende Bakterien veranlaßt wird. Das Licht der Leuchtwürmer und Leuchtkäfer, das durch einen Bazillus verursachte Meerleuchten, das Leuchten mancher Spaltpilze, mancher Pilze, wie des *Agaricus olearius*, mancher Tiefseeeorganismen ist ebenso zur Chemilumineszenz oder freiwilligen Lumineszenz zu rechnen, wie das Phosphoreszieren ätherischer Oele (Terpentinöl), mancher Fettkörper, einiger Alkohole bei alkalischer Reaktion unter Einwirkung von Ozon. Photolumineszenz als Phosphoreszenz ist längst bei einigen nach der Bestrahlung durch Sonnenlicht im Dunkeln nachleuchtenden Mineralien bekannt, wie bei dem Schwerpat, manchen Alabastern, bei Kalkpat, Arragonit, Kreide, Strontianit, Witherit, manchen Flußspaten, unter denen der Chlorophan von Nerfchinsk am berühmtesten ist, der noch zehn Tage lang nachleuchtet. Auch Stoffe wie Leim, Gummi, Papier, kannte man als phosphoreszierend. Beim Erwärmen tritt die Phosphoreszenz verstärkt hervor, um dafür in der Dauer abgekürzt zu werden. Besonders schön aber zeigen künstliche Präparate die Eigenschaft der Phosphoreszenz. Es sind hauptsächlich die Sulfide der alkalischen Erden unter Zusatz kleinster Quantitäten von Metalloxyden, wie Magnesia, Kupfer-, Mangan-, Wismut-, Uranoxyd, die je nach ihrer Zusammenfassung und Behandlung beim Glühen verschiedenfarbige Leuchtstoffe liefern. Cantons Leuchtstein wurde durch Glühen von Außerschalpulver mit Schwefel hergestellt, der Bononische oder Bologneser Leuchtstein aus dem Schwerpat von Monte Paterno bei Bologna, der beim Glühen mit dem beigemischtem Tragantgummi eine Kohlereduktion erfährt, Ofans Leuchtstein durch Glühen von Außerschalpulver mit Realgar (Schwefelarsen); Seelenhorfs Leuchtsteine sind Strontiumverbindungen verschiedener Phosphoreszenzfarben, die Balmainschen Leuchtfarben Calciumverbindungen. Diese letzteren luftbeständigeren Präparate enthalten ein Gemisch von Sulfat und Sulfid mit einem klebenden Bindemittel und werden zu Oel- und Lackfarben verarbeitet, um die damit besrichenen Geräte im Dunkeln leuchtend zu machen. Bei der Herstellung der Leuchtfarben spielen Temperatur und Dauer des Erhitzens eine wichtige Rolle; Schwefelstrontium, unter 500° geglüht, gibt gelbes, über 500° violettes Licht, Calciumsulfid erfordert eine eineinhalbstündige Erhitzung auf etwa 900°, Bariumsulfid noch höhere Temperatur. Auch je nach der Temperatur, bei der die Belichtung erfolgt, ist die nachfolgende Phosphoreszenzfarbe verschieden. Näheres über Phosphore f. bei [2], [3], [4]. Die Dauer der Phosphoreszenz ist bei vielen Körpern so kurz, daß sie nur durch besondere Hilfsmittel erkannt werden kann. Becquerels Phosphoroskop gestattet mittels rotierender Scheiben mit Ausschnitten diese Dauer bis auf 0,0002 Sekunden herab zu erkennen und die Erscheinung bei einer großen Zahl von Körpern nachzuweisen. Wird die Dauer unmeßbar klein, so haben wir die Erscheinung der Fluoreszenz. Beiderlei Erscheinungen gemeinsam ist ein Gesetz, die Stokes'sche Regel, die sich aus der spektralanalytischen Prüfung des Lumineszenzlichtes ergibt: Die erregten Strahlen haben eine größere Wellenlänge als die erregenden. Dieser Regel entsprechend können rote und infrarote Strahlen keine Photolumineszenz bewirken und sind die violetten und ultravioletten die wirksamsten Erreger. Damit hängt die kräftige Lumineszenzwirkung zusammen, welche die Röntgenstrahlen (f. d.) und die Strahlen des sogenannten schwarzen Lichtes von Le Bon bewirken, in welchen man ultraviolette Strahlen sehr kleiner Wellenlänge erkannt hat (vgl. [5]). Eine Ausnahme erleidet die Stokes'sche Regel [6] bei lichtabsorbierenden Substanzen im Gebiete starker Absorptionsstreifen des Spektrums. Die bekanntesten fluoreszierenden Substanzen sind außer dem schon genannten Flußpat: Schwefel-saures Chinin, Uranglas, salpeterfaures Uranoxyd, Fluorescein, Eosin, Reforcinrot, Reforcinblau, Naphthalinrot, Chlorophylllösung, Kurkumafarbstoff, blauer Lackmusfarbstoff, Anthracen, Malz-zucker, Wasser, in das frische Roßkastanienrinde gelegt war, Erdöl, besonders aber die verschiedenen Platincyanmetalle, teils in Kristallen, teils in Lösung, von denen das Baryumplatin-cyanür sich zur Erkennung der Röntgenstrahlen empfiehlt und das prachtvolle Magnesiumplatin-cyanür sich nebedem durch den Dichroismus seiner Kristalle auszeichnet [7]. Ueber Thermo-lumineszenz und deren Beziehung zu einer von E. Wiedemann entdeckten Strahlung elektrischer Entladungen vgl. [8], über Kathodolumineszenz und Elektrolumineszenz [5] und [9] und die Art. Geißler'sche Röhren, Hittorf'sche Röhren, Röntgenstrahlen.

Literatur: [1] Wiedemann, E., Wied. Ann. 1888, 34, S. 446. — [2] Becquerel, Ed., La lumière, sa cause et ses effets, Paris 1867. — [3] Sagan, Corty und Pfeiffer in Dingl. Polyt. Journ. 1879, S. 303. — [4] Winkelmann, A., in dessen Handb. der Physik, 2. Aufl., Leipzig 1906, VI, 2. Heft, S. 784 ff., wofelbst auch weitere Literaturangaben. — [5] Guillaume, Ch. E., Les rayons X, Paris 1896, S. 128 und 68. — [6] Stenger, Wied. Ann. 1886, 28, S. 215. — [7] Lommel, ebend. 1879, 8, S. 634. — [8] Hofmann, M. W., ebend. 1897, 60, S. 269. — [9] Wiedemann, E., in Zeitfchr. für Elektrochemie 1895, 8, S. 159.

Aug. Schmidt.

Lumpen, wollene, werden zu Stickstoffdünger verarbeitet (f. Horn).

In reinem Zustande enthalten sie 11—13% Stickstoff, werden aber häufig nur mit 5—6% geliefert. Am meisten verunreinigt ist der aus den Shoddyfabriken und den Wollspinnereien gelieferte Wollstaub. Letzterer ist gewöhnlich an und für sich schon genügend fein verteilt, während die Lumpen zerkleinert und in Mehl verwandelt werden.

Weits.

Lumpenkocher, f. Hadernkocher und Papierfabrikation.

Lumpenschneider, -wolf, -zerfaserer, f. Papierfabrikation.

Lunker (Lunger, Saugtrichter), Hohlraum in Gußstücken, der infolge der Eigenschaft des Schwindens der Metalle beim Erstarren und Abkühlen, ferner aber auch durch Ausscheidung von Gasen, die im Gußstück eingeschlossen werden, entsteht.

Er findet sich an der Stelle, an welcher das Metall am längsten flüssig war. Die infolge der Schwundung entstandenen Hohlräume zeigen mit Kristallen oder kristallinischen Bildungen besetzte Wände, während die durch Gasauscheidung hervorgerufenen mehr oder weniger glatt sind. Da der Lunker ein Gußstück unbrauchbar machen kann, so sucht man ihn möglichst zu vermeiden oder ihn an einer für das Gußstück unschädlichen Stelle, gewöhnlich im Einguß, den man zu einem sogenannten verlorenen Kopf (f. Eifengießerei, Bd. 3, S. 363) erweitert, sich bilden zu lassen und den den Lunker enthaltenden Teil von dem Gußstück abzutrennen. Bei Flußeisen (Flußstahl)-blöcken wird bisweilen (abhängig vom Zweck, für den die Blöcke bestimmt sind) der den Lunker enthaltende Teil abgechnitten, wodurch natürlich viel Abfall entsteht; zweckmäßiger ist deshalb das Verfahren, die Lunkerbildung durch Beheizen des Blockkopfes oder durch Pressen des Blocks während des Erstarrens zu verhindern.

Das Beheizen des Blockkopfes nach Patent Riemer [2] geschieht mit Hilfe eines mit glühendem Koks gefüllten Ofens (Fig. 1, Heizanlage für Blöcke von 10—60 t), in dem durch gepresste Luft Kohlenoxydgas erzeugt wird, das oberhalb des Blocks zu Kohlenäure verbrannt wird. Der Ofen befindet sich vor dem Gießen des Blocks über der Kokille, um durch leichtes Anstellen des Gebläsewindes den Koks auf Rotglut anzublafen, wobei die bei *a* abziehende Flamme zum Vorheizen der Kokille und des feuerfesten Aufsatzes oder der feuerfesten Ausmauerung verwendet wird. Kurz vor Beginn des Gusses wird der Ofen von der Kokille entfernt und der Wind mit vollem Druck angelassen,

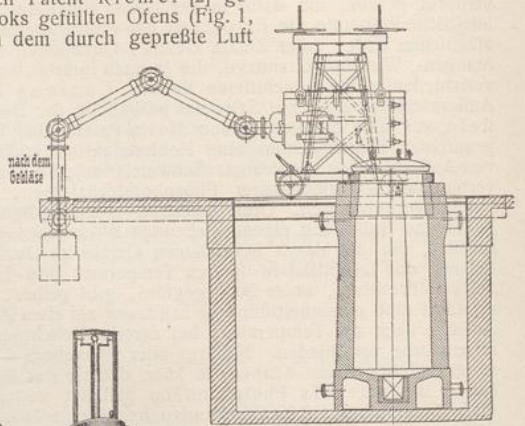


Fig. 1.

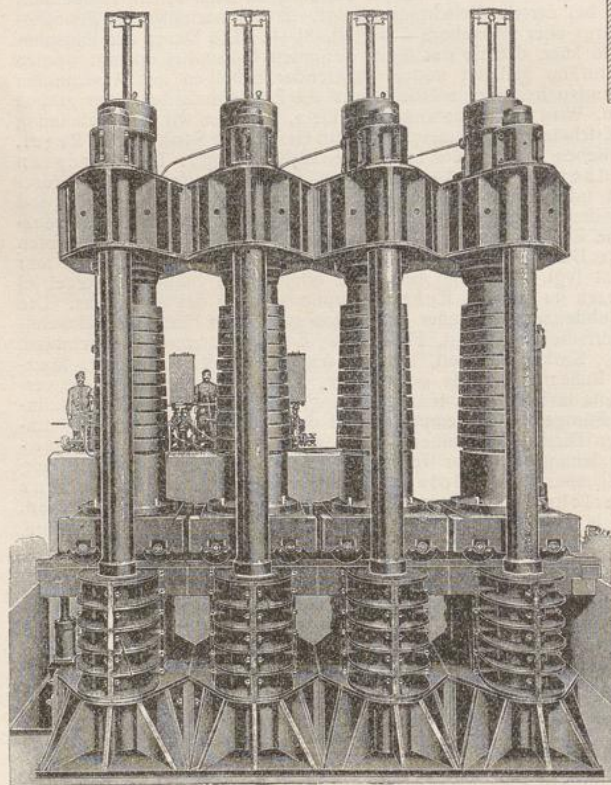


Fig. 3.

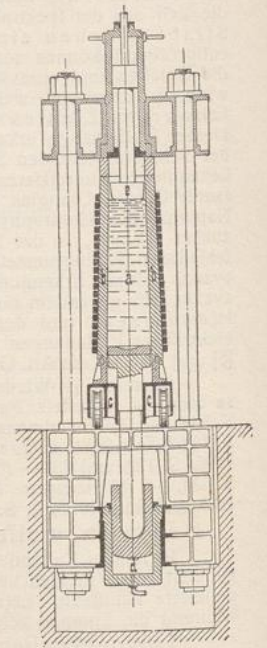


Fig. 2.

so daß während des 15–25 Minuten dauernden Gießens des Blocks die Koksfüllung rotglühend wird. Unmittelbar nach dem Gießen wird der Ofen auf die Kokille zurückgefahren. — Von den Verfahren zum Pressen des Blocks während des Erstarrens ist das Verfahren von Harmet (D.R.P.) [3] erwähnenswert. Die mit flüssigem Stahl *a* (Fig. 2) gefüllte, im unteren Teil gerade, oben kegelige, gußeiserne und mit gewalzten Stahlringen armierte Kokille *b* wird mit Hilfe eines Wagens *c* in die Presse gefahren. Man drückt den Boden der Kokille *b* langsam in die Höhe mit Hilfe der hydraulischen Preßvorrichtung *d* und treibt so die erstarrende Masse in den Kegel hinein. Gleichzeitig wird die Kokille außen mit Wasser berieft. Nach etwa 20 Minuten wird mit dem oberen Druckkopf *e* mit Niederdruck auf den Block gedrückt. Der obere Kolben geht mit dem nach oben gepreßten Block langsam zurück. Um eine unbedingt sichere, den ganzen Block durchdringende Verdichtung zu erzielen, müssen der dem jeweiligen Erstarrungsgrad entsprechende Druck und die Zeit des Drucks, die auf empirischem Weg ermittelt werden, scharf beobachtet werden. Der Druck auf die Bodenfläche beträgt rund 350 kg/qcm und die Preßdauer bei wassergekühlter Kokille $\frac{1}{4}$ Stunde für 1 t Blockgewicht. Fig. 3 stellt eine vierfache hydraulische Harmetsche Pressenanlage für je 1250 t Druck (Breuer, Schumacher & Co., Kalk bei Köln) dar.

Zum Verhüten der Lunkerbildung benutzt man auch Thermit (Lunkerthermit, f. Aluminothermie und [4]), das in einer an einen Eisenstab gebundenen Büchse in das Innere des Blocks eingeführt wird. Die sofort eintretende chemische Reaktion verflüssigt infolge der hohen Wärmeentwicklung den zum Teil schon erstarrten Stahl, der die bereits vorhandenen Lunkerstellen ausfüllt. Der sich bildende Trichter wird mit bereitgehaltenem flüssigen Stahl nachgefüllt. Als Verbrauch an Thermit wird 10 kg für einen 20 t-Block angegeben.

Eine Zusammenfassung der zur Vermeidung der Lunkerbildung in Stahlblöcken vorgeschlagenen Verfahren gibt [5].

Literatur: [1] Ledebur, A., Handbuch der Eisenhüttenkunde, 4. Aufl., Leipzig 1903, Bd. 3, S. 914 ff. — [2] „Stahl und Eisen“ 1903, S. 1196–1203; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 1675; 1905, S. 1342 und 1764. — [3] „Stahl und Eisen“ 1901, S. 857; 1902, S. 1238; 1906, S. 42, 345 und 628; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1279. — [4] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1764; „Stahl und Eisen“ 1907, S. 1117 ff. — [5] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1398.

A. Widmaier.

Luntleine (Luntpfahl), f. Sinkstück.

Lunzer Schichten, in der Geologie eine dem Rhät (oberen Keuper) der Voralpen angehörige Schichtenstufe, aus Sandsteinen, Schiefertönen und Steinkohlen bestehend. Bei Schrambach und Lilienfeld in Niederösterreich sind unter fünf Flözen zwei bauwürdig und liefern eine teils trockene und bröckelige, teils malmige, sehr gasreiche, verkockbare Kohle, die zu Schmiedefeuer geeignet ist. Förderung mehrere tausend Tonnen jährlich.

Leppia.

Lupe, das einfache Mikroskop, ist in ihrer einfachsten Gestalt eine Konkavlinse von kleiner Brennweite (f. Linse), dazu bestimmt, von kleinen Gegenständen, die in geeigneter Entfernung der Linse vorgehalten werden, mäßig vergrößerte Bilder in Sehweite zu entwerfen.

Für eine unmittelbar ans Auge gebrachte Linse (Fig. 1) zeigt die Linienformel $a + a' = q$, daß zur Erzielung eines für das virtuelle Bild negativen Wertes der Bildweite $OA' = 1/a'$ die Gegenstandsweite $OA = 1/a$ kleiner als die Brennweite $OF = 1/f$ gemacht werden muß, d. h. das Objekt befindet sich etwas innerhalb Brennweite der Lupe, das Bild in der Entfernung des deutlichen Sehens, die für mittlere Augen 25 cm beträgt. Das Verhältnis $a/a' = 1 + 25/f$ gibt das Maß der Vergrößerung der Lupe und läßt erkennen, daß nur Linsen mit wesentlich unter 25 cm liegender Brennweite stärkere Vergrößerungen geben können. Harting [1] gibt Anleitung zur Herstellung kleinster Lupen in Form geschmolzener Glastropfen, die auf durchlochte Stückchen Platinblech, die als Träger der Linsen und als Blenden dienen, aufgeschmolzen werden und bei gutem Gelingen 300–900fach vergrößerte Bilder geben, die vor den Bildern geschliffener Lupen sich durch geringe sphärische Aberration (f. Aberration) auszeichnen. Dieser Aberrationsfehler ist besonders Linsen kleiner Brennweite, denen man keine zu kleine Oeffnung geben

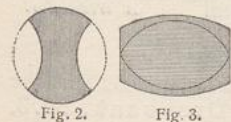


Fig. 2.

Fig. 3.

will, eigen und verbindet sich mit dem durch zu kleine Oeffnung bedingten Fehler geringer Helligkeit der Bilder besonders dann, wenn das von der Lupe gelieferte Strahlenbündel die Pupille des Auges nicht mehr erfüllt. Am störendsten sind die durch den Rand der Linse gehenden Strahlen. Man vermeidet dieselben entweder durch eine Einkerbung der Linse, die nur die dem optischen Mittelpunkt der Linse näheren Strahlen durchläßt, z. B. (Fig. 2) die aus einer Kugel gearbeitete Koneoptide von Brewster, oder indem man die Lupe zylindrisch verlängert, Zylinderlupe, meist mit stärkerer Krümmung an der Augenseite. Die Coddingtonlupe ist eine symmetrische Zylinderlupe mit Einkerbung in der Mitte des Zylinders. Noch besseren Erfolg zur Verminderung der sphärischen Aberration erzielt man durch Verbindung mehrerer Konkavlinen zu Doubletten oder Triplettten. Solche Verbindungen sind die Lupe von Fraunhofer und diejenige von Wilson, beide aus einem Paar von Plankonvexlinsen bestehend, die ihre konvexen Seiten einander zukehren. Eine zugleich achromatische und aplanatische Lupe ist die Steinheil'sche (Fig. 3), aus einer stark konvexen Crown Glaslinse mit zwei



Fig. 1.

konvex-konkaven Flintglaslinfen gebildet. Diefelbe mit fechsfacher Vergrößerung, von C. Zeiß in Jena hergefellt, bietet ein großes reines Schfeld; ebenfo frei von Aberrationen zeigt fih die zehnfach vergrößernde Lupe derfelben Firma, wobei das mittlere Stück zylindriſch verlängert iſt mit kleinerem Durchmeffer als die beiderfeitigen Flintglaslinfen, fo daß fie gleichfam eine achromatiſierte Brewfterſche Lupe darſtellt [2]. Lupen mit gefonderter Okular- und Objektivlinfe gehören ſchon mehr zu den zuſammengeſetzten Mikroſkopen, fo die in [2] beſchriebenen von Brücke und Chevalier mit konkavem Okular (f. a. Mikroſkope). Geſchichtliches in [3].

Literatur: [1] Frick-Lehmann, Phyſikal. Technik, Braunschweig 1895, II, S. 778 (nach Harting, Das Mikroſkop, Braunschweig 1859). — [2] Czafki, Theorie der optiſchen Inſtrumente, Winkelmanns Handb. der Phyſik, II, 1, S. 26, Breslau 1894, 2. Aufl., Leipzig 1904, S. 328 ff., daſelbſt weitere Literaturnachweiſe. — [3] Mohl, H. v., Mikrographie, Tübingen 1846. *Aug. Schmidt.*

Lupe (Luppenbearbeitung), der bei der Herſtellung des Schweißeiſens (f. d.) zunächſt gebildete weiche lockere Eiſenklumpen von etwa kugelförmiger Geſtalt.

Die Lupe muß verdichtet und hierbei gleichzeitig die Schlacke, mit der die Lupe mehr oder weniger ſtark durchſetzt iſt, ſoweit als möglich ausgequetſcht werden. Man bezeichnet dieſe Arbeit als das „Zängen der Lupe“. Hierzu dienen entweder Hämmer, Preſſen oder Mühlen. Am gebräuchlichſten iſt die Verwendung von Dampfhammern (Fallgewicht 1500 bis 2500 kg, 1—1,5 m Hub, 80—100 Hube pro Minute). Die Lupenpreſſen ſind entweder hydraulische Preſſen nach Art der Schmiedepreſſen (f. d.) oder die ſelten mehr angewendeten Hebelpreſſen, die man auch als Lupen- oder Alligatorquetſchen bezeichnet und die aus einem doppelarmigen, in der Regel durch ein Kurbelgetriebe bewegten Hebel beſtehen, deſſen kurzer geriefter Arm zwiſchen ſich und einer Grundplatte die Lupe zuſammendrückt [1]—[4]. Die Lupenmühlen, die ebenfalls kaum mehr in Anwendung ſind, beſtehen aus einem innen gerieften Mantel, in dem exzentriſch zur Achſe des Mantels eine geriefte Trommel (Walze) ſich dreht; die Lupe wird in den ſich verengenden Zwiſchenraum zwiſchen Trommel und Mantel hineingepreßt (gerollt) und hierbei verdichtet. Andre Ausführungsformen von Lupenmühlen f. [2]—[4].

Die gezängten Lupen werden unmittelbar nach dem Zängen auf dem Lupenwalzwerk zu den „Rohſchienen“ (flache Stäbe mit rauher, unſauberer Oberfläche) ausgewalzt, dieſe nach dem Bruch fortirt, zerſchnitten und zu Schweißeiſenpaketen zuſammengelegt (f. Schweißeiſen).

Literatur: [1] Ledebur, A., Handbuch der Eiſenhüttenkunde, Bd. 3, 4. Aufl., Leipzig 1903. — [2] Wedding, H., Grundriß der Eiſenhüttenkunde, 5. Aufl., Berlin 1907. — [3] Derf., Die Darſtellung des ſchmiedbaren Eiſens, Braunschweig 1875. — [4] Hauer, J. v., Die Hüttenweſenmaſchinen, 2. Aufl., Leipzig 1876. *A. Widmaier.*

Luſtgas (Lachgas), f. v. w. Stickſtoffoxydul, f. Stickſtoffoxyde.

Lutte, im Bergbau, ein Rohr zur Fortleitung von Waſſer oder Luſt. Hölzerne Lutten werden aus Brettern zuſammengeſchlagen und erhalten quadratiſchen Querſchnitt; Lutten aus Metallblech haben kreisrunden Querſchnitt. Die einzelnen Rohrlängen der Holzlutten werden durch Einſchnäuzen (f. d., Bd. 3, S. 245) verbunden; die Blechlutten erhalten zu dem Zwecke muffenartige Anſätze oder werden um die Blechfläche koniſch gehalten (f. Wetterwirthſchaft). *Treptow.*

Lutter, f. Spiritusfabrikation.

Luv, die dem Winde zugekehrte Seite eines Schiffes.

Luvgerig, Neigung eines Segelſchiffes, in den Wind zu drehen.

Luxierprismen, f. Oberlichtkonſtruktionen.

Lycodin, Erſatzmittel für Lycopodium (f. d.), weſentlich billiger als dieſes, hergefellt von den Lycodinwerken Berlin SW. 68.

Lycopodium (Bärlappſamen), Samen von Lycopodium clavatum (Schlangenmoos).

Daſelbe wird in Gießereien zum Einſtäuben der Modelle benutzt. Es verhindert das Anbrennen des Sandes an dem Abguß, ſo daß dieſer ſehr ſauber und glatt ausfällt. Einer allgemeinen Anwendung ſteht der hohe Preis des Lycopodiums entgegen. *A. Widmaier.*

Lyddit, f. Sprengſtoffe.

Lydit, Lydiſcher Stein, f. Kieſelfchiefer.

Lyra, an Metallhobel-, Feil(Shaping-)maſchinen u. f. w. der leierähnliche Werkzeugträger (f. Hobeln, Bd. 5, S. 69 ff., Fig. 30—34), Drehbank, Bd. 3, S. 63, Fig. 13).

Lyfol, eine durch Erwärmen bereitete Löſung von 1 Teil Steinkohlenteerkrefol (Siedpunkt 182—210° C.) in 1 Teil neutraler Leinöl-Kaliſeife.

Eine ölige, braune, klare, nach Kreofot riechende Flüssigkeit, miſchbar mit Alkohol, Aether-Chloroform, Benzin, Schwefelkohlenſtoff; bekanntes Deſinfektionsmittel (f. Bd. 2, S. 714). *Bujard.*