UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1908]

M

urn:nbn:de:hbz:466:1-84021

Visual Library

M

als Abkürzungszeichen bedeutet im Münzwesen Mark, im Lateinischen als Zahlzeichen 1000 (MM = 2000); in Maßangaben steht m für Meter; bei Handfeuerwaffen bezeichnet M Modell (M/98, Modell vom Jahre 1898); μ (griech. mi) in der Mikrofkopie für Mikromillimeter (0,001 mm); MS, auf Blaufarbenfässern, Abkürzung für Mittelsorte oder Mittelsafflor.

Macigno, ein dem Wiener Sandstein dem Alter nach gleichzustellender, dem Eocän angehöriger, meist feinkörniger, zuweilen konglomeratischer grauer Sandstein mit kalkigem Bindemittel.

Bei der Verwitterung wird er durch Bildung von Brauneisenerz gelb oder braun. Die Schichten wechsellagern mit Tonen und Kalksteinen und treten vornehmlich in den östlichen Südalpen auf (Krain, Istrien, Südtirol u. s. w.). Früher wurden die Sandsteine zur Pflasterung, jetzt werden sie und die Kalksteine vielfach als Hochbaumaterial für rauhes und behauenes Mauerwerk verwendet (Triest). Auch werden die Gesteine als Belag für Bürgersteige und Fußböden benutzt. *Leppla.*

Mac Laurinsches Theorem, die Reihe $F(x) = F(0) + \frac{x}{1} F'(0) + \frac{x^2}{1 \cdot 2} F''(0) + \frac{x^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} F'''(0) + \ldots + R_n$, wo $R_n = \frac{x^n}{n!} F^n(\vartheta x)$ das Restglied (ϑ ist eine Größe zwischen 0 und 1). Dabei müssen $F(x)$ und seine Differentialquotienten zwischen 0 und x stetig sein. *Wölffing.*

Mac Nicol-Kessel, s. Dampfkessel, Bd. 2, S. 571.

Maco (Mako), ägyptische Baumwollsorte.

Madapolam (ostindisch), ursprünglich grobes, geköpertes Baumwollgewebe, jetzt ein dem beschwerten Schirting ähnliches glattes Baumwollgewebe zu Wäsche, bedruckt, auch zu Kleidern. *E. Müller.*

Madiaöl, das fette Oel aus den Samen der Madia sativa *Mdt.*, einer in Chile heimischen Kompositе, ist von dunkelgelber Farbe und eigentümlichem, aber nicht unangenehmem Geschmack und Geruch und findet Verwendung als Speiseöl, Schmieröl und in der Seifenfabrikation.

Literatur: Bornemann, Die fetten Oele, Weimar 1889; Schädler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Benedikt, Analyse der Fette, 4. Aufl., Berlin 1903. *Deite.*

Madrashanf (Sunnhanf), s. Spinnfasern.

Mäander (auch à la grecque genannt), ein geradliniges Flächen- und Bandmotiv, hat sich aus einem System sich kreuzender Linien entwickelt, bei welchem Grund und Zeichnung sich räumlich das Gleichgewicht halten.

Ohne Zweifel der Weberei entnommen, fand es seine frühste ausgedehnte Anwendung und vollkommenste Durchbildung in der griechischen Kunst, sowohl in der Töpferei als auch namentlich an flachen Bauteilen, wie Säume, Deckenflächen, Balken, Wandstreifen u. s. w. [2]. (Vgl. Bd. 2, S. 239.) Der Name stammt von dem vielfach gewundenen Flusse Mäandros in Kleinasien.

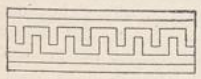


Fig. 1.

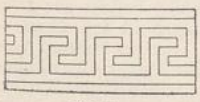


Fig. 2.

Es gibt sehr verschiedene Mäanderformen, die einfachste (Fig. 1) ist fast bei allen Völkern, auch bei den sehr unkultivierten heimisch. Fig. 2 stellt eine Abart des Mäanders vor, die namentlich



Fig. 3.

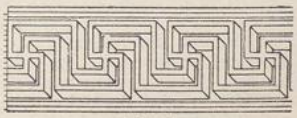


Fig. 4.

in Griechenland häufig gebraucht wurde. Fig. 3 gibt eine Mäanderform aus ſich kreuzenden Linien und Quadraten, die im griechiſchen und römiſchen Stile zur Anwendung kam. Als Flächendekoration diente der Mäander namentlich als ausfüllendes Muſter auf griechiſchen und römiſchen Fußböden. In der Spätzeit treten einige abweichende Formen auf; ſo ein ſcheinbar ſehr plaſtiſch geſtalteter Mäander (Fig. 4), der noch bei Wandmalereien frühmittelalterlicher Kirchen Anwendung fand, ſo in der Kirche in Oberzell, Inſel Reichenau bei Konſtanz. Das ſpäte Mittelalter kennt den Mäander kaum. Auch die Renaiſſance gebraucht weſentlich die antiken Formen des Mäanders; nur zuweilen geſellten ſich noch andre Elemente hinzu, ſo namentlich eine Kombination mit Pflanzenformen (Fig. 5).



Fig. 5.

Literatur: [1] Meyer, F. S., Handbuch der Ornamentik, Leipzig 1888. — [2] Semper, G., Der Stil, Bd. 1, Frankfurt 1860. — [3] Boetticher, C., Tektonik der Hellenen, Berlin 1850. *Weinbrenner.*

Mächtigkeit, ſ. Bodenphyſik, Bd. 2, S. 115 (Abſchn. 14), Erzlagerſtätten, Schicht.

Mähmaſchinen dienen zum Abſchneiden der Halme oder der nicht allzu dicken Stengel der Nutzpflanzen. Man unterſcheidet Grasmähmaſchinen, welche die Halme oder Gräſer nur abſchneiden und eventuell aus der Spur der nächſten Fahrt bringen, Getreidemähmaſchinen, welche die Halme in beſtimmten Mengen geordnet ablegen, und Garbenbindmaſchinen (Selbſtbinder, Bindemäher), die gleichzeitig fertige, gebundene Garben bilden. Eine beſondere Art der Mähmaſchinen ſind die Raſenſchermaſchinen (ſ. d.).

Die **Grasmähmaſchine** (Fig. 1), zum Mähen von Gras, Klee und ſonſtigem Grünfutter, beſteht aus dem Fahrgeſtell mit Triebwerk, das die Bewegung nach vorwärts auf eine Kurbel überträgt, und aus dem linksſeitigen Schneidewerk (Vorderſchneider; die ſogenannten Hinterſchneider, bei denen das Schneidewerk hinter den Fahrrädern angeordnet iſt, fanden keine Verbreitung). Das Schneide- oder Meſſerwerk (Fig. 2) ſetzt ſich zuſammen aus dem Fingerbalken, einer mit geſchlitzten Fingern verſehenen Stahlſchiene und dem Meſſer, das einen

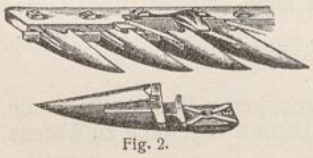


Fig. 2.

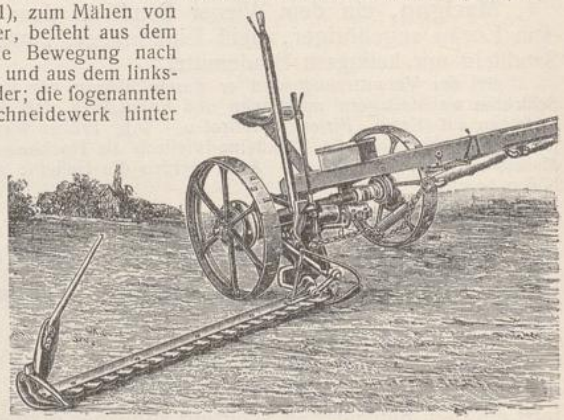


Fig. 1. Grasmähmaſchine der Erzgebirgiſchen Maſchinenfabrik Schlettau.

mit etwa 20 dreieckigen Meſſerplättchen verſehenen Stahlſtab darſtellt. Verbindet man das Meſſer durch die Kurbelſtange mit der Kurbel, ſo wird beim Fahren das Meſſer in dem Fingerbalken hin und her geſchoben; die Meſſerchen erhalten ihre Führung in den Schlitzen der Finger und ſchneiden die in ihrem Bereich liegenden Halme ab, indem die Meſſerſchneiden als ſcharfe, die Fingerkanten als ſtumpfe Teile einer Schere wirken. Durch das entweder von der Fahrradachſe oder einem Zahnkranz des linken Rades aus angetriebene Zahnradgetriebe erhält die Kurbel auf eine Umdrehung der Fahrräder 20—22 Umdrehungen, und ſomit liefert die Sichel 40—44 Schnitte. Das Aus- und Einrücken des Getriebes erfolgt vom Kutſcherſitz aus durch einen Handhebel, der gleichzeitig auch mit einem Fußhebel verbunden ſein kann; zum Heben und Senken des Schneideapparates dient der rechtsſeitige lange Hebel, während der kürzere zum Senken der Fingerſpitzen benutzt wird, um eine niedere Stoppel zu erhalten. Für den Transport wird der Fingerbalken ſenkrecht aufgeſtellt und feſtgehakt. Beim Mähen fährt man von außen anfangend rund um das Feld herum. Damit bei der zweiten u. ſ. w. Fahrt das linke Rad nicht über das geſchnittene Gut hinweggeht, iſt an der äußeren Seite des Meſſerwerks ein Spurreiniger angebracht, der das Gut nach innen zuſammenſchiebt. Die Räder müſſen mit einer einſeitig wirkenden Kupplung (Freilaufkupplung) ausgerüſtet ſein, damit beim Wenden an den Ecken das eine Rad gegen das andre zurückbleiben kann. Die Arbeitsbreite iſt 1,2—1,4 m, die nötige Zugkraft beträgt 70—150 kg pro Meter, alſo ſind zum Betrieb zwei mittlere Pferde nötig. Der Preis beträgt etwa 350 *M.*, die Leiſtung darf pro Tag mit 3,5 ha gerechnet werden.

Die **Getreidemähmaſchine** (zum Schnitt des reifen Getreides ſowie zum Ablegen desſelben in zuſammenhängenden Schwaden oder in Haufen verſchiedener Größe) beſteht aus zwei Hauptteilen: der Mähmaſchine ſelbſt und der Ablegvorrichtung. Die erſtere iſt faſt übereinſtimmend in ihrem Bau mit der Grasmähmaſchine, doch iſt meiſt nur ein einziges Fahrrad vorhanden, das Triebwerk weiſt eine weniger ſtarke Ueberſetzung auf, ſo daß die Meſſergeſchwindigkeit kleiner wird, der Schneideapparat iſt ſtärker und breiter, auch werden teilweiſe Sägmeſſerchen anſtatt ſolcher mit ſcharfen Schneiden gewählt. Durch die Ablegvorrichtung muß das abgeſchnittene

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Getreide nach rückwärts und links ſeitlich geſchafft werden, ſo daß es hinter die Fahrräder der Maſchine zu liegen kommt, damit eine freie Bahn für die Pferde entſteht und dieſe nicht auf das geſchnittene Getreide treten müſſen. Man unterſcheidet Getreidemähmaſchinen mit Handablage und ſolche mit ſelbſttätiger Ablage. Die erſteren (Fig. 3) werden gewöhnlich aus den Grasmähmaſchinen dadurch hergeſtellt, daß an den Meſſerbalken ein Lattenroſt angehängt und auf das Geſtell ein zweiter Sitz aufgeſchraubt wird, auf dem der Arbeiter Platz nimmt, der die auf den Lattenroſt fallenden Halme mittels eines Rechens nach rückwärts und hinter die Fahrräder der Maſchine ſchafft, ſobald ſich ſo viel angeſammelt hat, daß es eine Garbe gibt, wobei er mittels eines Fußhebels den Roſt hinten nach abwärts kippt. Dieſe Maſchinen eignen ſich nur für den Kleinbetrieb und für Wirtſchaften mit überwiegendem Grasbau. Bei den Getreidemähmaſchinen mit ſelbſttätiger Ablage (Fig. 4) beſteht die Ablegvorrichtung aus mehreren Rechen *g*, die ſich langſam um eine ſenkrechte Welle drehen und dabei entweder die ſtehenden Halme gegen das Meſſerwerk *m* anlegen oder die geſchnittenen Halme garbenweiſe über den Ablegtiſch *b* ſeitlich hinter der Maſchine ablegen. Zur Ausführung dieſer Bewegung der Rechen dient eine Kurvenführung *K*, die durch eine (meiſt vom Führerſitz aus verſtellbare) Weiche in zwei Teile zerfällt. Je nach Einſtellung dieſer Weiche können die Rechen einzeln oder zu mehreren ſo geführt werden, daß ſie die Halme nur gegen das Meſſerwerk anlegen und in einem gewiſſen Abſtande über den Ablegtiſch hinweggehen, oder ſo, daß ſie die auf dem Tiſch geſammelten Halme von letzterem herunterſtreichen. Während des Leerhubes werden die Rechen ſo hoch gehoben, daß ſie den auf dem Sitz befindlichen Arbeiter nicht treffen können. Um zu verhindern, daß die Halme in das Getriebe der Maſchine kommen, iſt das Brett *e* vorgeſehen. Dieſes ſowie der oder die Aehrenheber *f* dienen auch noch dem Zweck, die überhängenden Aehren ſo anzuheben, daß ſie nicht in den Bereich des Meſſerwerks gelangen können. Durch den Teiler *d* wird eine reinliche Scheidung der ſtehenbleibenden von den geſchnittenen Halmen erzielt. Als Haupttrag- und Antriebsrad dient das Rad *a*. Während der Arbeit wird der Ablegtiſch und das Meſſerwerk außerdem durch das Rad *c* geſtützt. Zum Transport auf Wegen werden die Rechen und der Tiſch hochgeklappt. Das Rad *c* wird dann abgenommen und auf eine am Maſchinenrahmen befindliche Achſe aufgeſteckt. Eine gute Ablage ohne Zerſtreuen einzelner Halme zwiſchen den Haufen erreicht man durch richtige Einſtellung des Rechenkopfes wie der Rechen ſelbſt ſowie durch leichtes Neigen der Plattform, ſo daß die Finger mit der Spitze etwas geſenkt ſind. Bei ebenen und ſteinfreien Flächen kann die durch einen Hebel und das an der äußeren Seite der Plattform befindliche Rad einzuſtellende Stoppelhöhe ſehr gering (5—8 cm) gewählt werden; andernfalls und bei Getreide, das in der Arbeitsrichtung gelagert iſt, wird die Stoppel weſentlich länger. Es läßt ſich alſo nur ganz oder annähernd aufrechtſtehendes oder gegen den Schneideapparat gelagertes Getreide tadellos mähen; in andern Fällen läßt entweder Stoppelhöhe oder Ablage zu wünſchen übrig. Bei der Arbeit iſt wichtig: gutes Schmieren, Verwendung von Pferdeſchonern, nicht zu raſches Fahren mit ruhigen Pferden, Wechſelgeſpann (Zugkraft 50—100 kg pro Meter Schnittbreite), ſcharfe Meſſer, gerade Fahrbahn, Arbeit mit voller Schnittbreite und Unterbrechung der Ab-

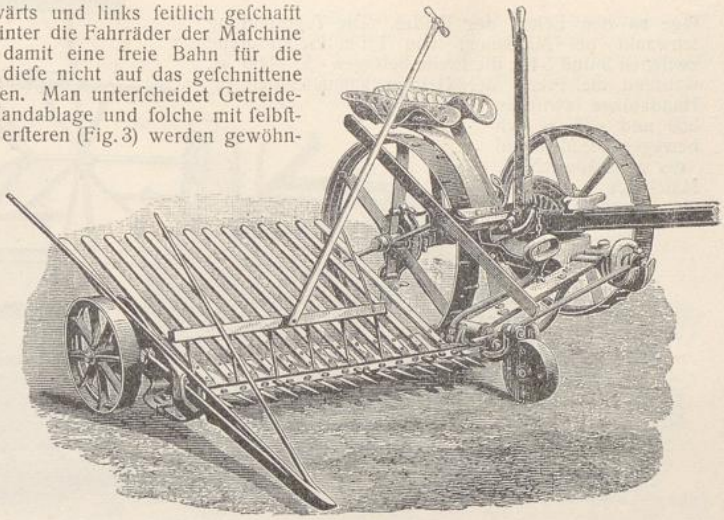


Fig. 3.

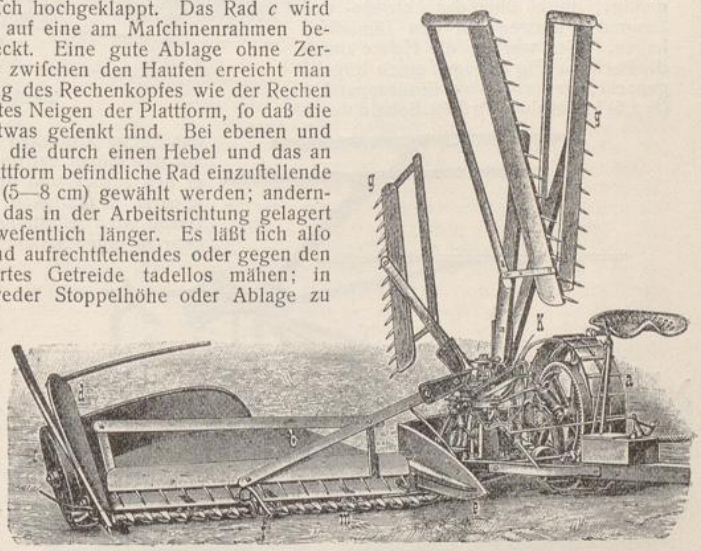


Fig. 4. Getreidemähmaſchine mit Selbſtableger.

lage an den Ecken des Feldes. Die Tagesleiſtung ſchwankt bei Maſchinen von 1,5 m Schnittbreite zwiſchen 3 und 5 ha, die Preiſe betragen 450—600 ℳ, während die Preiſe der Getreidemähmaſchinen für Handablage zwiſchen 350 und 475 ℳ ſich bewegen. Die Mehrzahl der amerikaniſchen Maſchinen zeichnet ſich durch Handlich-

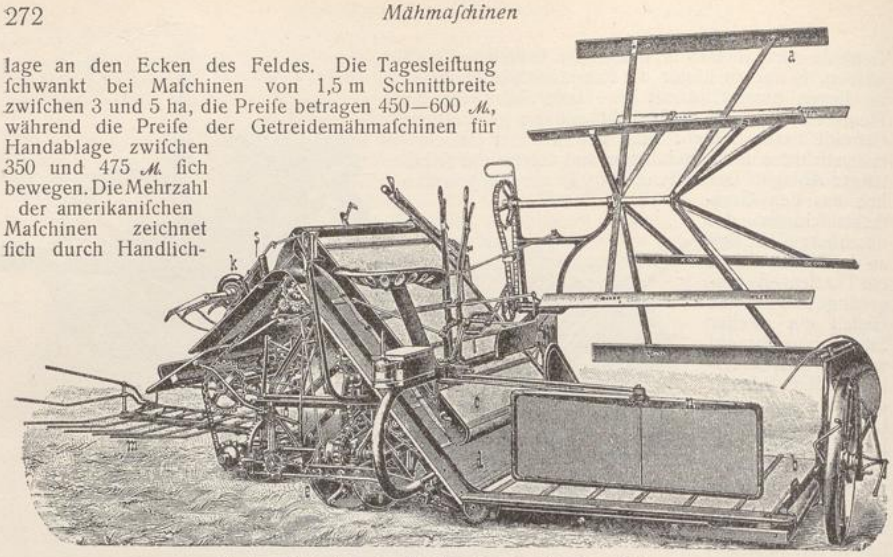


Fig. 5. Bindemäher der Mc Cormick Harveſter Co., Chicago.

keit, großen Spielraum in der Ablage, geringe Zugkraft und geringes Gewicht aus; letzteres wird erreicht durch ausgedehnte Verwendung von ſchmiedbarem Guß. Sie paſſen beſonders gut zum Mähen nicht zu langen, aufrechten Getreides auf der Ebene und auf hügeligem Terrain. Die engliſchen Maſchinen ſind ſchwerer, ſtärker, zugleich einfacher gebaut und erfordern mehr Zugkraft. In Deutſchland ſucht man die Vorzüge beider Syſteme zu verbinden.

Bei den **Garbenbindemaſchinen** (Selbſtbindern, Bindemähern) wird das geſchnittene Getreide durch einen einſtellbaren Haſpel *a* auf ein endloſes Fördertuch aufgelegt und durch dieſes dem Bindeapparat zugeführt. In letzterer Hinſicht unterſcheidet man die Hoch- und Tiefbinder. Bei den erſteren (Fig. 5) werden die Halme durch das Tuch *b* den beiden Elevatortüchern *c* und *d* zugeführt, die es über das Antriebs- und Tragrad *e* hinweg auf den Bindetiſch heben. Hier werden die Halme durch die Packer *a* (Fig 6) gegen einen Bügel *b* gepackt, der mit dem Bindeapparat *k* (Fig. 5) in Verbindung ſteht. Sobald durch

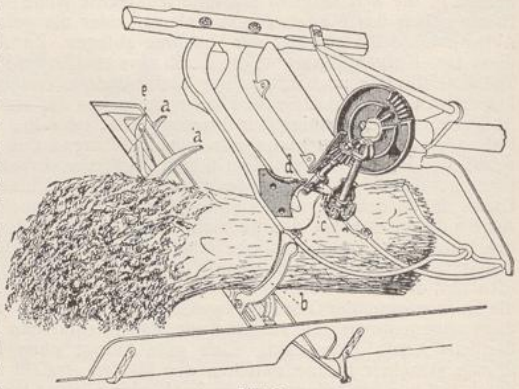


Fig. 6.

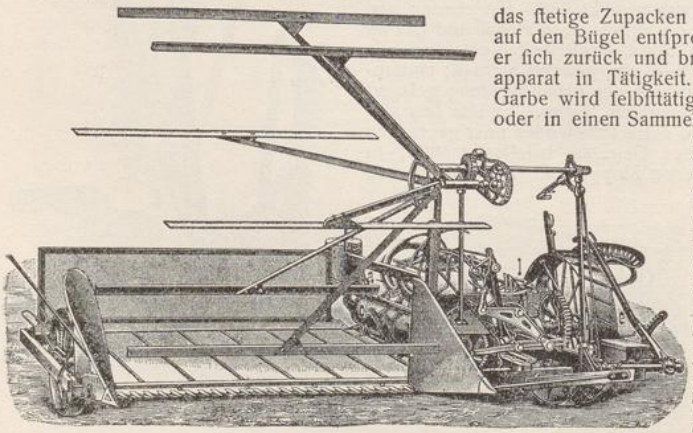


Fig. 7. Bindemäher von Adriance, Platt & Co., Poughkeepſie (New York).

das ſtetige Zupacken von Getreide der Druck auf den Bügel entſprechend ſtark wird, biegt er ſich zurück und bringt dadurch den Bindeapparat in Tätigkeit. Die fertig gebundene Garbe wird ſelbſttätig abgelegt, fällt zu Boden oder in einen Sammelkorb *m*, der vier Garben faßt; dieſer kann dann durch einen Fußhebel entleert werden. Damit die Stoppelenden der Garben ſtets in einer Ebene liegen, werden die Halme auf dem Bindetiſch durch einen ſchnell hin und her ſchwingenden Staucher *s* gerichtet. Das Einſtellen des Tiſches und des Meſſerwerks in die gewünſchte Höhenlage (Stoppelhöhe, Transportſtellung) erfolgt durch ein Zahnradgetriebe von der Kurbel *o* aus.

Die zu den andern Einſtellungen notwendigen Hebel ſind vom Führerſitz leicht erreichbar. Bei den Tiefbindern (Fig. 7) fallen die aufſteigenden Elevatortücher *c*, *d* fort. Statt deren hebt ein mit Greifern verſehener Zylinder *c* das Getreide nur 38 cm hoch auf eine Reihe flachliegender Arme *a*, die es von den Greifern des Zylinders abnehmen und ſammeln. Iſt die gewünſchte Garbengröße erreicht, ſo geht der den Faden führende Nadelarm hoch, die Garbe wird umſchlungen, gebunden und nach rückwärts abgelegt.



Fig. 8. Der Knüpfer.

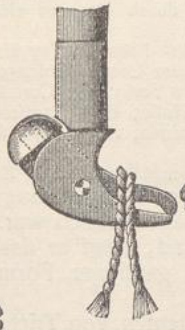


Fig. 8a. Der Bindfaden, über den Schnabel gelegt.



Fig. 9. Halbe Wendung.

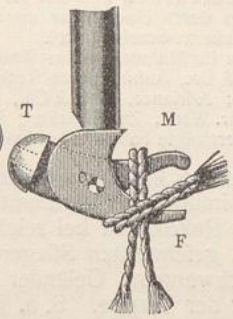


Fig 10. Ganze Wendung, der Bindfaden tritt in den geöffneten Schnabel ein.

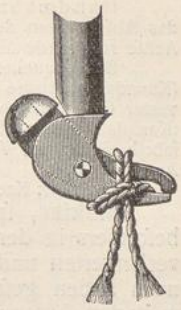


Fig. 11. Der Schnabel iſt über dem Bindfaden geſchloſſen; alsdann ſchneidet das Meſſer die Enden des Bindfadens ab, der Hebel zieht letzteren feſt und vollendet den Knoten.



Fig. 12. Der fertige Knoten.

Bei beiderlei Selbſtbindern iſt der wichtigſte, aber auch komplizierteſte Teil der Bindeapparat. Die Abbildung des Bindetiſches des Selbſtbinders von Mc. Cormick (Fig. 6) zeigt, wie das Getreide durch die Packer *a a* gegen den Bügel *b* angedrückt wird, das Getreide legt ſich auf die bei *c* feſtgeklemmte und über den Spanner *d* führende Bindeſchnur, die von da zur Nadel *e* führt. Wird nun der Druck gegen *b* entſprechend groß, ſo rückt ſich der Bindemechanismus ein, die Nadel tritt aus dem Schlitz des Bindetiſches hervor, bewegt ſich im Bogen, die Bindeſchnur mitführend, über die ſchon nahezu geformte Garbe und legt die Schnur neben das vom Schnurhalter eingeklemmte Schnurende über den Bügel des Knüpfers Dieſer ſitzt am unteren Ende einer ſenkrechten Welle, die ein koniſches Rädchen trägt (Fig. 8) Sowie nun eine halbe Drehung erfolgt, iſt die Stellung wie Fig. 9. Bei fortgeſetzter Drehung wird der Kugelkopf *T* durch eine Führung niedergedrückt, dadurch hebt ſich der Finger *M* und die beiden Schnüre treten zwiſchen die beiden Finger ein (Fig. 10). Schließen ſich dieſe wieder (Fig. 11) und wird die Schlinge vom Knüpfer abgezogen, ſo ziehen ſich die Schnurenden, welche bei *M F* leicht feſtgehalten werden, durch die Schlinge, und es entſteht ein Knoten oder eine Schlaufe (Fig. 12), bei der die abgeſchnittenen Enden bei *A* liegen, während die Enden *G* zu der die Garbe umſchlingenden Schnur gehören. Sowie der Knoten in dieſer oder ähnlicher Weiſe fertig iſt, wird ſelbſttätig die Schnur abgeſchnitten und das andre Ende feſtgeklemmt, die Garbe wird abgeworfen, die Nadel zieht ſich die Schnur legend zurück, die Packer treten wieder in Tätigkeit, und das Spiel beginnt von neuem. Im einzelnen kommen bei den verſchiedenen Selbſtbindern Abweichungen bezüglich der Konſtruktion des Bindeapparats und der Wirkungsweiſe des Knüpfers inſofern vor, als in Knoten oder Schlaufen gebunden wird. Das erſtere iſt der Schnurerſparnis wegen vorzuziehen. Der Schnurvorrat befindet ſich in Form einer Rolle in einem Blechzylinder; von hier aus geht die Schnur durch eine verſtellbare Klammer auf Umwegen zur Nadel, und hat man es durch mehr oder weniger ſtarkes Klemmen in der Hand, die Garben loſe oder feſt zu binden Die Packer ſollen ſo geformt ſein, daß eine im Querſchnitt runde und nicht ovale Garbe entſteht, da man etwas weniger Schnur braucht und die äußeren Halme weniger geknickt werden. Die Stelle, an der die Garbe gebunden wird, läßt ſich beliebig wählen, da der ganze Bindetiſch während der Arbeit durch einen Hebel verſchoben werden kann. Die Größe der Garben läßt ſich verändern durch Einſtellen des Bügels *b* (Fig. 6); wird er als langer Hebel eingeſtellt, ſo genügt ſchon ein ſchwacher Druck für das Einrücken des Bindeapparats — es werden kleine Garben gebunden — und umgekehrt. Zum Betriebe ſind nötig zwei oder drei Pferde, ein Mann und eventuell ein Junge, den man bei drei Pferden am beſten auf das Sattelpferd ſetzt, damit der Führer ſeine ganze Aufmerkſamkeit der Maſchine zuwenden kann.

Trotz des etwas komplizierten Baues und trotzdem tadelloſe Arbeit nur bei nicht lagerndem Getreide und ebenem, ſteinloſem Boden geliefert wird, haben ſich die Selbſtbinder von Amerika aus jetzt auch in Deutſchland in größeren Betrieben mit gutem Erfolg ſehr verbreitet. Der im Jahrbuch der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft 1891, S. 297—331, enthaltene Bericht über die Prüfung von Selbſtbindern gibt wertvolle Anhaltspunkte für die Beurteilung derſelben. Die Zugkraft ſchwankt beim Schnitt von Roggen und Weizen im Mittel zwiſchen 208 kg (Adriance) und 290 kg (Hornsby) oder pro Meter Schnittbreite zwiſchen 155 und 204 kg; daraus geht hervor, daß für den Betrieb der leichtzügigen Maſchine zwei gute Pferde genügen, während für andre drei Pferde nötig ſind. Bei einer Konkurrenz in Gröbzig 1894 ergab ſich der mittlere

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nötige Pferdezug pro Meter Schnittbreite mit 209 kg, der Verbrauch an Bindefchnur mit 5 kg pro Hektar. Als folche verwendet man am beften Manilahanf. Die tägliche Leiftung fchwankt zwifchen 3 und 4 ha, und man wird bei genauer Rechnung finden, daß fich die Koften des Mähens und Bindens mit einem guten Selbftbinder pro Hektar um 9—12 M. billiger ftellen als beim Mähen mit der gewöhnlichen Getreidemähmafchine und Aufbinden von Hand und noch billiger als bei vollftändiger Handarbeit. Die Preife bewegen fich zwifchen 900 und 1100 M.

Handmähmafchinen find nur als Rafenmähmafchinen in Gebrauch. Bei ihnen wird das Abfchneiden des durch eine Walze angedrückten Grafes durch eine um eine wagerechte Achfe rotierende Meffertrommel beforgt.

Bezugsquellen für Mähmafchinen: Walter A. Wood, Hoofick-Falls; Maffey Harris, Toronto (Kanada); Osborne & Co., Auburn (New York); Deering Harvester Comp., Chicago; Plano Harvester Co., Chicago; Adriance, Platt & Co., Poughkeepfie (New York); Mc Cormick, Bradford (Kanada); ferner Chr. Wery, Zweibrücken; F. Zimmermann, Halle; Erzgebirgifche Mafchinenfabrik, Schlettau; Vereinigte Fabriken landwirtfchaftlicher Mafchinen, vorm. Epple & Buchsbaum, Augsburg u. a.

Literatur: Nachtweh, Beiträge zur Kenntnis und Studium der Mähmafchinen, 1904. *Wrobel.*

Mäkler, fpiralförmig gekrümmter Anfänger der Treppenwangen, wie er befonders in der Rokokozeit bei reichen Treppenanlagen üblich war. Auf dem verlängerten und gefchweiften Stiegenantritt auffetzend, trägt er das gleichfalls nach außen gefchwungene Geländer und bildet in gefälliger Form einen erweiterten Anfang der Treppe. S. a. Rammen. *Weinbrenner.*

Mafurratalg (Mafura, Mafuta), aus den Früchten von Trichilia emetica *Vahl.* auf Madagaskar, Mozambique und Réunion gewonnenes feftes Fett von gelblicher Farbe. Es fchmilzt leichter als Hammeltalg; Ausbeute bis 65%.

Literatur: Schädler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Benedikt, Analyfe der Fette, 4. Aufl., Berlin 1903. *Deite.*

Magazin, ein öffentliches oder privates Gebäude zur Aufbewahrung von Handelswaren aller Art, insbefondere Lebensmitteln für Menfchen und Tiere in großen Maffen. In früheren Zeiten follte hierdurch Teuerung und Hungersnot begegnet werden; heute dienen folche nur zu Handels- oder militärifchen Zwecken (Provianthaus).

Je nach den aufzubewahrenden Stoffen find verfchiedene Einrichtungen zu treffen: a) für Getreide, f. Getreidefpeicher. b) Mehlmagazin mit Gefchoßhöhen von 2,5 m im Lichten. Die Aufbewahrung erfolgt meift in Tonnen von 0,55—0,67 m Durchmeffer und 0,80 bis 0,95 m lang. Diefelben liegen in zwei Reihen zwei bis drei übereinander. Die Zwifchengänge follen wenigftens 1,10 m breit fein. c) Für Heu und Stroh rechnet man 70—80 kg auf 1 cbm Raum. S. a. Bodenfpeicher, Lagerhäufer, Silofpeicher und Maffentransport. *Weinbrenner.*

Magdeburgergrün (Chromgrün), f. Chromfarben.

Magerer Kalk, f. Kalk und Löfchen des Kalkes.

Magerkohle, f. Brennftoffe, Bd. 2, S. 289.

Magerung, f. Tonwaren.

Magifche Quadrate. Quadratifche oder andre Figuren, in welchen die natürlichen Zahlen von 1 an bis zu einer beftimmten Zahl fo angeordnet find, daß die Summe gewiffer Reihen und Diagonalen denfelben Wert hat, z. B.:

1	15	8	10
12	6	13	3
14	4	11	5
7	9	2	16

Literatur: [1] Kürten, J. B., Theorie der magifchen Zahlenquadrate und Kreife, Köln 1896. — [2] Scheffler, H., Die magifchen Figuren, Leipzig 1882. *Wölffing.*

Magiftral, f. Silber.

Magma, in der Gefteinskunde, ein Eruptivgeftein in jenem breiigen oder zähflüffigen Zuftand, welchen es vor feiner Erftarrung während des Empordringens in Spalten (Eruptivgänge) und während des Fließens als Lava befaß. Es befteht aus einem Gemifch von kiefelfauern Verbindungen, vornehmlich der Tonerde, des Eifenoxyds, Eifenoxyduls, der zweiwertigen Erdmetalle (Magnefia und Calciumoxyd) und der Alkalien.

Alle diefe Verbindungen find fcheinbar mit einem überhitzten Löfungsmittel, welches zumeift aus Waffer, Chloriden und Gafen fich zufammenfetzt, innig vermengt, ob in gleichmäßiger Löfung oder als mechanifche Gemenge (Schlieren), ift fraglich. In den meiften Fällen befitzt das Magma bei feinem Austritt an die Oberfläche bereits einen Teil feiner Beftandteile in Kriftallen. So fcheiden fich viele fchwer fchmelzbare und fchwer lösliche zuerft als Kriftalle aus (Einfprenglinge); dies gilt jedoch nicht allgemein. Die Ausfcheidung gefchieht infolge der Erkaltung; erfolgt diefe rafch, dann fcheiden fich weniger Kriftalle aus, und der Reft nimmt beim vollftändigen Erftarren glasartige Formen an. Bei langfamem Erkalten und bei fehr mit Löfungsmitteln durchtränkten Magmen erfolgt oft ein vollftändiges Auskriftallifieren der gefamten Maffe. Die gasförmigen Subftanzen werden beim Erftarren vom Magma freigegeben. Gleichzeitig findet in den meiften Fällen eine Volumverminderung (Kontraktion) ftatt. Die auf

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Nebengeſtein ausgeübten, teils chemiſchen, teils phyſikaliſchen Einflüſſe ſ. Umwandlung. Die Magmen werden nach den aus ihnen reſultierenden Eruptivgeſteinen bezeichnet, z. B. Baſalt-, Phonolithmagma u. ſ. w.

Literatur: Reyer, E., Theoretiſche Geologie, Stuttgart 1888; Weinſchenk, E., Allgemeine Geſteinskunde, Freiburg i. Br. 1902, Bd. 36. *Leppla.*

Magmabaſalt, ſ. Limburgit.

Magnalium, Legierung von Aluminium und Magneſium, die infolge ihres geringen Gewichts für gleiche Zwecke wie reines Aluminium Verwendung finden kann, dem gegenüber es ſich durch größere Feſtigkeit und Härte auszeichnet.

Legierungen mit 3—10 % Magneſium haben die doppelte bis dritthalbfache Feſtigkeit des reinen Aluminiums; ein höherer Magneſiumgehalt verringert die Feſtigkeit. Die Sprödigkeit wächſt ziemlich raſch mit zunehmendem Magneſiumgehalt; Legierungen mit mehr als 20 % Magneſium ſind wegen ihrer großen Sprödigkeit für techniſche Zwecke unbrauchbar. Das Zuſtandsdiagramm (ſ. d.) der Aluminium-Magneſiumlegierungen iſt in [2] angegeben.

Literatur: [1] Sitzungsberichte des Vereins für Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, 1900, S. 93 (Ueber die Herſtellung und Eigenſchaften von Magnalium); Verhandlungen des Vereins für Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, 1901, S. 277. — [2] Zeitſchr. f. anorgan. Chemie (Ueber Magneſium-Aluminiumlegierungen); Goerens, P., Einführung in die Metallographie, Halle 1906, S. 79. *A. Widmaier.*

Magneſia (Magneſiumoxyd, Bittererde, Talkerde) MgO, in der Natur als ſeltenes Mineral (Periklas) vorkommend, wird künſtlich durch Erhitzen des Karbonats oder Oxydhydrats gewonnen (gebrannte Magneſia, M. usta).

Es bildet eine weiße leichte amorphe Maſſe und dient in der Medizin als ſäurebindendes Mittel und als Gegenmittel bei Arſenvergiftungen. Da es erſt bei höchſter Weißglut ſchmilzt, wird es als Material für die Herſtellung feuerfeſter Steine benutzt. Neuerdings werden aus reiner Magneſia Röhren und Tiegel für chemiſche Zwecke angefertigt. — Magneſiumoxydhydrat (Magneſiumhydroxyd) $Mg(OH)_2$ kommt in der Natur als Brucit und Nemalith vor und wird künſtlich durch Fällung von Magneſiumſalzlöſungen mit Alkali erhalten; in Waſſer und Ammoniak faſt unlöslich, löſt es ſich dagegen leicht bei Gegenwart von Ammoniumſalzen; beim Glühen zerfällt es in Magneſiumoxyd und Waſſer. — Magnesia alba. Gemenge von Magneſiumhydroxyd und Magneſiumkarbonat, wird durch Fällung von Magneſiumſalzlöſungen mit Alkalikarbonat erhalten. *Rathgen.*

Magneſiakalk, ſchwach gebrannter Dolomit, der, gepulvert, hydrauliſche Eigenſchaften beſitzt, ſtark gebrannt und zu Pulver gelöſcht ſich wie magerer Kalk verhält (vgl. a. Magneſiamörtel unter Mörtel).

Literatur: Hauenſchild, Die Dolomite und ihre praktiſche Verwendung, Techniker 1872; Derſ., Die dolomitiſchen Zemente und ihre Bedeutung für Bauwiſſenſchaft und Architektur, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- und Arch.-Ver. 1873, S. 201. *L. v. Willmann.*

Magneſiaſteine, ſ. v. w. Magneſitziegel, ſ. Steine, feuerfeſte.

Magneſiazement, beſtehend aus 25 % Magneſia, 25 % Chlormagneſium und 50 % Hydratwaſſer, wurde 1. von Gurlt vorgeſchlagen als Bindemittel für Steinkohlenbriketts (ſ. Brikettieren, Bd. 2, S. 303) und dient 2. zu Abdichtungsarbeiten im Meerwaſſer und im Salzbergbau. *Treptow.*

Magneſit, Magneſitſpat, Talkſpat, Hagluvit, Mineral, Magneſiakarbonat $MgCO_3$ (47,62 % MgO, 52,38 % CO_2). Kriſtalliſiert wie Kalkſpat hexagonal rhomboedriſch, außerdem auch derb, körnig, ſtengelig. Farblos oder ſchneeweiß, auch hellgelb oder -grau, gelb und braun. Durchſichtig bis durchſcheinend; glasglänzend; ſpröde; Härte $4^1/_2$; ſpez. Gew. 2,9—3,1. Wird von heißer Salzſäure in pulveriſiertem Zuſtand gelöſt. Vor dem Lötrohr unſchmelzbar, nach Borchers im elektriſchen Ofen erſt bei 3000°.

Kommt auch als Geſtein (Pinolith oder Pinolithſtein) in mächtigen Ablagerungen vor, aber zumeiſt mit Kieſelſäure (Quarz oder Opal) vermengt; außerdem enthält er häufig Serpentin und Talk; iſt dicht oder ſehr feinkörnig, zuweilen nierenförmig, von muſcheligem bis unebenem Bruch, oft härter und ſpezifiſch leichter als das Mineral, wenn kieſelſäurehaltig. Unſchmelzbar, aber oft zuſammenſinternd. Vorwiegend ein Verwitterungsprodukt von Serpentin und olivinhaltigen Geſteinen. Der Magneſit von Veitſch in Steiermark (Spaeterſche Grube) enthält 44 % MgO, nach Vertreiben der Kohlenſäure im geſinterten Reſt 85,30 % MgO, 7,79 % Fe_2O_3, 3,40 % SiO_2, 0,82 % Al_2O_3, 1,75 % CaO. Magneſit von Frankenſtein in Schleſien enthält 45,12 % MgO, 49,71 % CO_2, 4,53 % SiO_2, 0,14 % $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, 0,37 % H_2O. Die Verwendung des Magneſit iſt vielſeitig: zur Herſtellung von Kohlenſäure und von Bitterſalz durch Behandlung mit Schwefelſäure, ferner in der Porzellanfabrikation und neuerdings der Unſchmelzbarkeit wegen in großem Maße zur Herſtellung feuerfeſter Produkte (Ziegel, Tiegel, Muffeln, Düſen, Röhren, Kapellen, Platten u. ſ. w.). Bei 440° gebrannt, wird Magneſit kauſtiſch, bindet dann Waſſer, bleibt weich; wird er dunkelrot gebrannt und mit Waſſer gemengt, ſo erhärtet er nach einiger Zeit. Bei hohem Eiſengehalt (mehr als 4 %) zerfällt er im Waſſer zu Pulver, ohne zu erhärten, auch Beimengung von Kalkſpat wirkt beim Brennen nachteilig. Nur Magneſite von ſehr geringem Gehalt an Quarz, Kalkſpat, Ton und Alkalien eignen ſich zu feuerfeſten Steinen; ein

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fe_2O_3-Gehalt von 3—4% ist zur Sinterung nötig. Manche Magnesite aus Steiermark, weiß mit schwarzen Tonschiefereinschlüssen, werden als Bau- und Werksteine benutzt. Weitere Benutzung zur Herstellung von Magnesia, dann in der Stahlfabrikation nach Martin-Siemens und Thomas-Grilchrist als basisches Produkt, im Ofenbau, der Metallurgie u. s. w. Die Verwendung steigt immer noch.

Literatur: Bleichsteiner, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1892, Bd. 40, S. 355; Schuster, Chemiker-Ztg. 1892, Bd. 16, S. 252; Tonindustrieztg. 1893, Bd. 17, S. 143. *Leppla.*

Magnesitziegel, s. Steine, feuerfeste.

Magnesium *Mg*, Metall. Atomgew. 24,36, spez. Gew. 1,75; Schmelzpunkt 633°, Siedepunkt 1100°.

Das silberweiße duktile und hämmerbare Metall entzündet sich bei höherer Temperatur und verbrennt mit intensiv weißem Lichte zu Magnesia. Es zersetzt Wasser selbst beim Erwärmen wenig, ist in Säuren leichtlöslich. Sein Vorkommen in der Natur ist weitverbreitet: Magnesit, Dolomit, Carnallit, Kieserit u. a. Gewonnen wird es durch Elektrolyse des Carnallits [1]. Verwendung in Form von Band, Draht und Pulver in der Feuerwerkerei und Photographie (Blitzlicht), ferner als Reduktionsmittel im Laboratorium und zu Legierungen. Durch einen geringen Zusatz von Magnesium werden z. B. Nickel und Kobalt schmiedbar und walzbar; mit Kupfer entsteht eine messingähnliche Legierung u. s. w.

Literatur: [1] Ahrens, F., Handb. d. Elektrochem., 2. Aufl., Stuttgart 1903, S. 454 ff. *Rathgen.*

Magnesiumblitzlicht, s. Magnesiumlicht und Blitzlicht.

Magnesiumchlorid (Chlormagnesium) $MgCl_2$, kommt in der Natur hauptsächlich als Carnallit ($KMgCl_3 + 6H_2O$) und in einigen andern Verbindungen in den Staßfurter Abraumsalzen vor, bei deren Verarbeitung es auch technisch gewonnen wird. Es ist ferner in Mineralwässern und im Meerwasser enthalten.

Wasserfreies Magnesiumchlorid ist in der Hitze eine wasserhelle, rauchende Flüssigkeit, die bei dem Erkalten zu einer blättrigen Masse erstarrt; diese löst sich in Wasser unter starker Wärmeentwicklung und aus der eingedampften Lösung kristallisiert in säulenförmigen Kristallen die Verbindung $MgCl_2 + 6H_2O$. 45% Magnesiumchlorid enthaltende Laugen werden in der Baumwollspinnerei als Oelersatz verwendet. Magnesiumchlorid ist der Ausgangspunkt zur Darstellung andrer Magnesiumverbindungen. — Magnesiumoxychlorid, sogenannter Sorallscher Magnesiazement, dient in verschiedener Zusammensetzung als Kitt. *Rathgen.*

Magnesiumlegierungen, s. Magnesium.

Magnesiumlicht. Metallisches Magnesium brennt, namentlich in Band-, Draht- oder Pulverform, an der Luft mit hellweißer Flamme, die infolge Reichtums an blauen, violetten und ultravioletten Strahlen große photographische Wirksamkeit hat und deshalb als künstliche Lichtquelle zu photographischen Aufnahmen vielfach verwendet wird.

Magnesiumband kann in Lampen mit Uhrwerk mit andauernder Flamme verbrannt werden und liefert dann die optische Helligkeit von ungefähr 135 Hefnerkerzen, wenn 7,4 mg Magnesium pro Sekunde verbrennen. Es wirkt aber mehr als zwanzigmal heller bei feiner photographischen Wirkung auf Bromsilbergelatine und fast fünfzigmal heller auf Chlorsilbergelatine als eine Hefnerkerze (Eder). Magnesiumband verbrennt an der Luft nicht vollständig, sondern in der Regel verflüchtigt sich ein Teil als Metalldampf.

Das Magnesiumpulver verbrennt vollständiger. Magnesium, in Sauerstoffatmosphäre verbrennend, gibt ein blendend weißes und photographisch dreimal wirksameres Licht als beim Verbrennen an atmosphärischer Luft. Zu photographischen Zwecken wird meistens Magnesiumpulver als sogenanntes Magnesiumblitzlicht (s. a. Blitzlicht) verwendet. Nachstehende Tabelle von Franz Novak gibt eine Uebersicht über das Verhalten verschiedener Blitzlichtgemische:

Gemische von 1 g Magnesium mit	Relative chemische Leuchtkraft in bezug auf Bromsilbergelatine in Kerzen-Meterekunden (H. M. S.)	Verbrennungsgeschwindigkeit in Sekunden
3/4 g Kaliumpermanganat	173 000	0,120
1 „ Kaliumnitrat	36 000	0,070
1 „ Baryumnitrat	60 000	0,070
1 „ Strontiumnitrat	84 000	0,105
1 „ Thoriumnitrat	281 000	0,220
3/4 „ Thoriumnitrat	332 000	0,230
1/2 „ Thoriumnitrat	358 000	0,240
1 „ Zirkonnitrat	237 000	0,240
1 „ Cerinitrat	173 000	brennt langsam ab; die Verbrennungsdauer ist ca. 1 Sekunde
1 „ Zinknitrat	173 000	0,250
1/2 „ Zinknitrat	282 000	0,270
1 „ schwach basisches Kadmiumnitrat	399 000	0,300
1 „ Wolframsäure	20 000	brennt in ca. 1 Sekunde ab
1 „ molybdänsaures Ammon	86 000	brennt in ca. 1 Sekunde ab

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Unter den Gemischen, die untersucht wurden, ergab die größte Leuchtkraft (photographische Wirksamkeit auf Bromsilbergelatine nach dem Passieren des Lichtes durch Glas) dasjenige mit Kadmiumnitrat. Dann folgt das Gemisch mit Thoriumnitrat. Aus der Tabelle ist weiter sofort ersichtlich, daß die Variierung des Thoriumnitratgehalts eine Aenderung der Leuchtkraft bedingt; am günstigsten ist das Verhältnis $^1/_2$ Teil Thoriumnitrat mit 1 Teil Magnesiumpulver. Was die Verbrennungsgeschwindigkeit anbelangt, so verbrennen unter den in der Tabelle genannten Proben am raschesten die Gemenge mit Kalium- und Baryumnitrat. Die Verbrennungsgeschwindigkeit der Präparate, welche die größte Leuchtkraft ergaben, nämlich der Gemenge mit Kadmium- und Thoriumnitrat, ist zwar viermal bezw. dreimal länger als die des Kaliumnitratgemenges, aber nach den praktischen Proben ist diese Geschwindigkeit noch vollständig ausreichend, um gute Aufnahmen zu liefern, wobei diese Gemenge den Vorteil einer mehr als neun- bis zehnmal so großen photographischen Wirksamkeit auf Bromsilbergelatine als das Kaliumnitratgemisch besitzen. Am meisten Rauch liefert unter den genannten Blitzlichtgemischen das mit Kaliumnitrat, am wenigsten die Gemenge mit Thorium- und Kadmiumnitrat.

Langsam brennende magnesiumhaltige Zündsätze werden zu sogenannten photographischen Zeitlichtpatronen benutzt. Das Cerinitrat ist in Gemischen mit Magnesium für Blitzlicht nicht gut geeignet, weil es zu langsam abbrennt, eignet sich aber wegen seiner großen Leuchtkraft gut zu Zeitlichtgemischen. Verzögernde Zusätze sind Kieselgur, feinstgepulvertes Calcium-, Magnesium- oder Strontiumkarbonat, mitunter wird überdies etwas roter Phosphor zugesetzt.

Ein Gemisch von gleichen Teilen auf nassem Wege gefälltem getrockneten Magnesium- oder Calciumkarbonat brennt mit Magnesium in Mengen von mehreren Grammen etwa in $^1/_2$ Minute ab (Novak). Langsam brennen Gemische von gleichen Teilen Magnesium und Wolframsäure oder Natriumwolframat (Patent der Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer in Elberfeld) oder von Magnesium mit Chromalaun (Krebs). Ein Gemisch von 1 Teil Magnesium, 2,5 Teilen Strontiumnitrat, 1 Teil Magnesiumkarbonat und 0,05 Teilen rotem Phosphor geben ziemlich rauchfreies Licht; es brennt pro 1 g in etwa 1 Sekunde ab und wird noch als Zeitlicht betrachtet. Die beigemengten Strontiumverbindungen geben dem weißen Magnesiumblitzlicht eine schwach rötliche Nuance, was bei Aufnahme farbiger Objekte mit orthochromatischen Platten günstig wirkt; man nennt solche Gemische wohl auch orthochromatische oder panchromatische Zeitlichtgemische.

Das vom Blitzlicht entwickelte Licht zeigt das Spektrum des brennenden Magnesiums auf helleuchtendem kontinuierlichen Spektralgrunde nebst Andeutungen der Spektren der beigemengten Substanzen. Solche Zeitlichtpatronen, die nicht rasch verpuffen, sondern langsam und mit wenig Geräusch abbrennen, werden besonders bei Aufnahmen von Interieurs, Grüften u. s. w. verwendet.

Die Zündung der Magnesiumblitzpulver erfolgt häufig mit Lunten; vielfach wird auch elektrische Zündung benutzt, indem sehr dünne Platin-, Eisen- oder Nickeldrähte durch den elektrischen Strom (meist werden Trockenelemente benutzt) glühend gemacht werden und dadurch das darüber geschüttete Magnesiumblitzpulver direkt oder durch Vermittlung von ein wenig Zündsatz entflammt wird.

Literatur s. bei Blitzlicht; ferner Novak, Ueber Blitzlichtgemenge, Photogr. Korrespondenz 1907, S. 388. *J. M. Eder.*

Magnesiumoxyd, s. v. w. Magnesia (s. d.).

Magnesiumpapier, s. Papiersorten.

Magnesiumphosphat, phosphorsaures Düngemittel, kommt in drei verschiedenen Zusammensetzungen vor: 1. basisches Magnesiumphosphat, in geringer Menge in den Knochen in Säuren leicht löslich; 2. halbsaures Magnesiumphosphat, in einzelnen Guanosorten; 3. saures Magnesiumphosphat, eine in Wasser sehr leicht lösliche Verbindung. *Weitz.*

Magnesiumsilikate, s. Asbest, Meerschaum, Serpentin, Talk.

Magnesiumsulfat (schwefelsaures Magnesium, Bittersalz), wasserfrei $MgSO_4$, kristallisiert $MgSO_4 + 7\,H_2O$, in der Natur als Kieserit ($MgSO_4 + H_2O$), ferner in den sogenannten Bitterwässern vorkommend, dient als Arzneimittel und zu Appreturzwecken. *Rathgen.*

Magnet, s. Magnetismus.

Magnetapparat. Zur Ausscheidung von Eisenteilen (Nägeln, Drahtstücken, Schrauben u. s. w.) aus Getreide und andern körnigen, mehligen, breiigen oder flüssigen Stoffen werden permanente Stahlmagnete angewendet, deren Polzwischenräume durch einen nichtmagnetischen Körper ausgefüllt sind und die durch einen Bolzen zusammengehalten werden. Die von den Polflächen gebildete Ebene wird in eine schräge Gleitfläche (Fallrohr) eingefügt, so daß das Getreide oder dergl. darüberrieseln muß. Die Eisenteile bleiben an den Polflächen hängen und werden von Zeit zu Zeit mit der Hand oder auf mechanischem Wege abgestreift. Näheres in Dinglers Polyt. Journ. 1893, Bd. 288, 9. Heft. Vgl. a. Getreidereinigungsmaschinen, D.R.P. Nr. 53389 und 73295, Magnetrechen und Aufbereitung, magnetische. *Arndt.*

Magnetbremse, s. Bremsen, elektrische, Bd. 2, S. 261.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Magneteiſen, -erz, ſ. Magnetit.

Magnetelektriſche Maſchine, ſ. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 180 ff.

Magnetiſche Induktion, Magnetiſcher Kreisprozeß, ſ. Elektromagnetismus.

Magnetiſcher Verſchluß. ſ. Geleucht, Bd. 4, S. 369.

Magnetiſche Streuung, ſ. Dynamomaſchine.

Magnetiſierungsarbeit, -intenſität, ſ. Elektromagnetismus.

Magnetismus, die Geſamtheit der magnetiſchen Erſcheinungen.

Magnete (natürliche und künſtliche) ſind Körper, welche die Fähigkeit beſitzen, Eiſenſtücke anzuziehen und feſtzuhalten. Natürliche Magnete ſind insbeſondere die Magneteiſenſteine (Fe_3O_4) und die Magnetkieſe; in geringerem Grade auch Kobalt, Nickel u. a. Künſtliche Magnete ſind Stahl- oder Eiſenſtäbe, welche durch die Einwirkung andrer, z. B. natürlicher Magnete, oder durch die Einwirkung eines elektriſchen Stromes (ſ. a. Elektromagnetismus) magnetiſche Eigenſchaften erhalten haben. Weiche Eiſenſtäbe verlieren dieſe Eigenſchaften ſofort nach dem Aufhören jener Einwirkung wieder, während Stahlſtäbe ſie beibehalten (permanente Magnete). Die Anziehungskraft eines ſolchen Magneten iſt nicht an allen Stellen dieſelbe, ſondern nimmt von beiden Enden aus nach der Mitte ab, ſo daß letztere ſelbſt unmagnetiſch erſcheint (indifferente Zone oder Indifferenzpunkt). Man erkennt dies ſehr deutlich durch Eintauchen eines Stabmagneten in Eiſenfeilſpäne (Fig. 1). Die beiden Enden des Stabes, welche die ſtärkſte magnetiſche Wirkung zeigen, heißen Magnetpole. Die Verbindungslinie beider Pole nennt man magnetiſche Achſe. Hängt man einen ſtab- oder nadelförmigen Magneten an einem dünnen Faden horizontal ſchwebend auf, ſo ſtellt ſich die magnetiſche Achſe ungefähr in die Nordſüdrichtung ein, und zwar zeigt ſtets ein und dasſelbe Ende (Pol) nach Norden und das andre nach Süden. Erſteres wird deshalb mit Nordpol, letzteres mit Südpol bezeichnet. Nähert man einer ſolchen freibeweglichen Magnetnadel einen Magneten, ſo lehrt die Beobachtung das Geſetz, daß jeder Pol der Magnetnadel von dem gleichbenannten des Stabes abgeſtoßen, von dem andern dagegen angezogen wird. Bringt man einen unmagnetiſchen Eiſenſtab in die Nähe eines Magnetpols, ſo wird der Eiſenſtab magnetiſch. Das dem Magnetpol zugewendete Ende wird mit demſelben ungleichnamig, das abgewendete gleichnamig magnetiſch (magnetiſche Induktion). Bricht man einen Magnetſtab in ſeiner Mitte (Indifferenzpunkt) entzwei, ſo wird jede Hälfte ſofort wieder zu einem vollſtändigen Magneten mit Nord- und Südpol, und dieſer Vorgang wiederholt ſich ſtets bei beliebig weit fortgeſetzter Teilung der jedesmaligen Bruchſtücke. Es iſt daher die Annahme gerechtfertigt, daß auch die kleinſten Teile (Moleküle) des Magnetſtabes ſchon vollkommene Magnete (Molekularmagnete) ſind.

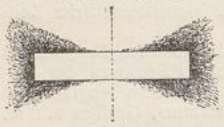


Fig. 1.



Fig. 2.

Fig. 2 zeigt einen ſolchen aus einer einzigen Lage von Molekülen beſtehend gedachten Magneten. Die kleinen Rechtecke $s_1 n_1$, $s_2 n_2$ u. ſ. w. ſtellen Molekularmagnete dar, und zwar möge die ſchwarze Seite den Nordpol, die weiße Seite den Südpol andeuten. Auf dieſe Weiſe läßt ſich auch leicht die Tatſache erklären, daß ein Magnet in ſeiner Mitte keine Anziehung ausübt und daß die anziehende Wirkung nach den Enden (Polen) zu wächſt. — Ein Eiſenteilchen in *A* (Fig. 2) erleidet nämlich keine Anziehung, weil die Anziehung von s_5 genau ſo groß iſt wie die Abſtoßung von n_5, die Anziehung von s_6 genau ſo groß wie die Abſtoßung von n_6, die Anziehung von s_4 genau ſo groß wie die Abſtoßung von n_4 u. ſ. w. Immer heben ſich die Wirkungen eines Südpoles und eines ſymmetriſch zur Linie *AD* gelegenen Nordpoles auf. Anders wird dies, wenn das Eiſenteilchen ſich in *B* befindet. Jetzt heben ſich die Wirkungen der Magnete $s_1 n_1$, $s_2 n_2$ gegen $s_4 n_4$, $s_5 n_5$ auf, hingegen bleibt die Wirkung der Magnete $s_6 n_6$ bis $s_9 n_9$ beſtehen. Da die Südpole dieſer Magnete dem Punkte *B* näher liegen, ſo wird der Südmagnetismus überwiegen und in *B* Nordmagnetismus induzieren, *B* wird alſo angezogen werden. In viel höherem Maße gilt dies für ein in *C* befindliches Eiſenteilchen.

Bei einem unmagnetiſchen, aber magnetiſierbaren Körper ſind die Moleküle ebenfalls als Magnete zu denken. Sie ſind jedoch nicht gleichgerichtet, ſondern werden dies erſt unter dem Einfluß einer magnetiſierenden Kraft. Je ſtärker dieſe Kraft iſt, deſto mehr Moleküle werden gedreht; und nach Gleichrichtung aller iſt der Stab geſättigt. Beim weichen Eiſen kehren nach Aufhören der magnetiſierenden Kraft die meiſten Moleküle in ihre frühere Lage zurück, d. h. das Eiſen verliert ſeinen Magnetismus wieder, und zwar um ſo vollkommener, je weicher es iſt. Der im Eiſen zurückgebliebene geringe Reſt heißt remanenter Magnetismus. Beim gehärteten Stahl behalten nach dem Magnetiſieren die meiſten Moleküle ihre neue Lage bei, d. h. er bleibt dauernd magnetiſch (permanenter Magnet). Man nimmt an, daß zur Drehung der Moleküle eine gewiſſe Kraft (Koerzitivkraft) erforderlich iſt, welche ihre gegenſeitige Reibung überwindet und die Rückdrehung verhindert. Sie iſt am größten bei den härteſten Stahlſorten, am geringſten bei dem weichen ſchwediſchen Holzkohleeiſen.

Die Herſtellung künſtlicher Magnete wird am einfachſten durch die Induktionswirkung ſchon vorhandener permanenter Magnete erzielt. Dünnere Stäbe werden in ihrer ganzen Länge ſtets in derſelben Richtung mit demſelben Pol eines kräftigen Magneten geſtrichen. Spezielle Strichmethoden zur Herſtellung ſtärkerer Magnete ſ. [1], [3], [5]. Stärkere Stäbe werden auch zweckmäßig mit Hilfe des elektriſchen Stromes magnetiſiert. Man windet umſponnenen Kupferdraht um den zu magnetiſierenden Stab herum oder man benutzt bequemer eine Magnetiſierungs-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſpule, in welche der Stab hineingeſteckt wird (ſ. Elektromagnetismus). Bei nicht richtig ausgeführter Magnetiſierung bekommt ein Magnetſtab außer an ſeinen Enden auch noch an verſchiedenen Zwiſchenpunkten Pole (Folgepunkte). Bei Magneten von großer Tragkraft müſſen beide Pole gleichzeitig zur Wirkung gelangen, was am beſten durch eine hufeiſenförmige Geſtalt erreicht wird (Fig. 3). *A* iſt ein vor die Pole gelegtes Stück weiches Eiſen (Anker), an welches Gewichte gehängt werden können. Die Tragkraft eines ſolchen Hufeiſenmagneten mit Anker iſt nicht etwa nur doppelt ſo groß wie die Tragkraft eines Poles, ſondern weſentlich größer [3]. Die Tragkraft eines Magneten (ſ. a. Elektromagnetismus) iſt übrigens nicht ſeinem Gewichte proportional, es beſteht vielmehr die Relation [1]: $M = a\sqrt[3]{P^2}$ (M Tragkraft, P Gewicht des Magnets, a ein konſtanter Faktor, welcher für Kilogrammgewicht den Wert 10 für jeden Pol beſitzt). Hiernach trägt ein Hufeiſenmagnet von 5 kg Gewicht ca. 30 kg.

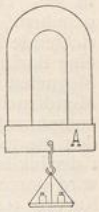


Fig. 3.

Verlaufen die magnetiſierenden Kräfte längs der Mittellinie eines Ringes von gleichförmigem Querſchnitt, ſo entſtehen keine Magnetpole (polloſer Magnet).

Während ein Eiſenſtäbchen, das frei beweglich zwiſchen zwei Magnetpolen aufgehängt iſt, ſich axial, d. h. in die Verbindungslinie beider Pole ſtellt, wird ein ebenſo aufgehängtes Wismutſtäbchen von beiden Polen gleichſtark abgeſtoßen und ſtellt ſich äquatorial, d. h. ſenkrecht zur Verbindungslinie beider Pole, ein. Körper, welche ein gleiches Verhalten zeigen wie Wismut, ſind u. a. Gold, Silber, Kupfer, Blei, Zink, Zinn u. ſ. w.; man bezeichnet ſie als diamagnetiſch. Die magnetiſchen Körper Eiſen, Nickel, Mangan, Platin u. ſ. w. nennt man auch paramagnetiſch. Die diamagnetiſchen Erſcheinungen werden durch Annahme induzierter Molekularſtröme zu erklären geſucht, die in den betreffenden Körpern eine temporäre magnetiſche Polarität hervorrufen [1], [7].

Eingangs wurde erwähnt, daß ein in horizontaler Ebene drehbarer Magnet in der Ruhelage ungefähr von Süden nach Norden zeigt. Die durch die magnetiſche Achſe dieſes Stabes gelegte Vertikalebene heißt magnetiſcher Meridian. Der magnetiſche Meridian bildet mit dem aſtronomiſchen einen Winkel, welcher Deklination genannt wird. Man ſpricht von öſtlicher oder weſtlicher Deklination, je nachdem das Nordende der Nadel nach Oſten oder Weſten vom geographiſchen Meridiane abweicht. Für Deutſchland z. B. iſt die Deklination eine weſtliche und beträgt in Berlin ca. 10° Karten, auf welchen alle Orte gleicher Deklination durch Kurven (Iſogonen) verbunden ſind, heißen Deklinationskarten [1]. Alle Iſogonen vereinigen ſich in zwei Punkten, von denen der eine im Nördlichen, der andre im Südlichen Eismeer liegt und welche man als die magnetiſchen Pole der Erde bezeichnet. — Der Apparat, welcher dazu dient, die Deklination zu meſſen, heißt Deklinatorium (ſ. d. und Buſſole, Hängezeug unter Grubeninſtrumente) Das auf Schiffen gebräuchliche vereinfachte Deklinatorium führt den Namen Kompaß (ſ. d.).

Hängt man eine Magnetnadel genau in ihrem Schwerpunkte ſo auf, daß ſie ſich nach allen Richtungen frei drehen kann, ſo bildet ſie einen Winkel mit der horizontalen, welcher Inklination genannt wird. Die Inklination beträgt in Berlin 67° und nimmt zu, je weiter man nach Norden kommt. Kapitän Roß hat unter 70° 5′ nördlicher Breite und 263° 14′ öſtlich von Greenwich den magnetiſchen Nordpol erreicht, d. h. den Punkt, an welchem die Inklination 90° beträgt. Je weiter man von unſern Breiten aus nach Süden kommt, deſto mehr nimmt die Inklination ab, und ſie iſt an einem Punkte der Aequatorialzone Null. Geht man noch weiter nach Süden, ſo tritt wieder eine Inklination auf, jedoch neigt ſich jetzt das Südende der Nadel nach unten. Dieſe Inklination nimmt ebenfalls mit der Breite zu und beträgt ſchließlich am magnetiſchen Südpol wieder 90°. Die Inklinationsverhältniſſe werden durch die Inklinationskarten [1] dargeſtellt, auf denen alle Orte gleicher Inklination durch Kurven (Iſoklinen) verbunden ſind. Die Nullifokline, an welcher die Nadel horizontal ſteht, verläuft in der Nähe des Aequators und führt den Namen magnetiſcher Aequator. Zum Nachweiſe der Inklination wird das Inklinatorium benutzt, deſſen Prinzip Fig. 4 darſtellt. In einem Rahmen von Meſſing, welcher an einem Faden aufgehängt iſt, befindet ſich eine ſehr leicht bewegliche horizontale Achſe, welche eine Magnetnadel trägt. Letztere ſtellt ſich nun ſo ein, daß ihre magnetiſche Achſe in den magnetiſchen Meridian fällt, während das nach Norden gekehrte Nadelende ſich ſenkt. Ueber die ſogenannten Störungen und Variationen der Deklination und Inklination ſ. [1] und Erdmagnetismus.

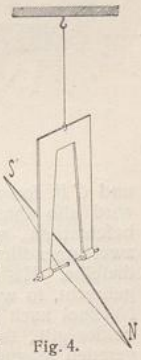


Fig. 4.

Die Erſcheinungen der Deklination und Inklination können ſehr einfach durch die Annahme erklärt werden, daß die Erde ſelbſt ein Magnet iſt, welcher im Norden einen magnetiſchen Südpol und im Süden einen magnetiſchen Nordpol beſitzt. Dieſer Erdmagnetismus übt nun eine richtende Kraft auf Magnetnadeln aus, wie Fig. 5 und 6 zeigen. Auf die Magnetnadel (Fig. 5), welche um den Punkt *M* nach allen Richtungen hin drehbar iſt, wirkt der Nordpol der Erde im Punkt *a* anziehend etwa mit einer Kraft, deren Größe und Richtung durch *a c* angegeben wird. Der Südpol der Erde wirkt abſtoßend auf den Punkt *a* etwa mit der Kraft *a d*. Kräfte *a c* und *a d* ergeben die Reſultierende *a e*. Auf den Punkt *b* der Magnetnadel wirkt der Nordpol der Erde abſtoßend mit einer Kraft *b g*, parallel und gleich *a c*; der Südpol der Erde wirkt anziehend

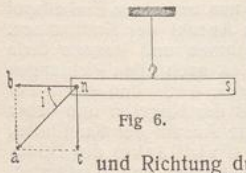


Fig 6.

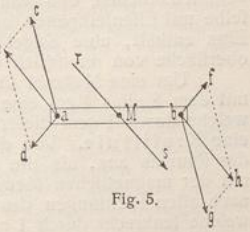
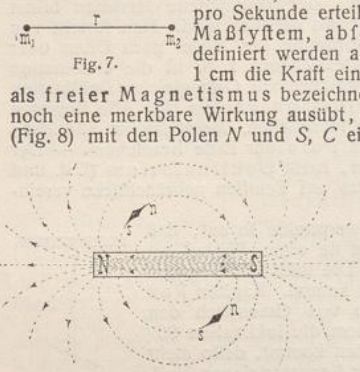


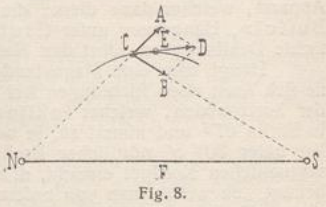
Fig. 5.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit einer Kraft bf, gleich und parallel ad. Die Refultierende bh ift dann parallel und gleich ae; das fo entftandene Kräftepaar fucht die Nadel in die Richtung $rs \parallel ae$ und bh zu ftellen (Gleichgewichtslage der Inklinationsnadel Fig. 4). Bei der Deklinationsnadel (Fig. 6) ift ein Teil der Wirkung des Erdmagnetismus durch die Art der Nadelaufhängung aufgehoben. Der Magnet ns kann fich nur in einer nahezu horizontalen Ebene drehen. Die richtende Kraft des Erdmagnetismus an zerfällt in zwei Komponenten, eine vertikale nc und eine horizontale nb. Die vertikale Komponente nc wird durch die Art der Unterftützung des Magneten aufgehoben, während die horizontale Komponente einen aus der magnetifchen Meridianebene abgelenkten Magnetftab zurückzudrehen fucht. Bezeichnet man die Horizontalkomponente des Erdmagnetismus (Horizontalintenfität) mit H_e (Tabelle in [5]), fo ergibt fich die totale Intenfität R der erdmagnetifchen Kraft aus der Gleichung $R = H_e : \cos i$, worin i der Inklinationswinkel. Auch die Verteilung der magnetifchen Intenfität über die Erdoberfläche wird durch Karten veranfchaulicht, auf welchen alle Punkte gleicher totaler Intenfität durch Kurven (Ifodynamen) verbunden find. Die drei Größen: Deklination, Inklination und Horizontalintenfität heißen die drei erdmagnetifchen Elemente oder Konftanten.

Coulomb ftellte für die Einwirkung zweier magnetifcher Pole oder zweier magnetifcher Mengen das Gefetz auf: Zwei magnetifche Mengen wirken aufeinander mit einer Kraft ein, welche direkt proportional dem Produkte der beiden Mengen und umgekehrt proportional dem Quadrat ihrer Entfernung ift (Coulombfches Gefetz). Bezeichnen P die wirkfame Kraft, m_1 und m_2 magnetifche Mengen oder Polftärken und r ihren Abftand (Fig. 7), fo ift $P = (m_1 \cdot m_2) : r^2$. Sind die beiden Mengen m_1 und m_2 gleichnamig, fo ftoßen fie fich ab, fuchen alfo r zu vergrößern (in diefem Falle gilt das +-Zeichen); find dagegen die beiden Mengen ungleichnamig, fo ziehen fie fich an, fuchen alfo r zu verkleinern (es gilt das —-Zeichen der Gleichung). Da für $m_1 = 1$, $m_2 = 1$, $r = 1$ auch die Kraft $P = 1$ wird, fo ift durch die Gleichung auch die magnetifche Menge oder Polftärke Eins definiert. Unter der Kraft Eins ift diejenige Kraft zu verftehen, welche der Maffe vom Gewicht 1 g die Befchleunigung von 1 cm pro Sekunde erteilt. Diefe Krafteinheit führt den Namen Dyne (f. [3] und Maßfyftem, abfolutes). Daher kann die Einheit der Polftärke auch definiert werden als diejenige, welche auf eine gleichgroße im Abftande von 1 cm die Kraft einer Dyne ausübt. Die Stärke eines Magnetpoles wird auch als freier Magnetismus bezeichnet. Die Umgebung, in welcher ein Magnet auf einen Pol noch eine merkbare Wirkung ausübt, heißt fein magnetifches Feld. Ift F ein Magnetftab (Fig. 8) mit den Polen N und S, C eine nordmagnetifche Menge, fo ftößt der Nordpol N den Pol C ab mit der Kraft CA, während der Südpol S ihn mit der Kraft CB anzieht. Beide Kräfte ergeben die Refultierenden CD, die den Pol C, wenn er frei beweglich ift, in der Richtung CD fortzubewegen fucht.


Fig. 9.


Fig. 8.

In diefer Richtung bleibt er aber nur ein unendlich kleines Stück CE, da fich dann die beiden Kräfte CA und CB fowohl der Größe als auch der Richtung nach geändert haben. Der Punkt C wird alfo unter dem Einfluß der beiden Pole N und S eine krummlinige Bahn (Kraftbahn) befchreiben, welche von N nach S hin gerichtet ift. Die refultierende Kraft CD geht durch zwei unendlich nahe aneinander liegende Punkte C und E der Bahn, ift alfo Tangente an diefelbe. Hätte man nach C an Stelle der nordmagnetifchen Menge eine kurze Magnetnadel gebracht, fo würde diefe fich in die Richtung von CD eingeftellt haben, und zwar würde der Nordpol nach D und der Südpol nach C zeigen. Da dies für jeden Punkt des magnetifchen Feldes gilt, fo ift die Anzahl der Kraftbahnen unendlich groß. Für den in Fig. 8 erwähnten geraden Magnetftab NS zeigt die Fig. 9 eine Anzahl von Kraftbahnen; bei einigen derfelben ift eine kurze Magnetnadel ns eingezeichnet. Alle diefe Linien gehen vom Nordpol N zum Südpol S und im Innern des Magneten vom Südpol zum Nordpol zurück. Die Kraftbahnen eines Magneten find alfo in fich gefchloffene Kurven. Man kann den Verlauf derfelben dadurch veranfchaulichen, daß man ein Blatt Papier auf den zu unterfuchenden Magneten legt und dasfelbe mit Eifenfeilfpänen beftreut [3]. Befchreibt man um einen Pol, der die magnetifche Menge Eins enthält, eine Kugel mit dem Radius Eins, fo wird jede Flächeneinheit diefer Kugeloberfläche von unendlich vielen Kraftbahnen gefchnitten.

Um eine Maßzahl für die Kraftbahnen zu erhalten, denken wir uns um einen Einheitspol mit dem Radius 1 cm eine Kugel befchrieben, faffen die unendliche Anzahl der Kraftbahnen, welche durch 1 qcm diefer Kugelfläche gehen, zu einer Einheit zufammen und nennen diefe eine Kraftlinie. Von dem Einheitspol gehen dann fo viel Kraftlinien nach allen Richtungen des Raumes aus, als die Kugeloberfläche Flächeneinheiten befitzt, d. i. 4π. Von einem Pol mit der magnetifchen Menge m gehen dann durch jede Flächeneinheit der Kugel m und daher nach allen Richtungen des Raumes $4\pi m$ Kraftlinien. Ferner gibt die Anzahl der Kraftlinien, welche fenkrecht durch 1 qcm Fläche hindurchtreten, die Intenfität (Feldftärke) des Feldes an derjenigen Stelle an, an welcher fich die Fläche befindet. Die Anzahl von Kraftlinien, welche durch 1 qcm hindurchgehen, nennt man auch Kraftliniendichte. (Ueber Feldftärke, magnetifche Induktion, Permeabilität u. f. w. f. Elektromagnetismus.) Gehen z. B. in

einem magnetiſchen Felde an einer Stelle 5000 Kraftlinien durch 1 qcm einer ſenkrecht zu den Kraftlinien geſtellten Fläche hindurch, ſo bedeutet dies: Die nordmagnetiſche Menge Eins erleidet in der Richtung der Kraftlinien einen Zug von 5000 Dynen. Durch dieſe Definition iſt auch die Anzahl der Kraftlinien beſtimmt, die von dem Nordpol eines Magnetſtabes zu dem Südpol und von da zum Nordpol zurückgehen. Iſt nämlich m die magnetiſche Menge an den Polen des Stabes, ſo geht von der nordmagnetiſchen Menge m die Anzahl $4\pi m$ zu der ſüdmagnetiſchen Menge m und von dort durch den Stab zum Nordpol zurück. Die Anzahl der Kraftlinien eines Magnetſtabes iſt daher $N = 4\pi m$, welche ſämtlich durch die Mitte des Stabes gehen. Iſt das ſogenannte magnetiſche Moment des Stabes $M = m \cdot l$ bekannt, ſo wird $m = M : l$ oder $N = 4\pi M : l$, wo l den Polabſtand der beiden Mengen bezeichnet, von welchen die Kraftwirkung ausgeht. Bei einem langen dünnen Magnetſtab kann l gleich der Länge des Stabes geſetzt werden. Bei dicken Stäben iſt jedoch die Verteilung des Magnetismus eine weſentlich andre, ſo daß man bei ſolchen Stäben als Polabſtand nur zirka fünf Sechſtel der ganzen Stablänge rechnen kann. Jede der Einwirkung eines magnetiſchen Feldes ausgeſetzte magnetiſche Menge beſitzt eine gewiſſe potentielle Energie, d. h ſie hat das Beſtreben, ſich aus dem Felde zu entfernen oder ſich demſelben zu nähern, wobei ſie dem Wege einer Kraftbahn folgt. Bewegt man daher die magnetiſche Menge auf dieſem Wege innerhalb des Feldes, von einem Punkte nach einem andern, ſo muß hierbei Arbeit geleiſtet werden. — Man bezeichnet nun diejenige Arbeit, welche erforderlich iſt, um einen Pol von der Stärke Eins aus unendlicher Entfernung an einen beſtimmten Punkt des magnetiſchen Feldes zu bringen (oder umgekehrt), als das Potential dieſes Punktes. Der Pol iſt hierbei von einem Punkte kleineren zu einem Punkte größeren Potentials (oder umgekehrt) gebracht. Der Unterſchied der potentiellen Energie beider Punkte heißt Potentialdifferenz. Eine Fläche, welche alle Punkte gleichen Potentials verbindet, nennt man Potentialniveaufläche; ſie wird von den Kraftbahnen ſtets ſenkrecht geſchnitten [1], [4], [6]. Auf jeder Kraftbahn ſind ſämtliche Potentialwerte in ſtetiger Reihenfolge vertreten.

Fig. 10 zeigt die Kraftlinien eines Hufeiſenmagneten. Fig. 11 zeigt einen Hufeiſenmagneten, vor deſſen Pol ein Stück weiches Eiſen gebracht iſt; hierdurch iſt die Kraftliniendichte in der Nähe der Pole beträchtlich größer geworden, d. h. das weiche Eiſen hat an dieſer Stelle das magnetiſche Feld bedeutend verſtärkt.

Bringt man in ein homogenes Feld, d. h. in ein Feld, in welchem die Kraftlinien parallel ſind und überall gleiche Dichte beſitzen, einen Ring aus weichem Eiſen, ſo verändert ſich das Feld, wie dies Fig. 12 zeigt. Die urſprünglich parallelen Kraftlinien biegen ſich nach dem Ringe zu, verdichten ſich vor demſelben und gehen zum größten Teile bogenförmig durch

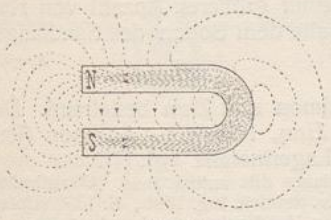


Fig. 10.

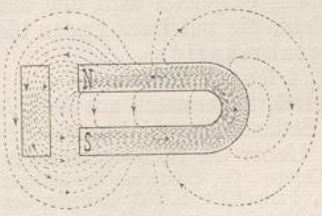
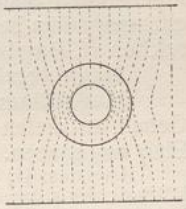


Fig. 11.


Fig. 12.

die Wand des Ringes, um die innere Höhlung herum, treten auf der andern Seite wieder aus und geſtalten ſich endlich in größerer Entfernung wieder zu parallelen Geraden. Nur ein ſehr kleiner Teil der Kraftlinien geht durch die Höhlung des Ringes, und es iſt alſo die Intenſität des magnetiſchen Feldes im Innern des Ringes nur ſchwach. Ein homogenes magnetiſches Feld iſt beiſpielsweiſe das Feld des Erdmagnetismus. Umgibt man eine Magnetnadel mit einem Ringe aus weichem Eiſen, ſo iſt die Einwirkung des Erdmagnetismus auf die im Innern des Ringes befindliche Nadel eine nur geringe (Schirmwirkung), die Nadel wird daher unter der Einwirkung eines elektriſchen Stromes, der in der Nähe der Nadel vorübergeführt wird, einen größeren Ausſchlag geben als ohne den Eiſenring. Eine derartig angebrachte Nadel bezeichnet man als aſtatiert oder aſtatiſch, und man verwendet ſie bei verſchiedenen elektrotechniſchen Meßinſtrumenten (ſ. d.), um dieſe empfindlicher zu machen. Eine vollkommene Aſtatie erreicht man übrigens durch zwei gleichſtarke Magnetnadeln, welche ſo miteinander verbunden werden, daß die ungleichnamigen Pole übereinander liegen. Ueber Suſzeptibilität, Magnetiſierungskurven u. ſ. w. ſowie über die Erzeugung magnetiſcher Felder und Kraftlinien durch elektriſche Ströme ſ. Elektromagnetismus.

Ueber die Ampèreſche Erklärung der magnetiſchen Erſcheinungen durch die Annahme von in ſich ſelbſt zurückkehrenden Molekularſtrömen, welche die Magnetmoleküle umkreiſen, ſ. [1].

Literatur: [1] Müller-Pouillet, Lehrbuch der Phyſik, Braunſchweig 1890. — [2] Gauß und Weber, Atlas des Erdmagnetismus, Leipzig 1840. — [3] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [4] Grunmach, Lehrbuch der magnetiſchen und elektr. Maßeinheiten u. ſ. w., Stuttgart 1895. — [5] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. — [6] Heinke und Ebert, Handbuch der Elektrotechnik, Leipzig 1904. — [7] Ebert, Magnetiſche Kraftfelder, Leipzig 1905

Holzt.

Magnetit, Magneteiſen, -erz (Marabellaerz in Portugal), ein Mineral, Eiſenoxyduloxyd = Fe_3O_4 (72,4 % *Fe* oder 31,03 $FeO + 68{,}97$ % Fe_2O_3), meiſt

mangan- und magnesiahaltig und als Titanmagneteisen oder Trappeisenerz auch reich an Titansäure.

Kristallisiert regulär in Oktaedern; außerdem meist derb, körnig bis dicht oder in runden Körnern (Magneteisensand). Eisenschwarz mit schwarzem Strich. Metallglänzend, undurchsichtig, in ganz dünnen Lamellen braun durchscheinend. Stark magnetisch und sogar attraktorisch. Spaltbarkeit oktaedrisch. Bruch muschelig bis uneben; spröd; Härte $5\frac{1}{2}$—$6\frac{1}{2}$; spez. Gew. 4,9—5,2. Schmilzt schwer vor dem Lötrohr. Löslich in Säuren. Verwittert unter Sauerstoffaufnahme zu Eisenglanz und Roteisenerz und bei Gegenwart von Wasser zu Brauneisenerz. Außerordentlich weitverbreitet und besonders als ständiger Gemengteil von winziger Größe in den meisten Eruptivgesteinen, dann aber in großen Massen sogar gebirgsbildend als stockförmige Einlagerung in kristallinen Schiefern (Hornblende, Chlorit-, Talkschiefer, Serpentin u. s. w.), vornehmlich auf Elba, dann aber in Schweden (Järnbäraland, Dannemora, Wermland, Gellivara u. s. w.). Für die Eisengewinnung eines der wichtigsten Erze; auch zur Herstellung natürlicher Magnete benutzt. *Leppla.*

Magnetkies (Pyrrhotin), Mineral, Schwefel-Eisenverbindung Fe_7S_8 (69,5% Fe), zuweilen Nickel (bis 5%) enthaltend.

Kristallisiert hexagonal prismatisch, außerdem meist derb, körnig und dicht. Bronzegelb, rasch tombakbraun anlaufend. Strich dunkelgrau; metallglänzend und undurchsichtig. Stark magnetisch; spröd; Härte $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$; spez. Gew. 4,4—4,7. Vor dem Lötrohr schmelzbar zu schwarzer magnetischer Kugel. Löslich in Salzsäure unter Entweichen von Schwefelwasserstoff und Abscheidung von Schwefel. Verwittert zu Eisenvitriol ähnlich wie Schwefelkies. Auf Gängen in kristallinen Schiefern (Schweden, Bayrischer Wald u. s. w.), Wird zur Darstellung von Schwefelsäure und Eisenvitriol, aber auch zur Nickelgewinnung benutzt. *Leppla.*

Magnetlinie, s. Meridian, magnetischer.

Magnetnadel, -träger, s. Bussole, Grubeninstrumente, Kompaß.

Magnetometer. Ein auf dem Prinzip des Spiegelgalvanometers mit Fernrohrablesung (s. Meßinstrumente, elektrotechnische) beruhender, von Gauß angegebener Meßapparat zur genauen Bestimmung der magnetischen Konstanten (s. Magnetismus). Als Reiseinstrument ist besonders der magnetische Theodolit von Lamon sehr zweckmäßig. S. a. Erdmagnetismus. *Holst.*

Magnetrechen, zum Auffangen kleiner in dem Papierzeug befindlicher Eisenteilchen verwendete Vorrichtung, welche vor der Papiermaschine in den sogenannten Sandfang eingesetzt wird und aus einer größeren Anzahl von Hufeisenmagneten besteht, die mit ihren Enden bis nahe dem Boden des Sandfanges reichen (s. Papierfabrikation). *Kraft.*

Magnoferrit, s. Roteisenerz.

Magnoliametall, Lagermetall aus Blei, Antimon und Zinn bestehend. Der Gehalt an diesen Bestandteilen wird zu 6—8% Zinn, 10—16% Antimon (Rest Blei) angegeben. Ueber die Blei-Antimon-Zinn-Lagermetalle vgl. [1].

Literatur: [1] Charpy, G., Etude sur les alliages blancs dits antifrictions. Contribution à l'étude des alliages, Paris 1901, S. 203; Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 1300 (Untersuchungen über die zur Verminderung der Reibung dienenden Metallegierungen). *A. Widmaier.*

Mahagoni, s. Nutzhölzer.

Mahagonibraun, feurige, in Oel lasierende Körperfarbe, aus Terra di Siena durch Glühen derselben gewonnen.

Mahlbusen, ein innerhalb des Hauptdeichs liegendes, durch einen Binnendeich abgeschlossenes Wasserbecken, in das bei künstlich entwässerten Niederungen die Schöpfmaschinen das Wasser heben und von denen es durch das Siel des Hauptdeichs während der Ebbezeit nach außen entleert wird.

Liegt das Polder sehr tief, so sind auch wohl zwei übereinander liegende Busen und zwei Pumpwerke vorhanden (z. B. bei dem Zuidglas-Polder, das 5 m unter A.-P. liegt und eines der am tiefsten belegenen Polder der Niederlande ist; vgl. Storm Buysing, Waterbouwkunde, Breda 1864, 2. Teil, S. 862, und Handb. d. Ing.-Wiss., Bd. 3, 2. Teil, 3. Aufl. 1900, Taf. II). Das eine hebt aus dem Binnentief in den unteren, das zweite aus dem unteren in den oberen Busen. Die Größe des Busens ist tunlichst so zu bemessen, daß während der Schlußzeit der Abflußschleuse die Schöpfmaschinen ohne Unterbrechung arbeiten und das geschöpfte Wasser während der Ebbe abfließt; doch läßt sich diesen Bedingungen nicht immer Rechnung tragen. *Frühling.*

Mahlen, in der Aufbereitung, s. Mühlen.

Mahlflächen, s. Mühlsteine und Schärfe.

Mahlgang, Zerkleinerungsmaschine, aus zwei flachen, kreisrunden, aufeinander liegenden Steinscheiben (s. Mühlsteine) bestehend, von denen entweder die obere (Oberstein) oder die untere (Bodenstein) sich mit einer senkrecht zur Steinfläche stehenden Achse (Mühleisen, Mühlspindel) dreht. Die erstgenannte Gattung heißt oberläufige Mahlgänge, die letzte unterläufige (Oberläufer, Unterläufer). Für Getreidemüllerei werden heute meistens Oberläufer benutzt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oberläufer. Der ſtilliegende Bodenſtein wird bei einfacheren Mahlgängen auf den Fußboden eines Mühlenſtockwerkes oder auf den eines beſonders hiefür errichteten Gerüſtes (Mahlganggebiet) in Mörtel gelegt und mit einem niedrigen Holzring (Schling), der die Lage des Steines ſichert, umgeben. Statt deſſen kann man auch eine eiſerne Steinſchale anordnen, in der die richtige Einſtellung des Steines mittels Schrauben erfolgt. In einer zentralen, oben abgedeckten Oeffnung (Auge) des Steines ſitzt ein Halslager (Büchſe, Mühlſteinbüchſe), das zur Führung des ſenkrechten Mühleiſens dient. Dieſes tritt, den Fußboden von

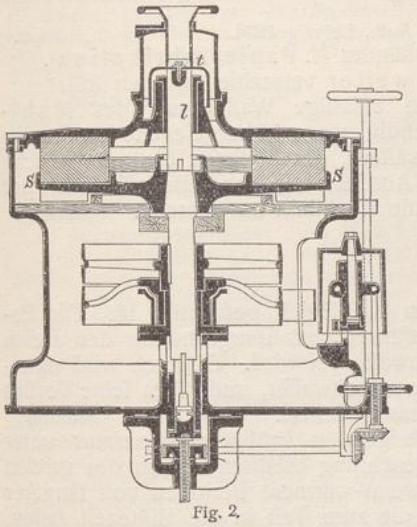


Fig. 2.

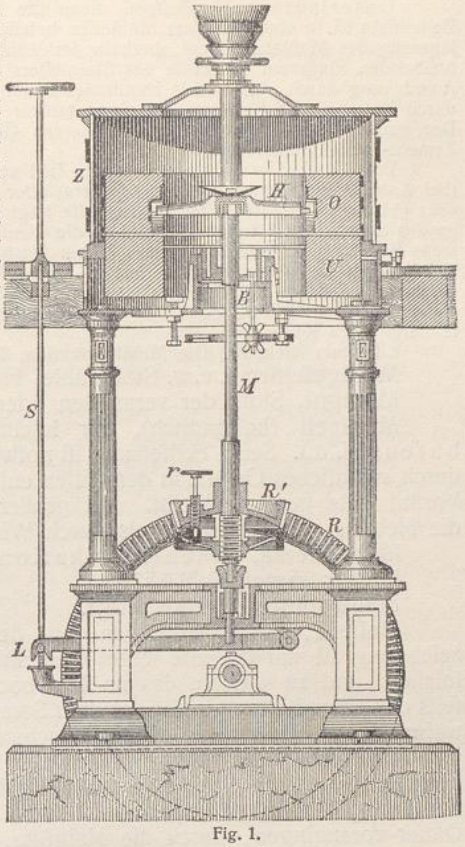


Fig. 1.

unten durchdringend, durch die obere Abdeckung des Auges hindurch und trägt auf ſeiner Spitze mittels einer geeigneten eiſernen Tragvorrichtung (ſ. Haue) den zweiten, beweglichen Mühlſtein, den Läufer. Auch dieſer obere Stein beſitzt ein Auge, das zur Einführung des Mahlgutes dient und das von der Haue brückenartig überſpannt wird. Die Steine ſind mit einem meiſt zylindriſchen, oben abgedeckten Holzgehäuſe (Bütte oder Zarge) umgeben, das in der Mitte der Oberfläche eine kreisrunde Oeffnung für die Mahlguteinführung enthält. Die Mahlgutableitung geſchieht durch eine neben dem Bodenſtein befindliche Oeffnung im Fußboden oder am unteren Rande der Bütte. Die Größe der Laſt erfordert eine beſondere Abſtützung des Steinbettes durch Unterzüge und Ständer oder Säulen. Das untere Ende des Mühleiſens ruht in einem Spurlager, das ſeinen Platz auf einer zwiſchen den ebengenannten Ständern oder Säulen geſpannten Traverſe findet. Zwecks Veränderung des Abſtandes der Steine voneinander iſt dieſes Spurlager in ſeiner Höhenlage verſtellbar eingerichtet (Steinſtellung, Lichtezeug). — Der Antrieb des Mühleiſens erfolgt zwiſchen dem Spurlager und der Büchſe durch Stirnräder, Kegelräder oder Riemenſcheiben (mittels offenen oder gekreuzten Riemens von ſenkrechter, mittels halbgeſchränkten Riemens von wagerechter Welle aus). Die Mahlgutzuführung geſchieht vom zuleitenden Trichter aus entweder mittels einer ſchrägen, durch einen Drei- oder Vierſchlag gerüttelten Gleitfläche (Rüttelſchuh), die das Gut in das Läuferauge einſchüttet, oder durch ein in das Steinauge hineinreichendes Zuführungsrohr und einen unter ſeiner Mündung kreiſenden, auf einer Verlängerung des Mühleiſens ſitzenden und mit ihm umlaufenden Streuteller (Zentrifugalaufſchütter), der für die gute Verteilung im Steinauge ſorgt. Der Abſtand der Rohrmündung von dem Streuteller kann durch Verſtellung des Rohres im ſenkrechten Sinne mittels eines Handrades verändert werden. — Moderne Mahlgänge ſind meiſt als ein Ganzes ſo angeordnet, daß ſie, ohne auf die Tragkonſtruktion des Gebäudes oder eines Gebäudeteils angewieſen zu ſein, eine in ſich zuſammenhängende Einheit bilden. In Fig. 1 tragen zwei eiſerne Säulen eine gußeiſerne Steinſchale, die den Bodenſtein *U* aufnimmt und in der ſeine Lage durch Stellſchrauben geregelt werden kann. Im übrigen finden ſich die vorſtehend angedeuteten Teile hier wieder: der Oberſtein (Läufer) *O*, die Haue *H* mit darüber befindlichem Streuteller, die Bütte *Z*, die Büchſe *B*, das Mühleiſen *M*, die Kegelräder *R* und *R′* mit einer Ausrückvorrichtung, welche geſtattet, durch Drehung eines Handrades *r* das kleine Kegelrad *R′* ſo zu verſchieben, daß es außer Eingriff mit *R* kommt, der Mahlgang alſo ſtillſteht; ferner die Steinſtellung *L S*, deren Einwirkung auf die Höhenlage des Spurlagers ohne weiteres klar wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Unterläufer. Als Beiſpiel diene die Konſtruktion Uhlhorns: der ſich drehende Bodenſtein iſt in einer auf dem Mühleiſen befeſtigten Eiſenſchale *S* (Fig. 2) gelagert. Die Halslagerung des Mühleiſens liegt oberhalb der Mühlſteine bei *l*; das Mahlgut fällt durch den freibleibenden Ringraum mit Hilfe des Streutellers *t* ein. Antrieb mittels Los- und Feſtſcheibe, Ausrückung durch eine mittels Handrades ſchief zu ſtellende ſenkrechte Leitrolle. Steinſtellung durch Hebung und Senkung der Spur mittels verſchiebbarer Spindel und drehbarer Mutter. Der ganze Mahlgang iſt in ein gußeiſernes Gehäuſe eingeſchloſſen. Anwendung mehr für Zement- und Mineralienmüllerei.

Die Aufſtellung einer größeren Zahl von Mahlgängen findet entweder in Reihen ſtatt (bei Antrieb mit Riemen oder Kegelrädern) oder in Gruppen von der Grundrißform eines Vielecks (Vier- bis Sechseck). Im letzten Falle trägt eine mittlere ſtehende Welle (Königswelle) ein großes Stirnrad und treibt mit dieſem die kleineren, auf den gleichmäßig verteilten vier bis ſechs Mühleiſen ſitzenden Stirnräder. Ueber Mahlgänge mit Aſpiration (oder Ventilation) ſ. Aſpiration. — Steindurchmeſſer: 1—1,5 m. Umlaufzahl 110—200 in der Minute (Umfangsgeſchwindigkeit des Läufers etwa 8—10 m). Kraftbedarf: für den Mahlgang einſchließlich Hilfsmaſchinen 10—12 PS. bei 30—37 hl täglicher Leiſtung bei Hochmüllerei und 6—8 PS. bei Flachmüllerei (nach Kick).

Literatur: Kick, Fr., Die Mehlfabrikation, 3. Aufl., Leipzig 1894. *Arndt.*

Mahlgeſchirr, ſ. v. w. Stoffmühle, Holländer (ſ. Papierfabrikation).

Mahlgut, Stoff, der vermahlen oder weiter vermahlen werden ſoll.

Mahlpeil (holländiſch), der höchſte zuläſſige Waſſerſtand des Mahlbuſens (ſ. d.). Seine Feſtſetzung iſt notwendig, wenn höhergelegene Ländereien durch natürliches Gefälle in den Buſen entwäſſern, damit dieſen die erforderliche Vorflut ſtets gewahrt bleibt. Bei großer Ausdehnung des Buſens iſt auch auf die Hebung des Waſſerſpiegels durch Winde Rückſicht zu nehmen. *Frühling.*

Mahlſchema, ſ. Mehlfabrikation.

Mahltrommel, ſ. Mühlen.

Mahwabutter, ſ. Baſſiafett.

Maifeld, der Bodenſtreifen, auf dem ein Deich geſchüttet iſt. Die Bezeichnung iſt auf die alte Regel zurückzuführen, als Baugrund für den Deich ſolches Land zu wählen, das im Mai hochwaſſerfrei wird. Dadurch wird einerſeits das eingedeichte Gebiet vor dem Sommerhochwaſſer, anderſeits ſeine Vorflut während des eigentlichen Pflanzenwachstums geſichert. *Frühling.*

Maifröſte. Das Zurückgehen der ſteigenden Frühjahrstemperatur unter den Gefrierpunkt mußte ſchon frühzeitig Beachtung erfahren wegen des großen Schadens, der unſrer Vegetation, zumal wenn wärmere Perioden von längerer Dauer vorangingen, durch die Maifröſte, die zum Teil in die Blütezeit fallen, in vielen Jahren zugefügt wurde. Die Maifröſte ſtellen ſich als Kälterückfälle dar, wie ſolche teilweiſe auch im Juni im Mittel langjähriger Beobachtungsreihen angetroffen worden ſind.

Früher glaubte man gewiſſe Kalendertage als beſonders froſtdrohend bezeichnen zu müſſen, die man auch die Eismänner, Eisheiligen, geſtrengen Herren, in Frankreich Les trois saints de glace benannt hat, nämlich die Tage Mamertus, Pankratius, Servatius und Bonifatius (11. bis 14. Mai), von denen die erſteren drei mehr im nördlichen, die letzteren drei mehr im ſüdlichen Mitteleuropa gefürchtet wurden. Spätere Unterſuchungen an der Hand langjähriger Beobachtungen haben gelehrt, daß die Kälterückfälle im Mai jene Tage nicht bevorzugen, wie auch die Temperaturſprünge im Mai nichts Beſonderes in ihrem Weſen darbieten. Die Wetterlage, bei der Maifröſte einzutreten pflegen, iſt charakteriſiert durch ein Hochdruckgebiet im Nordweſten der britiſchen Inſeln und eine Depreſſion im hohen Norden, die ihren Einfluß über Skandinavien und Nordzentraleuropa ausbreitet, ſo daß Luft aus nördlichen Breiten Mitteleuropa zugeführt wird; begünſtigt wird dabei das Sinken der Nachttemperatur unter den Gefrierpunkt durch den geringen Waſſergehalt der Frühjahrsluft.

Literatur: Dove, Ueber die Kälterückfälle im Mai, Berlin 1856; Aßmann, Die Nachtfröſte des Mai 1882, Magdeburgiſche Zeitung 1882; v. Bezold, Die Kälterückfälle im Mai, Abhandl. d. Kgl. Bayr. Akad. d. Wiſſenſch., 2. Cl., Bd. 14, 2. Abt., 1883; van Bebber, Die geſtrengen Herren, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſch. f. Met., Bd. 18, Wien 1883; Köppen, Hann, Buys-Ballot, Zur Eismännerfrage, ebend. 1884, Bd. 19; Hegyfoky, Die meteorologiſchen Verhältniſſe des Monats Mai in Ungarn, Budapeſt 1886; Großmann, Eine Studie über die abſolute Feuchtigkeit der Luft, Archiv der Deutſchen Seewarte, 8. Jahrg. 1885, Hamburg 1886; R. Hennig, Unterſuchungen über die kalten Tage des Mai, Das Wetter XV, 1898; Kremſer, Beiträge zur Frage der Kälterückfälle im Mai, Met. Zeitſchr. XVII, 1900; Lancaſter, Le mois de Mai, Brüſſel 1902, und Un intéressant phénomène: Les refroidissements du milieu de juin depuis vingt ans, „Ciel et Terre", XXIII, 1903. *Großmann.*

Maikäferdünger enthält 3,3 % Stickſtoff und 0,4—0,7 % Phosphorſäure.

Mailänder Gold, zu Stickereien verwendeter, nur auf einer Seite vergoldeter platter Silberdraht.

Maillardmaſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 733.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maillechort, s. v. w. Neusilber (s. d.).

Mailleuse, Maillon, s. Wirkerei.

Maische, Maischen, s. Bierbrauerei, Malz, Spiritusfabrikation.

Maischhefe, s. Kunsthefe.

Maisdrill, s. Säemaschine.

Maisliesche (nach dem Lieschgrase, Phleum) oder Kolbenblatt, die Kolbenscheide, die den weiblichen Blütenstand und den Fruchtkolben des Maises (Zea-Mais, Kukuruz) in verschiedener Anzahl einhüllt.

Trocken sind die Lieschen gelblichweiße, blattartige, stark gerippte, strohähnliche Organe, deren faserige Elemente die Verarbeitung derselben zu Papierstoffen [1] begründen; jedoch ist diese Art der Verwendung verhältnismäßig gering; viel häufiger werden die Lieschen als Füllmaterial (ordinäre Matratzen), zu Flechtwerk (Matten, Hüte) verwendet. Ausführliches über Verwendung in [1] und [2], über Mikroskopie in [3], [4].

Literatur: [1] Auer v. Welsbach, Alois, Die Verarbeitung der Maispflanze, Wien 1862. — [2] Wiesner, Dinglers Polytechn. Journal, Bd. 175. — [3] Hanausek, T. F., Maisliesche in „Realencyklop. d. ges. Pharm.", Wien 1889, Bd. 6, S. 499 (mit Literaturangaben), und Lehrb. d. techn. Mikroskopie, Stuttgart 1901, S. 107. — [4] Wiesner, Rohstoffe u. s. w., Leipzig 1903, 2. Aufl., 2. Bd., S. 436. *T. F. Hanausek.*

Maisöl, das fette Oel aus den Keimlappen des Mais (Zea-Mais), ist ziemlich dickflüssig, von hellgelber bis goldgelber Farbe, angenehmem Geruch und Geschmack und findet Verwendung als Schmieröl und zur Seifenfabrikation.

Literatur: Bornemann, Die fetten Oele, Weimar 1889; Schädler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Benedikt, Analyse der Fette, 4. Aufl., Berlin 1903; Lewkowitsch, Chem. Technologie der Fette, Braunschweig 1905, Bd. 2. *Deite.*

Maisrebbler dient zum Entkörnen der reifen Maiskolben.

Für Handbetrieb besteht der Maisrebbler aus einer mit Kurbel versehenen Rebbelscheibe, auf der konzentrisch Zahnkränze aufgegossen sind. Eine Feder läßt der Scheibe so viel Spielraum, daß sie einen in den Einlegtrichter gesteckten Maiskolben fest erfaßt, bei Drehung der Kurbel gegen die Trichterwand preßt und ihn zugleich um seine Achse dreht, wobei die Zähne das Ausreiben der Körner besorgen. Letztere fallen samt dem entkörnten Kolben unten aus. Leistung pro Stunde 3 hl, Preis ohne Kiste 7 *M.* — Für größere Leistungen und für Hand- oder einspännigen Göpelbetrieb sind zwei Rebbelscheiben vorgesehen, die das Entkörnen besorgen. Von hier aus gelangt das Material auf ein Rüttelsieb, das die leeren Kolben abgibt, und zugleich findet durch den Windstrom eines Ventilators eine Reinigung des Maises statt. Bei Handbetrieb sind drei Personen nötig; die Leistung ist dann pro Tag 60—70 hl. Bei Göpelbetrieb kann sie bis auf ca. 90 hl gesteigert werden. Der Preis der Maschine ist 120 *M.* — Für sehr große Leistungen werden die Kolben durch eine mit eingeschraubten Stiften versehene Trommel in Verbindung mit einem zweckmäßig konstruierten Mantel entkörnt; am Ende des letzteren schließt sich ein Schieber mit geschlossenem Auslauf an, der leere Kolben und die meisten Körner nach dem Rüttelsieb führt, wodurch einem Verspritzen derselben vorgebeugt wird. Die weitere Reinigung erfolgt durch Siebe und einen Windstrom. Schließlich wird der reine Mais durch einen Elevator gehoben und direkt in die Säcke abgegeben. Zum Betrieb sind ca. 4 Pferdekräfte und 3—4 Personen nötig, die Leistung ist pro Stunde 45—50 hl, der Preis beträgt 1570 *M.*

Bezugsquellen: C. Beermann, Berlin; Hofherr & Schrantz, Wien; Clayton & Shuttleworth, Wien. *Wrobel.*

Maiwuchsöl, s. v. w. Terpentinöl (s. d.).

Maizena, s. Stärkearten.

Majolika, glasierte Tonwaren mit farbigem Scherben, vielfach bunt bemalt (s. Tonwaren und Kunstgewerbe); buntfarbig dekorierte Platten aus emailliertem Eisenblech nennt man Eisenmajolika.

Literatur: Spielhagen, Kunstscherben, Berlin 1882—84, 12 Tafeln (Vorlagen für Majolikamalerei); Drews, Anleitung zur Majolikamalerei, Berlin 1883; Schlieder, Die Majolikamalerei zum Selbstunterricht, Berlin 1886; Romanoff, Die Behandlung der Schmelzfarben, Berlin 1887. *Dümmler.*

Majolika oder Biancone, in der Geologie der Alpen, ein lichter, weißer oder roter, dichter, muschelig brechender, dünn geschichteter, an Hornsteinknollen reicher Kalkstein, der mit Mergel wechsellagert und der untersten Kreideformation angehört. *Leppla.*

Majolikafarben, mit ätherischem Oele angeriebene, feuerbeständige Farben zum Bemalen keramischer Objekte; die Malerei wird in der Muffel eingebrannt. Auch Lackfarben zum Bemalen von Ton- und Porzellanobjekten werden als Majolikafarben bezeichnet. *Andés.*

Majuskel, s. Schriftarten.

Makadam-Straßen oder Makadamisierte Straßen, Steinschlagstraßen ohne Packlage.

Sie wurden von ihrem Erfinder Mac-Adam ursprünglich in der damals üblichen Steinbahnstärke von 25 cm aus gleichmäßigen Schottersteinen von etwa 5,5 cm Seitenkante hergestellt. Später ermäßigte er selbst die Stärke der Schotterschicht auf 15 cm, was bei festem Untergrunde

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

in reinem Zustande durchaus rein sauer und den im Naturwein enthaltenen Fruchtsäuren zum Verwechseln ähnlich. Hierdurch wird den Maltonweinen ein vollständiger Ersatz für die in den Traubenweinen enthaltenen Fruchtsäuren geboten. Außerdem wird der Malzwürze durch die Milchsäuregärung ein für die Erzielung einer gut funktionierenden späteren Hefetätigkeit notwendiger Gärschutz verliehen. Die Maltonwürze oder der Maltonmost schmeckt in diesem Zustand bereits sehr angenehm süß-säuerlich. Ist bei der Milchsäuregärung ein Gesamtsäuregehalt von 0,6—0,8 % erreicht, so wird das Wachstum der Keime durch Sterilisation bei ca. 75° unterbrochen und darauffolgend bei einer unter 25° liegenden Temperatur die alkoholische Gärung (Hochgärung) durch Zusatz besonders gezüchteter Südweinedelhefen ausgewählter Weinlagen eingeleitet. Schon Pasteur und sein Schüler Jacquemin hatten beobachtet, daß sich aus Bierwürze unter Verwendung von Weinhefen weinartig duftende Gärungsprodukte erzeugen lassen. Sauer hat diesen Befund in zielbewußter Arbeit verfolgt und gelangte so zu dem ihm patentierten, eben beschriebenen Verfahren zur Darstellung der Maltonweine. In großen Gärbottichen vollzieht sich die von den Reinzuchthefen eingeleitete Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure. Anfangs geht diese Gärung still vor sich, später wird sie mehrere Tage lang stürmisch, worauf noch eine stille Nachgärung erfolgt. Nach einigen Wochen enthält das vergorene Produkt bis zu 19 Volumprozent Alkohol, die zu erzielen bis dahin in der Gärungstechnik für unmöglich gehalten wurde und was nur unter Verwendung von aus Südweinen gezogenen Heferassen möglich war. Während der Gärung wird ab und zu noch Maltose in Form von Malzextrakt zugegeben, analog wie bei der Bereitung des Tokayerausbruchs, wo dem gärenden Traubenmoste zur Erhöhung des Alkohol- und Extraktgehaltes Rosinen bester Trauben (Ausbrüche) zugesetzt werden. Je nach Abstammung der Reinzuchthefen gelang es Sauer, Maltonsherry, -tokayer, -portwein, -malaga u. s. w. zu erzeugen, deren Geschmack und Aroma demjenigen der entsprechenden Traubenweine sehr nahe kommt. Nach Vollendung der sauren und alkoholischen Gärung wird der Maltonjungwein filtriert und der Warmlagerung mit Luftberührung ausgesetzt. Hierbei wird er auf hohe Fässer von ca. 7000 l Fassungsraum übergeleitet, dieselben werden aber nur zur Hälfte gefüllt, und darüber lagert keimfrei filtrierte Luft. Hierbei wird der für Weine so wichtige Alterungsprozeß beschleunigt und dem Jungwein der noch deutlich an seine Abstammung von Malz erinnernde Geschmack genommen. Nach 6—9 Wochen ist dann der Maltonjungwein ausgereift. Die Maltonweine werden im Hinblick auf ihren Nährwert und ihre einwandfreie Bereitung als Stärkungsmittel in Krankheitsfällen und bei Schwächezuständen den natürlichen Südweinen von den Aerzten sehr häufig vorgezogen. Ein Flasche Maltonwein kostet ca. 1,25 *M.*

Literatur: Schiller-Tietz, Die Maltonweine, neue Wege d. Gärkunde, Hamburg 1898. *Mezger.*

Maltose, s. Maltonweine, Malz, Bierbrauerei, Spiritusfabrikation.

Malz, durch Einweichen in Wasser zur Keimung gebrachtes Getreide. Die Hauptgetreideforten, die bei der Malzbereitung Verwendung finden, sind die Gerste und der Weizen. Von den verschiedenen Gerstenforten eignet sich besonders die zweizeilige Sommergerste, ferner die gelben und rotgelben, stärkemehlreichen, aber kleberarmen Weizenforten mit mäßig großen Körnern.

Physiologische und chemische Vorgänge bei der Malzbereitung. Die einzelnen Samen bestehen aus der Fruchtschale, der Samenhülle und dem Sameninhalt mit dem kleinen Keim. Sie enthalten neben Salzen stickstofffreie Stoffe, wie Stärke, Dextrin, Zucker, Cellulose, Fette, gummiartige Massen, aber auch stickstoffhaltige Substanzen, die sogenannten Eiweißkörper. Bei der Ausübung der Mälzerei wird den Samen künstlich Wasser zugeführt, dessen Menge nach dem Feuchtigkeitsgehalt der lufttrockenen Samen bemessen wird. Für den Keimungsprozeß ist ferner die Zuführung von Luft (Sauerstoff) notwendig. Bei der Keimung regt in erster Linie das aufgenommene Quellwasser eine Lösung der in den Samen aufgespeicherten Nährstoffe (Reservestoffe) an, wobei gleichzeitig in Wasser lösliche stickstoffhaltige, chemische Verbindungen von nicht genau bekannter Zusammensetzung mitwirken, die größere Mengen andrer organischer Stoffe chemisch zu verändern imstande sind, ohne dabei selbst wesentliche Umwandlungen zu erfahren. Es sind dies die sogenannten Fermente (s. d.) oder Enzyme. Die Gewichtzunahme der quellreifen Gerste durch Wasseraufnahme beträgt durchschnittlich 48—50 %, ihr Volumen nimmt um ein Drittel zu. Das Quell- oder Weichwasser färbt sich durch die Aufnahme bitter schmeckender Stoffe bald gelb. Das Gerstenkorn nimmt an Umfang zu, und im Verlauf des Keimprozesses treten bald die Würzelchen zutage. Bei der Ausübung der Mälzerei wird der Keimprozeß unterbrochen, sobald der Wurzelkeim die zweifache Länge des Korns erreicht hat. Während der Keimung tritt eine leichte Erwärmung des Malzhaufens ein. Zuerst beginnt die fermentative Wirkung der Zytase, welche die unlösliche Cellulose der Zellwände in lösliche Stoffe umwandelt. Das Enzym Diastase verwandelt alsdann die Stärke des Mehlkörpers in Zucker, und zwar in Malzzucker (Maltose), auch tritt etwas Rohr- und Invertzucker auf. Ein weiteres Ferment, die Peptase, führt die Eiweißstoffe in lösliche Albumosen, Peptone und Amidokörper über. Das im Getreidekorn enthaltene Fett wird teils bei der Atmung von der jungen Pflanze verbraucht, teils in Glyzerin und Fettsäuren gespalten. Die beschriebenen Lösungsvorgänge spielen sich nebeneinander ab. — 100 kg lufttrockene Gerste geben ca. 140 kg Grünmalz. Dieses letztere Produkt bringt man zur Vertrocknung auf Böden, zu denen bei niedrigen Temperaturen reger Luftzutritt möglich ist (Schwelken). Soll lichtes Bier nach böhmischer Art hergestellt werden, so ist das Wasser schnell aus dem Grünmalz zu entfernen und die Darrtemperatur niedrig zu halten. Bei der Bereitung dunkler Biere dagegen wird das Grünmalz feucht zur Darre gebracht und später höheren Temperaturen ausgesetzt. Aus den Zuckerarten bilden sich hierbei aromatische, färbende Röstprodukte, wobei die enzymatische

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kraft, besonders der Diastase, zum Teil zerstört wird. 100 kg trockene Gerste geben ca. 75 kg Darrmalz. Dasselbe wird nun in der Praxis noch von den Keimen befreit und entweder in hohen Haufen oder in sogenannten Getreidetürmen (Silos) gelagert.

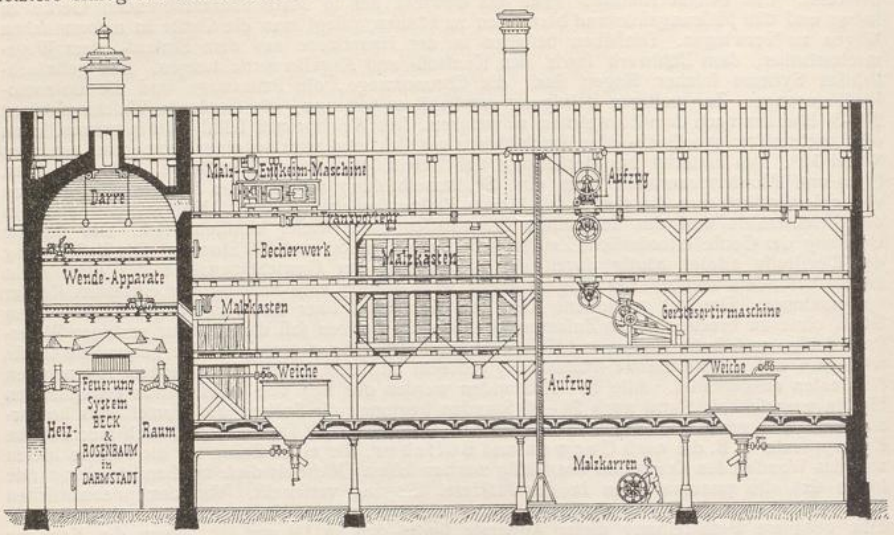
Praktische Ausübung der Mälzerei. Die vom Landwirt gekaufte Gerste passiert zunächst eine Reinigungs- und Sortiermaschine. Diese Arbeit zerfällt in die Befreiung der Körner von Unreinigkeiten, Steinen, Sand u. s. w., in das Absaugen des Staubes, die Entfernung fremder Körner (Wicken, Raden) und in die Sortierung je nach Größe der Körner in zwei bis drei Qualitäten. Für die erwähnten Arbeiten sind teils Einzelmaschinen konstruiert, teils auch solche, in denen sämtliche Manipulationen von einer einzigen Maschine verrichtet werden. Die gereinigte Gerste wird nun am besten im sogenannten Sackaufzug (mit Keil- oder Reibungsrädern) weiterbefördert. Um genaue Kenntnis über das Gewicht der in Malz überzuführenden Gerste zu haben und den Mälzungsschwand berechnen zu können, pflegt man die Gerste in automatischen Wagen zu verwiegen. Dieselben bestehen in der Hauptsache aus dem Einlauf-, dem Wägemechanismus, dem Zählwerk sowie den Kontroll- und Reguliervorrichtungen. Die gebräuchlichsten Systeme solcher Wagen sind: die Chronoswage, die Pallaswage und die Bolzomo-Riedingerwage. Zur weiteren Reinigung empfiehlt es sich nun, die Gerste in Waschmaschinen 25—30 Stunden nach dem Einweichen zu waschen. Der Weichprozeß selbst geht in prismatischen oder trichterförmigen Quell- oder Weichstöcken vor sich, und zwar bei einer Temperatur zwischen 8 und 12°. Als Material zur Herstellung der Weichstöcke dienen Backsteine, Schiefer, Glas, Eisen und Moniermauerwerk. Um eine Schimmelbildung während des Keimungsprozesses zu vermeiden, pflegt man die Gerste mit klarem Kalkwasser einzuweichen. Mehrmaliges Wechseln des Weichwassers und das zeitweilige Liegenlassen ohne Wasser empfiehlt sich. Die für die Quellung der Gerste erforderliche Zeit schwankt zwischen 50 und 100 Stunden. Die Bestimmung der Quellreife erfolgt häufig durch die Bestimmung der Gewichtszunahme der Quellfrucht mittels besonders konstruierter Wagen; meist wird jedoch eine Prüfung der einzelnen Körner vorgenommen. Das gut gequollene Korn soll sich dabei über den Fingernagel leicht biegen lassen, ohne zu brechen; beim Zusammendrücken der Spitzen soll dasselbe nur geringen Widerstand leisten und beim Reiben auf Holz eine kreideartige Spur erzeugen. Die gequollene Gerste wird nun auf die Malztenne (Malzkeller) gebracht und dort in 30—35 cm hohen sogenannten Naßhaufen ausgebreitet. Alle 10—12 Stunden werden die sich von selbst etwas erwärmenden Haufen umgeschaufelt und nach 24—38 Stunden beginnen die Spitzen des Wurzelkeims hervorzutreten. Die ganze Keimzeit vom Ausweichen an dauert 7—9 Tage. Es gibt auch mechanische Keimapparate, z. B. die nach Geçmen und Böttcher, die einen Ersatz für die Tennen bieten und das Wenden des Keimgutes überflüssig machen sollen. Mehr als diese mechanischen Apparate haben sich die pneumatischen in der Mälzerei Eingang verschafft. Von den pneumatischen unterscheidet man die Trommelmälzerei nach Galland und die Kastenmälzerei nach Saladin. Eine genauere Beschreibung dieser Apparate findet sich in [1] und [4]. Wenn die Keimung der Gerste beendigt ist, so kommt das Grünmalz auf die Darre. Man unterscheidet drei Hauptkonstruktionen: 1. die nicht mehr viel angewendete Rauch-, 2. die Heißluft-, 3. die Dampfdarre. In bezug auf ihre innere Einrichtung ist zu unterscheiden zwischen Horden-, mechanischen und pneumatischen Darren. Je nach der Anzahl der Horden unterscheidet man Ein- und Mehrhordendarren. Die Horden sind entweder aus gelochtem oder geschlitztem Blech (Blechdarre) oder aus Drahtgeflecht (Drahtdarre) hergestellt. Bezüglich der mechanischen Darren sei noch kurz auf den patentierten Malzdarrwender von Rathsmann aufmerksam gemacht, gebaut von der Maschinenbauanstalt Grimma-Golzern [1]. Man pflegt in der Praxis, wenn das Grünmalz den größten Teil seines Wassers verloren hat, lichte und goldfarbige Malze 24 Stunden lang, dunkle Malze aber 48 Stunden lang zu darren. Als Abdarrtemperatur bezeichnet man den höchsten Wärmegrad, den das betreffende Malz beim Darren erreicht. Für böhmisches Malz beträgt er 66—87°, für Wiener Malz 87—100° und für Münchner Malz 94—110°. Nun kommt das Malz in die Malzputzmaschine, in welcher man die Keime abtrennt und den übrigen Unrat entfernt. Hierbei erleidet das Darrmalz einen Gewichtsverlust von ca. $3^1/_2$ %. Zu erwähnen ist noch die Malzpoliermaschine nach Reinhard [1]. Die Vorteile der Anwendung dieser Maschine sind: besseres Aussehen des Malzes und daher leichtere Verkäuflichkeit sowie reinere Gärung. Die entfernten Malzkeime bilden ein gutes Futtermittel für Milch- und Jungvieh. Beim Weizenmalz geht die Wasseraufnahme in kürzerer Zeit vor sich als bei der Gerste. Man läßt die Keime zur Zerstörung der dem Weizen eigentümlichen Kleberschicht länger wachsen als bei der Gerste. Das Abdarren muß sehr langsam und vorsichtig erfolgen, die Abdarrtemperatur liegt bei ca. 80°. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß in der Gärungstechnik ab und zu auch Hafer-, Mais- und Roggengrünmalz Verwendung finden. Unter Kraftmalz oder Gerstenlangmalz versteht man ein in der Brennerei und Preßhefefabrikation verwendetes Grünmalz, das im Blattkeim die zweifache Länge und im Wurzelkeim die dreifache Länge des Korns erreicht hat. Dieses Malz zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an Diastase aus.

Die Luft in den Mälzereibetrieben und das zur Verwendung gelangende Wasser müssen rein sein; mäßig hartem Wasser ist der Vorzug zu geben. Die Bestimmung der Keimkraft bei den einzelnen zur Verwendung gelangenden Gerstensorten ist unerläßlich. Die Beschaffenheit des Mehlkörpers bei der Gerste wird durch sogenannte Kornprüfer oder Getreideschneider (Farinatome), z. B. den nach Printz & Heinsdorf, ermittelt. Auch mittels des Diaphanoskops [1] kann man sich über die Beschaffenheit des Mehlkörpers orientieren. Mit diesem Apparat wird das Gerstenkorn durchleuchtet; als brauchbares Instrument ist zu erwähnen dasjenige nach Philipp, zu beziehen von Kreutziger & Oefer, Dresden-Plauen. Die Ermittlung des Hektolitergewichtes und des Tausendkorngewichtes vervollständigen die mechanische Prüfung. Die eventuelle chemische Prüfung der Gerste erstreckt sich auf die Bestimmung des Gehaltes an Wasser, Eiweiß, Phosphorsäure, Stärke und Fett. Um sichere Auskunft darüber zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erhalten, wie ſich ein Darrmalz in der Praxis verarbeiten läßt, unterwirft man dasſelbe einem Maiſchprozeß nach beſtimmten Vereinbarungen. Für die eingehende Malzunterſuchung hat der V. internationale Kongreß für angewandte Chemie im Jahre 1903 genaue Vereinbarungen getroffen [1].

Unter Farbmalz verſteht man das zum Färben der dunkeln Biere dienende, nach dem Darren in rotierenden Eiſenzylindern geröſtete Malz. Karamell- oder Kriſtallmalz, deſſen Inneres braunglaſig iſt und das ebenfalls zum Färben von Bieren dient, wird durch vorſichtiges Röſten von Grünmalz gewonnen. An phyſikaliſchen Hilfsapparaten für die Technik der Mälzerei ſind zu erwähnen das Thermometer, das Hygrometer und der elektriſche Darrkontrollapparat. Der letztere ermöglicht die Kontrolle der auf den Darrböden jeweils herrſchenden Temperaturen.



Eine bewährte Mälzereianlage nach dem Syſtem von Beck & Roſenbaum Nachfolger in Darmſtadt zeigt die Figur. Die rohe Gerſte gelangt durch den Aufzug, der in der Mitte des Gebäudes angebracht iſt, auf die höheren Stockwerke, paſſiert von da eine Gerſteſortier- und Reinigungsmaſchine, um alsdann den Weichen zugeführt zu werden. Derſelbe Aufzug bringt die ausgewachſene Gerſte aus dem Keimkeller auf den Schwelkboden, der mit der Beladungsöffnung der oberen Darrhorde korreſpondiert, ſo daß die Darre bequem zu beſchicken iſt. Eine Malzentkeimungs- und Reinigungsmaſchine iſt auf dem Schwelkboden angebracht. Iſt das Malz auf der unteren Horde abgedarrt und in einen auf Höhe der zweiten Malzdarrhorde angebrachten Malzſammelkaſten geworfen, ſo fördert ein Becherwerk das Malz daraus auf die Reinigungsmaſchine. Transporteure verteilen das gereinigte fertige Malz dann in die Lagerräume oder in den Malzvorratskaſten zum bequemen Faſſen in Säcke und zur Abfuhr.

Literatur: [1] Dreverhoff, P., Brauereiweſen, Leipzig 1906. — [2] Faßbender, F., Die mechaniſche Technologie der Bierbrauerei und Malzfabrikation, Wien 1893. — [3] Thauſing, E., Malzbereitung und Bierfabrikation, Leipzig 1907. — [4] Lintner, K., Die Malzbereitung, Freiſing 1890. — [5] Weber, K., Die Malzfabrikation, Wien 1887. *Mezger.*

Malzmühle, ſ. Bierbrauerei, Schrotmühle.

Malzquetſchen, ſ. Spiritusfabrikation.

Malzſurrogate, in der Bierbrauerei verwendete Materialien, welche als teilweiſer Erſatz des Gerſtenmalzes dienen; es ſind ſtärkehaltige Vegetabilien, wie Reis, Hafer u. ſ. w.; ſ. Malz. *Mezger.*

Mammutpulver, ſ. Geſchoßtreibmittel, Bd. 4, S. 416.

Man, Gewicht in Perſien und ganz Zentralaſien. 1 Man (Män, Mön, Maund) = 40 Sir, 1 Sir = 16 Viskal. Die Größe des Man iſt ſehr verſchieden. Das amtliche alte Tebrizer Man = 2,944 kg.

Manchеſter (Baumwollſamt), ſ. Weberei.

Mandelöl, durch Preſſen aus Mandeln, Pfirſich- und Aprikoſenkernen gewonnenes fettes Oel. Es iſt dünnflüſſig, hellgelb, von angenehmem Geſchmack und faſt geruchlos; es erſtarrt bei — 21°; ſpez. Gew. 0,917—0,920. Löslich in 60 Teilen kaltem, in 5 Teilen heißem Alkohol. Es läßt ſich auf kaltem Wege verſeifen und findet hauptſächlich in der Seifenfabrikation, zum Verſchneiden von Speiſeölen und in der Medizin Verwendung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: Bornemann, Die fetten Oele, Weimar 1889; Schädler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Benedikt, Analyfe der Fette, 4. Aufl., Berlin 1903; Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 3. Aufl., Berlin 1906, Bd. 1. *Deite.*

Mandelöl, ätherifches, f. Bittermandelöl, ätherifches.

Mandelftein, in der Gefteinskunde, folche urfprünglich lavaartige Eruptivgefteine, deren Blafen und rundliche bis mandelförmige Hohlräume durch Mineralien (Kalkfpat, Quarz, Achat, Opal, Grünerde, Eifenerze, Zeolithe u. f. w.) nachträglich (als Mandeln) ausgefüllt find.

Verwittern die Gefteine, fo bleiben die Mandeln zurück, wenn ihr Inhalt aus Achat, Quarz oder Zeolithen befteht. Werden die leichtlöslichen Ausfüllungen fortgeführt, fo kommt die blafige Befchaffenheit wieder zum Ausdruck. Mandelfteine und Mandelfteinftruktur kommen vorwiegend bei Melaphyr, Diabas, Bafalt vor, fie find in der Regel leicht verwitterbar zu einem eifenreichen Lehm und daher im Bauwefen wenig verwendet. Die aus verwittertem Mandelftein herrührenden Achatmandeln der brafilianifchen Küfte liefern faft das gefamte Rohmaterial für die europäifche Achatinduftrie. *Leppla.*

Mandorla, italienifch Mandel, ein namentlich in Italien bei religiöfen Gemälden älteren Stiles häufig angewendeter Heiligenfchein, der eine mandelförmige Geftalt annimmt. *Weinbrenner.*

Mangan *Mn*, Metall, Atomgew. 55,0, fpez. Gew. 8,0, Schmelzpunkt bis gegen 1500°. Das harte, fpröde und unmagnetifche Metall hat eine grauweiße Farbe mit rötlichem Schimmer; es oxydiert fich leicht an feuchter Luft, zerfetzt Waffer langfam bei gewöhnlicher, rafcher bei höherer Temperatur, ift in verdünnten Säuren leichtlöslich.

Vorkommen in der Natur als Braunftein MnO_2, Braunit Mn_2O_3, Hausmannit Mn_3O_4, Manganit MnO_2H_2, Pfilomelan (f. d.) u. f. w. — Bei der Verhüttung manganhaltiger Eifenerze entftehen im Hochofenprozeß Manganlegierungen; in reinem Zuftande erhält man das Mangan nach dem Goldfchmidtfchen aluminothermifchen Verfahren durch Reduktion der Oxyde durch Aluminium. S. a. Aluminothermie. *Rathgen.*

Manganate, f. Manganfäuren.

Manganbioxyd, f. v. w. Manganfuperoxyd (f. Manganoxyde).

Manganbifter, ein Hydrat des Manganfuperoxyds MnO_2, entfteht durch Oxydation des Manganhydroxyds $Mn(OH)_2$. Seine Anwendung auf Geweben datiert aus dem Jahre 1815, wo das Verfahren von Hartmann in Münfter zum erftenmal praktifch ausgeführt wurde.

Die unter dem Namen Bifter bekannte braune Farbe wird auf Baumwolle entwickelt und ift von außerordentlicher Echtheit gegen Luft, Seife, verdünnte Säuren und Alkalien. Das Fafermaterial wird entweder vollftändig (durch Eintauchen und Klotzen) oder topifch (durch Bedrucken) mit der Löfung eines Manganfalzes (Manganchlorür, -fulfat oder -acetat) getränkt und nach dem Trocknen mit Natronlauge behandelt, welche Manganhydroxyd abfcheidet. Im Moment feiner Bildung ift das Hydroxyd weiß, wird aber fofort durch den Luftfauerftoff oxydiert und nimmt eine immer dunklere braune Farbe an. Durch einfache Berührung mit Luft erhält man jedoch niemals eine genügend intenfive Farbe, die Oxydation muß ftets durch Behandlung mit der Löfung eines Oxydationsmittels (Chlorkalk) beendet werden. — Nach Perfoz [1] ift eine gleichmäßige Entwicklung des Bifter von folgenden Vorfichtsmaßregeln abhängig. Man muß ein neutrales Salz anwenden, um fchnell trocknen und dadurch das Fließen vermeiden zu können. Man benutzt vorteilhaft die Rückftände von der Chlorkalkbereitung und fättigt die überfchüffige freie Säure durch Soda ab. Die Abfcheidung des Manganhydroxyds bewirkt man durch warme konzentrierte kohlenfäurefreie Natronlauge, damit die Faler durch Mercerifierung das Oxyd zurückhält und die Bildung des fchwierig oxydierbaren Mangankarbonats verhindert wird. — J. Depierre [2] empfahl ein Verfahren, bei welchem Permanganat gleichzeitig als Oxydationsmittel und als Pigment verwendet wird. Die Ware wird in einer Löfung von Manganchlorür, welche 100 g des Salzes im Liter enthält, geklotzt, in der Hotflue getrocknet und dann durch ein warmes Bad genommen, welches 100 g Kaliumpermanganat und 60 g Soda im Liter enthält. Das Braun entfteht nach der Gleichung: $3\,MnCl_2 + 2\,KMnO_4 + 2\,Na_2CO_3 = 5\,MnO_2 + 2\,KCl + 4\,NaCl + 2\,CO_2$. — Endler erzeugt ein Braun auf Baumwollgewebe durch Klotzen mit Manganchlorür, fchnelles Trocknen und Durchziehen durch eine mit Ammoniak neutralifierte Bichromatlöfung. Es foll ein unbeftändiges Manganchromat entftehen, in welchem unter Mitwirkung von Chromfäure das Mangan in die höhere Oxydationsftufe übergeht. Ein Durchnehmen durch verdünnte Chlorkalklöfung beendet den Prozeß. — Es ift fehr leicht, das Manganbraun topifch zu beizen. In der feinen Verteilung, in der es fich auf dem Gewebe befindet, wird es durch eine durch Salzfäure angefäuerte Löfung von Zinnchlorür fehr fchnell aufgelöft. Druckt man eine derartige Mifchung auf, fo fieht man unmittelbar die weiße Grundfarbe des Zeuges zum Vorfchein kommen. — Manganbifter kann auch als Oxydationsmittel für andre Farben, z. B. Anilinfchwarz, dienen. Auf der braungefärbten Baumwolle entwickelt fich das Schwarz beim Tränken mit Anilinfalzlöfung.

Literatur: [1] Perfoz, Traité de l'impression des tissus, Paris 1846, Bd. 3, S. 137. — [2] Depierre, Bulletin de Mulhouse 1891, S. 36. *R. Möhlau.*

Manganborat, f. Borfaures Manganoxydul.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Manganbraun, s. v. w. Braunsteinbraun (s. d.).

Manganbronze, s. Manganlegierungen und Bronze.

Manganchlorür $MnCl_2$, rötliches Salz, Nebenprodukt bei der Gewinnung des Chlors aus Braunstein und Schwefelsäure, das durch den Weldon-Prozeß, Behandlung mit Kalkmilch und einem kräftigen Luftstrom, wieder ein zur Chlordarstellung geeignetes Produkt liefert. *Rathgen.*

Manganeisen, s. v. w. Ferromangan, vgl. Eisen, Bd. 3, S. 269.

Manganextrakt, s. Borsaures Manganoxydul.

Manganfarben, sowohl natürlich als Erdfarben (Umbraun, Braunstein, Kastanienbraun, Samtbraun, Mahagonibraun u. s. w.) vorkommende als auch künstlich dargestellte chemische Verbindungen des Mangans.

So liefert die Verbindung von Manganoxydul mit Kohlensäure das Manganweiß, von Mangansäure mit Baryumoxyd das Mangangrün, auch Rosenstiehls Grün oder Böttgers Barytgrün, von Mangan mit Sauerstoff das Manganoxydulgrün, von Phosphorsäure mit Manganoxyd das Manganviolett, die höhere Oxydationsstufe, das Manganoxyd eine schöne braune, als Mineralbister bekannte Farbe, die sich alle durch große Beständigkeit auszeichnen. *Andés.*

Mangangrün (Böttgers Grün, Rosenstiehls Grün), eine der neueren grünen Farben, zeichnet sich durch große Unveränderlichkeit aus, läßt sich in jeder Form als Maserfarbe benutzen, steht aber hoch im Preis.

Es besteht aus mangansauerm Baryt, den man am einfachsten erhält, indem man eine kochende Lösung von mangansauerm Kali mit Chlorbaryum fällt, den fast blau gefärbten Niederschlag wäscht und trocknet, wodurch er weiß wird, und dann glüht. Rosenstiehl gab folgendes Verfahren an: 4 Teile Aetzbaryt, 2 Teile feingepulverter schwefelsaurer Baryt und $^1/_2$ Teil künstlich dargestelltes Manganoxyd werden gemengt, angefeuchtet, zu dunkelm Rotglühen erhitzt, in siedendem Wasser die geschmolzene Masse ausgelaugt und unter einer Glocke, unter der in Schalen Schwefelsäure und Aetzkalk aufgestellt sind, getrocknet. Böttger verfuhr folgendermaßen: Man stellt zunächst mangansaures Kali durch Schmelzen von 2 Teilen Aetzkali und 1 Teil Kaliumchlorid und 2 Teilen reinem Braunstein her und versetzt die Lösung mit der Lösung eines Barytsalzes; der violette Niederschlag wird mit Wasser ausgewaschen und mit $^3/_4$—1 Teil feines Gewichtes Aetzbaryt zusammengerieben, das Gemenge in einer Kupferschale zu schwacher Rotglut erhitzt und mit Wasser gewaschen und getrocknet. Bei der Regeneration im Weldon-Prozeß erhaltenes gefälltes Manganhyperoxyd kann seiner tiefen Schwärze wegen als schwarze Farbe (Manganschwarz) dienen. *Andés.*

Manganhyperoxyd, s. v. w. Mangansuperoxyd (s. Manganoxyde).

Manganin, feine, tiefbraune Körperfarbe, auch zu Buchdruckschwärze geeignet, bei der Regeneration im Weldon-Prozeß erhaltenes gefälltes Manganhyperoxyd. *Andés.*

Manganin, zu elektrischen Widerständen (s. d.) vielfach benutzte Metallegierung aus Kupfer (84 %), Mangan (12 %) und Nickel (4 %). Spezifischer Widerstand = 0,43. Widerstandszunahme für 1° (für Temperaturen zwischen 0° und 30°) = 0,00001. Spez. Gew. = 8,3. S. a. Nickellegierungen.

Literatur: Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. *Holst.*

Manganit, Braunmanganerz, Mineral, Manganhydroxyd, MnO_2H (90,01 % Mn_2O_3, 9,09 % H_2O).

Kristallisiert rhombisch; meist derb, faserig-strahlig oder dicht. Eisenschwarz, oft bunt angelaufen, Strich braun, undurchsichtig, metallglänzend; spröde; Härte $3^1/_2$—4 oder weicher; spez. Gew. 4,3—4,4; löslich in Salzsäure unter Chlorentwicklung; von Schwefelsäure wenig angegriffen. Gibt bei 200° C. Wasser ab und geht in Braunstein über (s. d. Bd. 2, S. 252); schmilzt nicht. Wird bei der Herstellung von Glasuren, Email und Glasmalereien benutzt und kann zur Darstellung von Chlor und Sauerstoff verwendet werden, steht hierin aber hinter dem Braunstein zurück. *Leppla.*

Mangankiesel, s. v. w. Rhodonit, s. Augit.

Manganlegierungen, Legierungen des Mangans mit andern Metallen.

Von Bedeutung sind die Manganeisenlegierungen wie Spiegeleisen und Ferromangan (s. Eisenlegierungen, Bd. 3, S. 367) und die Mangankupferlegierungen (Manganbronze).

Manganoxyde. Von den Sauerstoffverbindungen des Mangans: MnO Manganoxydul, Mn_3O_4 Manganoxyduloxyd, Mn_2O_3 Manganoxyd, Mangansesquioxyd, MnO_2 Mangandioxyd, Mangansuperoxyd, MnO_3 Mangantrioxyd, Mn_2O_7 Manganheptoxyd und MnO_4 Mangantetraoxyd sind die drei letzten unbeständige Flüssigkeiten.

Das durch Erhitzen von Mangankarbonat oder Manganoxalat im Wasserstrom oder bei Luftabschluß erhaltene Manganoxydul dient als grüne Malerfarbe. Von den in der Natur vorkommenden Sauerstoffverbindungen des Mangans (s. Mangan), die braun- oder grauschwarze Körper sind, ist das wichtigste das Superoxyd, das beim Glühen Sauerstoff abgibt; mit Schwefelsäure entsteht ebenfalls Sauerstoff, mit Salzsäure Chlor. Es findet daher in der Technik Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wendung zur Darſtellung von Sauerſtoff, Chlor, Chlorkalk; ferner in der Glasfabrikation (ſ. Glas, Bd. 4, S. 541) und zur Darſtellung verſchiedener Verbindungen, insbeſondere des Kaliumpermanganats. *Rathgen.*

Manganſäuren. Von den beiden Sauerſtoffverbindungen des Mangans mit Säureeigenſchaften iſt die Manganſäure H_2MnO_4 in freiem Zuſtande ganz unbeſtändig.

Ihre Salze, die Manganate, entſtehen durch Schmelzen von Alkalien mit Manganverbindungen. Das Kaliummanganat K_2MnO_4 bildet dunkelgrüne Kriſtalle, in deren wäßriger Löſung an der Luft durch Sauerſtoffaufnahme raſch unter Farbenwechſel (mineraliſches Chamäleon) Kaliumpermanganat entſteht. Von den in Waſſer unlöslichen Manganaten der Erdalkalien dient die Barytverbindung (Caſſelergrün) als Malerfarbe. — Die Uebermanganſäure iſt in freiem Zuſtande eine dunkelrote Flüſſigkeit, die ſich bei 70° unter Exploſion zerſetzt. Von ihren beſtändigen Salzen, den Permanganaten, iſt das wichtigſte die Kaliumverbindung. Sie bildet dunkelrote Nadeln mit metalliſchem Reflex, die ſich leicht mit tiefroter Farbe in Waſſer löſen. Die techniſche Gewinnung geſchieht durch Oxydation von Kaliummanganatſchmelzen. Seiner energiſch oxydierenden Eigenſchaften wegen findet es vielfach Verwendung als Oxydations- und Desinfektionsmittel, ferner zum Bleichen von Geſpinſtfaſern und zum Beizen von Holz. *Rathgen.*

Manganſamtbraun, weiche, feurige braune Körperfarbe, durch Schlämmen, Pulveriſieren und Glühen von manganhaltigem Eiſenerz erhalten. *Andés.*

Manganſchlamm (Weldonſchlamm), ſ. Chlor, Bd. 2, S. 441.

Manganſchwarz, ſ. Mangangrün.

Manganſesquioxyd, ſ. Manganoxyde.

Manganſikkativ, ſ. Borſaures Manganoxydul.

Manganſpat, Rotmanganerz, Rhodochroſit, Dialogit, Mineral, Mangankarbonat, CO_3Mn (rein 61,74% MnO, 38,26% CO_2) neben etwas Magneſia-, Kalk- oder Eiſenoxydulkarbonat.

Kriſtalliſiert hexagonal rhomboedriſch wie Kalkſpat; meiſt derb, dicht oder körnig. Roſa- bis dunkelrot, bei Kalkgehalt heller, bei Eiſengehalt bräunlich. Durchſcheinend bis undurchſichtig; perlmutter- bis glasglänzend; ſpröde; Härte $3\frac{1}{2}$—$4\frac{1}{2}$; ſpez. Gew. 3,3—3,6; löslich in Säuren. Beim ſtarken Erhitzen zerkniſternd und ſchwarz werdend, wie auch durch Verwitterung. Nicht zu verwechſeln mit Rhodonit (ſ. Augit), der häufig auch als Manganſpat bezeichnet wird. *Leppla.*

Manganſtahl, ſ. Eiſen, Bd. 3, S. 269, und Eiſenlegierungen.

Manganſuperoxyd, ſ. Manganoxyde.

Manganviolett (Nürnberger Violett), ſehr haltbare Malerfarbe, phosphorſaures Manganoxyd, erhalten durch Schmelzen von reinem Braunſtein mit glaſiger Phosphorſäure, Auskochen der Schmelze mit kohlenſauerm Ammoniak, Filtrieren der Löſung, Verdampfen bis zur Trockenheit und abermaliges Schmelzen, dem weiteres Auskochen folgt, als ſchön violettes Pulver. *Andés.*

Manganweiß (Braunſteinweiß), wenig angewendete weiße Körperfarbe, die aus einer Löſung von Manganchlorür durch Fällen mit Sodalöſung, Auswaſchen mit Waſſer und Trocknen erhalten wird und aus Manganoxydulkarbonat beſteht.

Mange (Mangel, Drehrolle), Maſchine zum Glätten von Wäſche und Zeugen.

Die einfachſte Mange iſt die Handrolle. Größere und daher wirkſamere Mangen beſtehen aus einem hölzernen Gerüſt, das eine ganz glatte Tafel von ſtarken Bohlen trägt. Auf letzterer wird ein mit Steinen beſchwerter Kaſten mit glattem Boden auf hölzernen Walzen hin und her bewegt (Kaſtenmange), wobei die zu glättenden Zeuge um die Walzen gewickelt ſind. Die Bewegung des Kaſtens erfolgt in der Regel durch ein eigenartig geſtaltetes Zahnrad (ſ. Mangelrad) mittels einer Kurbel. Die Kaſtenmange nimmt viel Raum in Anſpruch; ſie arbeitet ſehr geräuſchvoll und ihre Produktion iſt verhältnismäßig gering. Zur Abſtellung dieſer Uebelſtände baut man hydrauliſche Mangen mit zwei oder mehreren Stahlwalzen, die ihrer Konſtruktion nach zu den Kalandern gezählt werden können. Die älteren Syſteme hatten noch Tiſche. Eine der neueren Maſchinen, welche die Arbeit der alten Kaſtenmange gut nachahmt, beſteht im Prinzip aus zwei Stahlwalzen, die in einem ſtarken eiſernen Geſtell gelagert ſind; hierbei fällt der beweglichen oberen Walze die Funktion des beweglichen Kaſtens zu, während die untere feſtgelagerte Walze den Tiſch erſetzt. Zwiſchen dieſe beiden Walzen wird die vorher auf Holzrollen ſtramm aufgewickelte Ware eingeſchoben, hierauf durch hydrauliſche Preſſen die obere Walze gegen die untere gedrückt und mittels Hebel und Zahnradüberſetzung die rotierende Bewegung der Walzen herbeigeführt.

Literatur: Grothe, H., Die Appretur der Gewebe, Berlin 1882, S. 475. *A. Singer.*

Mangeln, Mangelbank, ſ. Rohrherſtellung.

Mangelrad, ein eigenartig geſtaltetes Zahnrad, das eine im abwechſelnden Sinne rotierende bezw. ſchwingende Bewegung vollzieht, die durch ein eingreifendes, in einem Sinne rotierendes Zahnrad erzeugt wird [1].

In Fig. 1 iſt zur Erläuterung ein kreisförmig geſtaltetes Mangelrad $\Phi\pi$ ſchematiſch dargeſtellt. Dieſes Mangelrad mit der feſten Achſe Φ iſt auf dem um Φ beſchriebenen Kreiſe π

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bis auf eine Lücke $A\Omega$ mit aus derfelben hervorragen. Zahnrad Fp, deffen Achfe z. B. 29 Triebftöcken verzahnt, die, in die Radfcheibe $\Phi\pi$ eingefetzt, In diefes Mangelrad $\Phi\pi$ greift ein z. B. mit acht Zähnen verfehenes F in einer Schlitzrundung gelagert ift und mit einem auf der Radfcheibe $\Phi\pi$ befindlichen Anfatz $\alpha\beta\gamma$ in Berührung bleibt. Durch Drehung des Rades Fp im Sinne des Pfeiles s rotiert auch das Mangelrad im Sinne des Pfeiles σ, bis die Mitte des Triebftockes A in die Zentrale ΦF gelangt; von da an bleibt der Triebftock A in der entfprechenden Zahnlücke des Rades Fp, wird über die Zentrale hinweggefchoben, und gleichzeitig gleitet der hintere Teil der Achfe F zwifchen den zu A zentrifchen zylindrifchen Anfätzen β, β', die fich auf der Radfcheibe $\Phi\pi$ befinden. Dadurch fteigt die Achfe F in dem Schlitze nach aufwärts, lagert fich in der oberen Schlitzrundung und bleibt mit dem Anfatz γ des Mangelrades $\Phi\pi$ in Berührung. Nach diefem Vorgang dreht fich dann das Mangelrad im entgegengefetzten Sinn. Diefelben Beziehungen der Bewegungen treten beim Eingriff des Triebftockes Ω auf und fomit wird durch eine gleichfinnige Drehung des Rades Fp eine bald vorwärts, bald rückwärts gehende Drehung des Mangelrades $\Phi\pi$ bewirkt. Das Rad $\Phi\pi$ wird, weil es von altersher zur Bewegung des Kaftens einer Mangel dient, Mangelrad genannt und wird auch als Wenderad bezeichnet, weil es die Umwendung in der Bewegung bewirkt. Diefes Mangelrad wird auch bei Spinnmafchinen angewendet [2]. Wird der Radius des Kreifes π unendlich groß genommen, dann geht diefer Kreis in eine Gerade über und man erhält das in Fig. 2 dargeftellte zahnftangenförmige Mangelrad, das fich in Prismenführung hin und her bewegt. Anftatt der geradlinigen Triebftockverzahnung $A\Omega$ kann auch eine innere Verzahnung diefes Langrades längs zweier beiderfeits zu $A\Omega$ parallelen Strecken und längs zweier diefe Strecken verbindenden Halbkreife verwendet werden [3].

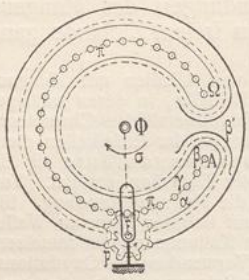


Fig. 1.

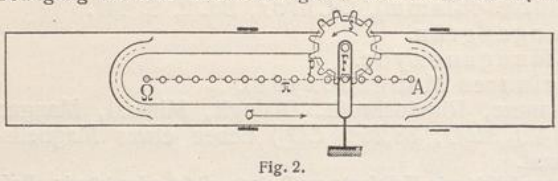


Fig. 2.

Literatur: [1] Lanz und Bétancourt, Essai sur la composition des machines, Paris 1808, S. 37; Burmefter, Lehrb. der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 383. — [2] Polytechn. Zentralbl. 1835, S. 991; Grothe, Streichgarnfpinnerei, Berlin 1876, S. 605. — [3] Salomon de Caus, Les raisons des forces mouvantes, 1615, Prob. 16; Weisbach, Abänderung der Bewegung, in Hülße, Allg. Mafchinenencyklopädie, Leipzig 1841/44, Bd. 1, S. 55. *Burmefter.*

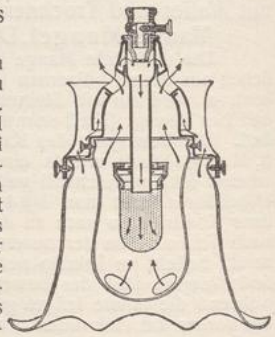
Manhés' Konverter, f. Kupfer, Bd. 5, S. 781.

Manilahanf, f. Spinnfafern.

Manifocks, befondere Art glatter Baumwollenzeuge; f. Weberei.

Manna, durch Einfchnitte in die Rinde von Fraxinus Ornus (Sizilien) gewonnener, freiwillig eingetrockneter Saft, bildet flache oder rinnenförmige, kriftallinifche Stücke von blaßgelblicher, innen weißer Farbe und füßem Gefchmack. Hauptbeftandteil Mannit (in der beften Ware bis 82 %). — Sehr mild wirkendes Abführmittel.

Mannesmannlicht, ein nach unten brennendes Gasglühlicht.



Es beruht auf dem neuen Prinzip, das Gasluftgemifch in enger Säule in den Glühftrumpf ein- und die Verbrennungsluft dem Gemifch entgegenzuführen (vgl. a. Gasglühlicht, Bd. 4, S. 295). Durch diefes Mannesmannfche Prinzip (D.R.P. Nr. 126135) wird der Brennftoff fehr vollkommen ausgenutzt. Während man bei einem ftehenden Gasglühlichtbrenner mit 100 l ftündlichem Gasverbrauch im günftigften Falle eine horizontale Lichtftärke von 70 Hefnerkerzen erzielt, foll nach Verfuchen das Mannesmannlicht bei demfelben Gasverbrauch bis zu 154 Kerzenlicht liefern. Als Brennftoff können Leuchtgas, Waffergas, Petroleumdampf oder andre brennbare Dämpfe bezw. Gemifche benutzt werden. Alle heute im Handel befindlichen nach unten brennenden Gasglühlichtlampen wenden das Mannesmannfche Prinzip an, das fich aus nebenftehender Abbildung der Sparlicht-Gefellfchaft Remfcheid ergibt.

Mannesmannverfahren, -rohr, f. Rohrherftellung.

Mannheimer Gold (Similor), goldfarbige Legierung, aus 83,7 % Kupfer, 7 % Zinn, 9,3 % Zink beftehend.

Mannit (Mannazucker), $CH_2OH \cdot (CHOH)_4 \cdot CH_2OH$, im Pflanzenreich weitverbreitetes Kohlehydrat, ein fechswertiger Alkohol, in den Blättern von Ligustrum vulgare, Syringa vulgaris, in Sellerie, im Lärchenfplint, in Pilzen und Seetangen, namentlich aber im Saft von Fraxinus Ornus, der Manna (f. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Er wird am einfachsten aus der Manna durch Ausziehen mit heißem Alkohol gewonnen in Gestalt seidenglänzender Nadeln oder Säulen von 165—166° Schmelzpunkt; bei der Darstellung aus Wasser erhält man Mannit in großen durchsichtigen, rhombischen Prismen. Ueber den Schmelzpunkt erhitzt, wird Wasser abgespalten unter Bildung von Mannitan $C_6H_{12}O_5$. Mannit wird zur Darstellung von Süßstofftabletten, mit Kochsalz als Dulcinol für Diabetiker verwendet. Unter den zusammengesetzten Aethern des Mannits ist der Salpetersäuremannitäther (Nitromannit, Knallmannit) $C_6H_8(O \cdot NO_2)_6$ hervorzuheben, der durch Schlagen mit großer Heftigkeit explodiert und zur Füllung von Zündhütchen empfohlen wurde. *T. F. Hanausek.*

Mannloch, ovale Oeffnung in wasserdichten bezw. dampfdichten Wänden zum Befahren der Räume.

Mannlochpresse, Mannlochstanzmaschine, Presse zur maschinellen Herstellung der Mannlöcher und sonstiger Aussparungen an Blechen.

Eine solche Maschine ist abgebildet in Lochen, S. 182, Fig. 27. Sie wird auch mit einseitig offenem (C-förmigem) Gestell gebaut. Die Bewegung des Preßstempels erfolgt entweder durch Exzenter oder hydraulisch. *A. Widmaier.*

Mannlochschneidemaschine der Deutschen Oxhydric-Gesellschaft in Eller bei Düsseldorf besteht aus einem doppelten Lötrohr; das eine Rohr liefert eine Wasserstoffsauerstoffflamme, das andre einen reinen Sauerstoffstrom, welcher das durch die Wasserstoffsauerstoffflamme erhitzte Metall oxydiert und so eine scharfe Durchtrennung des Blechs ermöglicht (s. Schneiden). Zur zwangläufigen Führung der Schneidedüse besitzt der Apparat entsprechende Segmente, so daß runde, viereckige oder elliptische Löcher ausgeschnitten werden können. *A. Widmaier.*

Mannonsäure, s. Mannose.

Mannose, eine Aldose, die durch Oxydation von Mannit (s. d.) entsteht.

Bei fortschreitender Oxydation bilden sich Mannonsäure und Mannozuckersäure. Die Mannonsäure ist ein wichtiges Zwischenprodukt bei der Synthese der Glukose (Traubenzucker). *Mezger.*

S. a. Zuckerarten.

Mannschaftsraum, an Bord der Schiffe, der zum Wohnen der Schiffsmannschaft bestimmte Raum. Auf Kriegsschiffen dient derselbe meist auch andern Zwecken, wie z. B. der Artillerie- und Torpedoarmierung.

Er ist zum Schlafen mit Vorrichtungen zum Zurren von Hängematten, zum Essen mit wegnehmbaren Backstischen und Bänken und zum Verstauen des Gepäcks mit Spinden für Kleider und Stiefel versehen. Zur Beleuchtung dienen meist Seitenfenster und elektrische Glühlampen, zur Lüftung Ventilatoren und Exhaustoren. Auf den Handelsschiffen sind die Mannschaftsräume nur diesem Zweck allein gewidmet und meist für Maschinen- und Heizerpersonal sowie Matrosen getrennt angeordnet; sie sind stets mit fest eingebauten Kojen und dem erforderlichen Material versehen. Der Luftinhalt der Mannschaftsräume muß auf Handelsschiffen, je nach den Gesetzen der einzelnen Länder, 1,7—3 cbm pro Person betragen.

Literatur: [1] Krieger, Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Hauser, A., Cours de construction navale, Paris 1886. — [3] Dick und Kretschmer, Handbuch der Seemannschaft, Berlin 1902. *T. Schwarz.*

Manntau, ein längs des Bugspriets, einer Raa u. s. w. ausgespanntes Tau, welches den Matrosen zum Halt dient.

Manövrierventil, bei Schiffsmaschinen, s. Dampfleitungen für Schiffe.

Manometer, Instrument zur Messung der Drücke von Flüssigkeiten, Gasen oder Dämpfen in geschlossenen Räumen, Gefäßen, Behältern, Rohrleitungen u. s. w. Für Drücke unter einer Atmosphäre heißen die Manometer gewöhnlich Vakuummeter und Depressionsmesser. Nach ihrer Konstruktion und Wirkungsweise zerfallen sie in Flüssigkeitsmanometer, die entweder, wie die Quecksilberbarometer, als Gefäß- oder als Hebermanometer ausgeführt werden, und Federmanometer, bei welchen, je nach der angewendeten Feder, Plattenfeder- und Röhrenfedermanometer (Bourdonsche Manometer) zu unterscheiden sind.

Flüssigkeitsmanometer.

Einige Ausführungsformen der **Queckfilbermanometer**, wie sie von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover geliefert werden, sind in Fig. 1—5 abgebildet. Fig. 1 ist ein solches mit Glasrohr, natürlicher Teilung in Atmosphären oder Kilogramm/Quadratzentimetern, Auffangeglas und sichtbarem Nullpunkt, Fig. 2 mit Eisenrohr, einem auf der Queckfilbersäule befindlichen Schwimmer und hierdurch ermöglichter verkürzter Teilung, Fig. 3 mit sichtbarem Nullpunkt, natürlicher Teilung, jedoch ebenfalls unter Anwendung eines Eisenrohrs und eines Schwimmers, Fig. 4 ein Hebermanometer mit verkürzter Teilung am Fallrohr, einem Teilrohr aus Glas und einem Queckfilberauffangegefäß am oberen Ende des Steigrohrs. Das letztere Manometer eignet sich seiner kleineren Teilung wegen besonders für hohen Druck. Der Eintritt der Druckflüssigkeit oder des Gases geschieht am oberen Ende des Fallrohrs bei *a*, und derselbe wirkt sowohl auf das im engeren Glasrohr *r* als auch auf das im Eisenfallrohr *R* befindliche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

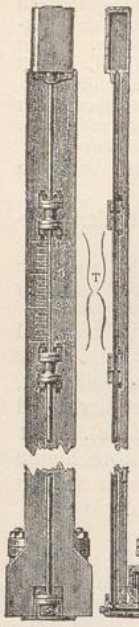


Fig. 5.

Queckſilber, das aus beiden Rohren in das gemeinſame Steigrohr *P* verdrängt wird. Das Manometer Fig. 5 beſitzt einen am unteren Ende befindlichen Queckſilberbehälter von verhältnismäßig ſehr großem Querſchnitt, iſt mit einem Glasrohr mit ſichtbarem Nullpunkt und einer Teilung in Kilogramm/Quadratzentimetern und Metern Waſſerſäule verſehen. Infolge der Anordnung des großen Queckſilbergefäßes *Q* ſind die Druckangaben ſehr genau und kann daher das Manometer auch für genaue techniſch-wiſſenſchaftliche Unterſuchungen verwendet werden.

Zum Meſſen des Druckes in Windleitungen von Kupolöfen, des Schornſteinzuges und der Depreſſion bezw. Preſſung von Grubenventilatoren finden häufig ſogenannte **Multiplikationsmanometer** Anwendung, bei welchen die beiden parallelen Schenkel des Glasrohrs unter einem Winkel gegen die Vertikale geneigt ſind. Je nach der Neigung iſt die Genauigkeit eine zwei-, vier-, fünf-, ſelbſt zehnfache gegenüber den vertikalſtehenden U-förmigen Waſſermanometern, da die einem beſtimmten Druckunterſchied entſprechende Verſchiebung der Waſſerſpiegel aus ihrer Nullage eine zwei-, vier-, fünf- bezw. zehnmal ſo große wie bei den lotrechten Manometern iſt. In Fig. 6 iſt ein ſolches Manometer (bezw. ein Depreſſionsmeſſer) abgebildet, das bis zu 80 mm Druck- oder Saugwaſſerhöhe verwendbar iſt. Ein Doppelſchenkelrohr aus Glas, mit entſprechender Teilung auf einem verſchiebbaren, zwiſchen den beiden Glasſchenkeln liegenden Streifen, iſt in geneigter Lage an einem mit Fuß verſehenen Brett befeſtigt. Beide Glasrohrſchenkel ſind an den Enden lotrecht aufgebogen, und hier werden die zur Verbindung mit der Meßſtelle dienenden Schläuche aufgeſteckt, und zwar beim Meſſen von Drücken auf das obere Rohrende, beim Meſſen von Depreſſionen auf das untere. Die Teilung auf der Skala zeigt die Erhebung über und die Senkung unter der Nullage in Millimetern an, ſo daß die wirkliche manometriſche Waſſerſäulenhöhe ſich aus der Summe beider Ableſungen ergibt. Man kann jedoch die Skala auch ſo einteilen, daß direkt aus dem Abſtand von der Nullage die wirkliche Waſſerſäulenhöhe abgeleſen werden kann. Zur leichteren Ableſung wird das im Manometer enthaltene Waſſer mit einigen Tropfen Anilin, roter Tinte oder dergl. gefärbt. — Auf demſelben Prinzip beruht auch ein zuerſt von Scheurer-Keſtner konſtruierter, von Cramer für die Zwecke der Zugmeſſung an Schmelzöfen u. ſ. w. verbeſſerter Zugmeſſer, über den in [1] Näheres mitgeteilt iſt. Dieſer iſt in einer Neigung von 1 : 10 angeordnet und wird ebenfalls durch einen Schlauch mit dem zur Meßſtelle führenden Rohr verbunden, gibt alſo die Ausſchläge in zwanzigfacher Vergrößerung wieder, ſo daß auch durch Schätzung noch Bruchteile eines Millimeters abgeleſen werden können.

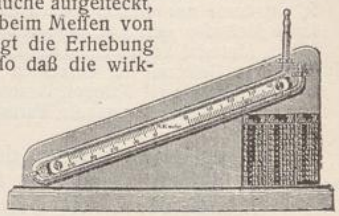


Fig. 6.



Fig. 7.

Um ähnlich wie bei den vorbeſchriebenen Manometern eine relative Vergrößerung der Ableſung zu erhalten, wendet man häufig Gefäße von verſchiedenen Querſchnitten, Schwimmer, Glocken u. ſ. w. an, und einige in der Praxis bewährte Konſtruktionen ſind im folgenden erwähnt. Bei dem Zugmeſſer für Schornſteine und geringe Depreſſionen von Gebläſen von Seger & Cramer [2] läuft eine aus einem kalibrierten Glasrohr gebildete kommunizierende Röhre *A* (Fig. 7) an ihren oberen Enden in zwei gleich weite größere Glasröhren *B* und *C* aus. Die Röhre iſt auf einem Brett befeſtigt, das außerdem eine mit dem einen Schenkel parallel liegende, durch Schlitze *a a* und Stellſchrauben *b b* verſtellbare Skala *D* trägt. Die Röhre iſt mit zwei ſich nicht miſchenden Flüſſigkeiten von nahezu gleichem ſpezifiſchen Gewicht derart gefüllt, daß die Berührungsſtelle derſelben, *X*, in der Nähe des Nullpunktes der Skala liegt. Als Füllflüſſigkeiten werden verwendet: Waſſer und Anilinöl oder Solaröl und verdünnter Weingeiſt. Der Apparat wird in der Nähe der Beobachtungsſtelle an die Wand gehängt und bei Meſſung einer Depreſſion der mit einem Pfropfen und Glasrohr verſehene

Schenkel *C* durch einen Gummiſchlauch mit dem in den Meßraum hineinragenden Rohr verbunden, während der Schenkel *B* mit der Atmoſphäre kommuniziert. Iſt nun der Nullpunkt der Skala genau mit dem Niveau *X* der beiden Flüſſigkeiten (deren eine der leichteren Ableſung halber etwas gefärbt wird) eingeſtellt und verhalten ſich z. B. die Querſchnitte des Rohres *A* zu denjenigen der Rohranſätze *B* und *C* wie 1 : 20, ſo wird eine Senkung des Flüſſigkeitsſpiegels in *B* um 1 mm eine Verſchiebung des Punktes *x* um 20 mm zur Folge haben, ſo daß ſehr geringe Spannungsunterſchiede deutlich ſichtbar werden. — Einen ähnlichen Zweck verfolgt das Multiplikationsmanometer oder der Depreſſionsmeſſer von Rateau, in [3] beſchrieben, worauf wir verweiſen.

Fig. 8 zeigt einen Spannungsmeſſer für Gaſe von Max Arndt in Aachen [4]. Dieſer beſteht im weſentlichen aus zwei unter ſich z. B. durch ein Rohr *e* verbundenen Flüſſigkeitsbehältern d^1 und d^2, in denen ſich eine Sperr- bezw. Meßflüſſigkeit *k* befindet und die an einer beliebig geſtalteten Wage *a* angeordnet ſind, deren Zeiger *c* vor einer Skala *l* ſchwingt. Die Teilung der letzteren entſpricht den durch die Gasſpannungsunterſchiede hervorgebrachten Schwingungen des Apparates, reduziert auf eine Flüſſigkeitsſäule in Millimetern. Der eine Flüſſigkeitsbehälter d^1 ſteht durch einen beliebigen Weg *f* mit dem Raum in Verbindung, in dem die Gasſpannung gemeſſen werden ſoll. Dieſe Verbindung kann in beliebiger Weiſe erfolgen, zweckmäßig aber durch ein den Schwingungen der Wage folgendes Rohr oder einen Schlauch *g*, deſſen Mündung in die Drehungsachſe der Wage, d. h. in die Verlängerung der Schneide *b* fällt. Von hier aus wird das Rohr oder der Schlauch *g* auf beliebige Weiſe mit dem Gasraum verbunden. Der zweite Flüſſigkeitsbehälter d^2 iſt offen und ſteht mithin, z. B. durch eine Oeffnung *i*, in unmittelbarer Verbindung mit der Atmoſphäre. Die Schrauben *h*, die auch durch andre Einrichtungen erſetzt werden können, dienen zur Einſtellung der Wage. Der Apparat wird mittels der Schraube *h* ſo eingeſtellt, daß der Zeiger *c* auf den Nullſtrich der Skala *l* einſpielt, wenn die Flüſſigkeitsſäulen *k* in beiden Behältern d^1 und d^2 gleich hoch ſtehen. Tritt im Gasraum, alſo auch im Flüſſigkeitsbehälter d^1, eine Spannungsänderung ein, ſo ſteigt oder ſinkt in demſelben die Flüſſigkeit *k*, wogegen ſie im Behälter d^2 umgekehrt ſinkt oder ſteigt, bis der Höhenunterſchied zwiſchen beiden Flüſſigkeitsſäulen der Gasſpannung das Gleichgewicht hält. Durch die Verſchiebung der Flüſſigkeitsſäulenhöhen tritt nun auch eine Verſchiebung des Schwerpunktes des Apparats ein; dieſer macht einen entſprechenden Ausſchlag und beſtimmt ſo die jeweilige Gasſpannung. Zur Kontrolle des Apparats können an oder neben den Flüſſigkeitsbehältern d^1 und d^2 noch Höhenſkalen *n* und *m* für die Flüſſigkeit *k* angeordnet ſein, um zu erkennen, ob die Flüſſigkeitsſäulen in d^1 und d^2 auf denſelben Teilſtrich jeder der beiden Skalen *n* oder *m* einſpielen, wie der Zeiger *c* an der Skala *l*. Das Inſtrument iſt für viele Zwecke geeignet, z. B. als Zugmeſſer für Dampfkeſſel- und andre Feuerungen oder als Gasdruckmeſſer in Leuchtgasleitungen, zu pyrometriſchen Zwecken ſowie zum Anzeigen der Gasverdünnung in Gasabſorptionsapparaten u. ſ. w.

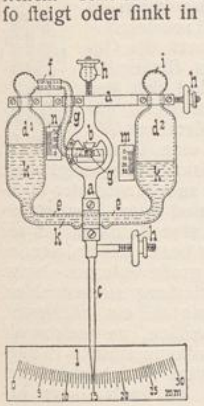


Fig. 8.

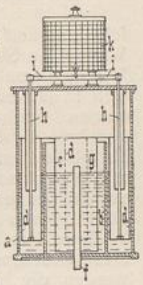




Fig. 9 und 10.

Zum Meſſen des Gasdrucks in Gasleitungen dient der Gasdruckmeſſer von Paul de Bruyn, G. m. b. H. in Düſſeldorf [5]. Von bekannten derartigen Meßinſtrumenten unterſcheidet ſich dieſer dadurch, daß Schwimmer und Tauchglocke in voneinander vollſtändig getrennte Flüſſigkeiten eintauchen, wodurch die gegenſeitigen Einwirkungen der Flüſſigkeitsſpiegel vermieden ſind und auch die Druckanzeigen ſtetigere werden. Eine Ausführungsform dieſes Apparats zeigen Fig. 9 und 10. Ein am beſten zylindriſches Gefäß *a* iſt durch einen zylindriſchen Einſatz *b* in zwei voneinander vollſtändig getrennte Räume geteilt. Beide Räume ſind auf eine gewiſſe Höhe mit Flüſſigkeit irgendwelcher Art gefüllt. In den durch den Einſatz *b* umgrenzten Raum taucht eine Glocke *c*, die mit Schwimmkörpern *d* verbunden iſt, die in der Flüſſigkeit zwiſchen *a* und *b* ſchweben. Durch den Gefäßboden hindurch tritt das Rohr *f* ein, das über den Flüſſigkeitsſpiegel *g* hinausragt und das Gas, deſſen Druck gemeſſen werden ſoll, unter die Glocke *c* leitet. Die Bewegung der Schwimmer wird durch ein Geſtänge *h i* in bekannter Weiſe auf ein Regiſtrierwerk *k* übertragen. Es iſt ohne weiteres erſichtlich, daß der Schwimmerhub lediglich von der durch die Aenderung des Gasdrucks unterhalb der Glocke *c* hervorgerufenen größeren oder geringeren Schwimmerentlaſtung abhängt. Ein Einfluß der Flüſſigkeiten in *a* und *b* aufeinander iſt ausgeſchloſſen.

Zu erwähnen ſind ferner: der Druck- und Vakuummeſſer von Ochwadt [6], das Differentialmanometer von König in Griesheim [7], das Manometer von Fr. Lux in Ludwigshafen a. Rh. und das Manometer für hohe Drücke von Edſon [8].

Federmanometer.

Die Konſtruktion eines **Plattenfedermanometers** iſt aus Fig. 11 zu erſehen (Ausführung der Firma Dreyer, Roſenkranz & Droop in Hannover). In der mit dem Dampfraum in Verbindung ſtehenden Doſe iſt eine gewellte Platte angebracht, die bei älteren Anordnungen einfach zwiſchen die beiden Doſenhälften geklemmt war, während ſie bei der neuen Konſtruktion an einen beſonderen Ring *RR* feſtgenietet iſt, der ſeinerſeits zwiſchen die Doſenhälften geklemmt wird. Die ältere Befeſtigungsart birgt vielfache Fehlerquellen in ſich, weil die Federn hier nur durch Reibung feſtgehalten werden und daher bei anhaltendem oder ſtoßweiſe erfolgendem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Druck, wobei die Schrauben ſtets etwas nachlaſſen, ſich mehr oder weniger zwiſchen den Flanſchen ziehen und ſodann bei nachlaſſendem Druck nicht wieder genau in ihre frühere Lage zurückkehren. Kleine Lagenänderungen bewirken aber ſchon bedeutende Fehler, weil der Hub der Platte ein ſehr geringer iſt. Bei der neuen Befeſtigungsart hält der ſchmiedeeiſerne Ring die Platte mittels der die Nietlöcher genau ausfüllenden Nieten ganz feſt, ſo daß ein Ziehen zwiſchen den Flanſchen vermieden wird und die Federn ſelbſt bei der größten Beanſpruchung unverändert in ihrer Lage bleiben; dieſe ſind unterwärts durch verſilbertes Kupferblech vor dem Roſten wirkſam geſchützt. Durch die zwiſchen je zwei Nieten befindlichen Schrauben wird die Dichtung des Ringes *RR* mit dem Unterteil bewirkt und befinden ſich natürlich an den Stellen der Nietköpfe in der unteren Doſenhälfte geeignete Vertiefungen, in welchen die erſteren ruhen. Die Uebertragung der Durchbiegung der Plattenfeder auf das Zeigerwerk geſchieht durch eine kleine Stange, die einen Zahnbogen bewegt, der ſeinerſeits in ein kleines, auf der Zeigerwelle befindliches Rädchen eingreift und dadurch den auf dieſer Welle vor dem Zifferblatt befindlichen Zeiger verſtellt.

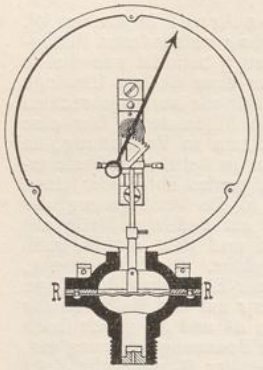


Fig. 11.

Eine Einrichtung zur Meſſung von Druckunterſchieden zwecks Beſtimmung der Geſchwindigkeit von Schiffen und ſtrömendem Waſſer, des Druckes von Gaſen oder Flüſſigkeiten u. ſ. w. mittels der Durchbiegung von Membranen iſt der Firma G. A. Schultze in Charlottenburg kürzlich geſchützt worden [9]. Fig. 12 ſtellt dieſelbe ſchematiſch dar. *A* und *B* ſind zwei durch die Membranen *M*, *M*¹ verſchloſſene Kammern, die durch die feſte Scheidewand *C* voneinander getrennt ſind. Dieſe ſeien zunächſt mit Luft gleichen Drucks gefüllt. Jede der beiden Kammern iſt mittels eines Bleirohrs mit einem Schenkel des Manometers *P* verbunden. Wird nun die Membran *M* dem durch die Geſchwindigkeit des Schiffes entſtehenden Drucke oder dem Drucke des fließenden Waſſers im Strome ausgeſetzt und demnach durchgebogen, ſo vermindert ſich das Volumen von *A*, während das von *B* beinahe unverändert bleibt, denn wenn die Luft in *B* auch etwas zuſammengedrückt wird, ſo hat dies auf die Membran *M*¹ keinen Einfluß, weil letztere ſehr ſtark iſt. Die Folge davon iſt eine Druckzunahme in *A*, die durch Sinken des Meniskus *a* und Steigen des Meniskus *b* angezeigt wird. Da beide Kammern dicht nebeneinander liegen und die Verbindungsrohre zum Manometer ebenfalls direkt nebeneinander gelegt werden können, ſo iſt ein Druckunterſchied durch Temperaturverſchiedenheit ausgeſchloſſen, und die Angaben des Apparats ſind nur eine Funktion des auf die Membran *M* ausgeübten Drucks, d. h. der Geſchwindigkeit des Schiffes bezw. des ſtrömenden Waſſers. Um nun auch bei ganz kleinen Durchbiegungen der Membran große Volumen- bezw. Druckänderungen und dadurch die Gefahr des Undichtwerdens der Rohrleitung zu vermeiden, werden die Kammern *A* und *B* ſowie die Rohrleitung mit einer inkompreſſibeln Flüſſigkeit, z. B. Waſſer oder Oel, gefüllt. Das Manometer *P* endet beiderſeits in Gefäßen, an welche die Rohrleitung angeſchloſſen wird und welche ebenfalls zum Teil mit der inkompreſſibeln Flüſſigkeit gefüllt ſind, wie Fig. 12 zeigt, ſo daß beiderſeits gleiche Luftvolumina übrigbleiben, um die Unabhängigkeit von der Eintauchtiefe zu wahren. Hierdurch wird das Luftvolumen bedeutend verkleinert, ſo daß auch eine kleine Durchbiegung von *M* eine große Volumen- bezw. Druckänderung des Luftvolumens des Gefäßes bei *a* zur Folge hat. Der Druck in der Kammer *B* wird nur durch das Steigen der Manometerflüſſigkeit in *b* erhöht; dieſe Zunahme iſt indeſſen wegen des immerhin noch großen Verhältniſſes zwiſchen dem Luftvolumen in der Kammer und dem durch die Manometerflüſſigkeit verdrängten Volumen ſehr gering, ſo daß die hierdurch bedingte Druckzunahme in der Kammer *B* verſchwindend klein iſt. Es läßt ſich auf dieſe Weiſe nicht nur die Empfindlichkeit des Apparats beliebig ſteigern, ſondern auch durch einfache Handhabung genau regeln, ſo daß der Apparat ſowohl für große als auch für kleine Geſchwindigkeiten gleich gut brauchbar iſt. Auch die Sicherheit der Rohrleitung gegen Undichtigkeit wird hierdurch bedeutend erhöht. Bei richtiger Bemeſſung der Volumina in den Gefäßen ſind Fehler, die infolge der Ausdehnung der inkompreſſibeln Flüſſigkeit durch die Wärme entſtehen könnten, nicht zu befürchten, zumal da ſich auch die Temperaturunterſchiede, beſonders bei der verhältnismäßigen Beſtändigkeit der Meerestemperatur, innerhalb mäßiger Grenzen halten.

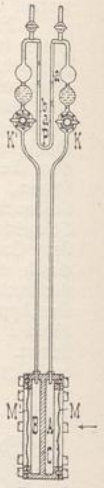


Fig. 12.

Um indeſſen auch bei ſehr empfindlichen Apparaten von Fehlern, die durch die Ausdehnung der Flüſſigkeit entſtehen würden, frei zu werden und gleichzeitig den Apparat für verſchiedene Empfindlichkeiten einzurichten, iſt eine Vorrichtung vorgeſehen, welche geſtattet, das Luftvolumen trotz der Ausdehnung der Flüſſigkeit konſtant zu halten bezw. das Luftvolumen innerhalb gewiſſer Grenzen zu verändern. Zu dieſem Zweck ſind in die Rohrleitung kapſelartige Gefäße *K* und *K*¹ eingeſchaltet, welche ebenfalls mit der inkompreſſibeln Flüſſigkeit gefüllt ſind und deren Volumen mittels einer Druckſchraube verändert werden kann. Die Luftgefäße ſind an mehreren Stellen verengt, um eine möglichſt empfindliche Marke für den Normalſtand der Flüſſigkeit zu haben.

Eine Vorrichtung zum Meſſen von Druckunterſchieden mittels zweier durch eine längsverſchiebbare Stange oder dergl. verbundenen Platten von E. F. Bendemann in Charlottenburg [10] ſtellt Fig. 13 dar. Durch dieſe Vorrichtung iſt es ermöglicht, die Differenz zweier Drücke von beliebiger Höhe mit gewöhnlichen Manometern zu meſſen. Zu dem Zwecke wird in einer beſonderen Kammer ein Flüſſigkeitsdruck erzeugt, welcher der zu meſſenden Differenz

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gleich oder proportional ist, so daß diese direkt gemessen werden kann. Die Vorrichtung unterscheidet sich grundsätzlich von allen bisher bekannten Differentialmanometern. Bei diesen wirken nämlich die zu vergleichenden Drücke meist auf ein federndes Organ (Röhrenfeder, Plattenfeder u. dergl.) oder auf ein System von solchen, und die entstehende Durchbiegung, welche an einem Zeiger ablesbar gemacht wird, gibt auf Grund vorheriger Eichung das Maß für die Größe der Druckdifferenz. Der elastische Widerstand von Federn, welcher der auf dem System lastenden Druckdifferenz das Gleichgewicht hält, ist also bei diesen Instrumenten stets maßgebend. Demgegenüber werden in dem vorliegenden Differentialmanometer Federn überhaupt nicht benutzt. Das bewegliche System, auf welches die zu vergleichenden Drücke einwirken, wird vielmehr im Gleichgewicht gehalten durch den Differentialdruck, der in einer besonderen, von Druckwasser gespeisten Differentialkammer erzeugt und durch das Spiel eines mit dem System verbundenen Absperrorgans stets in solcher Höhe erhalten wird, daß er der zu messenden Druckdifferenz gleich oder proportional ist. Das Instrument besitzt zwei leicht nachgiebige Platten oder Membrane, die in einem gemeinsamen Gehäuse eingespannt sind, so daß drei getrennte Räume abgeschlossen werden. Die Platte *a* ist beiderseits durch die zu vergleichenden Drücke p_1 und p_2 belastet, welche durch je eine Anschlußleitung in den entsprechend bezeichneten Druckkammern aufrechterhalten werden.

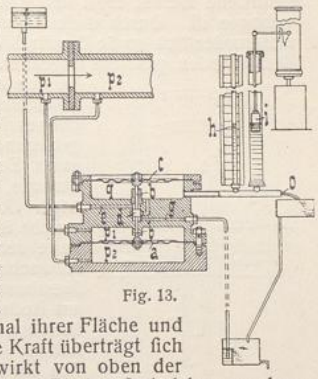


Fig. 13.

Diese Platte wird daher stets von einer Kraft, welche proportional ihrer Fläche und dem Druckunterschiede $p_1 - p_2$ ist, nach unten gedrückt. Diese Kraft überträgt sich durch die Stange *b* auf die andre Platte *c*. Auf die letztere wirkt von oben der äußere Luftdruck, also in der gleichen Richtung wie p_1; die beiden Platten sind daher nur dann im Gleichgewicht, wenn in der von *c* abgeschlossenen „Differentialkammer", die mit *q* bezeichnet ist, ein Ueberdruck herrscht, welcher gleich ist dem zu messenden Druckunterschiede $p_1 - p_2$. Sobald das nicht der Fall, das Gleichgewicht also gestört ist, machen beide Platten und mit ihnen der Schieber *d* eine Bewegung. War der Druck in *q* zu klein, so geht der Schieber abwärts und seine obere Kante öffnet eine Verbindung des Raumes *q* mit dem Kanal *e*, durch welchen Wasser aus dem Behälter *e* zufließen kann, welcher etwas höher über der Vorrichtung aufgestellt werden muß, also dem größten überhaupt vorkommenden Druckunterschied entspricht und an dessen Stelle z. B. eine beliebige Druckwasserleitung treten kann. Ist anderseits der Druck im Raume *q* etwas zu groß geworden, so bewegt sich der Schieber aufwärts und öffnet mit seiner unteren Kante den Kanal *g*, welcher ins Freie mündet. Es wird also so viel Wasser abfließen, bis der Schieber seine Mittelstellung wieder erreicht hat, bei welcher beide Kanäle abgesperrt sind. Der Schieber ist also fortwährend bestrebt, im Raume *q* einen dem Druckunterschied $p_1 - p_2$ entsprechenden Wasserdruck aufrechtzuerhalten. Dieser Druck kann mit einem mit *q* verbundenen gewöhnlichen Manometer, z. B. dem offenen Wasserstandsglas *h*, unmittelbar gemessen oder von einem Schwimmer *i* fortlaufend registriert werden. Sind die zu messenden Druckunterschiede außerordentlich klein, so wird die Ablesung der Höhen an dem Wasserstandsglas *h* schwierig und ungenau. Für solche Fälle kann die Vorrichtung leicht dahin abgeändert werden, daß die Druckunterschiede bei *h* stark vergrößert erscheinen. Man braucht der Platte *a* nur einen um so viel größeren Durchmesser zu geben als der Platte *c*, daß die Flächen beider Platten in dem für die Ablesung gewünschten Vergrößerungsverhältnis zueinander stehen. Denn das Gleichgewicht an dem System besteht nur dann, wenn das Produkt aus den Flächen und dem darauf lastenden Druck beiderseits gleich ist.

Die Firma Julius Pintsch in Berlin hat neuerdings ein einschenkliges Manometer mit nur einer Flüssigkeit, die leichter ist als Wasser, sowie Zeigerscheibe und für Wasserdruck geltender Skala [11] erfunden, welches aus einem weiten Messingzylinder *m* besteht, in dem sich das gerade Glasrohr *n* mit Schwimmer *e* befindet (Fig. 14). Der Zylinder wird bis zum Strich 0 — 0 mit Petroleum gefüllt. Auf dem Schwimmer *e* sitzt eine Zeigerscheibe *g*, welche den Nullpunkt im Innern des Zylinders nach außen kenntlich macht. Ein Zuführungsrohr *c* mit einem Dreiwegehahn *h* ragt in den Zylinder hinein und ermöglicht die Einstellung des Nullpunktes. Wird nun zwecks Messung des Druckes in einem Raum dieser mittels eines Schlauches mit dem Rohr *c* verbunden und der Hahn *h* geöffnet, so senkt sich im Innern des Zylinders *m* der Flüssigkeitsspiegel um *y*, während die Zeigerscheibe *g* im Rohr *n* um *a* steigt. Die Ablesung ist also scharf und ohne Beobachtungsfehler genau ermöglicht.

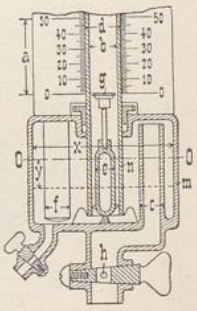
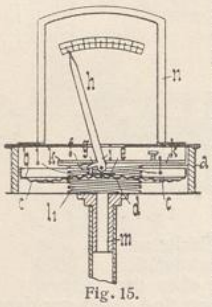


Fig. 14.

Bei dem Manometer zur Messung kleiner Drücke von Albrecht Heil in Frankfurt a. M. ist ein Membranmanometer zur Messung geringer Druckwerte vorhanden [12]. Dasselbe gestattet, Membranen von fast unbegrenzter Empfindlichkeit anzuwenden, die einerseits kleinste Druckwerte anzeigen, anderseits ihre ursprüngliche Gestalt behalten. Dieser Zweck wird dadurch erreicht, daß man eine solche hochempfindliche Membran unter den Einfluß zweier auf beiden Seiten derselben aufruhenden, gegeneinander wirkenden, gleichstarken Federn (vorzugsweise Spiralfedern) stellt. Die Anordnung von Spiralfedern zu beiden Seiten der Membran ist zwar bei Manometern schon bekannt, indessen wirken sie nur mittelbar durch Kolben auf die Membran, während beim Heilschen Manometer eine unmittelbare Wirkung der Spiralfedern auf die Membran stattfindet. Diese Spiralfedern gestatten einerseits der Membran, dem geringsten Druck

nachzugeben, anderfeits aber beim Nachlaffen des Druckes, mag diefer von kurzer oder langer Dauer fein, fofort und ohne Formveränderung in ihre Ruhelage zurückzukehren. Als Stoff für folche hochempfindlichen Membranen können tierifche oder pflanzliche Häutchen, beffer noch dünne Metallplättchen verwendet werden. Als befonders vorteilhaft hat fich eine eigentümlich geformte Metallmembran herausgeftellt, die bei verhältnismäßig größerer Dicke doch eine außerordentlich große Empfindlichkeit zeigt. Diefe Metallfolie befteht in einem Blech, welches fehr kurze konzentrifche Wellen zeigt und das alsdann in konzentrifche Wellen von weit größerer Amplitude gebogen ift. Durch diefe doppelte Wellung erhält die Membran felbft bei größerer Dicke eine außerordentlich große Empfindlichkeit. In ein Gehäufe *a* (Fig. 15) ift eine Metallmembran *b* rings an den Wänden gasdicht angelötet. Diefe Membran befteht aus einer runden Metallplatte, die mit kleinen konzentrifchen Wellen *c* verfehen und dann noch einmal in größere konzentrifche Wellen *d* gebogen ift. In der Mitte diefer Membran ift ein kleines Metallplättchen *e* aufgelötet, welches einen im rechten Winkel gebogenen Bügel *f* trägt. Auf diefem Bügel ruht der kurze Arm *g* eines Zeigers *h*, der durch eine an der Innenfeite des Gehäufes feftfitzende, fehr leichte Flachfeder *i* in Berührung mit dem Bügel gehalten wird. An der Innenwand des Gehäufes *a* ift eine Brücke *k* befeftigt, welche über den Mittelpunkt der Membran, gegebenenfalls bis zur andern Seite der Innenwand reicht, und an diefer Brücke ift eine verhältnismäßig fchwache Spiralfeder *l* angebracht, die mit ihrem freien Ende auf der Membran aufruht. Eine in Größe und Stärke gleiche Spiralfeder l_1 ift am Boden des Gehäufes befeftigt und ruht auf der unteren Seite der Membran auf, derart, daß beide Federn fich gegenfeitig das Gleichgewicht halten. In der Mitte des Bodens befindet fich eine Oeffnung *m*, in die fich ein Stutzen fortfetzt; mit letzterem wird der unterhalb der Membran liegende Innenraum des Gehäufes mit der Druckleitung verbunden. Auf dem Deckel des Gehäufes befindet fich ein Schlitz, in dem fich der Zeiger *h* hin und her bewegen kann und der fich in ein Skalengehäufe *n* fortfetzt, das an feiner Vorderfeite die übliche, gegebenenfalls mit Glas verdeckte Schauöffnung hat.


Fig. 15.

Bei den **Röhrenfedermanometern,** deren Idee zuerft von Bourdon gegeben wurde, ift eine gekrümmte Röhre von ovalem oder elliptifchem Querfchnitt an einem Ende im Gehäufe des Manometers befeftigt und tritt der Dampf in das Rohr hinein, wobei das freie andre Ende, da mit wachfendem Druck die Querfchnitte weniger oval werden und die Krümmung des Rohrs eine geringere wird, fich aufbiegt und diefe Biegung durch einen Uebertragungsmechanismus auf das Zeigerwerk überträgt [13] Eine wefentliche Verbefferung des älteren Bourdonfchen Manometern haben Dreyer, Rofenkranz & Droop angebracht [14], indem fie neben der Röhrenfeder *R* (Fig. 16) konzentrifch zu ihr einen gehärteten Stahldraht *D* anordnen, der bei *x* im Federkörper befeftigt ift und bei *y* mit dem gefchloffenen Ende der Röhrenfeder feft verbunden wird, fo daß er an ihren Bewegungen teilnimmt und zugleich ihre Federkraft unterftützt. Ein Vergleich eines folchen Manometers mit einem gewöhnlichen Röhrenfedermanometer, welcher im Januar 1896 vom Oberingenieur des Hannoverfchen Dampfkeffelüberwachungsvereins A. Dunfing im Mafchinenhaus der obigen Firma angeftellt wurde, ergab, daß bei 140 Umdrehungen der Mafchine, alfo 8400 Druckänderungen des auf dem Indikatorftutzen angebrachten Manometers in der Stunde das verbefferte Manometer keine Abweichung vom Kontrollmanometer zeigte, das gewöhnliche Röhrenfedermanometer dagegen Abweichungen bis zu 0,3 kg/qcm aufwies. Bei einem Verfuche mit denfelben Manometern von fechstägiger

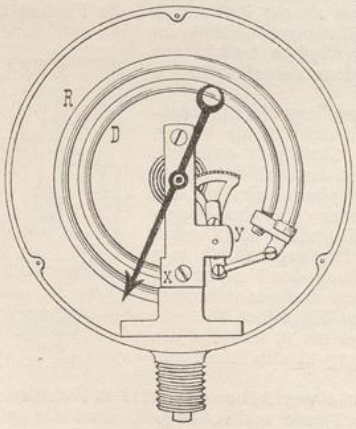


Fig. 16.

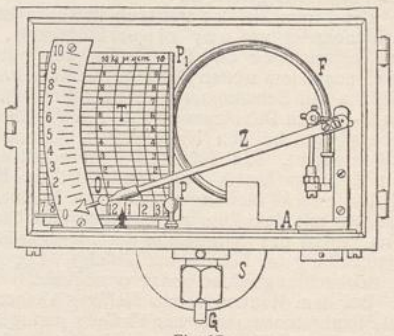


Fig. 17.

Dauer ergab das gewöhnliche Röhrenfedermanometer bei der Nachprobe einen bleibenden Fehler von minus 0,3—0,48 kg/qcm, das Patentmanometer mit Stahlfpannung dagegen nur Abweichungen von plus 0,06—0,08 kg/qcm.

Für die regelmäßige Beobachtung des Dampfkeffelbetriebes, die Ueberwachung der Heizer bei Nacht, ferner zur Aufzeichnung des Druckes bei Hochdruckpreffen, des Druckes bei dem Betriebe ftädtifcher Waffenwerke und in vielen andern Fällen, in welchen man fortlaufende

Druck- oder Depreſſionsaufzeichnungen wünſcht, wendet man Manometer mit Regiſtriervorrichtung (Schreibzeug und Uhrwerk) an, wie ein ſolches in Fig. 17 abgebildet iſt. Die Bewegung eines dem Druck ausgeſetzten und durch das Röhrchen *G* mit dem Druckrohr verbundenen Federmanometers *F* wird durch entſprechende Hebelüberſetzung auf den Zeigerarm *Z* übertragen, deſſen Spitze auf einer Skala wie bei einem gewöhnlichen Federmanometer den Druck anzeigt. Bei *O* trägt der Zeigerarm eine mit beſonderer Tinte zu füllende Füllfeder (oder einen Bleiſtift), welche die Druckveränderung auf einer, mit eingeteiltem Papier beſpannten und durch ein Uhrwerk gedrehten Trommel *T* verzeichnet. Dieſelbe Anordnung wird auch mit gewellter Patentplattenfeder ausgeführt. Zum Prüfen der Manometer dienen Manometerprüfungspumpen, welche den für Indikatoren angewendeten (ſ. Bd. 5, S. 180, Fig. 11) ähnlich ſind.

Literatur: [1] Toninduſtrieztg. 1891, S. 696. — [2] Ebend. 1882, S. 377, D.R.P. Nr. 19426. — [3] Compt. rend. soc. min. 1892, S. 54, Taf. VI, und Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- und Hüttenweſen 1893, S. 5. — [4] D.R.P. Nr. 99193. — [5] D.R.P. Nr. 176024. — [6] D.R.P. Nr. 4510, Glaſers Annal. 1882, Bd. 11, Heft 9. — [7] D.R.P. Nr. 48807. — [8] Revue industr. 1894, S. 344. — [9] D.R.P. Nr. 180804. — [10] D.R.P. Nr. 173658. — [11] D.R.P. Nr. 179820. — [12] D.R.P. Nr. 182414. — [13] Grashof, Theoret. Maſchinenlehre, Hamburg und Leipzig 1883, Bd. 2, S. 827 ff. — [14] D.R.P. Nr. 84566, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 495. Roſenkranz, Neuerungen an Federmanometern. — Ferner Art. Manometer und Druckmeſſer, Inhaltsverz. der Jahrg. 1883—1903 d. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing.; Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1893, S. 468, Neues Manometermodell von Villard; ebend. 1892, S. 25, Manometer von Cailletet von 300 m Höhe am Eiffelturm; ebend. 1892, S. 112, Gefäßmanometer von Lux. — Ferner ſ. über Kolbenmanometer D.R.P. Nr. 67171, 85067, 94590, 173264; über Flüſſigkeitsmanometer D.R.P. Nr. 101650, 112740, 115669, 117681, 157986; über Röhrenfedermanometer D.R.P. Nr. 82407, 84566, 86736, 107343, 111614, 120957, 134845, 149662; über Differential- und Doppelmanometer ſ. D.R.P. Nr. 101852, 106087, 112836, 155316, 163929. — Weitere Angaben über Manometer ſ. Journ. f. Gasbel. 47, 480; Gas-Engine. 6, 430; Zeitſchr. f. phyſ. Unterricht 8, 198; Kraft 22, 890; Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 22, 340; Engineering 75, 31 u. 359; Papierztg. 28, 2, S. 2296; Zeitſchr. d. Ing. 1902, S. 1003; Bayr. Induſtr.-Gewerbebl. 1902, 277.

v. Ihering.

Manſarde, Wohnung oder Geſchoß unter einem Manſarddach, ſ. Dach, Bd. 2, S. 489, und Dachſtuhl, Bd. 2, S. 516, Fig. 13.



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

Manſchetten nennt man Dichtungsringe von Leder oder Gummi (ſ. Fig. 1—3) mit aufgebogenen Rändern, die ſich unter dem Druck der abzuſperrenden Flüſſigkeit gegen eine zylindriſche Gleitfläche anlegen (ſ. Stopfbüchſen).

Aeußerer Durchmeſſer:	25	50	100	150	200	300	500	1000 mm
Fig. 1 Ringform . . .	0,45	0,70	1,80	3,60	5,80	10,80	23,40	73,70 ℳ.
Fig. 2 Napfform . . .	0,30	0,55	1,25	2,25	3,60	7,15	17,80	65,50 ℳ.
Fig. 3 Hutform . . .	0,30	0,55	1,25 ℳ. für 1 Stück in Leder.					

Lindner.

Manſelſche Formel, ſ. Schiffswiderſtand.

Mansfelder Ofen, ſ. Kupfer, Oefen, metallurgiſche.

Mansfeldiſche Feime, ſ. Diemenhäuſer.

Mantel, in der Müllerei jeder Hohlkörper, mag er ſelbſt eine Arbeitsvorrichtung darſtellen oder nicht, der eine andre Arbeitsvorrichtung oder wohl auch einen leeren Raum umſchließt. So ſpricht man bei reibenden, ſcheuernden, ſchälenden oder bürſtenden Reinigungsmaſchinen vom Innenkörper (Schlägertrommel, Schmirgeltrommel, Bürſtenkörper u. ſ. w.) und dem Mantel, der in dieſem Falle aus gelochtem oder gerauhtem Blech, Drahtgewebe u. dergl. beſteht. Bei Zentrifugalſichtmaſchinen (ſ. Sichterei) unterſcheidet man die innere Schleuder, den (Gaze-)Mantel und die Kiſte u. ſ. w.

Arndt.

Mantel, ſ. Dampfmantel, Eiſengießerei (Bd. 3, S. 362), Heizung geſchloſſener Räume, Bd. 5, S. 28, Geſchützfabrikation.

Mantel, ein durch einen einſcheibigen Block geſchorenes Tau, deſſen eines Ende an einem Ringbolzen an Deck befeſtigt iſt, während das andre Ende mit einem Takel verbunden iſt.

T. Schwarz.

Mantelrohr, Mantelringrohr, Verſtärkung des Kernrohrs eines Geſchützes; ſ. Geſchützfabrikation, Schiffsgeſchütze.

Mantelſtiege (Mandelſtiege), ſ. Treppe.

Manteltransformator, ſ. Umformer.

Mantiſſe, ſ. Logarithmus.

Manufakturen, Gewerbe, aus welchen Erzeugniſſe der Handarbeit hervorgehen.

Manzana, Flächenmaß in Mittelamerika = 69,87 a.

Mappen, in einfachſter Form buchdeckelartige Zuſammenſtellung zweier Pappdeckel, die durch einen weichen Rücken aus Leder oder Stoff verbunden und deren Ecken meiſt ebenfalls mit haltbarerem Stoff umkleidet ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Um zu verhindern, daß der Inhalt herausfällt, werden Bänderpaare durch nahe am Rande eingeſchlagene korreſpondierende Löcher gezogen und befeſtigt, die ein Zuſammenbinden der Deckel auf drei Seiten ermöglichen. Im Innern werden auch bewegliche Klappen aus Karton mit Kalikobezug angeordnet, beſonders bei größeren Mappen für Zeichnungen. Bei Schreibmappen wurde früher ein drittes ſchmales Deckelſtück als Verſchlußklappe angebracht, die gegebenenfalls das Oberteil der auf die Mitte des Vorderdeckels aufgenieteten Schließvorrichtung trägt. Die moderne Schreibmappe zeigt mehr die Form einer loſe zuſammengeklappten Schreibunterlage, die aus ſchwach gefüttertem beſſerem Leder oder deſſen Imitation beſteht, atlasbezogene flache Taſchen beſitzt und in deren Mitte ein Löſchbuch befeſtigt iſt. Den Uebergang zum taſchenartigen Behälter bilden die Akten- und Notenmappen, von welchen die erſtere ebenfalls eine Ueberfallklappe, die letztere an deren Stelle zwei Handgriffriemen aufweiſt. Zur Herſtellung des Seitenſchluſſes wird hier ein handbreiter Leder- oder Kalikoſtreifen mehrfach fächerartig der Länge nach, ſodann aber unter Bildung ſpitzwinkliger Eckfalten in der Querrichtung gebrochen. *Saalfeld.*

Marabutfeide, ſ. Seidenſpinnerei, Zwirn.

Marantaſtärke, ſ. Stärkearten.

Marathonſtein, ſ. v. w. Obſidian, ſ. Gläſer, natürliche.

Marbel, Marbre griotte, ſ. v. w. Marmor, ſ. Kalkſtein.

Marco, Gewicht in Portugal und Braſilien = 229,5 g, in Spanien und dem ſpaniſchen Amerika = 230,05 g.

Marekanit, ſ. Gläſer, natürliche.

Marengo, Farbenbezeichnung bei Stoffen, ſchwarz mit wenig Weiß melierte Stoffe derartiger Farbe früher auch in Preußen zu Soldatenhoſen und -mänteln verarbeitet. Napoleon I. trug im Felde einen Mantel in dieſer Farbe, daher mutmaßlich die Bezeichnung nach dem Schlachtenort Marengo. *E. Müller.*

Mareograph (Maremeter, Limnograph, Limnimeter, Flutautograph, Flutmeſſer), eine beſondere Art regiſtrierender Waſſerſtandszeiger; ſ. a. Pegel.

Zur Beſtimmung des mittleren Meeresniveaus (ſ. Meeresfläche) aus fortlaufenden Waſſerſtandsregiſtrierungen iſt eine große Anzahl derartiger Inſtrumente auf Veranlaſſung der Internationalen Erdmeſſung (ſ. Erde) an den europäiſchen, nordamerikaniſchen, mexikaniſchen, afrikaniſchen, auſtraliſchen und aſiatiſchen Küſten aufgeſtellt. Hierüber iſt fortlaufend berichtet worden in den Verhandlungen der Internationalen Erdmeſſung. Ueber die letzten drei Berichte ſ. [1].

Das Prinzip der Apparate iſt kurz das folgende: Ein Schwimmer, ein luftdicht verſchloſſenes, kreisrundes Gefäß aus Kupferblech, das gegen Formänderung durch Luftdruck, Temperatur u. ſ. w. geſchützt und nach dem mittleren ſpezifiſchen Gewicht des Waſſers balanciert iſt, überträgt ſeine den Schwankungen des Waſſerſpiegels folgenden Bewegungen durch einen beſonderen Mechanismus meiſtens in verjüngtem Maßſtabe auf einen Schreibſtift. Dieſer zeichnet den Verlauf der Bewegungen auf eine durch ein Uhrwerk getriebene Regiſtriertrommel. Um den Einfluß der Wellenbewegungen, der ein genaues Aufzeichnen des Waſſerſtandes und überhaupt ein ſicheres Funktionieren des Apparats unmöglich machen würde, auszuſchalten, iſt das Inſtrument in der Regel nicht unmittelbar am Strande aufgeſtellt. Der Schwimmer hängt vielmehr in einem brunnenartigen Schachte, der durch einen unterirdiſchen Kanal mit dem Meeresboden in Verbindung ſteht. Der Kanal wird mit verſtellbaren Diaphragmen verſehen und erhält ſolche Dimenſionen, daß die Bewegung des Waſſers nicht verzögert wird und daß die Wellenbewegungen eine ſtörende Wirkung nicht ausüben können. Die Beziehung zwiſchen den Aufzeichnungen des Schreibſtiftes und den Waſſerbewegungen wird ausgedrückt durch die Konſtanten des Apparats. Dieſe beſtimmen die Lage der auf dem Regiſtrierbogen verzeichneten Baſislinie zur Eintauchungslinie des Schwimmers und das Verhältnis der Schwimmerbewegungen zu den Ordinaten über der Baſislinie. Das erwähnte Verhältnis richtet ſich nach den örtlichen Flutbewegungen; es beträgt entweder 1 : 1 oder etwa 1 : 10 bis 1 : 25. Die Baſis- oder Nullmarke iſt gegen ſcharf bezeichnete Feſt- und Höhenpunkte ſorgfältig einnivelliert. Weiteres über die Konſtruktion und die Konſtantenbeſtimmung ſ. in der bei [2]—[7] angegebenen Literatur. Ein Apparat, deſſen Schwimmer in größerer Entfernung vom Lande angebracht iſt, iſt in [8] beſchrieben. — Drückt $f(x)$ die Gleichung der regiſtrierten Flutkurve für das Zeitintervall $t_2 - t_1$ aus, ſo iſt für dieſes Intervall die Mittelwaſſerhöhe $h_m = \int_{t_1}^{t_1} f(x)\,dx : (t_2 - t_1)$. Um die Mittelwaſſerhöhe für ein beſtimmtes Zeitintervall zu erlangen, muß dementſprechend der Profilinhalt planimetriſch ermittelt und durch das Intervall dividiert werden. Da dieſe Beſtimmung infolge der Häufung des Beobachtungsmaterials eine ſehr zeitraubende iſt, werden die Regiſtrierapparate mit ſelbſttätigen Integrierwerken verſehen. Bei einem Apparat von Reitz iſt eine rotierende Scheibe mit Integrierrolle zur Verwendung gekommen, ſo daß das Mittelwaſſer für ein beſtimmtes Zeitintervall unmittelbar berechnet wird nach $h_m = C(a_2 - a_1) : t$, worin C die Konſtante des Apparates und a_2 und a_1 die Rollenableſungen zu Anfang und Ende des Zeitintervalls mit der Sekundenzahl t bedeuten. Nach dieſem Prinzip konſtruierte Apparate ſind in mehreren Staaten aufgeſtellt worden. Ihre Leiſtungsfähigkeit und Genauigkeit entſprechen allen Anforderungen. Der mittlere Fehler der täglichen Mittelwaſſerangabe des Apparats in Cadix wird z. B. zu $\pm$ 0,2 mm angegeben. Weiteres ſ. [9]. — Um kurzdauernde Schwankungen des Spiegels von Binnenſeen, die ſogenannten Seichesſchwingungen, feſtſtellen zu können, werden transportable Schwimmerapparate von großer Empfindlichkeit angewendet. Näheres ſ. [10].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ein andres Prinzip der Mittelwaſſerangabe iſt bei dem ſelbſttätigen Univerſalpegel, Syſtem Seibt-Fueß, zur Anwendung gekommen [11]. Zur ſelbſttätigen Intergration der Waſſerſtandsfläche dient ein Pendelintegrierwerk, auf das die Schwimmerbewegungen durch eine Scheibe mit beſonders berechnetem ſchneckenförmigen Umfange derart übertragen werden, daß die Aenderungen der Waſſerſtände proportional ſind den Aenderungen in der Anzahl der zugehörigen Pendelſchläge für einen beſtimmten Zeitraum. Der mittlere Waſſerſtand für den Zeitraum wird aus der an einem Zählwerk abgeleſenen Summe der zugehörigen Pendelſchläge nach einer einfachen Formel beſtimmt, welche die Konſtanten des Apparats berückſichtigt.

Eine beſondere Art von Mareograph iſt das in Frankreich mehrfach angewendete, von Lallemand angegebene Medimaremeter. In einem waſſerdichten, vertikal aufgeſtellten, an ſeinem unteren Ende durch eine poröſe Wand geſchloſſenen Rohre ändert der Waſſerſtand ſich in ähnlicher Weiſe wie außerhalb. Amplitude und Phaſe der Waſſerſtandsbewegungen zeigen nur eine beſtimmte Reduktion, welche von der Anordnung des Apparats und den auftretenden Standänderungen abhängig iſt. Die Waſſerhöhe im Rohr wird unmittelbar gemeſſen, und das Mittelwaſſer wird nach einer für den Apparat gültigen Formel berechnet. Weiteres ſ. [12].

Von Seibt-Fueß iſt ferner ein ſelbſttätiger Druckluftpegel konſtruiert worden. Die Waſſerſtandsänderungen werden durch die in einer engen Luftleitung entſtehenden Druckänderungen auf ein Manometer übertragen und von dieſem regiſtriert [13]. — Auf Druckänderungen in Luftleitungen durch Waſſerſtandsänderungen beruht auch die Konſtruktion von Differentialmanometern als Hochſeepegel. Näheres ſ. [14].

Tragbare Queckſilbergezeitenmeſſer und Gezeitenmanometer ſind in neuerer Zeit bei japaniſchen Seeforſchungen angewendet worden. Der Queckſilbergezeitenmeſſer beſteht aus einem Saugrohr, deſſen oberer Teil etwa die Form eines liegenden, niedrigen, breiten *S* (∽) hat. Das Rohr iſt in der unteren Biegung dieſer Form mit Queckſilber abgeſchloſſen, im übrigen aber mit Seewaſſer gefüllt. Wird das unterſte Rohrende in den Meeresſpiegel eingetaucht, ſo teilen die Waſſerbewegungen ſich dem Queckſilber mit und werden durch einen Stab mit Schreibſtift, der in das obere Rohrende eingeſetzt iſt, auf eine Regiſtriertrommel übertragen. — Das Gezeitenmanometer iſt ein Druckluftpegel. Die Druckänderungen übertragen ſich in ähnlicher Weiſe wie bei dem ebenbeſchriebenen Apparat auf eine Queckſilberfüllung und von dieſer auf die Regiſtriertrommel. Weiteres ſ. [15]. Vgl. a. Pegel.

Literatur: [1] Verhandl. der Internationalen Erdmeſſung in Stuttgart 1898, Beilage A, V; in Paris 1900, Beilage B, VIII; in Kopenhagen 1903, Beilage B, XVI. — [2] Publ. des Geod. Inſtituts: Das Mittelwaſſer der Oſtſee bei Swinemünde, Berlin 1881; desgl. 1890; desgl. bei Travemünde, Marienleuchte, Wismar, Warnemünde, Arkona und Swinemünde, Berlin 1900. — [3] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1887, S. 7, Seibt, Der ſelbſtregiſtrierende Pegel zu Travemünde. — [4] Verhandl. der perman. Kommiſſion der europäiſchen Gradmeſſung in Brüſſel 1876, S. 60, Der Mareograph von Ryſſelberghe. — [5] Verhandl. der europäiſchen Gradmeſſung in Rom 1883, S. 64 u. 233 (franz. Mareographen). — [6] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1887, S. 243, Asmus, Der ſelbſtregiſtrierende Flutmeſſer von Fueß. — [7] Mitteil. des k. und k. Militärgeographiſchen Inſtituts, Wien 1903, S. 121, v. Sterneck, Der neue Flutmeſſer in Ragufa. — [8] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1884, S. 95, Ueber einen elektriſch regiſtrierenden Flutmeſſer von Siemens & Halske. — [9] Reitz, Waſſerſtandszeiger für mittlere Höhe, Hamburg 1873; Derſ., Regiſtrierender Flutmeſſer, Hamburg 1884; vgl. a. Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1885, S. 165, und Bericht über die wiſſenſchaftlichen Apparate auf der Londoner Ausſtellung, Braunſchweig 1878, S. 559. — [10] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1901, S. 193, Ebert, Saralins neues ſelbſtregiſtrierendes Limnimeter; 1903, S. 345, Derſ., Ueber neuere japaniſche Seenforſchungen; 1904, S. 180, Endrös, Seichesforſchungen am Chiemſee. — [11] Seibt, Der ſelbſttätige Univerſalpegel zu Swinemünde, Syſtem Seibt-Fueß, Berlin 1891, oder Zentralblatt der Bauverwaltung 1891, S. 410, oder Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1891, S. 351; Derſ., Der kurvenzeichnende Kontrollpegel, Syſtem Seibt-Fueß, Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 542, oder Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1894, S. 41; vgl. ebend. 1895, S. 193. — [12] Verhandl. der Intern. Erdmeſſung in Nizza 1887, Beilage 5. — [13] Seibt, Der ſelbſttätige Druckluftpegel, Syſtem Seibt-Fueß, Berlin 1887; vgl. hierzu Zentralblatt der Bauverwaltung 1896, S. 202. — [14] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1903, S. 334, Menſing, Der Hochſeepegel; auch 1906, S. 312. — [15] Ebend. 1903, S. 346; 1905, S. 285, Ebert, Der Gezeitenrektifikator von Terada; 1906, S. 90, Derſ., Ein tragbares Gezeitenmanometer von Honda.

(† Reinhertz) Hillmer.

Marezzomarmor, künſtlicher Marmor, Platten für Wandbekleidung aus alauniertem Gips oder Mac Leanſchem Zement.

Er wird in folgender Weiſe hergeſtellt. Man vermiſcht Zement mit den erforderlichen Farben, vegetabiliſchem Schwarz, Sienaerde, Chromgelb, Indiſchrot, Perſiſchrot, Berlinerblau und Ultramarinblau, macht mit Waſſer an und ſpritzt ſo auf eine geölte Glasplatte, daß die beabſichtigte Marmorierung 2—3 mm dick auf der Platte liegt, worauf man trockenen Zement aufſtreut und endlich bis zur erforderlichen Dicke mit Zementmaſſe übergießt. Zum Abſchleifen der Platte dient ein feiner Schleifſtein, dann werden die Poren mit Zement mittels Pinſel verſtrichen und die Platte durch 3 Wochen liegen gelaſſen, worauf ſie, nachdem ſie ihre volle Härte erhalten hat und eine weiße Maſſe ausſchwitzt, geſchliffen und poliert wird. *Andés.*

Margarine, ſ. Kunſtbutter.

Margarit, ſ. Glimmer.

Marienglas (Frauenglas), Faſergips, ſ. Gips.

Marienſchuh oder Frauenſchuh wurde früher die Kreuzblume genannt wegen der Aehnlichkeit mit der Blüte dieſer Pflanze (Cypripedium Calceolus).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Marinearfenal umfaßt alle zum Bau, zur Reparatur und Ausrüſtung von Kriegsſchiffen erforderlichen hafenbaulichen Anlagen, Werkſtätten, Magazine u. ſ. w.

Zu einem Arſenal gehören Hellinge (ſ. d.), Docks (ſ. d.), Magazine und folgende Werkſtätten: Schiffbau-, Schloſſer-, Tiſchler-, Maler-, Schmiede-, Keſſelbau-, Kupferſchmiede-, Maſchinenbau-, Gießerei-, Mechaniker-, Takler-, Segelmacherwerkſtatt. *T. Schwarz.*

Marineartillerie umfaßt das geſamte Material an Geſchützen, Lafetten, Munition und ſonſtigem Zubehör, das für die Kriegsſchiffe ſowie die Küſtenbefeſtigungen Verwendung findet und das für das Niederkämpfen feindlicher Kriegsflotten beſtimmt iſt; ſ. a. Geſchützarmierung, Schiffsgeſchütze, Küſtenartillerie, Lafettierung, Munition. *T. Schwarz.*

Marinebutter, ſ. Kunſtbutter.

Marinekopf, ein zuerſt bei Schiffsmaſchinen eingeführtes offenes Lager für Pleuelſtangenköpfe (ſ. d.).

Marineleim, ein flüſſiger oder feſter Kitt.

Der flüſſige, aus einer Löſung von Kautſchuk in Teeröl beſtehende Kitt dient als Anſtrich für Metalle, Holz, Taue u. ſ. w. Der feſte Kitt beſteht aus einer Löſung von 1 Teil Kautſchuk in 12 Teilen Terpentinöl, welcher man nach 10—12 Tagen noch 2 Teile Schellack oder Maſtix zuſetzt; er dient zum Kalfatern, zum Ausfüllen von Riſſen, Spalten u. ſ. w. *Andés.*

Marinoputz, ſorgfältiger Mauerputz unter Verwendung von feinem weißen Marmorſtaub mit Kalkpulver. Die Oberfläche wird nach Art des Weißſtucks poliert (ſ. Stuck). *Weinbrenner.*

Mariotte-Gay-Luſſacſches Geſetz, ſ. Boyle-Gay-Luſſacſches Geſetz.

Mariotteſches Geſetz, ſ. Boyleſches Geſetz.

Mark, urſprünglich ein Gewicht, das auf $^2/_3$ verringerte römiſche Pfund, namentlich Münzgewicht = 8 Unzen = 16 Lot mit Kontrollzeichen (Marke, daher der Name) verſehen. Man unterſchied Mark fein und Mark lötig, je nachdem es ſich um 8 Unzen reinen oder legierten Metalles handelte, ſpäter Markgewichte (gewogene Mark) und Markwährung (gezählte Mark), als die Münzen ein beſtimmtes Schrot und Korn erhalten hatten. Mit dem Sinken der Markwährung entſtanden allmählich zahlreiche Marken.

1. Rechnungsmünzen: Mark Lübiſch, 32 Schilling im Geſamtgewicht von 16 Lot (288 Grän), die ſpätere Mark Lübiſch war dem Hamburger Kurant gleich; Hamburger Mark (bis 15. Februar 1873), 16 Schilling zu 12 Pfennig, wobei im Großhandel und Bankgeſchäft die Banko-, im gewöhnlichen Verkehr die Kurantmark zu verſtehen war. Auf 1 Pfund fein Silber gingen $59^1/_3$ Mark Banko und 75 Mark Kurant. Ein Taler war gleich $2^1/_2$ Mark Kurant. Bei Einführung der deutſchen Reichswährung ſetzte man 150 Mark Reichsmünze = 100 Mark Banko. — Gegenwärtig iſt die Mark Münzeinheit im Deutſchen Reich (Geſetz vom 4. November 1871). 1 Mark = 100 Pfennig. Es werden geprägt: in Gold Stücke zu 10 (Kronen) und 20 (Doppelkronen) Mark, früher auch zu 5 Mark, und zwar $69^3/_4$ Stück zu 20 Mark = 1 Pfund fein; in Silber Stücke zu 5, 2, 1 und $^1/_2$ Mark, und zwar 100 Mark = 1 Pfund fein; in Nickel Stücke zu 10 und 5 Pfg. und in Kupfer Stücke zu 2 und 1 Pfg. — Die finnländiſche Mark ſeit 1863 zu 100 Pfg. iſt ca. 0,90 Mark deutſche Reichswährung.

2. Markgewicht: Kölniſche Mark = 8 Unzen = 16 Lot = 64 Quentchen = 256 Pfennige = 512 Heller = 4020 kölniſche As oder 4352 Eſchen = 65536 Richtpfennigteilchen. Nach den Münzkonventionen vom 25. Auguſt 1837 und 30. Juli 1838 wurde für die kölniſche Mark ein Gewicht von 233,855 g angenommen und dieſelbe zu 14 Taler (norddeutſch), $24^1/_2$ Gulden (rheiniſch) oder 20 Gulden (öſterr.) ausgemünzt. In der Münzkonvention vom 24. Januar 1857 wurde ſie durch das Zollpfund = 0,5 kg erſetzt. *Plato.*

Markaſit, Braunkies, Strahlkies, Leberkies, Waſſerkies, Weicheiſenkies, Mineral, Schwefeleiſen FeS_2, wie Schwefelkies, aber nicht wie dieſer, ſondern rhombiſch kriſtalliſierend. Nach der Form und Anordnung der Kriſtalle werden Kamm- und Strahlkies unterſchieden; auch derb und dicht (Leberkies). Gelb bis grünlichgrau, oft anlaufend; Strich grünlichgrau. Metallglänzend; undurchſichtig; Bruch uneben; ſpröde; Härte 6—$6^1/_2$; ſpez. Gew. 4,65—4,88; chemiſch und vor dem Lötrohr ſich wie Schwefelkies verhaltend. Verwittert leicht unter Bildung von Eiſenvitriol und Schwefelſäure. Wird oder wurde zur Darſtellung von Eiſenvitriol, Schwefelſäure, Schwefel, Eiſenoxyd (Farbe) u. ſ. w. benutzt. *Leppla.*

Marke, ſ. v. w. Fabrikzeichen oder Künſtlermonogramm.

Markenſchutz, geſetzlicher Schutz von Waren-, Fabrik- und Handelszeichen; ſ. Warenzeichenrecht.

Marketerie, ſ. Marqueterie.

Markiermaſchine, ſ. Stempelmaſchine.

Markiernadel (Zählnadel), beim Meßband, ſ. Längenmeßinſtrumente.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Markiſe (Fenſterparaſol, Fenſtervorhang), an Fenſtern, Haus- oder Ladentüren angebrachtes Sonnendach aus Segeltuch oder farbig geſtreifter Leinwand. Sie iſt oben an einem ſtarken Holzſtabe, über welchen ſie ſich aufrollt, befeſtigt, unten durch einen Eiſenſtab feſtgehalten und wird mittels zweier ſeitlicher Stäbe hinausgeſtellt. Oft ſind auch ſeitlich Wangen aus Leinwand angebracht. Bei größerer Länge kommen zum Auf- und Ablaſſen Treibſtangen mit Zahnradgetriebe zur Anwendung. *Weinbrenner.*

Markpfahl, Bezeichnung von Grenz- und Meſſungspunkten, ſ. Grenzmarke und Feſtpunkte.

Markſcheide, ſ. Grubenbetrieb.

Markſcheidekunde oder Markſcheidekunſt ([1]—[12]) umfaßt die für den Bergbau auszuführenden Meſſungen und deren Verarbeitung; ſie bildet die Grundlage für den geordneten Grubenbau.

Die Ausmeſſung und Darſtellung der Grubenbaue, urſprünglich in erſter Linie zur Verhütung von Ueberſchreitungen der Markſcheide dienend, der durch ſogenannte Lochſteine oberirdiſch vermarkten Grenzen des Grubenfeldes, galt lange als Kunſt, deren nur beſonders geſchickte Bergleute fähig wären und die vielfach als Geheimnis gehalten wurde. Ein beſonderer Zweig der Markſcheidekunſt war die Aufſuchung nutzbarer Mineralien mit der Wünſchelrute, doch wurde dieſe Methode ſchon im ſpäteren Mittelalter ſo ſtark angezweifelt, daß ernſthafte Bergleute ſich der Wünſchelrute bald nicht mehr bedienten [9].

Der Markſcheider hat über Tage die gleichen Meſſungen auszuführen wie der Vermeſſungsingenieur; dazu kommen die Grubenmeſſungen im engeren Sinne und die Verbindungsmeſſungen für ober- und unterirdiſche Aufnahmen. Er benutzt die gewöhnlichen geodätiſchen Inſtrumente — Meßband, Kompaß, Theodolit, Nivellierinſtrument —, aber mit den für die Grubenverhältniſſe nötigen Abänderungen (ſ. Grubeninſtrumente), ferner beſondere Apparate (ſ. Schachtlotung, Orientierungsmeſſung, Anſchlußmeſſungen). — Der Markſcheider iſt gewöhnlich auch der Grubengeologe, er hat die Lagerungsverhältniſſe zu unterſuchen, darzuſtellen und ſie in Zuſammenhang zueinander zu bringen. Hieran reihen ſich die Projektionsarbeiten. Wichtig für den Markſcheider ſind Arbeiten aus der praktiſchen Geophyſik: erdmagnetiſche Arbeiten zur Aufſuchung magnetiſcher Erzlagerſtätten [13], auch Magnetorientierungen; Feſtſtellung des Verlaufs des Grundwaſſers; Beſtimmung der Abweichung der Bohrlöcher von der Richtung, die ſie haben ſollen (ſ. Stratameter); Unterſuchung über Feſtigkeit und Elaſtizität der Geſteins- und Erdmaſſen; Nachweiſe von Erdbodenverſchiebungen nach Herkunft und Größe; ſeismiſche Arbeiten [14].

In kurzer Zuſammenfaſſung hat man als Arbeiten des Markſcheiders zu bezeichnen [15]: Herſtellung und Nachtragung der Grubenbilder, Herſtellung der Berechtſamsriſſe und Ermittlung der Berechtſamsgrenzen; Kartierung der bergbaulichen Aufſchlüſſe und Identifizierung der Lagerſtätten; die markſcheideriſchen Angaben für Gegenortsbetriebe in Strecken und Schächten; die geometriſchen Vorarbeiten für Zechenanſchlußbahnen, Förderbahnen, Straßenbau, Waſſerleitungen; die Berechnung bewegter Erdmaſſen in Tagebauen und andern Erdbauten; die Aufſtellung von Vorſchlägen für Schürfarbeiten einſchließlich Tiefbohrungen, für Aufſchluß und Ausrichtung der Lagerſtätten; die Berechnung der Mineralmengen in betriebenen und die Schätzung derſelben in noch nicht betriebenen Bergwerken; die Herſtellung von Wetterriſſen; die Feſtſtellung, Kartierung und Verwaltung des Grundbeſitzes der Bergwerke; die Ausarbeitung von Bebauungsplänen; magnetiſche und ſeismiſche Arbeiten; Feſtſtellung von Bodenverſchiebungen und von Waſſerentziehungen; Regelung von Bergſchäden.

Literatur: [1] Uhlich, Lehrbuch der Markſcheidekunde, Freiberg 1901. — [2] Brathuhn, Lehrbuch der Markſcheidekunſt, 3. Aufl., Leipzig 1902. — [3] Bauernfeind, Elem. d. Vermeſſungskunde, Bd. 2, 5. Abſchn., Die Grubenmeſſungen von M. Schmidt, 7. Aufl., Stuttgart 1890. — [4] Brough, Mine Surveying, 12. Aufl., London 1906. — [5] v. Miller-Hauenfels, Höhere Markſcheidekunſt, Wien 1868. — [6] Borchers, Die praktiſche Markſcheidekunſt, 2. Ausgabe, Leipzig 1882. — [7] Weisbach, Die neue Markſcheidekunſt, Braunſchweig 1851. — [8] Hecht, Lehrbuch der Markſcheidekunſt, Freiberg 1829. — [9] Agricola (Georg Bauer aus Glauchau), De re metallica, libri duodecim, 1556, deutſche Ausgabe Vom Bergkwerck, Baſel 1557. — [10] Löhneyß, Vom Bergkwerck, Zellerfeld 1617. — [11] Mitteilungen aus dem Markſcheiderweſen, Zeitſchr. d. Deutſch. Markſcheidervereins, Freiberg. — [12] Jahrbuch f. Berg- u. Hüttenweſen im Königreich Sachſen, Freiberg. — [13] Uhlich, Beiträge zur Aufſuchung magnetiſcher Erzlagerſtätten, Jahrbuch f. Berg- u. Hüttenweſen in Sachſen 1902. — [14] Haußmann, Die Erdbebenſtation der Techniſchen Hochſchule in Aachen, ihre Einrichtung, ihr Zweck und ihre Bedeutung für den Bergbau, Zeitſchr. Glückauf, Eſſen 1907; Oberſchl. Berg- u. Hüttenm. Zeitſchr., Kattowitz 1907. — [15] Deutſcher Markſcheiderverein, Denkſchrift über Verbeſſerungen im preuß. Markſcheiderweſen, Mitteil. a. d. Markſcheiderweſen, Heft 9, 1907. *Haußmann.*

Markſcheiderbock (Abziehbock), hölzernes Geſtell zur Befeſtigung der Meßſchnur bei Kompaßzügen, zugleich Sitzvorrichtung für den Markſcheidergehilfen; nicht mehr im Gebrauche. *Haußmann.*

Markſcheiderklammer, -ſchnur, -wage, ſ. Grubeninſtrumente.

Markſcheiderſchraube, ſ. Feſtpunkte und Anhaltepunkte.

Markſcheiderzug, ſ. Grubenmeſſungen, Markſcheidekunde.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Markſtein, ſ. Grenzmarke und Straßenbau.

Markt (Marktplatz, Markthalle) dient zum Verkaufe verſchiedener Waren; er ſoll im verkehrsreichen Mittelpunkte der Stadt gelegen und ſo angeordnet ſein, daß Zufahrtſtraßen längs der Seiten hinführen, den Platz nicht kreuzen und trennen. Er iſt durch öffentliche Brunnen oder Denkmale zu ſchmücken; auch kann durch Baumanlagen ſchützender Schatten verbreitet werden.

Märkte hat es ſchon im frühen Altertum gegeben. Der Marktplatz der Griechen (agora) war anfangs unregelmäßig, ſpäter ſuchte man ihm eine quadratiſche Geſtalt zu geben und umzog ihn teilweiſe mit Säulenhallen. Der römiſche Marktplatz (das Forum) hatte eine weit größere Bedeutung; man unterſchied Fora, auf welchen Waren verkauft wurden, die zumeiſt, ſelbſt in Rom, keine große Ausdehnung beſaßen, und Fora, auf welchen Volksverſammlungen abgehalten wurden Letztere bildeten umfangreiche Prachtanlagen, die mit impoſanten Bauten, namentlich Tempeln und Baſiliken, geſchmückt erſchienen. Die bedeutendſten Marktplätze Roms waren das Forum romanum und das Forum Trajanum, außerdem hatte es noch mehrere kleinere Fora. Im Mittelalter erhielt der Markt zumeiſt keine große Ausdehnung, pflegte ziemlich unregelmäßig zu ſein und ließ auf keinen großen Umſatz ſchließen. Eine weit größere Bedeutung hatten die mittelalterlichen Märkte im Orient (ſ. Bazar). In neuerer Zeit erhielt der Markt ein andres Gepräge; nach der Zeit ſeines Tagens unterſchied man Jahrmärkte, Wochenmärkte und die gewöhnlichen täglichen Märkte. Mit der Zunahme der Bevölkerung erfolgte auch eine derartige Zunahme der ausgebotenen Waren, daß weitere Spezialiſierungen eintreten mußten: Vieh-, Pferde-, Geflügel-, Getreide-, Wildbret-, Fleiſch-, Fiſch-, Grün-, Blumen-, Eiermärkte u. ſ. w. Die zu verkaufenden Gegenſtände wurden entweder offen hingeſtellt oder von Buden aus verkauft. Zum Schutze gegen die Witterung wurden ſchon in früherer Zeit in vielen Städten Deutſchlands feſte Bauten errichtet, in welchen namentlich Tuch und andre Stoffe feilgeboten wurden; man nannte ſie Gewand- oder Kaufhäuſer, z. B. in Leipzig und Krakau.

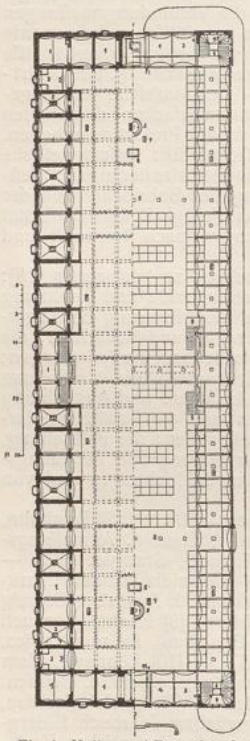


Fig. 1. Keller und Erdgeſchoß.

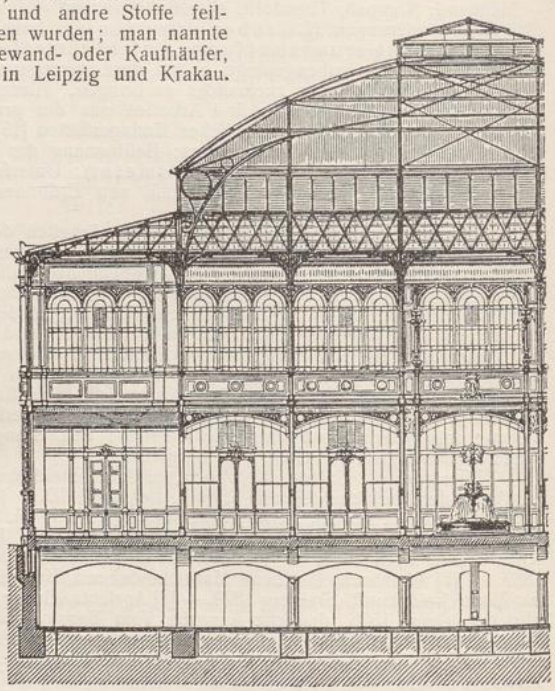


Fig. 2.

In der Neuzeit erwuchs auch in den Großſtädten das Bedürfnis, ſtatt der offenen Märkte gedeckte Markthallen [1] zu ſchaffen, welche entweder, wie im Süden, nur einen Schutz gegen Sonnenbrand und Regen bieten oder aber, wie in den kälteren Klimaten, auch gegen Wind und Kälte ſchützen ſollen. Bei dieſen Hallen geſchieht die Raumverteilung reihenweiſe in Standplätze und Gänge von 3,1 m ſowie Zwiſchengänge von 1,5—2 m Breite. Der Boden ſei wenig über Straßenhöhe erhaben, ſo daß ein Einfahren ſtattfinden kann; Galerien ſind, weil unbequem, tunlichſt zu vermeiden. Bei größeren Anlagen ſind einige Zimmer für die Verwaltung und Polizei ſowie Aborte anzuordnen. Für Aufbewahrung der Marktwaren iſt eine Unterkellerung mit Kühleinrichtung wünſchenswert, welche durch bequeme Treppen und Aufzüge (auch Bahngleiſe) zugänglich zu machen iſt; für Fleiſchwaren und Fiſche iſt ein Eiskeller vorzuſehen. Der Aufbau iſt möglichſt feuerſicher zu erſtellen, demnach der Unterbau (bis 3 m

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Höhe) in Stein, darüber eine Eisenkonstruktion mit Glas, wobei zu richtiger Verteilung von Licht und Luft die Scheiben als stellbare Jalousien zu richten sind. Der Fußboden ist in Zement, Asphalt oder Pflasterung zu bilden. Die innere Einrichtung für die Stände ist tunlichst in Eisen zu erstellen, die Tischplatten in Marmor- oder Schieferplatten. Zur Erzielung höchster Reinlichkeit sind laufende Brunnen anzuordnen. Den einzelnen Ständen ist Wasser zuzuführen. Die ersten Markthallen in modernem Sinne entstanden in Paris, und es war namentlich Boffraut, der in den Jahren 1763—67 die runde Getreidehalle errichtete. Napoleon I. veranlaßte 1810 eine großartige Anlage von Markthallen, die heute Halles centrales genannt werden und nach Plänen Baltards bis 1878 erbaut wurden [2]. Sie bestehen aus großen luftigen Pavillons, in Stein, Eisen und Glas hergestellt, mit Zinkblech eingedeckt und durch breite Straßen voneinander getrennt. Die überdeckte Fläche beträgt 25600 qm, und das Innere zeigt so vorzügliche Einrichtungen, daß diesem Vorbilde viele andre Markthallen nachgebildet wurden, z. B. die Londoner Zentralhalle in Smithfield, die beiden Markthallen zu Brüssel, die Detailmarkthalle an der Stubenbastei in Wien, die zu Frankfurt a. M. (s. Fig. 1 und 2) u. s. w. [3]. Berlin hat etwas später mit dem Bau derartiger Anlagen begonnen, heute aber finden sich verschiedene Markthallen in der Stadt zerstreut, von welchen die Zentralmarkthalle am Alexanderplatz eine Fläche von 7500 qm hat.

Ueber die reiche Literatur s. [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 3. Halbbd., 2. Heft, 2. Aufl., Darmstadt 1891, S. 200. — [2] Maffy, R. de, Des halles et marchés et du commerce des objets de consommation à Londres et à Paris, Paris 1861. — [3] Hennicke, Mitteilungen über Markthallen in Deutschland, England, Frankreich und Italien, Berlin 1881. — [4] Baukunde des Architekten, Bd. 2, 1. Teil, III., Markthallen, S. 375 ff., Berlin 1897. *Weinbrenner.*

Marktbude (Meßbude), aus Brettern aufgeführtes Häuschen mit einseitigem, nach hinten abfallendem Dach, vorn mit verschließbarem wagerechten Laden, von welchen der untere zum Auslagetisch dienen kann. Die Türe befindet sich seitlich. Größe etwa 2,20—2,80 m lang, 1,6—2,20 m tief, vordere Höhe 2,20—2,80 m, hintere 1,60—2,20 m. *Weinbrenner.*

Markthalle, s. Markt.

Marleine, dünne, aus zwei Garnen gedrehte Leine von 7 mm Umfang.

Marlen, das Liek eines Segels an einer Gaffel, einem Baum oder einer Raa mittels einer Leine anreihen durch Marlschlag (s. d.).

Marlpfriem, -spieker, eine eiserne, an einem Ende spitz zulaufende Pinne, welche zum Spliffen von Tauwerk, zum Auslegen von Seisings verwendet wird.

Marlschlag, -stich, ein Leinenstich, welcher zum Anreihen der Segel verwendet wird; vgl. Marlen.

Marly, feinerer, nach Art der Gaze gewebter Baumwollstoff; s. Weberei.

Marmo, Marmo africano, Marmo cipolazzo u. s. w., s. Kalkstein.

Marmo bardiglio, s. Anhydrit.

Marmor, s. Kalkstein.

Marmorfliese, dünne Marmorplatten von 12—20 mm Stärke, zu Fußböden, Treppen- oder Wandbekleidungen (s. Bd. 4, S. 221 ff.).

Marmorfurnier, Steinfurnier, künstliche, marmorähnliche Masse, welche in dünnen Lagen, dem Holzfurniere gleich, zum Ueberziehen von Tischlerarbeiten dient. Es wird zusammengesetzt aus Holzspänen, Papiermasse und Tischlerleim und nimmt Politur an; s. a. Xylolith. *Weinbrenner.*

Marmorieren (Marmeln), einen dem Marmor ähnlichen Anstrich mit Leim- oder Oelfarbe herstellen. *Andés.*

Marmorin, gießbare, plastische Masse aus gemahlenem, geglühtem Magnesit und in Wasser gelöster schwefelsaurer Magnesia; hat das Aussehen von weißem Marmor, erlangt eine große Härte und ist waschbar. *Andés.*

Marmorpapier, s. Buntpapiersorten, Bd. 2, S. 402.

Marmorstaub dient bei Herstellung von feinerem Mörtel zu Wandputz statt des Quarzsandes. *L. v. Willmann.*

Marmorstuck, ein aus gepulvertem Marmor angefertigter Wandputz, der in seiner höchsten Vollendung geschliffen und poliert wird. *L. v. Willmann.*

Marmo verdello, s. Cipollin.

Marokkoleder (Maroquin), schwarzes, nicht oder nur sehr wenig gefettetes, sumachgares Ziegen- oder Schafleder, das namentlich bei der Herstellung von feinerem Schuhwerk Verwendung findet (s. Leder). *Päßler.*

Maroquin (Saffian), s. Marokkoleder.

Maroquinpapier, s. Buntpapiersorten, Bd. 2, S. 403.

Marqueterie (Intarsia, Mosaik), Mosaikarbeit aus verschiedenfarbigen oder gefärbten kostbaren Holzarten; auch aus Marmor oder Metall, Elfen

bein u. ſ. w. Beſonders verſteht man hierunter feine Moſaik aus kleinen Dreiecken aus Perlmutter, Ebenholz und Elfenbein, welche im Orient wie auch ſchon im 13. Jahrhundert in Italien verfertigt wurde; ſ. Kunſtgewerbe. *Weinbrenner.*

Marron, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 630.

Mars eines Maſtes, die auf den Längs- und Querſalings des Untermaſtes ruhende Plattform, welche zum Spreizen der Stengewanten und zur Bedienung der oberen Takelage dient. *T. Schwarz.*

Mars, Bierſorte, ſ. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 25.

Marsbraun, ſ. v. w. künſtlicher Ocker (ſ. d.).

Marſchgeſchwindigkeit der Kriegsſchiffe, im Gegenſatz zur Höchſtgeſchwindigkeit, iſt diejenige Fahrgeſchwindigkeit, welche zur Erhöhung des Aktionsradius (ſ. d.) für weite Marſchſtrecken gebräuchlich iſt; ſie beträgt etwa zwei Drittel der Höchſtgeſchwindigkeit. *T. Schwarz.*

Marſeiller Seife, im Handel Bezeichnung einer gelblichweiß bis grün gefärbten Seife, die ſich dadurch auszeichnet, daß ſie hohen Fettgehalt beſitzt und keine alkaliſche Reaktion zeigt. Sie wird deshalb in großen Mengen in der Seidenfärberei verwendet ſowohl beim Entbaſten der Seide als auch beim Färben ſelbſt. Zu ihrer Herſtellung benutzte man in Marſeille früher nur Olivenöl, heute jedoch erzeugt man dieſe Seife überall und werden außer Seſamöl auch noch andre Oelſorten zu ihrer Fabrikation benutzt. *A. Singer.*

Marsfall, eine dreiſcheibige Talje, deren oberer Block in den Tamp des Marsdrehreeps (ſ. Drehreep) geſplißt und deren unterer an einem Augbolzen an Deck eingeſchäkelt iſt. *T. Schwarz.*

Marsgelb, ſ. Ocker.

Marsgut, das am Mars befeſtigte ſtehende Gut der Takelage.

Marſhs Arſenprobe, ſ. Arſenwaſſerſtoff.

Marsraa, die an der Marsſtenge gehißte Raa. Bei geteiltem Marsſegel führt die Marsſtenge eine Untermarsraa und eine Obermarsraa; ſ. Bemaſtung.

Marsrot, ſ. Eiſenrot.

Marsſegel, das zwiſchen Unterraa und Marsraa ausgeſpannte Segel; ſ. Beſegelung.

Marsſtenge, die erſte Verlängerung des Untermaſtes; ſ. Bemaſtung.

Martensmaſchine, ſ. Feſtigkeitsprobiermaſchinen, Bd. 3, S. 731.

Martensſches Geſetz. Geometriſch ähnliche Körper aus gleichem Material erfahren unter ſonſt gleichen Umſtänden durch die gleichen Spannungen geometriſch ähnliche Formänderungen; ſ. a. Proportionale Widerſtände.

Martinprozeß (Siemens-Martinprozeß), ſ. Flußeiſen, Bd. 4, S. 106.

Martit, ſ. v. w. Roteiſenerz (ſ. d.).

Martiusgelb, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 622.

Marzellin (Doppeltaft), ſ. Weberei.

Maſche, ſ. Drahtgewebe, Netzen, Wirkerei.

Maſchenweite, bei einem aus den verſchiedenſten Materialien hergeſtellten Gitterwerk die Entfernung zweier benachbarter Gitterſtäbe oder Gitterfäden.

Von Wichtigkeit iſt die Maſchenweite insbeſondere bei den zur Sortierung nach der Größe verwendeten Sieben, da ſie in dieſem Falle die Grundlage für die Klaſſifizierung des zu ſortierenden Materials und auch der Siebe ſelbſt bildet. Bei Gitterwerken, deren Maſchen nicht quadratiſch ſind, wird die größere Dimenſion als Maſchenweite anerkannt. S. Siebvorrichtungen, Holzzeug u. ſ. w. *Kraft.*

Maſchine wird begrifflich in verſchiedener Weiſe aufgefaßt.

Die Definition hat dadurch eine gewiſſe Bedeutung erlangt, daß Maſchinen und Betriebsvorrichtungen für den Muſterſchutz außer Betracht bleiben, indem die als Gebrauchsmuſter zu ſchützenden Neuerungen als ſolche an Gerätſchaften für Arbeitszwecke oder an Gegenſtänden des Gebrauchs charakteriſiert ſind [1]. Die Abtrennung iſt indeſſen ſchwer durchführbar.

Das amtliche „Warenverzeichnis zum Zolltarife“ [2] gibt folgende Begriffsbeſtimmung: „Maſchinen ſind aus feſten und beweglichen Teilen beſtehende Vorrichtungen, bei denen die beweglichen Teile durch eingeleitete Kraft (Menſchenkraft, tieriſche Kraft, Winddruck, Waſſerdruck, Spannung von Dämpfen oder Gaſen, Elektrizität oder dergl.) in vorgeſchriebenen Bahnen und in regelmäßiger Wiederkehr bewegt werden. Die eingeleitete Kraft wird entweder in eine drehende oder hin und her gehende, techniſch nutzbare Bewegung oder mittelbar in nutzbringende Kraftwirkungen oder in Wärmemengen umgeſetzt und dadurch wieder ausgeleitet. Zu den Maſchinen der erſten Art — den Kraftmaſchinen — gehören beiſpielsweiſe Göpelwerke ..., zu den Maſchinen der letzteren Art — den Arbeitsmaſchinen — Pumpen ... Die nutzbare

Bewegung oder die nutzbringende Kraftleiſtung muß der Hauptzweck der Vorrichtung ſein. Vorrichtungen, bei denen dies nicht zutrifft, z. B. Bleichholländer, Maiſchbottiche, Röſttrommeln, rotierende Röſtöfen, Siebtrommeln, Trockenmaſchinen, ſind nicht als Maſchinen anzuſehen." Unter den Maſchinen werden aufgeführt: Dampflokomotiven, Dampflokomobilen, die verſchiedenen Kraftmaſchinen (mit Ausnahme der Elektromotoren, die zu den elektrotechniſchen Erzeugniſſen gehören), Bagger, Rammen, Krane (während Winden und ſonſtige fortſchaffbare Hebezeuge ſowie Dampfkeſſel unter Eiſen eingereiht ſind), Textil- und Müllereimaſchinen, Feuerſpritzen, Pumpen, Werkzeugmaſchinen, Pflüge für Kraftbetrieb und alle nicht beſonders genannten Maſchinen. Dagegen bilden Elektrifier-, Schreibmaſchinen u. dergl. mit Zählwerken, Maſchinenmodellen u. ſ. w. eine beſondere Gruppe unter Waren aus unedeln Metallen. Motorwagen und Fahrräder gehören zu Fahrzeugen. Uhren, Spielwerke und Feuerwaffen ſtehen in einem beſonderen Abſchnitt.

Reuleaux [3] führt 16 frühere Definitionen an und gibt ſelbſt die folgende: „Eine Maſchine iſt eine Verbindung von widerſtandsfähigen Körpern, welche ſo eingerichtet iſt, daß mittels ihrer mechaniſche Naturkräfte genötigt werden können, unter beſtimmten Bewegungen zu wirken." Reuleaux will auch Uhren, Wagen, Teleſkope u. ſ. w. unter den Begriff Maſchine geſtellt wiſſen. Th. Beck [4] empfiehlt die Faſſung: „Eine Maſchine iſt eine künſtliche Verbindung widerſtandsfähiger Körper, welche zur Verrichtung einer beſtimmten mechaniſch-techniſchen Arbeit dient und zu dieſem Zwecke ſo eingerichtet iſt, daß durch ſie mechaniſche Kräfte genötigt werden können, unter beſtimmten Bewegungen zu wirken." E. v. Hoyer [5] ſagt, „daß eine Maſchine zu erklären iſt: als eine Verbindung von Körpern, welche mit beſtimmter gegenſeitiger Beweglichkeit ausgeſtattet ſind und durch Aufnahme motoriſcher Kraft zu beſtimmten mechaniſchen Arbeitsleiſtungen befähigt werden". In den drei letzten Erklärungen iſt noch anzunehmen, daß die gegenſeitige Bewegung der Teile im Betriebe wirklich ſtattfindet, ſo daß alſo Geräte, wie Hobel, Schlittſchuhe, mit beweglichen Teilen, deren Verbindung ſich als Ganzes bewegt, ausgeſchloſſen werden. — Durch das Merkmal der Leiſtung einer Arbeit wird die Maſchine vom Spielzeug oder Sportsgegenſtand unterſchieden. Die mechaniſch-techniſche oder gewerbliche Arbeit im Gegenſatz zu häuslicher Tätigkeit trennt ferner die Maſchine vom Hausgeräte ab, ſo daß z. B. eine Glockenmühle als Farbenreibmaſchine derſelben Glockenmühle als Kaffeemühle, einem Hausgerät, gegenüberſteht; ebenſo fallen hiermit Türſchlöſſer, Kopierpreſſen u. v. a. heraus. Auch die regelmäßige Wiederholung der Bewegungen iſt für die Maſchine mitbeſtimmend, wodurch willkürlich betätigte und bewegte Apparate, Inſtrumente, Fahrzeuge u. dergl. ausgeſchloſſen werden. Kurz zuſammengefaßt kommt man zu der Beſtimmung der Maſchine als einer Verbindung mehrfacher Glieder, die ſich unter der dauernd gleichartigen Wirkung einer Kraft gegenſeitig in regelmäßiger Wiederkehr bewegen und eine techniſch nutzbare Arbeit leiſten (indem ſie Kraftwirkungen unter beſtimmten Bewegungen ausüben).

Die Mechanik behandelt gewohnheitsgemäß, aber unzutreffend als einfache Maſchinen: Hebel, Rolle, Wellrad, ſchiefe Ebene, Keil, Schraube. Sie bilden einzelne Elemente der Maſchinen. Man unterſcheidet Kraft-, Zwiſchen- und Arbeitsmaſchinen [6], auch Meß- oder Zuſtandsmaſchinen. Die Kraftmaſchinen oder Motoren werden zurzeit von der wiſſenſchaftlichen Behandlung beſonders bevorzugt. Die Zwiſchenmaſchinen, d. h. Triebwerke oder Transmiſſionen, werden in dem Lehrgebiet der Maſchinenelemente eingehend behandelt. Zuſtandsmaſchinen nennt v. Hoyer die Meßapparate, insbeſondere die des Maſchineningenieurs. Die Arbeitsmaſchinen laſſen ſich nach gewiſſen Geſichtspunkten ihrer Wirkungsart, ſo hauptſächlich in orts- und formändernde ordnen, ohne ſcharfe Grenze, z. B. bezüglich der Zerkleinerungs- und Siebmaſchinen. — Es iſt beſonders die Entwicklung der Arbeitsmaſchinen die Grundlage für das Aufblühen der modernen Induſtrie. Das Streben geht dabei im ganzen dahin, die Arbeit, nachdem ſie ſo weit geteilt iſt, daß die einzelnen Arbeitsverfahren nur noch Kraftanſtrengung beanſpruchen, dem Menſchen abzunehmen und einer Maſchine zu übertragen. Dabei ſind ſchwingende Arbeitsbewegungen (wie beim Hobeln, Nähen) möglichſt in rotierende zu verwandeln. Nach und nach vereinigt man wieder die einzelnen Arbeitsverfahren in kombinierten, automatiſch wirkenden Maſchinen, deren Gang der Arbeiter nur zu überwachen hat. Die Maſchine arbeitet, mit der jeweils erforderlichen Kraft ausgerüſtet, intenſiver, ſchneller und gleichmäßiger, als es dem Menſchen möglich wäre.

Literatur: [1] Geſetz, betr. den Schutz von Gebrauchsmuſtern, vom 1. Juni 1891, Begründung zu § 1; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1896, S. 679 ff. — [2] Warenverzeichnis zum Zolltarife, Berlin 1906, S. 446. — [3] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875. — [4] Der Civilingenieur, Bd. 23, 4. und 5., ſowie 7. und 8. Heft; vgl. ferner Bd. 24, 6. Heft. — [5] v. Hoyer, E., Handbuch der Maſchinenkunde, München 1898, S. 1. — [6] Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Braunſchweig, 2. Teil, 2. Abt. Kraftmaſchinen; III, I Zwiſchenmaſch.; III, II orts-; III, III formänd. Maſch.

Lindner.

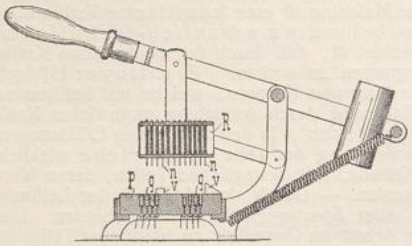
Maſchine, elektriſche, ſ. Dynamomaſchine, Wechſelſtrommaſchine, Motor, elektriſcher.

Maſchinen, ſtatiſtiſche, dienen dazu, aus den Zählkarten ſtatiſtiſcher Erhebungen die gewünſchten Endergebniſſe ſchnell und bequem feſtzuſtellen.

Um für die Behandlung in der Maſchine geeignet zu ſein, müſſen die Zählkarten oder Zählliſten eine beſondere Beſchaffenheit haben. Alle bisher bekannten Verfahren bedienen ſich gelochter Karten, d. h. in denjenigen Feldern der Karte, die ſonſt die ſchriftliche Antwort auf die geſtellte Frage tragen würden, befindet ſich je eine Durchlochung. Lauten die Fragen etwa „männlich?, „weiblich?" und iſt letzteres zutreffend, ſo erhält das Feld „weiblich" ein Loch. Je nach den verſchiedenen Einzelfällen entſtehen dadurch alſo Karten mit verſchieden oder gleichmäßig gruppierten Löchern. Zur Benutzung für die Maſchine werden auf Grund

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Originalzählkarten mit Hilfe von Stanzvorrichtungen beſondere Karten hergeſtellt. Dieſe Karten werden, eine nach der andern, in die Maſchine eingelegt, entweder von Hand oder durch ſelbſttätige Einlegevorrichtungen. In der Maſchine ſtellen die Löcher der Karte auf elektriſchem oder pneumatiſchem Wege Verbindungen mit einer Reihe von Zählwerken her, infolge welcher Verbindung jedesmal die jeweils in Frage kommenden Zählwerke um eine Einheit weiterrücken. Nachſtehende Figur ſtellt den Hauptbeſtandteil der von Hollerith erfundenen elektriſchen Maſchine dar. Er beſteht aus einer Art Hebelpreſſe, in deren Grundplatte *P* ſich eine Anzahl Queckſilbernäpfchen *q* befinden und deren Oberteil *R* federnd bewegliche Kontaktſtifte *n* trägt. Wird nun auf die Grundplatte *P*, die aus Hartgummi nichtleitend hergeſtellt und mit Vorſprüngen *v* verſehen iſt, welche die richtige Lage der Karte beſtimmen, eine gelochte Zählkarte gelegt und der Hebelgriff niedergedrückt, ſo durchdringen diejenigen Kontaktſtifte, die auf ein Loch treffen, die Karte und tauchen in das Queckſilber ein, während die andern, auf volles Papier ſtoßenden zurückweichen. Jeder eintauchende Stift ſchließt den Stromkreis eines elektromagnetiſch bewegten Zählwerks, das einerſeits mit dem Stift, anderſeits mit dem Queckſilbernäpfchen in leitender Verbindung ſteht. Es iſt klar, daß auf dieſe Weiſe durch einen einzigen Hebeldruck eine beliebige Anzahl Zählwerke in Bewegung geſetzt werden kann. — Ganz ähnlich beſchaffen ſind auch die ſtatiſtiſchen Maſchinen mit pneumatiſchem Betrieb. Der Oberteil *R* der Preſſe bildet hier einen Kaſten, dem Preßluft zugeführt wird und der ſtatt der Stifte Löcher im Boden hat, aus denen die Preßluft durch die Löcher der eingelegten Karte in Rohrleitungen ſtrömt, die da angeſchloſſen ſind, wo ſich bei der elektriſchen Maſchine die Queckſilbernäpfchen befinden. Am andern Ende der Rohre ſind die ebenfalls pneumatiſch bewegten Zählwerke angebracht.



Die Hollerithſche Maſchine beſitzt für ihre beſonderen Zwecke eine große Anzahl zum Teil verwickelter Nebeneinrichtungen, deren nähere Beſchreibung die unten angeführten Quellen geben. Beſondere Schaltungen laſſen beliebige ſtatiſtiſche Kombinationen vornehmen. Man kann alſo beiſpielsweiſe zählen laſſen, wieviel von der Geſamtſumme der gezählten verheirateten Männer Ausländer ſind, u. dergl. Ferner iſt die Maſchine ausgerüſtet mit Sortiervorrichtungen für Karten beſtimmten Inhaltes, mit elektriſchen Addiervorrichtungen für Summierungen, mit Vorrichtungen, die das Verſagen der Maſchine melden, mit Kontrollzählwerken für die Lochungen der Karten. — Abgeſehen von der Hollerithſchen Maſchine ſcheinen andre Formen von ſtatiſtiſchen Maſchinen Eingang in die Praxis bisher nicht gefunden zu haben. Die Hollerithſche Maſchine, deren Preis auf etwa 20000 ℳ angegeben wird, ſteht ſeit 1890 bei den Volkszählungen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika im Gebrauch. Sie vermag, wenn ſie mit ſelbſttätiger Einlegevorrichtung verſehen iſt, etwa 30000 bis 60000 Zählkarten täglich zu verarbeiten.

Literatur: Electrical Engineer 1891, S. 521—530; Annales télégraphiques 1892, Bd. 19, S. 338 ff.; Polytechniſches Zentralblatt 1896, Bd. 57, S. 121 ff.; Electrical World 1901, Bd. 38, S. 1065 ff.; in der neuen Gruppeneinteilung der deutſchen Patentſchriften bilden die ſtatiſtiſchen Maſchinen die Gruppe 41 der Klaſſe 43a. *Fickentſcher.*

Maſchinenbackenbohrer, ſ. Gewindeſchneidwerkzeuge, Bd. 4, S. 494, Fig. 8.

Maſchinenbohren, ſ. Bohr- und Sprengarbeit.

Maſchinenbohrer, ſ. Gewindeſchneidwerkzeuge, Bd. 4, S. 493, Fig. 6, und Schraubenherſtellung.

Maſchinenelemente umfaſſen die bei dem Bau der gewöhnlichen Maſchinen ſich wiederholenden Teile und bilden als ſolche das Lehrgebiet der Maſchinenbaukunde oder Konſtruktionslehre; im weiteren Sinne gehören ſämtliche Maſchinenbeſtandteile hierher. Sie ſind von den in der Kinematik behandelten Elementen zu unterſcheiden.

Man teilt das ganze Gebiet in folgender Weiſe ein: Hilfsmittel zur Verbindung: Nieten, Keile, Schrauben; Maſchinenteile für drehende Bewegung, Triebwerke: Zapfen, Lager, Achſen, Wellen, Kupplungen, Zahnräder, Reibräder, Riemen- und Seiltriebe; Maſchinenteile für gerade Bewegung; die für Hebezeuge gebrauchten Teile, als Ketten, Seile, Haken, Rollen, Trommeln, Sperr- und Bremswerke ſowie die für Kolbenmaſchinen gebrauchten Teile, als Zylinder, Kolben, Stopfbüchſen, Führungen, Geſtänge, Hebel, Kurbeln, Exzenter, Schwungräder, Schieber, Ventile, Rohrleitungen; Hilfsmittel zur Befeſtigung: Geſtelle, Fundamente. Für die Wahl des Bauſtoffs, die Formgebung und die Abmeſſungen ſind mannigfache Geſichtspunkte maßgebend, worauf in der Literatur bald mehr, bald weniger Bezug genommen wird. Neben den wiſſenſchaftlichen und umfaſſendſten Werken [1]—[4] beſtehen Lehrbücher, die nur einen Teil des Geſamtgebiets behandeln [5], und ſolche, bei welchen teils die bildliche Darſtellung, teils die Konſtruktionsregeln vorherrſchen [6]—[14], ferner Sammelwerke, welche die Maſchinenelemente einſchließen [15]—[18], ſowie kurzgefaßte Handbücher [19]—[22], ſchließlich Wörterbücher [23] und Spezialwerke [24], die bei der Abhandlung über einzelne Maſchinenarten auch die dazugehörigen Elemente ausführlich beſprechen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Bach, C. v., Maſchinenelemente, 9. Aufl., Stuttgart 1903, Text und Atlas. — [2] Reuleaux, Der Konſtrukteur, 4. Aufl., Braunſchweig 1882—1889, vierter Abdruck 1889. — [3] Grove, O. v., Konſtruktionslehre der einfachen Maſchinenteile, 2 Bde., Leipzig 1902—06. — [4] Schneider, M., Maſchinenelemente, 2 Bde., Braunſchweig 1903/05. — [5] Keller, Triebwerke, 4. Aufl., München 1904. — [6] Rebber und Pohlhauſen, Maſchinenelemente, 6. Aufl., Mittweida 1905, mit farbigen Tafeln. — [7] Korn, H., Maſchinenelemente, Hildburghauſen 1900/01. — [8] Thiem und Betz, Skizzen und Tabellen, Ilmenau 1904. — [9] Weitzel, K. G., Die Schule des Maſchinentechnikers, Bd. 10, Mittweida 1903/06. — [10] Immerſchitt, Grundriß des Maſchinenbaus, Bd. 8: Laudien, Maſchinenelemente, Hannover 1907. — [11] Ofterdinger, Katechismus der Maſchinenelemente, Leipzig 1902. — [12] Krauſe, H., Maſchinenelemente, Berlin 1905. — [13] Schunke, Maſchinenelemente, Leipzig 1905. — [14] Barth, Fr. (Sammlung Göſchen), Maſchinenelemente, Leipzig 1906. — [15] Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Braunſchweig 1876, 3. Teil, 1. Abt.: Zwiſchenmaſchinen. — [16] Uhland, Handbuch für den praktiſchen Maſchinenkonſtrukteur, Leipzig 1906, Bd. 1, 1. Abt.: Maſchinenteile. — [17] Hoyer, E. v., Maſchinenkunde, München 1898. — [18] Breslauer, E., Maſchinenbau, Leipzig 1900. — [19] Taſchenbuch der „Hütte", 19. Aufl., Berlin 1905. — [20] Freytag, Fr., Hilfsbuch, Berlin 1906. — [21] Verſchiedene techniſche Kalender. — [22] Preisbücher von Maſchinenfabriken. — [23] Deinhardt und Schlomann, Illuſtr. Techn. Wörterbuch, Bd. 1, München und Berlin 1906. — [24] Sonderwerke über Dampf- und Schiffsmaſchinen, Verbrennungsmotoren, Hebezeuge, Pumpen, Werkzeugmaſchinen. — [25] Zeitſchriften, von denen die Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. als allgemein am zugänglichſten bei den Hinweiſen am meiſten berückſichtigt iſt. *Lindner.*

Maſchinenfarbe, ſ. Buchdruckfarben.

Maſchinenformerei, ſ. Eiſengießerei (Bd. 3, S. 359), Preßformerei.

Maſchinengeſchütz, -kanone, Schnellfeuergeſchütz, bei welchem das Laden, Abfeuern und Entfernen der Kartuſchhülſe durch den Rücklauf und Vorlauf des Rohres automatiſch erfolgt, ſo daß das Geſchütz ununterbrochen weiterſchießen kann, wenn der erſte Schuß mit der Hand abgefeuert iſt; ſ. Schnellfeuerkanonen. *T. Schwarz.*

Maſchinenhammer, ſ. v. w. durch Maſchinenkraft bewegter Hammer; vgl. Hammer, Bd. 4, S. 765, Dampfhämmer, Bd. 2, S. 551, Kurbelhammer, Bd. 6, S. 4. *A. Widmaier.*

Maſchinenkämmerei, ſ. Kammgarnſpinnerei, Bd. 5, S. 319.

Maſchinenmeßkunde, die Lehre von den Methoden und Inſtrumenten zur Meſſung der Leiſtung von Maſchinen.

Da der Zweck aller Maſchinen die Verrichtung mechaniſcher Arbeit iſt, ſo beſtehen die Aufgaben der Maſchinenmeßkunde im engeren Sinne in Kraftmeſſungen, Geſchwindigkeitsmeſſungen und in direkter Arbeitsmeſſung. Zu dieſen Hauptaufgaben treten jedoch noch die folgenden, keineswegs unwichtigen hinzu: die Prüfung der Meßinſtrumente auf ihre Leiſtungsfähigkeit, Genauigkeit und Zuverläſſigkeit und die Ermittlung ihrer Fehlerquellen und auf Grund deren die Verbeſſerung der vorhandenen Meßinſtrumente und Schaffung neuer, möglichſt vollkommener Inſtrumente für die genannten Zwecke. Als Hauptinſtrumente der Kraftmeſſung ſind die Dynamometer zu nennen, als diejenigen der Geſchwindigkeitsmeſſung die Anemometer, Strommeſſer, die Tachometer, Tourenzähler, Hubzähler u. ſ. w. Ein Hauptinſtrument zur Arbeitsmeſſung für kaloriſche Maſchinen iſt der Indikator. Im weiteren Sinne gehören hierher auch die Inſtrumente zur Beſtimmung der bei einem Verſuche verbrauchten oder zur Verfügung ſtehenden Flüſſigkeits-, Gas- oder Luftmengen, wie Waſſermeſſer, z. B. bei Verdampfungsverſuchen an Dampfkeſſeln; Gasmeſſer, z. B. bei Verſuchen an Gasmaſchinen; Luftmeſſer, welche ähnlich wie die Gasmeſſer die bei einem Verſuche verbrauchte Luft angeben, u. ſ. w. Man unterſcheidet Inſtrumente und Methoden: 1. zur Zeitmeſſung, Uhren und Regiſtrierapparate mit Zeitangabe; 2. zur Längen- oder Wegmeſſung, wozu auch die Geſchwindigkeitsmeſſer zu rechnen ſind; 3. zur Flächenmeſſung; 4. zur Raum- oder Volumbeſtimmung; 5. zur Kraftmeſſung, wohin die Wagen, Zugkraftmeſſer, Manometer u. ſ. w. gehören; 6. zur Arbeitsmeſſung, Dynamometer und Indikatoren; 7. zur Kalorimetrie und Pyrometrie. Die Maſchinenmeßkunde bildet einen wichtigen Zweig der theoretiſchen Maſchinenlehre und dient als Hilfsmittel für die Beſtimmung der Erfahrungswerte der letzteren, auf Grund deren die Theorie vervollkommnet werden kann. So ſind heute an faſt allen techniſchen Hochſchulen maſchinentechniſche Laboratorien [1] eingerichtet, in welchen ſyſtematiſch die Behandlung der Meßinſtrumente gelehrt wird, womit meiſtens Vorträge über die Maſchinenmeßkunde Hand in Hand gehen. Sehr entwickelt und aufs luxuriöſeſte ausgeſtattet ſind dieſe Laboratorien in Nordamerika. Durch das Studium der Einrichtung dieſer Anſtalten ſeitens zahlreicher deutſcher Fachmänner [2] iſt die Entſcheidung über die Einrichtung ähnlicher Anſtalten in Deutſchland ſehr gefördert und erleichtert worden.

Literatur: [1] Hartig, Das Experiment auf dem Gebiete der mechaniſchen Technik, Wien 1883; Derſ., Beſprechung über Nutzen und Einrichtung von Laboratorien an den techniſchen Hochſchulen, Sitzungsber. d. Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl., 1884; Exner, Das techn. Verſuchsweſen, Wien 1893. — [2] Riedler, Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl., 1894; Engels, Civilingenieur 1894, 1. Heft; Frank, Einrichtungen von Laboratorien für das Studium des Maſchinenbaues an den techniſchen Hochſchulen, Glaſ. Ann. 1894; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894 und 1895, Inhalt: Art. Laboratorium. *v. Ihering.*

Maſchinenöl, ſ. Schmierung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maſchinenpflug, im engeren Sinne ein durch Maſchinen anſtatt der Zugtiere gezogener Pflug, im weiteren Sinne die bei der mechaniſchen Bodenkultur nötigen Maſchinen und Arbeitsgeräte (Pflüge, Eggen, Kultivatoren u. ſ. w.).

Nach der Art des Antriebes unterſcheidet man das direkte Maſchinenpflugſyſtem, bei dem das Ackergerät unmittelbar an die über das Feld fahrende Maſchine angehängt wird, und die indirekten Pflugſyſteme, bei denen die Maſchine oder die Maſchinen während der Pflugarbeit ſtillſtehen und das Ackergerät durch Seile und Winden über das Feld ziehen. Das direkte Maſchinenpflugſyſtem hat in Deutſchland keine große Bedeutung, weil die Dampf(Straßen-)lokomotive als Zugmaſchine zu ſchwer iſt und die leichteren Spiritus- u. ſ. w. Motoren gegenüber den durch Zugtiere gezogenen Pflügen zurzeit weſentliche Vorteile nicht bieten. Bei dem indirekten Maſchinenpflugſyſtem unterſcheiden wir a) das Einmaſchinenſyſtem und b) das Zweimaſchinenſyſtem. Bei beiden können wir je nach der Art der zur Verwendung kommenden Maſchinen unterſcheiden die Dampfpflüge, die elektriſchen und die Spiritus- bezw. Petroleumpflüge. Am weiteſten verbreitet ſind die Dampfpflüge

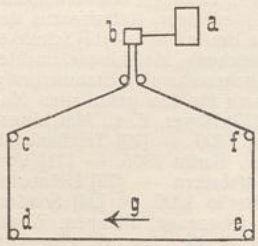
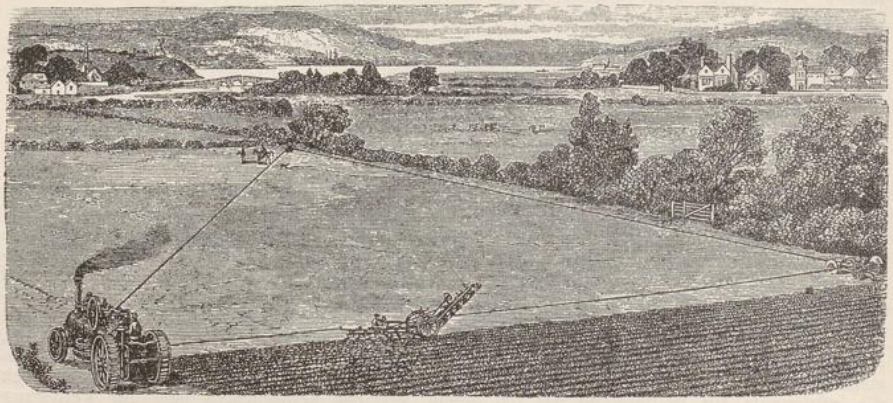
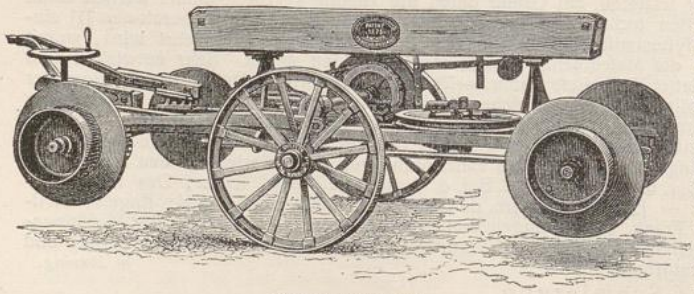


Fig. 1.

a) Dampfpflüge nach dem Einmaſchinenſyſtem. Eine einfache Lokomobile, die in größeren Wirtſchaften ohnehin vorhanden iſt, hat ſich für die Zwecke der mechaniſchen Bodenbearbeitung nicht bewährt, weil ihre zur Verfügung ſtehende Kraft zu gering iſt. Aus dieſem Grunde und wegen der Umſtändlichkeit der Seilführung iſt heute das in Fig. 1 ſchematiſch dargeſtellte Howardſche Rundumſyſtem wenig oder nicht mehr in Anwendung. Bei dieſem Syſtem findet die Lokomobile *a* ihre Aufſtellung an einer Langſeite oder in einer Ecke des zu pflügenden Feldes. Von ihr aus wird die Bewegung auf die eine oder andre Rolle der Windetrommel *b* übertragen. Von dieſer aus iſt ein Drahtſeil über die verankerten Rollen *c* und *d* nach dem


Fig. 2.

Pflug und von dieſem aus über *e* und *f* nach der andern Rolle geführt. Wird das Seil auf der Trommel *b* aufgewickelt, ſo wird der Pflug in der Richtung des Pfeils gezogen und umgekehrt. Es iſt dann nötig, mit dem Fortſchreiten der Arbeit die Anker *d* und *e* zu verſetzen und ſchließlich die ganze Aufſtellung neu zu wählen, wenn der Pflug in der Linie *cf* angelangt iſt. Unter der Bezeichnung Einmaſchinenſyſtem verſteht man allgemein die in Fig. 2 dargeſtellte Anordnung, bei der das Ackergerät (der Kipppflug, ſ. unten) zwiſchen einer mit zwei Windetrommeln ausgerüſteten ſtarken Dampf-(Straßen-)lokomotive und einem Ankerwagen hin und her gezogen wird. Dieſer iſt (Fig. 3) mit einer gekröpften Achſe verſehen, auf der zwei Fahrräder ſitzen, an den Ecken des Rahmens befinden ſich diskusförmige Scheiben und auf dem Rahmen die Seilrolle und der Steinkaſten zur Beſchwerung des Ganzen. Bei der Arbeit werden die Räder durch Drehen der gekröpften Achſe hochgeſtellt, die Scheiben


Fig. 3 (Ankerwagen).

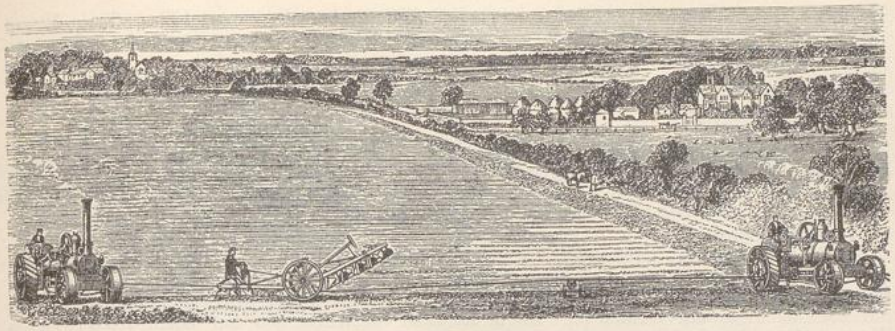


Fig. 4.

ſchneiden ſich in den Boden ein, und das Drahtſeil läuft um die Seilrolle. Bewegt ſich nun der Pflug z. B. bis dicht an den Ankerwagen, ſo löſt er ſich durch eine einfache Vorrichtung von ſelbſt aus, die Fahrräder ſtellen ſich zum Transport ein, der Ankerwagen bewegt ſich durch den Zug des geſpannten Seils um die doppelte Arbeitsbreite des Pfluges, um ſich dann von ſelbſt wieder feſtzuſtellen. Dasſelbe findet abwechſlungsweiſe auf beiden Seiten ſtatt; durch das vorn angebrachte Steuer wird der Gang geradeaus geregelt. Ein Nachteil des Ankerwagens beſteht darin, daß es ſchwer iſt, ihn ſo feſtzulegen, daß er bei größeren Widerſtänden hält. Man hat deshalb auch beſondere Anker vorgeſchlagen, die ſelbſttätig um ſo feſter in den Boden eingedrückt werden, je größer der Seilzug wird.

Trotzdem das Einmaſchinenſyſtem in der Anſchaffung erheblich billiger iſt als ein Zweimaſchinenſyſtem gleicher Leiſtung, hat letzteres doch weit allgemeinere Verbreitung gefunden, hauptſächlich wegen der größeren Sicherheit des Betriebes und der Einfachheit der Aufſtellung.

b) Dampfpflüge nach dem Zweimaſchinenſyſtem Bei dieſen wird das Ackergerät zwiſchen zwei mit je einer Windetrommel ausgerüſteten Lokomotiven abwechſelnd hin und her gezogen (Fig. 4). Die beiden Motoren nehmen an den Längsſeiten des zu pflügenden Feldes einander gegenüber Aufſtellung, ſie ziehen durch abwechſlungsweiſes Aufrollen des Drahtſeils den Pflug gegen ſich heran und werden bei jedem Umwenden des Pfluges um die doppelte Arbeitsbreite desſelben vorwärts bewegt. Der Seilzug geht direkt auf das Arbeitsgerät; die Reibungsverluſte über Eck- und Ankerwagenrollen fallen weg. Um die Einführung dieſes Syſtems hat ſich beſonders die Firma John Fowler in Leeds (deutſche Filiale in Magdeburg), geſtützt auf die Erfahrungen von Eyth, dem eigentlichen Begründer der modernen Dampfpflüge, große Verdienſte erworben. Heute gibt es eine Reihe deutſcher Fabrikanten, die mit den engliſchen erfolgreich die Konkurrenz aufgenommen haben, ſo Ventzki in Graudenz, Heucke in Hausneindorf, Kemna in Breslau und Rud. Sack in Leipzig-Plagwitz. Der Vorteil der Dampfpflüge gegenüber den Geſpannpflügen iſt beſonders in der beſſeren Durcharbeitung des Bodens zu ſehen. Infolge der großen Geſchwindigkeit (die etwa 400 m lange Strecke wird durchſchnittlich in 2 Minuten zurückgelegt) findet eine ſehr gute Krümelung des aufgeworfenen Bodens ſtatt. Ferner kann man den Boden auf erheblich größere Tiefen bearbeiten, was unter Umſtänden von großem Vorteil ſein kann (ſ. Bodenphyſik, Bd. 2, S. 115, und [10]), und man kann mit dem Stürzen der Stoppel im Herbſt bereits beginnen, wenn die Geſpanne noch zu den Erntearbeiten gebraucht werden. Die Koſten des Dampfpflügens mit dem Zweimaſchinenſyſtem berechnen ſich etwa wie folgt, wobei die Löhne u. ſ. w. je nach der Gegend nicht unbedeutend von den untenſtehenden Anſätzen abweichen:

2 nom. 12pferdige Compoundſtraßenlokomotiven	35100 *M.*
822 m Stahldrahtſeil	2126 „
1 Siebenfurchenpflug (Antibalance)	3200 „
1 vierſchariger Tiefpflug	3510 „
1 Kultivator mit 7 Scharen	2545 „
1 Grubber-Egge	2525 „
4 Seilträger	200 „
1 Waſſerwagen mit Pumpe	1050 „
1 Schlafwagen für die Arbeiter	2000 „
Verpackung, Transport u. ſ. w.	744 „
Summa	53000 *M.*

Hiervon ſind zu rechnen Zins 5%, Unterhaltung 2%, Amortiſation höchſtens 7%, im ganzen 14% = 7420 *M.* Verteilen ſich dieſe z. B. auf 100 Arbeitstage, ſo ſind pro Tag zu rechnen für obige Poſten 74 *M.* 20 ₰. Hierzu kommen die Betriebskoſten pro Tag:

2 Heizer à 5 *M.* (inkl. Prämie)	10 *M.* — ₰
1 Pflüger à 4 *M.*	4 „ — „
1 Junge	2 „ — „
2 Geſpanne für Kohlen- und Waſſerzufuhr	16 „ — „
13 Meterzentner Kohlen à 2,3 *M.*	29 „ 90 „
Holz, Oel, Hanf u. ſ. w.	2 „ 50 „
Summa	64 *M.* 40 ₰

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es würden ſich demnach die Koſten eines Arbeitstages berechnen mit 138 ℳ. 60 ₰. Nimmt man nun nachſtehende Leiſtungen und Flächen an, ſo berechnen ſich die Koſten der Bearbeitung pro Hektar:

Art der Arbeit	Leiſtung pro Tag	Arbeitsfläche	Arbeitszeit	Kohlen pro ha
Tiefpflügen . . .	5 ha	200 ha	40 Tage	27 ℳ. 72 ₰
Flachpflügen . .	6,5 „	260 „	40 „	21 „ 32 „
Grubbern . .	10 „	100 „	10 „	13 „ 86 „
Eggen	15 „	150 „	10 „	9 „ 24 „

Sehr wertvolle, ins einzelne gehende Anhaltspunkte gibt [2]. Hiernach betrugen z. B die Koſten der Dampfkultur auf den Gütern der Zuckerfabrik Dioszeg im Mittel von 9 Jahren:

Für Tiefpflügen pro Hektar . 20 ℳ. 31 ₰. Für Grubbern . . . . . 15 ℳ. 10 ₰.
„ Seichtpflügen . . . . 17 „ 63 „ „ Eggen . . . . . 8 „ 30 „.

Amtsrat Rimpau, Schlauſtedt, erhielt im Mittel von 20 Jahren den Boden durch den Dampfpflug von Fowler auf 35—40 cm um 39 ℳ. 36 ₰. pro Hektar gepflügt, bei einer Tagesleiſtung von 7,5 ha; die Koſten waren um 11 ℳ. 04 ₰. kleiner als beim vierſpännigen Pflügen auf dieſelbe Tiefe mit Ochſen [3]. Dieſe Reſultate beziehen ſich auf einen Fowlerſchen Apparat älterer Konſtruktion mit eintachem Zylinder; der neuere mit Compoundmaſchinen liefert bei einem Viertel größerer Leiſtungsfähigkeit dieſelbe Arbeit pro Hektar um 28 ℳ. 56 ₰.

Im großen ganzen darf man rechnen, daß Dampfpflüge eine achtzehnjährige Dauer haben; das Drahtſeil jedoch hält nur 2—3 Jahre aus. Es iſt übrigens nicht richtig, bei der Koſtenberechnung nur die Anſchaffungs- und Betriebskoſten zu berückſichtigen und mit denjenigen des Geſpannpflügens zu vergleichen [10]. Nachgewieſenermaßen hat die Dampfbodenkultur, wo ſie überhaupt am Platz war, nennenswerte Steigerungen der Ernteerträge zur Folge gehabt und den Boden in einen Kulturzuſtand gebracht, wie es durch Geſpannpflüge nicht hätte erreicht werden können. Auch bei den elektriſch betriebenen Maſchinenpflügen unterſcheidet man das Einmaſchinenſyſtem mit dem Ankerwagen und das Zweimaſchinenſyſtem. Hier hat, im Gegenſatz zu den Dampfpflügen, das Einmaſchinenſyſtem eine verhältnismäßig größere Verbreitung gefunden als das Zweimaſchinenſyſtem, da bei dieſem die Zuleitung des Stromes zu den beiden durch das Feld getrennt voneinander aufgeſtellten Maſchinen größere Schwierigkeiten bereitet als bei dem Einmaſchinenſyſtem. Die Verwendung der Elektrizität als Triebkraft iſt beim Maſchinenpflügen aber an eine Reihe von Bedingungen geknüpft, die ihre allgemeinere Einführung vorläufig ausſchließen. Die Koſten des elektriſchen Pflügens geſtatten nämlich nur dort einen noch rentabeln Betrieb, wo Elektrizität durch den direkten Anſchluß an ein großes Netz, billige Waſſerkraft u. ſ. w. ſehr billig zur Verfügung ſteht. Dieſe Vorausſetzungen treffen auf dem platten Lande aber verhältnismäßig ſelten zu. Auch in Fällen, wo auf Gütern elektriſche Anlagen zur Beleuchtung und zum Betriebe von Dreſchmaſchinen, Schrotmühlen, der Molkerei u.ſ.w. angewendet werden, kann die Elektrizität mit Vorteil nicht auch zum Pflügen benutzt werden, weil dann die Anlage im Verhältnis zu den ſonſtigen Anforderungen zu groß und bei der verhältnismäßig kurzen Pflügzeit (etwa 100 Tage) im Jahr nicht ordentlich ausgenutzt werden könnte. Die z. B. von der Deutzer Gasmotorenfabrik in Cöln-Deutz zum Maſchinenpflügen vorgeſchlagenen Explosionsmotore (Spiritusmaſchinen) haben ſchließlich gegenüber den Dampfpflügen den Nachteil, daß ſie ſich den wechſelnden und eventuell unerwartet auftretenden hohen Kraftanforderungen nicht gut anpaſſen können.



Fig. 5. Kipppflug.

Als Arbeitsgeräte werden zum Pflügen faſt ausſchließlich die ſogenannten **Kipppflüge** verwendet, Ackergeräte, die an einem Drahtſeil über das Feld hin und her gezogen werden. Auf einem Mittelgeſtell, deſſen Räder der Furchentiefe entſprechend eingeſtellt werden können, ruht



Fig. 6. Kipppflug mit Antibalancevorrichtung von A. Ventzki, Graudenz.



Fig. 7. Umwendekultivator.

kippbar ein Doppelrahmen (Fig. 5), deſſen eine Hälfte rechts- und deſſen andre Hälfte linkswendende Pflugkörper trägt. Beim Hin- und Herziehen über das Feld arbeitet abwechſelnd die eine und die andre Seite; zur Steuerung dienen die von den Sitzen aus zu bedienenden Handräder. Um das Ausheben der im Boden befindlichen Pflugſeite beim Umkehren der Fahrtrichtung am Ende des Feldes zu erleichtern und dem Pfluge einen ruhigen Gang zu geben, verwendet man die ſogenannte Antibalanceeinrichtung: der Pflugrahmen iſt auf dem Mittelgeſtell pendelnd ſo aufgehängt, daß das letztere durch den Seilzug aus der Mittellage nach vorn hin vorgezogen wird, wodurch die arbeitende Seite ein Uebergewicht gegenüber der ausgehobenen Seite erhält (Fig. 6). Nach Aufhören des Seilzuges hat das Mittelgeſtell dann das Beſtreben, in die Mittellage zurückzupendeln, ſo daß der Pflug beim Anziehen des andern Seiles ſelbſttätig gekippt wird. Von ſonſtigen Arbeitsgeräten kommen die Eggen, Walzen und Kultivatoren in Betracht. Die letzteren werden gewöhnlich als ſogenannte Umwendekultivatoren ausgebildet, deren 5—13 Schare den Boden durchwühlen und ſehr energiſch lockern (Fig. 7). Auch verwendet man an Stelle der ſtarren Grubberfüße neuerdings mit Vorteil die bewährten Federzähne. Wenn am Ende des Feldes der Seilzug in der umgekehrten Richtung wirkt, wird das vordere Steuerrad mit herumgenommen, und das Gerät wendet um eines der Hinterräder um.

Literatur: [1] Fritz, Handb. der landwirtſchaftl. Maſchinen, Berlin 1880. — [2] Cſerháti, Die Ergebniſſe der Tiefkultur in Ungarn, Wien 1892. — [3] Jahrbuch der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft 1892, S. 13. — [4] Braungart, Die Ackerbaugeräte u. ſ. w., Heidelberg 1881. — [5] Boyſen und Wüſt, Bericht über die Dampfpflugkonkurrenz in Banteln, Berlin 1882. — [6] Fiſcher, Hugo, Die Konſtruktion des Dampfpfluges, Sonderabdrücke aus dem Civilingenieur, Bd. 28 und 29, Leipzig 1882/83. — [7] Pyro, J., Labourage à vapeur, Brüſſel 1880. — [8] Perels, Die Anwendung der Dampfkraft in der Landwirtſchaft, Halle 1872. — [9] Arbeiten der Deutſchen Landwirtſchaftsgeſellſchaft, Heft 85, Unterſuchung elektriſcher Pfluganlagen von W. Schiller, Berlin 1903. — [10] Wrobel, Landwirtſchaftliche Maſchinen und Geräte, 1907. *Wrobel.*

Maſchinenrahmen nennt man nicht nur ein rahmenförmiges Geſtell, z. B. das Zweibalkenbett der Dampfmaſchine, ſondern in Ableitung hiervon jede Art von Geſtell (ſ. d., Bd. 4, S. 451) einer liegenden Maſchine, einſchließlich der Lokomotiven. *Lindner.*

Maſchinenraum, an Bord der Schiffe Raum zur Aufnahme der Schiffsmaſchine und der mit derſelben verbundenen Hilfsmaſchinen.

Bei größeren Maſchinenanlagen wird ein Teil der letzteren (elektriſche Maſchinen, Deſtillierapparate, Eismaſchinen u. ſ. w.) meiſt in beſonderen Räumen untergebracht. Die Größe des Maſchinenraums richtet ſich in der Hauptſache nach dem Maſchinentyp, der Aufſtellungsart der Maſchine im Schiff, ob unterhalb der Waſſerlinie oder eines Panzerdecks oder in unbeſchränkter Höhe, und der Art ihrer Steuerung. Der Maſchinenraum muß ſo geräumig ſein, daß die Maſchine von allen Seiten leicht zugänglich iſt und alle Maſchinenteile bequem ausgewechſelt werden können; er wird meiſt im Hinterſchiff hinter den Keſſelräumen angeordnet, vereinzelt findet man ihn mittſchiffs zwiſchen den einzelnen Heizräumen. Bei Zwei- und Dreiſchraubenſchiffen ſind die Maſchinenräume durch Längs- bezw. Querſchotte waſſerdicht getrennt, und eine Verbindung derſelben iſt möglichſt nur oberhalb der Waſſerlinie zuläſſig. Die Beleuchtung der Maſchinenräume bei Tage erfolgt durch geräumige Oberlichte; dieſelben dienen zugleich zum Einbringen der Maſchinenteile bei der Montage. Bei Kriegsſchiffen mit Panzerdecks muß für künſtliche Beleuchtung geſorgt werden, und für die Montage iſt das Panzerdeck entſprechend aufzunehmen. Die Plattformen um die Maſchinen herum beſtehen aus eiſernen Grätings, um das Licht nach unten durchzulaſſen. Der Fußboden beſteht aus einem Flurplattenbelag von geriffelten Blechen. Zur Lüftung des Maſchinenraums ſind beſondere Ventilatoren vorzuſehen; für größere Maſchinenräume iſt künſtliche Lüftung (ſ. Lüftung der Schiffe) erforderlich. Der Niedergang zum Maſchinenraum iſt meiſt im Oberlichtſchacht eingebaut, für größere Maſchinen ſind zwei getrennte Niedergänge wünſchenswert. Bei Panzerdeckſchiffen ſind dieſe Niedergänge durch Panzerlukendeckel verſchloſſen, und die Ventilationsſchächte werden durch Panzergrätings ausgefüllt.

Literatur: Busley, Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886; Seaton, A manual of marine engineering, London 1904. *T. Schwarz.*

Maſchinenſtation (Lokomotivſtation), ſ. Eiſenbahnbetrieb IX, B.

Maſchinenſtuhl, ſ. Weberei.

Maſchinentelegraph dient an Bord der Schiffe zur Befehlsübermittlung zwiſchen Kommandoſtelle — Kommandobrücke oder -turm — und Maſchinen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

raum. Er beſteht aus einem Kommandogeber an der Kommandoſtelle und einem Kommandoempfänger im Maſchinenraum. Zur Kontrolle iſt mit dieſen Apparaten meiſt ein Gegenapparat verbunden, welcher im Maſchinenraum einen Geber und an der Kommandoſtelle einen Empfänger enthält, ſo daß jedes Kommando von der ausführenden Stelle ſofort zurückgegeben werden kann.

Die pneumatiſchen und hydrauliſchen Maſchinentelegraphen haben ſich als zu empfindlich und unſicher erwieſen. Neuerdings kommen elektriſche Maſchinentelegraphen auf Kriegsſchiffen und größeren Handelsſchiffen allein zur Verwendung.

Der mechaniſche Maſchinentelegraph iſt engliſchen Urſprungs. Er beſteht aus einer Signalſcheibe, über welcher ſich zwei Zeiger bewegen. Der eine ſteht mit dem den Apparat in Tätigkeit ſetzenden Handgriff in Verbindung, der andre wird durch Uebertragung von dem zweiten Apparat bewegt und wiederholt das Kommando von letzterem aus. Eine Glocke mit Schlagwerk dient zur Ankündigung des Signals. Der Apparat auf der Kommandobrücke iſt auf einer Säule montiert und beſteht neuerdings meiſt aus einem halbkreisförmig abgerundeten Gehäuſe, in welchem die Zeigerwellen mit ihren Scheiben für die Gelenkketten gelagert ſind und aus welchem an dem Umfang der Handhebel zur Betätigung des Apparats hervorragt. Der Umfang ſowie die Stirnwände des Gehäuſes erhalten Milchglasſcheiben, welche in beſtimmten Feldern die einzelnen Kommandoworte in ſchwarzen Buchſtaben tragen. Der Apparat wird ſo aufgeſtellt, daß die Skala für Vorwärtsgang dem Buge des Schiffes zugekehrt iſt. Die Zeiger, welche mit dem Hebel feſt verbunden ſind, befinden ſich auf beiden Seiten. Der Hebel mit der Uebertragungsſcheibe ſitzt loſe auf der Achſe, während die Repetierzeiger mit der zweiten Scheibe auf der Achſe feſtgekeilt ſind Bei Nacht erhält das Gehäuſe von innen Beleuchtung. Der Apparat im Maſchinenraum beſteht aus einer metallenen Scheibe mit entſprechenden Kommandoworten und iſt in der Nähe des Maſchiniſtenſtandes aufgeſtellt. Die Uebertragung von den Scheiben des einen Apparats zum andern und zurück geſchieht durch Meſſingdrähte mit Spannſchrauben und metallene Gelenkketten.

Der erſte elektriſche Maſchinentelegraph von Schuckert iſt in ſeiner äußeren Anwendung dem vorſtehenden ähnlich. Die Uebertragung geſchieht durch den elektriſchen Strom. Der Apparat erfordert bei 12 Kommandoworten 29 Drähte und wird mit Maſchinenſtrom betrieben. Die Bewegung der Zeiger erfolgt durch einen Eiſenanker, welcher ſich in einem feſt gelagerten Grammeſchen Ring dreht. Die Spulenbewicklung des Ringes iſt entſprechend den zu gebenden Befehlsworten mit ſymmetriſch im Kreiſe angeordneten Zuleitungen verſehen. Die Stromzuführung in beſtimmte Richtung zu den einzelnen Stellen der Ringleitung wird durch den Signalgeber bewirkt. Die neueren elektriſchen Maſchinentelegraphen unterſcheiden ſich nach dem zur Anwendung kommenden Prinzip als ſolche nach dem Sechsrollenſyſtem (Siemens & Halske), nach dem magnetiſchen Drehfeldſyſtem (Allgemeine Elektrizitätsgeſellſchaft) und nach dem Syſtem des Spannungsmeſſers (Elektrizitätsgeſellſchaft Union). Bei dem Sechsrollenſyſtem beſteht der Empfängerapparat aus ſechs im Kreiſe angeordneten Magneten, bei dem Drehfeldſyſtem aus drei oder einem Mehrfachen von drei Magnetſpulen, welche um einen kupfernen Zylinder radial und ſymmetriſch angeordnet ſind.

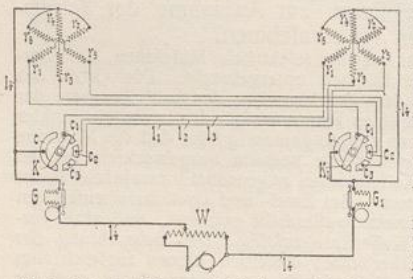


Fig. 1. Stromlaufſchema für das Sechsrollenſyſtem. r_1—r_6 Magnetrollen des Empfängers. l_1, l_2, l_3 Leitungen. l_4 Rückleitung. c_1, c_2, c_3 Kontaktſtücke des Gebers. c Schleifſtück. K, K_1 Kontakthebel. G, G_1 Ankündigungsglocken. W Stromquelle.

Bei beiden Konſtruktionen iſt in der Mitte der Magnetſpulen ein drehbarer Magnetanker gelagert, deſſen Welle den Zeiger einer Kommandoſcheibe bewegt. Durch den Geberapparat (Kontaktgeber) werden einzelne Magnetſpulen des Empfängerapparats erregt, und zwar beim Sechsrollenſyſtem immer zwei diametral gegenüberliegende, beim Drehfeldſyſtem alle drei Spulen, jedoch verſchieden ſtark. Hierdurch entſteht ein Kraftlinienfeld, in deſſen Achſe ſich der Anker des Empfängerapparats einſtellt. Bei dem Union-Apparat iſt der Empfänger ein Voltmeter, der an Stelle der Voltteilung die Kommandoworte zeigt Der Geber iſt ein Kontaktapparat mit ſo viel Kontaktpunkten, als Befehle übermittelt werden ſollen, und verſchiedenen eingeſchalteten Widerſtandsſpulen. Bei den Maſchinentelegraphen von Siemens & Halske und der Allgemeinen Elektrizitätsgeſellſchaft ſind zwiſchen den beiden Stationen einſchließlich Antwortleitung ſieben Leitungen, bei dem Union-Apparat nur vier erforderlich. Fig. 1 gibt das Stromlaufſchema für das Sechsrollenſyſtem, Fig. 2 eine Anſicht des auf der Kommandobrücke befindlichen Apparats wieder. S. a. Elektrizität im Schiffbau.

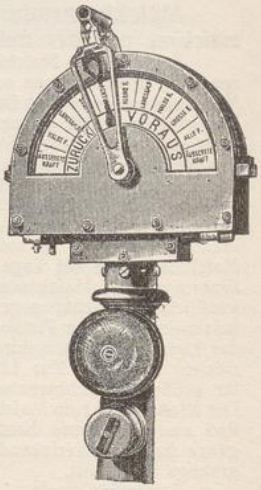


Fig. 2.

Literatur: [1] Busley, Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. — [2] Schiffsmaſchinentelegraph von Schuckert, Mitteilungen aus dem Gebiet des Seeweſens 1892. — [3] Roedder, O. C., Die elektrotechniſchen Einrichtungen moderner Schiffe, Wiesbaden 1903. — [4] Klamroth, Leitfaden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

für den Unterricht in der Maſchinenkunde, Berlin 1907. — [5] Raps, Elektriſche Befehlsübermittlung an Bord, Jahrbuch der Schiffbautechn. Geſellſchaft, Berlin 1901. *T. Schwarz.*

Maſchinieren (Wolfen), ſ. Streichgarnſpinnerei.

Maſer (Maſerung), ſ. Nutzhölzer.

Maſerierkarton, ſ. Anſtriche, maſerierte, Bd. 1, S. 232.

Maſerpapier, ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 402.

Maske, ein künſtlich hergeſtelltes, hohles, menſchliches Antlitz, das beſtimmt iſt, auf das wirkliche menſchliche Geſicht gelegt zu werden und den Träger unkenntlich zu machen.



Urſprünglich bei Spielen und im römiſchen Theater verwendet (ſ. die Figuren), kam die Maske auch in das römiſche Dekorationsweſen; namentlich auf pompejaniſchen Wandmalereien findet man viele Darſtellungen von Masken. Die Renaiſſanceperiode übernahm die Formen der Masken vom römiſchen Stile, pflegte ſie aber noch häufiger als Fratze umzuarbeiten und dann gern als Dekoration von Schlußſteinen zu verwenden.

Literatur: Meyer, Franz Sales, Handbuch der Ornamentik, Leipzig 1895 (mit vielen Abbildungen von Masken). *Weinbrenner.*

Maß, Größe, welche zur Vergleichung mit andern gleichartigen Größen als Einheit angenommen wird; ſ. Eichordnung, Eiſenbahnmaßeinheiten, Flächenmaße, Gewicht, Hauptnormale, Hohlmaße, Körpermaße, Komparator, Längenmaße, Maßſtab, Maßſyſtem, abſolutes, Maß- und Gewichtsweſen, Meßwerkzeuge.

Maß (die), Hohlmaß, in Bayern 1,069, Baden und Schweiz 1,5, Kurheſſen 1,949, Heſſen-Darmſtadt 2,0 l; als Weinmaß in Naſſau 1,694, als Biermaß 1,885, in Oeſterreich 1,415, Württemberg 1,837 l; als Getreidemaß in Thüringen $^1/_4$ Metze. *Plato.*

Maß, im Bergbau, ſ. Grubenbetrieb.

Maſſe. Unter Maſſe (genauer träger Maſſe) verſteht man die Eigenſchaft der Materie, insbeſondere der materiellen Punkte, unter der Wirkung derſelben Kraft eine verſchiedene Beſchleunigung anzunehmen. Die Maſſe eines materiellen Punktes iſt um ſo größer, je kleiner die ihm von derſelben Kraft erteilte Beſchleunigung iſt.

Als Maßſtab für die Maſſen dient die Maſſe des Urkilogramms in Paris, und die Vergleichung der Maſſen erfolgt an der Wage unter Vermittlung der Schwerkraft; die Maſſen verhalten ſich wie die Gewichte am ſelben Orte. Das Gewicht G (die Kraft, welche der Maſſe m die Beſchleunigung $g = 9{,}81$ der Schwere erteilt) iſt $G = m\,g$, mithin die Maſſe $m = G : g$. Techniſche Maſſeneinheit iſt daher jene Maſſe, deren Gewicht an einem beſtimmten Ort ebenſoviel Kilogramm beträgt als die Erdbeſchleunigung Meter. Träge Maſſen werden ausſchließlich durch poſitive Zahlen ausgedrückt. Die in der Lehre von der Elektrizität und vom Magnetismus üblichen Maſſen verſchiedenen Vorzeichens ſind ganz andern Charakters; Elektrizität und Magnetismus ſind nur Träger von Kräften (ähnlich wie die gemeine Maſſe Träger der Schwerkraft), beſitzen aber keine träge Maſſe. Ihr Vorzeichen bedeutet nur den Sinn der von ihnen ausgehenden Kraftwirkung.

Unter der Maſſe eines Punktſyſtems verſteht man die Summe der Maſſen aller ſeiner Punkte. Die Punktſyſteme ſind zweierlei Art: ſolche, welche aus diskreten Punkten beſtehen und kontinuierliche Punktſyſteme. Ein kontinuierliches Punktſyſtem (eine kontinuierliche Linie, Fläche oder ein kontinuierlicher Körper) heißt homogen, wenn alle ſeine Punkte gleiche Maſſe haben; heterogen, wenn dies nicht der Fall iſt. Ein Punkt eines kontinuierlichen Punktſyſtems iſt als ein verſchwindendes Linien-, Flächen- oder Körperelement anzuſehen, je nachdem das Punktſyſtem linien-, flächenartig oder körperlich iſt. Bei homogenen kontinuierlichen Syſtemen verſteht man unter ſpezifiſcher Maſſe die Summe aller Maſſen der Raumeinheit (Linien-, Flächen- oder Volumeneinheit). Iſt daher M die Maſſe des Raumes V vom Syſtem, ſo iſt die ſpezifiſche Maſſe $\varrho = \frac{M}{V}$. Beſteht das Syſtem aus einem Aggregat von Maſſen $M', M'', M''' \ldots$, deren Volumina $V', V'', V''' \ldots$ ſind, ſo iſt die mittlere ſpezifiſche Maſſe ϱ desſelben die Maſſe der Raumeinheit nach Ausgleichung der Maſſen ohne Aenderung des Geſamtvolumens, ſo daß $\varrho\,(V' + V'' + V''' + \ldots) = M' + M'' + M''' + \ldots$ iſt. — Bei heterogenen kontinuierlichen Syſtemen iſt die ſpezifiſche Maſſe von Punkt zu Punkt veränderlich. Man verſteht darunter die Maſſe, welche die Raumeinheit enthalten würde, wenn ſie derart mit Maſſe gleichförmig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erfüllt wäre, wie ſie dem in dem Punkte verſchwindenden Elemente zukommt. Iſt daher dm die im Raumelemente dv verſchwindende Maſſe, ſo iſt die ſpezifiſche Maſſe $\varrho = \frac{dm}{dv}$ und mithin $dm = \varrho\, dv$. Die ſpezifiſche Maſſe wird auch Dichtigkeit genannt. Manche verſtehen unter Dichtigkeit δ den Quotienten aus der ſpezifiſchen Maſſe ϱ und der ſpezifiſchen Maſſe ϱ_0 einer beliebig gewählten homogenen Subſtanz, z. B. des Waſſers, ſo daß $\delta = \varrho : \varrho_0$ und nur dann $\delta = \varrho$ wird, wenn man δ_0 als Einheit der ſpezifiſchen Maſſen wählt. Aus $dm = \varrho\, dv$ folgt $m = \int \varrho\, dv$, wo das Integralzeichen eine einfache, doppelte oder dreifache Integration anzeigt, je nachdem das Raumelement dv ein Linien-, Flächen- oder Körperelement iſt. ϱ iſt als Funktion der Koordinaten des Punktes gegeben, in welchem dv verſchwindet. Das ſpezifiſche Gewicht einer homogenen Maſſe iſt das Gewicht der ſpezifiſchen Maſſe, alſo ϱg.

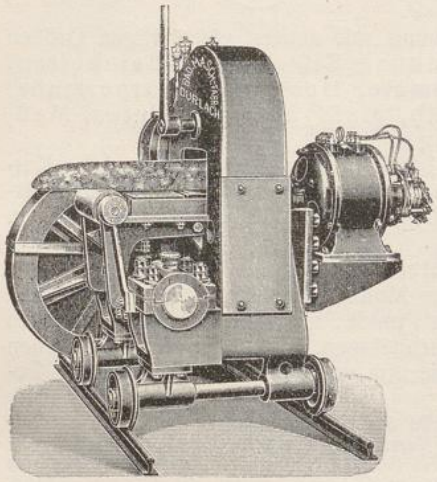
Literatur: Ueber die Maſſenbeſtimmung vgl. insbeſondere: Schlömilch, Ueber die Beſtimmung der Maſſe und des Trägheitsmomentes ſymmetriſcher Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit (Abhandlungen d. mathem.-phyſikal. Klaſſe der Kgl. Sächſ. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften, Bd. 2, S. 379 ff., 1855). Ueber das Prinzipielle vgl. A. Voß, Die Prinzipien der rationellen Mechanik, Encykl. d. mathem. Wiſſ., Leipzig 1901, Bd. 4, S. 51. *(Schell) Finſterwalder.*

Maſſe, in der Keramik, das zum Verformen fertige Material (ſ. Tonwaren und Ziegel).

Maſſe, aktive, ſ. Akkumulatoren, Maſſenwirkung, chemiſche.

Maſſeguß, ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 356.

Maſſelbrecher dienen zur Zerkleinerung der Roheiſenmaſſeln in Hüttenwerken und Eiſengießereien, um Stücke von einer für die Beſchickung der Schmelzöfen geeigneten Größe zu erhalten.



Die Maſſelbrecher ſind ihrer Einrichtung nach entweder (Riemen-) Fallwerke [1] oder Preſſen. Die Maſſel wird in der Mitte zwiſchen zwei Auflagerſtellen oder am vorſtehenden freien Ende abgebrochen. Die als Preſſen angeordneten Maſſelbrecher ſind Exzenter- oder Hebel- oder hydrauliſche Preſſen (letztere direkt wirkend oder mit Hebelüberſetzung). Sie werden feſtſtehend oder fahrbar gebaut.

Die Figur ſtellt einen fahrbaren, elektriſch angetriebenen Maſſelbrecher der Badiſchen Maſchinenfabrik Durlach dar, bei dem die Maſſel von unten her durch Aufwärtsbewegung eines durch Kniehebel angetriebenen Brechbackens gebrochen wird. Zum Feſtſpannen der Maſſel iſt nach D.R.P. Nr. 85712 ein kräftiges Exzenterherz angeordnet, das jeden toten Gang des Brechſtempels vermeidet. Weitere Abbildungen von Maſſelbrechern ſ. [1]—[5].

Literatur: [1] Ledebur, A., Handbuch der Eiſen- und Stahlgießerei, Leipzig 1901. — [2] Beckert, Th., Leitfaden zur Eiſenhüttenkunde, Bd. 3, Berlin 1900. — [3] „Stahl und Eiſen", Düſſeldorf 1895, S. 1000; 1906, S. 1068 (über Maſſelbrecher). — [4] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 435. — [5] Kataloge der Badiſchen Maſchinenfabrik Durlach, des K. Hüttenwerks Waſſeralfingen, von Bopp & Reuther in Mannheim, der Vereinigten Schmirgel- und Maſchinenfabriken Hannover-Hainholz u. a. *A. Widmaier.*

Maſſeldrähtig, ſ. Zwirn.

Maſſelgraben, im Eiſenhüttenweſen die Formen, in welche man das Roheiſen direkt vom Hochofen zur Bildung der Maſſeln fließen läßt.

Sie werden entweder aus Sand gebildet und müſſen nach dem Herausheben der Maſſeln wieder neu gemacht werden, oder ſie beſtehen aus Eiſen. Die Geſamtheit der Maſſelgräben bezeichnet man auch als Maſſelbett. — In der Eiſengießerei bezeichnet man mit Maſſelgraben die Rinne, durch welche das Eiſen vom Schmelzofen nach der Gußform oder einem Sumpf (zum Anſammeln größerer Eiſenmengen) fließt. *A. Widmaier.*

Maſſeln, ſ. Gänze.

Maſſenanziehung, ſ. Abſtoßung und Anziehung, Schwere.

Maſſenausgleich der Schiffsmaſchine bezweckt, die Beſchleunigungskräfte der bewegten Maſchinenteile, d. h. der auf und ab gehenden ſowie der rotierenden Gewichte durch Wahl der Kurbelfolge, Verteilung der Gewichte und Wahl der Zylinderabſtände derart auszugleichen, daß Erſchütterungen der Maſchine durch ſenkrechte und wagerechte Maſſendrücke ſowie kippende Kräftepaare möglichſt vermieden und die hieraus ſich ergebenden Schiffsſchwingungen (ſ. d.) eingeſchränkt werden. Vgl. Schiffsmaſchine. *T. Schwarz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maſſenberechnung, ſ. Erdmaſſenberechnung.

Maſſeneinheit, ſ. Maſſe.

Maſſenfabrikation, die Herſtellung von Gegenſtänden irgend welcher Art in größerer Anzahl bezw. die oftmals wiederholte Vornahme gleicher Arbeit.

Sie bietet gegenüber der nur einmaligen Anfertigung eines Gegenſtands bezw. Vornahme einer Arbeit die Möglichkeit der billigeren und raſcheren Arbeitsweiſe. Dies hat ſeinen Grund im folgenden: Bei der Maſſenfabrikation muß eine Reihe von Arbeiten (z. B. bei Maſchinen die Herſtellung der Zeichnungen und Modelle) nur einmal gemacht werden, die hierfür aufzuwendenden einmaligen Koſten verteilen ſich auf die größere Anzahl der Arbeitsſtücke; die teure und langſame Handarbeit kann ganz oder teilweiſe durch die billigere und raſchere Maſchinenarbeit erſetzt werden (Beiſpiele: Maſchinennietung an Stelle der Handnietung, Geſenkſchmieden und -preſſen an Stelle des Handſchmiedens, in der Gießerei Maſchinenformen an Stelle des Handformens u. ſ. w.); die Werkzeugmaſchinen können mit vervollkommneten Einrichtungen (Werkzeuge beſonderer Art, Einſpannvorrichtungen, Bohrſchablonen, Einrichtungen zur Vornahme mehrerer Arbeiten an demſelben Werkſtück in einer Maſchine [Revolvermaſchinen, Chuckingmaſchinen], vollſtändig ſelbſttätiger Gang [Automaten]) verſehen werden; ferner können Spezialmaſchinen beſchafft werden, die für die Herſtellung unter Umſtänden nur eines einzigen Artikels dienen (z. B. Schrauben-, Drahtſtiftmaſchinen u. ſ. w.); weiterhin können bei der Maſſenfabrikation beſondere billigere und raſchere Verfahren für die Herſtellung eines Gegenſtands angewendet werden (z. B. Rundfräſen ſtatt Drehen, Walzen und Preſſen ſtatt Schmieden, Herausarbeiten eines Gegenſtandes aus einem Block oder von der Stange an Stelle des Schmiedens, Verwendung von Profilſtangen u. ſ. w.).

Um die Maſſenfabrikation zu unterſtützen, hat man in den Maſchinenfabriken u. ſ. w. eine ganze Reihe von Maſchinenteilen normaliſiert (ſ. Normalien). — Sollen die in Maſſen hergeſtellten Arbeitsſtücke untereinander austauſchbar (ſ. Paſſung) ſein, ſo dürfen ſie in ihren Abmeſſungen voneinander nur um beſtimmte Beträge abweichen. Man verwendet dann bei ihrer Herſtellung zur Prüfung die Grenz- oder Toleranzlehren (ſ. Meßwerkzeuge); wenn ein Arbeitsſtück mehrere Arbeitsoperationen bis zu ſeiner Fertigſtellung durchzumachen hat, ſo muß von Zeit zu Zeit eine Nachprüfung ſtattfinden, um zu vermeiden, daß fehlerhafte, unbrauchbare Stücke noch weiterer Bearbeitung unterliegen.

Literatur: [1] Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge, Bd. 1 u. 2 (Maſchinen, Einrichtungen und Werkzeuge zur Maſſenfabrikation), Berlin 1896—98. — [2] Ebend. 1903, S. 231 (Vorrichtungen für Maſſenfabrikation und Auswechſelbarkeit). — [3] „Werkſtattstechnik", Berlin 1907 (Die Anwendung von Vorrichtungen und Sondermaſchinen in der heutigen Maſſenherſtellung). — [4] Moderne Arbeitsmethoden im Maſchinenbau, Broſchüre der Aktien-Geſellſchaft Ludw. Löwe & Co., Berlin. — [5] Möller, P., Aus der amerikaniſchen Werkſtattpraxis (Sonderabdruck aus der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing.), Berlin 1904. — [6] Uſher-Elfes, Moderne Arbeitsmethoden im Maſchinenbau, 2. Aufl., Berlin 1900. — [7] Grimſhaw-Elfes, Praktiſche Erfahrungen im Maſchinenbau, Berlin 1897. — [8] Grimſhaw, R., Beſondere Verfahren im Maſchinenbau, Hannover 1902.

A. Widmaier.

Maſſengeſteine, ſ. Eruptivgeſteine.

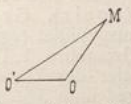
Maſſengleiche, diejenige Linie, welche im Maſſennivellement die Ausgleichung zwiſchen Abtrag und Auftrag feſtſtellt.

Maſſengüter, ſ. Maſſentransport.

Maſſenkräfte, ſ. Aeußere Kräfte, Körper.

Maſſenmittelpunkt (Schwerpunkt) iſt jener Punkt S eines Maſſenſyſtems, in welchem die in ihm vereinigte Geſamtmaſſe des Syſtems gleiches polares Moment erſten Grades in bezug auf jeden Punkt und jede Ebene hat wie das Maſſenſyſtem ſelbſt. Es geht durch ihn insbeſondere ſtets die Reſultante von Parallelkräften, die den Maſſen proportional ſind und in ihnen angreifen, z. B. von Schwerkräften.

Das Produkt $m \cdot OM$ aus der Maſſe m eines Punktes M und deſſen Abſtand OM von einem Punkte O heißt das polare Moment erſten Grades der Maſſe m in bezug auf den Punkt O. Es iſt das $m$fache der Strecke OM und wird ſelbſt durch eine von O ausgehende Strecke von der Richtung und dem Sinne von OM oder MO dargeſtellt. Die geometriſche Summe oder Reſultante der polaren Momente erſten Grades der Maſſenpunkte eines Syſtems in bezug auf einen Punkt O heißt das polare Moment erſten Grades dieſes Maſſenpunktſyſtems in bezug auf O. Es iſt die Schlußlinie OR eines von O aus mit den polaren Momenten $m \cdot OM$ der Punkte des Syſtems in beliebiger Folge konſtruierten Polygons. Iſt M die Geſamtmaſſe des Syſtems, ſo kann auf der Richtung von OR ein Punkt S gefunden werden, ſo daß $M \cdot OS = OR$, d. h. daß das polare Moment erſten Grades des Punktes S, wenn in ihm die Geſamtmaſſe M vereinigt gedacht wird, in bezug auf O dem Momente des Syſtems gleich wird. Dieſer Punkt S, deſſen Moment erſten Grades in bezug auf jeden Punkt O gleich dem Moment des Syſtems in bezug auf denſelben Punkt iſt, heißt der Maſſenmittelpunkt des Syſtems. Die Lage dieſes Punktes S im Syſtem hängt von deſſen Konfiguration und Maſſenverteilung, nicht aber von der Lage des Punktes O ab. Bildet man nämlich für zwei Punkte O, O' die Momente, ſo iſt $M \cdot [O'S'] = \Sigma m[O'M]$, $M \cdot [OS] = \Sigma m(OM]$, wo S' für O' dieſelbe Bedeutung hat, wie S für O und die Klammern andeuten ſollen, daß die Strecken Größen von beſtimmter Richtung



und beſtimmtem Sinne ſind. Daher wird $M([O'S'] - [OS]) = \Sigma m([O'M] - [OM])$. Nun iſt aber (ſ. die Figur) $[O'M] - [OM] = [O'O]$ und daher die rechte Seite dieſer Gleichung gleich $\Sigma m[O'O] = [O'O]\,\Sigma m = M \cdot [O'O]$ und folglich $[O'S'] - [OS] = [O'O]$, d. h. $[O'S'] = [O'O] + [OS] = [O'S]$, d. h. es iſt $O'S'$ geometriſch, d. h. nach Größe, Richtung und Sinn gleich $O'S$ und fällt daher S' mit S zuſammen.

Projiziert man das Polygon auf irgendeine Achſe, z. B. auf die x-Achſe eines Koordinatenſyſtems der x, y, z, ſo iſt die Projektion der Schlußlinie $M \cdot OS$ gleich der Summe der Projektionen der Seiten $m \cdot OM$. Sind alſo x, y, z die Koordinaten des Syſtempunktes M, x_0, y_0, z_0 die des Poles O und x_1, y_1, z_1 die des Maſſenmittelpunktes S, ſo ſind $x - x_0$ und $x_1 - x_0$ die Projektionen von OM und OS und daher $M(x_1 - x_0) = \Sigma m(x - x_0)$, oder da $Mx_0 = \Sigma m x_0$ iſt, $Mx_1 = \Sigma mx$ und ebenſo für die beiden andern Achſen $My_1 = \Sigma my$, $Mz_1 = \Sigma mz$. Da x und x_1 die Abſtände der Punkte M und S von der yz-Ebene ſind und dieſe eine beliebige Ebene iſt, ſo ſagt die erſte dieſer Gleichungen aus, wenn man das Produkt mx aus der Maſſe m eines Punktes und ſeines Abſtandes von einer Ebene das Moment erſten Grades desſelben in bezug auf die Ebene nennt, daß die Summe der Momente erſten Grades aller Syſtempunkte in bezug auf jede Ebene gleich dem Momente des Maſſenmittelpunktes in bezug auf dieſelbe Ebene iſt, wenn man ihm die Geſamtmaſſe M des Syſtems als Maſſe zuerteilt. Geht die Ebene durch den Maſſenmittelpunkt, ſo iſt das Moment in bezug auf ſie Null und umgekehrt. Aus dieſen Betrachtungen ergeben ſich die Sätze: 1. Das polare Moment erſten Grades eines Maſſenpunktſyſtems iſt konſtant für alle Punkte einer um den Maſſenmittelpunkt beſchriebenen Kugelfläche, es kann jeden Wert von 0 bis ∞ erreichen und verſchwindet im Maſſenmittelpunkt als Pol; 2. der Maſſenmittelpunkt eines ebenen Syſtems fällt in die Ebene, der eines geradlinigen Syſtems in die Gerade desſelben; 3. projiziert man ein Syſtem auf eine Ebene oder eine Gerade und erteilt den Projektionspunkten dieſelbe Maſſe wie den Hauptpunkten, ſo iſt die Projektion des Maſſenmittelpunkts der Maſſenmittelpunkt der Projektion des Syſtems; 4. haben die Maſſenpunkte paarweiſe gleiche Maſſen, welche ſymmetriſch gegen eine Ebene liegen, ſo liegt der Maſſenmittelpunkt in dieſer Ebene; gibt es zwei oder drei ſolcher Ebenen, ſo liegt er in deren Durchſchnittslinie oder ihrem Schnittpunkt; 5. dasſelbe gilt von Diametralebenen, d. h. von Ebenen, welche ein Syſtem von Parallelſtrecken halbieren, welche Punkte gleicher Maſſe paarweiſe verbinden; 6. hat das Syſtem eine Symmetrieachſe, d. h. eine Gerade, welche die Verbindungslinien paarweiſe gleicher Maſſen halbiert, ſo liegt der Maſſenmittelpunkt in ihr; 7. hat das Syſtem einen Mittelpunkt, in welchem ſich die Verbindungslinien paarweiſe gleicher Maſſen ſchneiden, ſo iſt er der Maſſenmittelpunkt; 8. zerlegt man das Syſtem in Partialſyſteme, ſucht deren Maſſenmittelpunkte auf und erteilt dieſen die Maſſe der Partialſyſteme, ſo iſt der Maſſenmittelpunkt des Geſamtſyſtems der Maſſenmittelpunkt dieſer Maſſenmittelpunkte.

Dieſe Sätze dienen zur Beſtimmung des Maſſenmittelpunktes der Syſteme, ſowohl der aus diskreten Punkten beſtehenden als auch der kontinuierlichen. Die anzuwendenden Methoden ſind teils rein geometriſcher Natur, teils ſind ſie Methoden der Integralrechnung. Die kontinuierlichen Syſteme ſind Maſſenpunktlinien, Maſſenpunktflächen und körperliche Räume mit Maſſe erfüllt. Ein Punkt einer Maſſenlinie iſt als ein verſchwindendes Linienelement, ein Punkt einer Maſſenfläche als Flächenelement, ein Punkt eines Maſſenraumes als körperliches Element anzuſehen. Sind x, y, z die Koordinaten eines ſolchen Punktes und dm das in ihm enthaltene Maſſenelement ſowie x_1, y_1, z_1 die Koordinaten des Maſſenmittelpunktes, in welchem die Geſamtmaſſe m vereinigt gedacht wird, ſo beſtehen für kontinuierliche Syſteme die Gleichungen: $mx_1 = \int x\,dm$, $my_1 = \int y\,dm$, $mz_1 = \int z\,dm$, worin das Integralzeichen ein einfaches, doppeltes oder dreifaches Integral darſtellt, je nach der linien- oder flächenartigen oder körperlichen Beſchaffenheit des Syſtems, ausgedehnt über deſſen ganze Maſſe. Bedeutet ϱ die ſpezifiſche Maſſe des Elementes dm, wo ϱ eine Funktion der Koordinaten x, y, z ſein wird, ſo wird $dm = \varrho\,ds$, $dm = \varrho\,d\omega$, $ds = \varrho\,dv$, wenn ds, $d\omega$, dv das Linienelement, Flächen- oder Volumenelement darſtellt. An die Stelle der x, y, z können natürlich auch andre Koordinaten treten, je nach der Wahl der analytiſchen Darſtellung der Punkte, Linien oder Flächen. Der Maſſenmittelpunkt iſt zugleich auch der Mittelpunkt paralleler Schwerkräfte und Angriffspunkt des Geſamtgewichtes eines ſchweren Syſtems. Er heißt daher auch der Schwerpunkt eines ſolchen. Iſt das Syſtem homogen, alſo ϱ konſtant, ſo wird m das Produkt aus ϱ und der Länge s der Linie oder dem Inhalt ω der Fläche oder dem Volumen v des Körpers und fällt ϱ aus den Gleichungen für x_1, y_1, z_1 heraus, ſo daß dieſe die Form annehmen $sx_1 = \int x\,ds$, $sy_1 = \int y\,ds$, $sz_1 = \int z\,ds$; $\omega x_1 = \int x\,d\omega$, $\omega y_1 = \int y\,d\omega$, $z\omega = \int z\,d\omega$; $vx_1 = \int x\,dv$, $vy_1 = \int y\,dv$, $vz_1 = \int z\,dv$. Zur Beſtimmung der Koordinaten des Maſſenmittelpunktes iſt auch die Beſtimmung der Maſſe notwendig. Sie iſt durch $m = \int \varrho\,ds$, $m = \int \varrho\,d\omega$, $m = \int \varrho\,dv$ gegeben, je nach der linien- oder flächenartigen oder körperlichen Verteilung der Maſſenpunkte. Für homogene Syſteme wird die Maſſe durch die Bogenlänge, den Flächeninhalt und das Volumen vertreten.

Schon Archimedes hat Maſſenmittelpunkte homogener Figuren beſtimmt; zwei Sätze über den Maſſenmittelpunkt rühren von Pappus her und finden ſich in deſſen Collectiones mathematicae, lib. VII, werden aber gewöhnlich Guldin (1577—1663) zugeſchrieben, der ſie in ſeinen Werken „De centro gravitatis“ (1635) und „Centrobaryca“ (1643) reproduzierte (vgl. Guldinſche Regeln). Graßmann hat die Lehre vom Maſſenmittelpunkt als eine eigenartige Punktrechnung ausgebildet (vgl. hierüber die Schrift ſeines Sohnes H. Graßmann, Punktrechnung und projektive Geometrie, 1. Teil, in der Feſtſchrift der lateiniſchen Hauptſchule zur zweihundertjährigen Jubelfeier der Univerſität Halle-Wittenberg). Die Werke über Mechanik enthalten meiſtens ausgedehnte Abſchnitte über die Beſtimmung des Maſſenmittelpunktes oder Schwerpunktes, insbeſondere ſeien hier erwähnt: Poinſot, Eléments de statique, 11. édit. par Bertrand, Paris 1873, S. 142—174; Möbius, Lehrbuch der Statik, 1. Teil, S. 110—113, oder Geſammelte Werke, Bd. 3;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Routh, A treatise on analytic statics, Cambridge 1891, Bd. 1, S. 270—314; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, Leipzig 1879, Bd. 1, S. 72—100; ſowie die Sammlungen von Aufgaben: Jullien, Problèmes de mécanique rationelle, 2. édit., Paris 1866, 1. Teil, S. 1—42; Walton, Collection of problems in illustration of the principles of theoretical mechanics, Cambridge 1855, S. 1—39; Kraft, Sammlung von Problemen der analytiſchen Mechanik, Stuttgart 1885, Bd. 1, S. 527—607. *(Schell) Finſterwalder.*

Maſſenmoment. Man unterſcheidet Maſſenmomente erſten und zweiten Grades und zwar in bezug auf einen Punkt (polare Momente), eine Ebene und eine Achſe. Das polare Maſſenmoment erſten Grades eines Maſſenpunktes iſt eine gerichtete Größe und zwar das Produkt ſeiner Maſſe und ſeines von dem Bezugspunkte aus gerechneten Abſtandes. Das Moment erſten Grades eines Maſſenpunktes in bezug auf eine Ebene oder (bei Beſchränkung auf eine Ebene) in bezug auf eine in dieſer Ebene gelegene Achſe iſt eine ſkalare Größe, nämlich das Produkt aus der Maſſe des Punktes und des Abſtandes von der Ebene bezw. der Achſe, wobei die Abſtände nach verſchiedenen Seiten mit verſchiedenem Vorzeichen verſehen werden. Das polare Moment eines Maſſenſyſtems iſt die geometriſche Summe der polaren Momente aller Syſtempunkte, das Moment desſelben in bezug auf eine Ebene iſt die algebraiſche Summe der Momente der einzelnen Maſſenpunkte. Ueber die Momente erſten Grades vgl. Maſſenmittelpunkt. Das quadratiſche Maſſenmoment eines Maſſenpunktes in bezug auf einen Punkt, eine Ebene oder eine Achſe iſt ſtets eine Zahlengröße, nämlich das Produkt der Maſſe des Punktes und des Quadrates ſeines Abſtandes von dem Bezugspunkte (polares Moment in bezug auf den Punkt als Pol), der Ebene oder der Achſe. Dieſe Momente heißen auch Trägheitsmomente (polares Trägheitsmoment, Trägheitsmoment in bezug auf die Ebene oder Achſe); die Trägheitsmomente eines Maſſenpunktſyſtems ſind die arithmetiſchen Summen der Trägheitsmomente der einzelnen Punkte des Syſtems (vgl. hierüber Trägheitsmoment). Andre Momente zweiten Grades ſind Punkte aus der Maſſe eines Punktes und zwei Abſtänden desſelben von Ebenen ſowie Summen ſolcher Momente. Sie heißen Deviationsmomente; vgl. hierüber Deviationsmomente. *(Schell) Finſterwalder.*

Maſſennivellement, ein von Bruckner erfundenes, von Culmann, Bauernfeind, Eikemeyer, Launhardt und Goering ausgebildetes Verfahren zur graphiſchen Darſtellung der Maſſenverteilung (ſ. d.) bei größeren Erdarbeiten.

In der Fig. 1 ſtelle die Linie $ABCDEFG$ das Längenprofil (ſ. d.) einer projektierten Bahnanlage dar. NN bezeichne die Höhe der Bahnachſe (Nivellette). AB und DF ſind Dämme oder Aufträge, BD und FG Einſchnitte oder Abträge. Teilt man die Bahnlinie in üblicher Weiſe in Strecken (Stationen) von 50 oder 100 m ein, berechnet für jede Strecke die zu bewegende Erdmaſſe (ſ. Erdmaſſenberechnung, Bd. 3, S. 497), ſummiert dieſe Maſſen fortlaufend und trägt die Summen von einer wagerechten Linie $A'G'$ aus in beliebigem Maßſtabe als Ordinaten auf, ſo gelangt man zu einer zweiten Kurve $A'B'C'\ldots$, die man Maſſenprofil nennt. Auftragmaſſen rechnet man poſitiv, Abtragmaſſen negativ. In Fig. 1 ſtellt ſomit die Ordinate von B' die Erdmaſſe von A bis B, die Ordinate von C' die Erdmaſſe von A bis C dar, wobei die Maſſe von B bis C negativ gerechnet, d. h. von der Maſſe A bis B abgezogen iſt. Der Umſtand, daß das Volumen der Erde beim Graben und Wiederaufſchütten zunimmt, wird dadurch berückſichtigt, daß man alle Auftragmaſſen durch $1+\alpha$ dividiert, wo α den Auflockerungsfaktor bedeutet. Aus naheliegenden Gründen beſitzt das Maſſenprofil folgende Eigenſchaften: Das Maſſenprofil ſteigt im Auftrag und fällt im Abtrag. Je größer der Flächeninhalt des Querprofils, deſto ſteiler das Maſſenprofil. Nullpunkte des Längenprofils, d. h. Uebergangsſtellen von Auftrag in Abtrag oder umgekehrt, ergeben Maximal- oder Minimalpunkte des Maſſenprofils (Punkte B, D, F). Maximal- und Minimalpunkte des Längenprofils ergeben Wendepunkte des Maſſenprofils (Punkte C, E u. ſ. w.). Jede durch das Maſſenprofil gelegte wagerechte Linie teilt dasſelbe in eine Anzahl von „Bergen“ und „Tälern“, innerhalb derer die Maſſen ſich ausgleichen. Zieht man beiſpielsweiſe die Linie $U'V'$ („Ausgleichungslinie“) und lotet deren Endpunkte hinauf, ſo iſt die Maſſe von U bis B gleich der Maſſe von B bis V und zwar gleich der Höhe M des Berges $U'B'V'$. Auf dieſelbe Weiſe werden die „Transportſtrecken“ VW, WX u. ſ. w. gefunden. In Bergſtrecken wird die Erde rückwärts, in Talſtrecken vorwärts transportiert. Auch die Transportkoſten laſſen ſich der

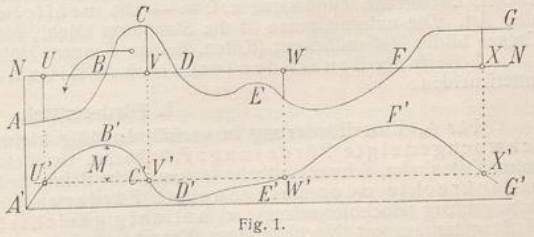


Fig. 1.

Zeichnung entnehmen: In Fig. 2 werde durch zwei benachbarte Querſchnitte die Scheibe S herausgeſchnitten. Ihr Körperinhalt ergibt ſich durch Herunterloten gleich der Ordinatendifferenz von r und s, d. h. gleich ΔM. Zwei wagerechte Linien durch r und s führen zu r' und s' und zur Scheibe S', die den nämlichen Inhalt hat wie S. Man kann ſich denken, die Maſſe S werde nach S' transportiert. Bezeichnet e die Transportweite, ſo iſt $\Delta M \cdot e$ die Transportarbeit, ſie wird durch den Flächenſtreifen $r s s' r'$ dargeſtellt. Denkt man ſich nun die ganze Maſſe in ſolche Scheiben zerlegt, ſo ergibt ſich, daß der Flächeninhalt F des Berges $U' B' V'$ die Transportarbeit der Abteilung $U V$ darſtellt. Die Transportkoſten ſind daher $K = c_1 M + c_2 F$, worin c_1 und c_2 zwei hauptſächlich vom Transportmittel abhängige Feſtwerte bezeichnen (vgl. Bodenbeförderung und Maſſenverteilung). Die mittlere Transportweite wird gefunden, wenn man F durch M teilt. Zieht man durch ein längeres Maſſenprofil eine Ausgleichungslinie, ſo hat man, um die Koſten zu finden, ſämtliche M und F zu addieren und mit den entſprechenden Faktoren c_1 und c_2 zu multiplizieren. Verſchiebt man die Linie ein wenig nach oben, ſo werden alle Bergflächen kleiner, alle Talflächen größer, während die Summe der Maſſen ſich gleichbleibt. Die Transportkoſten werden daher am kleinſten, wenn die Summe der F am kleinſten iſt, d. h. wenn dieſe Summe bei einer kleinen Verſchiebung der Ausgleichungslinie unverändert bleibt. Dieſe Bedingung wird erfüllt, wenn die Summe der Berglängen gleich der Summe der Tallängen iſt. Durch Probieren läßt ſich dieſe günſtigſte Lage der Ausgleichungslinie leicht finden. Iſt c_2 nicht für alle Abteilungen gleichgroß, ſo müſſen die einzelnen Längen vor der Addition mit den ihnen entſprechenden Faktoren multipliziert werden. Seitenentnahmen und Ablagerungen können im Maſſennivellement wie folgt berückſichtigt werden: Es ſei beiſpielsweiſe $C' B' D'$ (Fig. 3) das einem Auftrag entſprechende Stück des Maſſenprofils; A bezeichne im Grundriß den Mittelpunkt der projektierten Materialgrube, und B ſei ein Punkt, über den der Transport der Verhältniſſe wegen erfolgen muß. Um dieſe Seitenentnahme zu berückſichtigen, trägt man nun von B' aus die Strecke AB, von C' aus die Strecke $AB + BC$ und von D' aus die Strecke $AB + BD$ wagerecht auf und verbindet die Endpunkte der aufgetragenen Strecken durch eine ſtetige Linie. — Erfolgt der Transport durchgängig ſenkrecht zur Bahnachſe, ſo werden dieſe Strecken alle gleichgroß und die Kurve $C'' B'' D''$ läuft parallel zu $C' B' D'$. Daß der Transport bergauf geht, kann durch eine entſprechende Vergrößerung der Strecke AB berückſichtigt werden. — In ähnlicher Weiſe kann man Ablagerungen in das Maſſenprofil eintragen. Das Koſtenminimum wird jetzt in der Regel je zwiſchen zwei aufeinander folgenden Stellen mit Quertransport aufgeſucht.

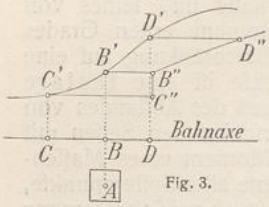


Fig. 3.

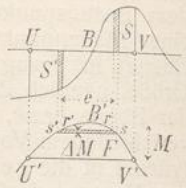


Fig. 2.

Literatur: Eikemeyer, Das Maſſennivellement und deſſen prakt. Gebrauch, Leipzig 1870; Launhardt, Zeitſchr. d. Hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1874, S. 191; Culmann, Die graph. Statik, 2. Aufl., S. 142, Zürich 1875; Handb. d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 1, 1. Kap., Leipzig 1883; Goering, Maſſenermittlung, -verteilung und Transportkoſten bei Erdarbeiten, 2. Aufl., Berlin 1890. *Mörſch.*

Maſſenprofil, ſ. Maſſennivellement.

Maſſentransport, die Beförderung von Sammelkörpern (Maſſengütern) und zwar im Zuſammenhang mit der Lagerung [1].

Zu den Sammelkörpern gehören in erſter Linie: Getreide, Kohlen, Erze, Erden; ferner Akten, Aſche, Baggergut, Ballen, Bauſteine, Beton, Bretter, Briefe, Briketts, Bücher, Celluloſe, Dachziegel, Dünger, Eis, Farben, Fäſſer, Felle, Flaſchen, Flaſchenkiſten, Fleiſch, Formſand, Früchte, Gepäck, Geſchoſſe, Glaswaren, Gips, Hadern, Häute, Holz, Holzabfälle, Holzkohle, Holzwolle, Kaffee, Kalk, Kaolin, Kartoffeln, Kartonnagen, Kies, Kiſten, Knochen, Körbe, Koks, Korkſteinplatten, Lederabfälle, Lohe, Malz, Mehl, Melaſſe, Menſchen, Mörtel, Moſaikplatten, Müll, Munition, Obſt, Pakete, Phosphate, Porzellanwaren, Rinden, Rohſtoffe, Rüben, Säcke, Salze, Schamotte, Schienen, Schlachtvieh, Schlacken, Schlamm, Schnitzel, Schotter, Schutt, Späne, Staub, Steine, Steinſchlag, Tabak, Ton, Tonnen, Tonwaren, Torf, Träger, Treber, Zement, Ziegel, Zucker, Zuckerrohr, Zündwaren u. ſ. w. — alſo mehlfeines, körniges und ſtückiges Gut aller Art. Die untere Grenze iſt die Staubform (Mehl, Müll, Pulver, Späne u. ſ. w.), die obere Grenze bildet Maſſenſtückgut (Kiſten, Ballen, Tonnen, Hölzer u. dergl.).

I. Nach der Bauart der techniſchen Hilfsmittel kann man beim Maſſentransport unterſcheiden:

1. Fördermittel.

Für A. **Einzelförderung in verhältnismäßig kleinen Mengen**: a) wagerechte oder ſchwachgeneigte Förderung: Fabrikbahn, Gefällebahn, Grubenbahn, Hängebahn, Kabelbahn, Kettenbahn, Schwerkraftbahn (automatiſche Bahn), Seilbahn, Selbſtentlader (Schnellentlader); b) ſenkrechte oder ſtarkgeneigte Förderung: Elevator (Aufzug), Kipper, Rutſche, Schrägaufzug (Hochofenaufzug); c) beliebig gerichtete Förderung: Greifer, Krane für Maſſengütertransport (Hochbahnkran, Kabelhochbahnkran), Kübel.

Für B. **Stetige Förderung**: a) wagerechte oder ſchwachgeneigte Förderung: Förderrinne (Schwinge), Gurtförderer (Transportband), Kratzer, Schnecke, Stufenbahn; b) ſenkrechte oder ſtarkgeneigte Förderung: Elevator (Paternoſterwerk), Steigband; c) beliebig gerichtete Förderung: Bagger (Eimerkettenbagger, Saugebagger), Conveyor oder Konveyor (Becherkette, Becherkabel, Becherſeil), Druck- und Saugluftförderer, Druckwaſſerförderer (Ejektor, Sandverfatz), Förderrohr, Riefelvorrichtung, Wendelrutſche.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

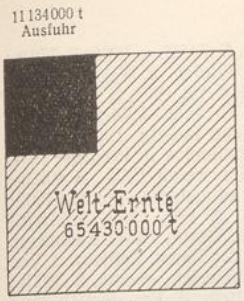


Fig. 1.



Einfuhr nach
Großbritannien . . 5081730 t
Europ. Feſtland . . 5201680 „
Außereuropäiſchen Ländern . . . . . 850590 „

Fig. 1a.



Einfuhr in
Großbritannien . . . . . 5081730 t
Deutſchland . . . . . 1440770 „
Frankreich . . . . . 436200 „
Belgien . . . . . 989960 „
Holland . . . . . 487000 „
Italien . . . . . 907300 „
Spanien und Portugal . . 220500 „
Skandinavien . . . . . 221800 „
Griechenland und Schweiz 497300 „
Außereuropäiſche Länder . 850590 „

Fig. 2.



Ausfuhr aus
Vereinigte Staaten 3533220 t
Kanada . . . . . 305340 „
Rußland . . . . . 3415450 „
Oeſterreich-Ungarn 106870 „
Südoſteuropa . . . 1928000 „
Indien . . . . . 294440 „
Südamerika . . . . 595410 „
Verſchiedene . . . 955270 „

Fig. 2a.

Darſtellung der im Jahre 1896 erfolgten Bewegungen von Weizenkorn und -mehl.

2. Lagerungseinrichtungen.

A. **Gebäude** (Speicher, Magazin, Proviantamt): a) Bodenſpeicher; b) Siloſpeicher.

B. **Haufenlager und Tafchen**: a) Hochbehälter; b) Lager zu ebener Erde (Tiefbehälter).

II. Nach dem Verwendungszweck kann man die techniſchen Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Maſſengütern trennen in Vorrichtungen zum Löſchen und Laden von Verkehrsmitteln (Schiffen [Schiffsbekohlung], Eiſenbahnbetriebsmitteln [Lokomotivbekohlung] und Landfuhrwerk) ſowie in beſondere Einrichtungen für Keſſelhäuſer (Kraft- und Lichtwerke, Pumpſtationen, Hotels, Waren- und Krankenhäuſer u. ſ. w.), Gasanſtalten (Kohlen, Koks und Reinigermaſſe), Hüttenwerke (Hochofenbeſchickung) u. ſ. w. — In ſeinem außerordentlich großen Umfang und in ſeiner Vielgeſtaltigkeit iſt die Bedeutung des Maſſentransportbegriffes begründet. Die folgende Tabelle liefert einige Zahlen, welche die Grundlage bilden für die Beförderung und Lagerung von Maſſengütern; denn die ganzen Maſſen müſſen mehrfach bewegt werden und bilden zum Teil nur Auszüge aus den eigentlichen Rohſtoffen. Es wurden gewonnen [2]:

	Im Jahre 1890			Im Jahre 1900		
	in den Ver. Staaten von Nordamerika Millionen t	in Deutſchland Millionen t	in Großbritannien Millionen t	in den Ver. Staaten von Nordamerika Millionen t	in Deutſchland Millionen t	in Großbritannien Millionen t
Getreide: Weizen	10,9	2,8	2,1	14,2	3,8	1,5
Getreide: Roggen	0,8	5,9	unbedeutend	0,7	8,6	—
Getreide: Hafer	9,0	4,9	3,0	13,9	7,1	2,8
Kohlen	142	90	185	24,1	150	230
Roheiſen	9,3	4,3	8,0	14,0	8,2	9,0
Flußeiſen	4,3	2,2	3,6	10,8	6,7	4,8

Ein noch beſſerer Einblick in die beſtehenden wirtſchaftlichen Verhältniſſe wird erhalten durch Betrachtung der Jahresbewegung eines beſtimmten Maſſengutes in der Welt. Fig. 1 und 1a zeigen, daß von der 65430000 t (1 t = 1000 kg) betragenden Weizenwelternte im Jahr 1896 rund 11134000 t nicht in den Ländern verzehrt worden ſind, welche ſie erzeugt haben. Fig. 2 und 2a geben über Ein- und Ausfuhr der wichtigſten Gebiete im einzelnen Aufſchluß [3].

In der Induſtrie überwiegt das Bedürfnis nach Betriebsſicherheit das Verlangen nach Erſparnis; die mechaniſche Beförderung großer Maſſen gewährt beide Vorteile, behebt zugleich bis zu einem gewiſſen Grade die ſo oft beklagte Leutenot und führt dadurch zu einer menſchenwürdigeren Arbeit.

Literatur: [1] Buhle, Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899; Derſ., Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern), 1. Teil, Berlin 1901, 2. Teil, Berlin 1904, 3. Teil, Berlin 1906; Derſ., Das Eiſenbahn- und Verkehrsweſen auf der Induſtrie- und Gewerbeausſtellung zu Düſſeldorf 1902, Berlin 1903; Derſ., Das Eiſenbahn- und Verkehrsweſen auf der Weltausſtellung in St. Louis 1904, Berlin 1905 (gemeinſam mit W. Pfitzner); Derſ., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1898, S. 921, 1899, S. 85 ff., 1900, S. 72 ff., 1901, S. 733 ff., 1902, S. 589 u. S. 1214 ff., 1903, S. 88 ff., 1904, S. 221 ff., 1905, S. 783 ff., 1906, S. 21 ff. u. S. 667 ff.; Glafers Annalen für Gewerbe u. Bauweſen 1898, II, S. 41, 1899, I, S. 17, 1903, II, S. 219, 1904, I, S. 9, 1905, II, S. 209 ff.; Zentralblatt der Bauverwaltung 1900, S. 358, 1902, S. 245, 1906, S. 240 ff.; „Stahl u. Eiſen“ 1903, S. 1326, 1904, S. 246, 1905,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

S. 1046 ff.; 1906, S. 641 ff.; Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 156 ff., S. 321 ff., S. 745 ff., u. 1905, S. 772 ff.; „Glückauf" 1904, S. 858, 1905, S. 157 ff., S. 1596 ff., u. 1907, S. 47 ff.; Waſſer- u. Wegebau 1904, S. 1 ff.; Gewerblich-Techn. Ratgeber 1902, S. 56; Welt der Technik 1903, S. 79, 1904, S. 43, S. 48 ff., 1905, S. 397 ff., 1906, S. 297; Elektriſche Bahnen und Betriebe 1904, S. 141 ff., 1906, S. 429 ff.; Journ. f. Gasbeleuchtung u. f. w. 1900, S. 634, 1901, S. 425 ff.; Deutſche Bauztg. 1902, Nr. 32, 1904, S. 522 ff., 1906, S. 240 ff.; Zeitſchr. zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1904, S. 272 ff.; „Hütte" (19. Aufl.), I, S. 1230 ff.; Zeitſchr. f. Arch. u. Ingenieurweſen 1905, S. 406 ff.; Uhland 1906, S. 2 ff. u. f. w.; ferner: Zimmer, The mechanical handling of material, London 1905; v. Hanffſtengel, Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 245 ff., 1903, S. 8, 1904, S 170, 1906, S. 273 ff.; Derſ., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1345 ff.; Ernſt, Hebezeuge, Berlin 1903; Kammerer, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902 u. 1906; Frahm, „Stahl u. Eiſen" 1900 ff.; Raſch, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902/03; Simmersbach, „Stahl u. Eiſen" 1906, S. 262 ff.; Dieterich, ebend., S. 380 ff.; Berkenkamp, ebend., S. 1033 ff. u. f. w. (vgl. Zeitſchriftenſchau der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing.: Lager- und Ladeeinrichtungen, Seil- u. Kettenbahnen u. a.). — [2] Buhle, Deutſche Bauztg. 1904, S. 522; Derſ., Zeitſchr. zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1904, S. 273 ff.; vgl. a. Simmersbach, Die Eiſeninduſtrie, Leipzig 1906, S. 159 ff., ſowie „Stahl u Eiſen" 1907, S. 294 ff. — [3] Buhle, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 221. *M. Buhle.*

Maſſenverteilung (Maſſendispoſition), die im Erdbau nach vollendeter Erdmaſſenberechnung (ſ. d.) notwendig werdende Aufſtellung eines Verteilungsplanes für die zweckmäßigſte Verwendung der in den Abträgen (ſ. d.) auszuhebenden Erdmaſſen für die Auffüllung der Aufträge (ſ. d.), wobei insbeſondere die erforderlich werdenden Koſten für die Erdbeförderung auf das kleinſte Maß zu bringen ſind.

Schon bei der Traſſierung einer Straße oder Eiſenbahn kann auf eine möglichſt vollkommene Ausgleichung des in den Abträgen gewonnenen Bodens mit den für die Dammſchüttungen erforderlichen Auftragmaſſen geachtet werden, indem z. B. auf Strecken, in denen die Eiſenbahn- oder Straßentraſſe ſich an einem Bergabhang hinzieht, unter Beibehaltung der gleichen Höhenlage, durch ſeitliche Verſchiebung der Straßenachſe der Abtrag oder Auftrag, je

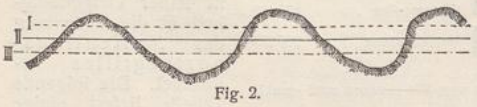


Fig. 2.

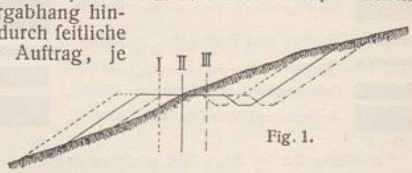


Fig. 1.

nach Bedürfnis vergrößert oder eine Ausgleichung beider bewirkt wird (Fig. 1). Ebenſo können in einem wellenförmigen, ſeitlich nicht anſteigenden, von der Straße oder Eiſenbahn zu durchſchneidenden Gelände (Fig. 2) durch Heben oder Senken der Straßenachſe im Längenprofil (ſ. d.) die Einſchnitte vermindert werden oder umgekehrt, ſo daß man durch Feſtſtellung einer geeigneten Höhenlage auch hier eine Ausgleichung der Maſſen bewirken kann. Hierbei gilt als Vorausſetzung, daß die Abtragmaſſen ſich für den Auftrag eignen. Iſt dies nicht der Fall oder iſt die Geländebildung eine ſolche, daß ſie eine die Erdmaſſen ausgleichende Traſſierung nicht geſtattet, oder kann an der Traſſe ſelbſt nichts geändert werden, ſo iſt immerhin, unter Rückſichtnahme auf den einzelnen Fall, eine günſtige Verteilung der Erdmaſſen und eine dementſprechende Transportanordnung zu erſtreben. Dies erfolgt bei Straßen- oder Eiſenbahnlinien innerhalb gewiſſer Teilſtrecken, die durch die in der Linie liegenden Kunſtbauten (Tunnel, Brücken, Viadukte u. ſ. w.) begrenzt ſind, da über dieſe hinaus die Erdbeförderung nicht erfolgen kann, weil ſie zur Zeit der Erdarbeiten noch nicht fertiggeſtellt ſind. Für dieſe Teilſtrecken wird aus den Maſſentabellen die Größe der zu bewegenden Erdmaſſen entnommen, während die Strecken, auf welchen ſie zu fördern ſind, aus dem Längenprofil abgegriffen werden. Kann durch Vor- und Rücktransport ein Ausgleich der Abtrag- und Auftragmaſſen ſtattfinden, ſo iſt der Anforderung genügt. Eignet ſich die Abtragmaſſe nicht für den Auftrag oder iſt für dieſen keine genügende Abtragmaſſe vorhanden, ſo muß die Schüttmaſſe aus ſeitlichen Füllgruben entnommen werden (ſ. Seitenentnahme). Iſt umgekehrt zu viel Abtragmaſſe vorhanden, ſo daß ſie in derſelben Teilſtrecke oder in einer Nachbarabteilung nicht verwendet werden kann, ſo wird ſie als „Ablagerung" oder „toter Damm" ſeitlich abgelagert. Iſt die Oberfläche des abzugrabenden oder zu beſchüttenden Geländes mit einer Erdſchicht oder mit einer Grasnarbe bedeckt, die ſich für die Bekleidung der Böſchungen eignet, ſo iſt nach Abgrabung und ſeitlicher Ablagerung dieſer Erdſchicht im Auftrag zur Dammbildung um ſo viel mehr Material aufzuſchütten, im Abtrag um ebenſoviel weniger abzugraben, jedoch gleicht ſich das durch die ſpätere Böſchungsbekleidung wieder aus, da um ſo viel weniger bezw. mehr Material aufzuſchütten bezw. abzugraben iſt, um die Damm- bezw. Einſchnittböſchungen herzuſtellen. — Vgl. a. die Literatur unter Erdarbeiten. *L. v. Willmann.*

Diejenige Verteilungsart zu finden, welche im ganzen die kleinſten Förderkoſten veranlaßt, iſt auf dem Wege der Rechnung nur durch mehrfaches Verſuchen möglich. Mit Hilfe des Maſſenprofils (ſ. Maſſennivellement) kann das Aufſuchen weſentlich erleichtert werden. Dieſes zeichneriſche Verfahren mit vorhergehender rechneriſcher Ermittlung der Maſſen hat jedoch in der Praxis wenig Anwendung gefunden, weil dabei die höchſt umſtändliche Arbeit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Maſſenberechnung keine Erleichterung erfährt. In hohem Maße iſt dies aber der Fall, wenn man auch die Maſſenermittlung zeichneriſch ausführt. Das Maſſenprofil ergibt ſich dann gewiſſermaßen von ſelbſt.

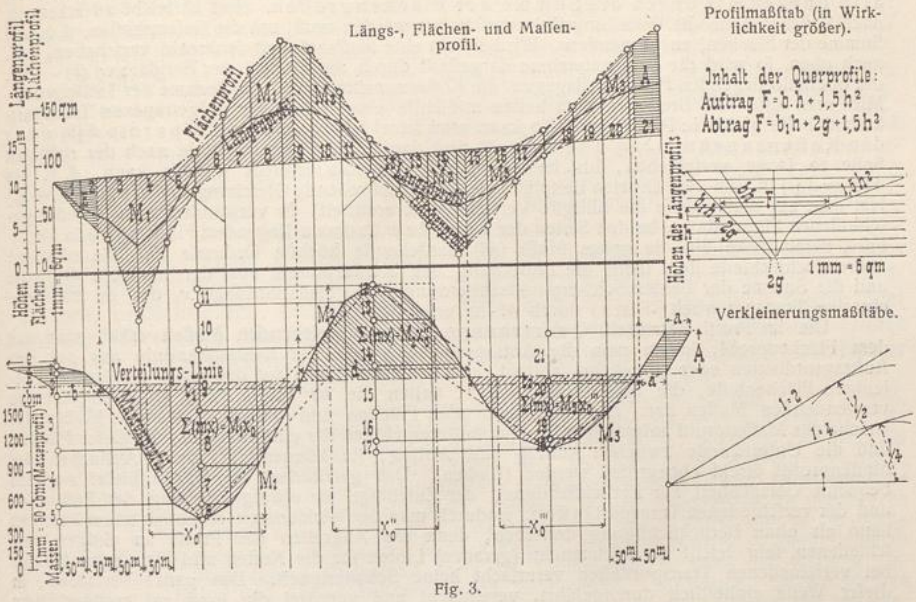


Fig. 3.

Dieſes zeichneriſche Verfahren für die Ermittlung der Erdmaſſen ſamt ihrer Verteilung und der Transportlängen und damit auch der Transportkoſten iſt folgendes (ſ. Fig. 3): Auf den Ordinaten des Längenprofils werden die Inhalte der Querprofile (bei ausführlichen Vorarbeiten durch Ermitteln aus den aufgezeichneten Querprofilen, bei allgemeinen Vorarbeiten durch Abgreifen an graphiſchen Maßſtäben mit oder ohne Querneigung) von der Bahnhöhenlinie ſenkrecht, und zwar Abtrag nach oben, Auftrag nach unten in beſtimmtem Maßſtabe, z. B. 1 mm = 2, 3 oder mehr Quadratmeter, aufgetragen, wobei die Ordinaten für die Aufträge mittels graphiſchen Maßſtabes der Auflockerung entſprechend zu verkleinern ſind. Die hierdurch erhaltene Figur iſt das Flächenprofil; ſeine Ordinaten bedeuten Flächen, ſeine Flächen Maſſen. Die Flächen unterhalb der Bahnhöhenlinie ſtellen Auftragmaſſen, die oberhalb derſelben Abtragmaſſen dar, und da in den einzelnen Querprofilen Auftrag und Abtrag vorkommen kann, können die Flächen der Auftrag- und Abtragmaſſen beliebig übereinander greifen. Bei gleichweit abſtehenden Ordinaten (man verwendet am beſten Papier mit vorgedruckten Ordinaten, z. B. Millimeterpapier) wird das Flächenprofil in ſenkrechte gleichbreite Trapeze geteilt, deren Flächeninhalte proportional der mittleren Höhe ſind. Die durch Halbierung der mit dem Zirkel addierten beiden Seitenhöhen oder durch direktes Abgreifen (bei Millimeterpapier) erhaltenen mittleren Höhen der Trapeze (1—21) der erſten Fläche des Flächenprofils werden nun in einem beſtimmten Maßſtabe (am einfachſten graphiſche Verkleinerung) unter dem Flächenprofil auf der Anfangsordinate von einem Punkt aus aneinander gereiht, nach unten (oder oben) aufgetragen, ſo daß die Summe dieſer Mittelhöhen gleich der erſten Fläche des Flächenprofils iſt. Die einzelnen Punkte werden nunmehr wagerecht auf die zugehörigen Ordinaten projiziert. Vom letzten der ſo erhaltenen Punkte aus, alſo auf der Ordinate des Uebergangspunktes zwiſchen Auf- und Abtrag erfolgt nun in gleicher Weiſe das Auftragen der mittleren Trapezhöhen der folgenden Fläche des Flächenprofils, in entgegengeſetzter Höhenrichtung. Die einzelnen Punkte werden dann wieder auf die zugehörigen Ordinaten projiziert. (In Fig. 3 iſt Abtrag nach unten, Auftrag nach oben aufgetragen, es kann dies aber gerade ſo gut umgekehrt geſchehen.) Die Verbindungslinie der Projektionspunkte auf den Ordinaten iſt das Maſſenprofil. Sind im Flächenprofil zwiſchen zwei Ordinaten Auftrag- und Abtragflächen, ſo iſt nur der Unterſchied der Trapezhöhen beider abzutragen, und zwar im Sinne des Auftrags, wenn die mittlere Höhe des den Auftrag darſtellenden Trapezes größer iſt als die des Abtrags, und umgekehrt. Die Erdmaſſen werden alſo zunächſt im Profil durch Quertransport ausgeglichen und bei der Erdverteilung kommt nur der Unterſchied zwiſchen Abtrag und Auffüllung in Betracht. Man erhält auf dieſe Weiſe das Maſſenprofil ohne jede Rechnung. Seine Ordinaten bedeuten Maſſen, ſeine Abſziſſen Weglängen, ſeine Flächen, das Produkt aus Maſſe mal Weg, Transportarbeit. Es gibt ein Bild der zu befördernden Maſſen — nach Abzug der im Querprofil zu bewegenden — und der Lage dieſer Maſſen, und jede durch das Maſſenprofil gezogene wagerechte Linie (Verteilungslinie) ſtellt einen Maſſenausgleich dar, der ſofort zeigt, welche Maſſen ſich gegenſeitig decken und wieviel Seitenentnahme (*E*) oder Ablagerung (*A*) etwa noch erforderlich iſt. Die geſchloſſenen Flächen zwiſchen Maſſenkurve und Verteilungslinie bilden in ihrer

Flächengröße ein Maß für die betreffenden Transportarbeiten $\Sigma(mx) = Mx_0$, alſo auch für die Transportkoſten, wenn wir dieſe proportional der Transportlänge annehmen. Fügt man noch die mittleren Transportlängen der Seitenentnahme (e) und Ablagerung (a) in Form von wagerechten Breiten hinzu, ſo gilt dasſelbe auch für dieſe Maſſen. Die Geſamtkoſten werden alſo dargeſtellt durch die Summe der Flächengrößen. Nun iſt leicht zu erkennen, nach welcher Seite die Verteilungslinie verſchoben werden muß, um die Geſamtkoſten, d. h. die Summe der Flächen, zu vermindern. Wird ſie um eine Maſſeneinheit ſenkrecht verſchoben, z. B. nach oben, ſo wird die Koſtenabnahme dargeſtellt durch die Summe der Berglängen (b) — d. i. der oberhalb liegenden Flächen, dagegen die Koſtenzunahme durch die Summe der Tallängen (t). Mißt man alſo dieſe Breiten — am beſten mit Hilfe einer graphiſch aufgetragenen Transportkoſtentabelle gleich in Pfennigen —, ſo kann man ſofort ſehen, ob die Erſparnis $\Sigma(b)$ oder die Koſtenzunahme $\Sigma(t)$ überwiegt, und danach die Verteilungslinie nach der richtigen Seite ſo lange verſchieben, bis keine weitere Erſparnis erreicht werden kann, d. h. bis $\Sigma(b) = \Sigma(t)$ iſt. (Im gezeichneten Beiſpiel lautet die anzuſtrebende Gleichung $e + d + a = t_1 + t_2$.) Hat man auf dieſe Weiſe die billigſte Verteilungsart ermittelt, ſo verwandelt man in jeder geſchloſſenen Figur die zu beiden Seiten der höchſten Ordinate liegenden Flächenteile in Rechtecke, deren Höhe die die ganze Maſſe (M) darſtellende höchſte Ordinate iſt. Die erhaltene andre Rechteckſeite ſtellt dann die Entfernung des Schwerpunkts von der höchſten Ordinate und die Summe der beiden Schwerpunktsentfernungen die Transportlänge x_0 dar, da man jede einzelne Transportarbeit $\Sigma(mx)$ durch $M \cdot x_0$ erſetzt hat.

Die im Profil vermittelſt Quertransports auszugleichenden Maſſen erhält man aus dem Flächenprofil, indem man die Abtragsordinaten von der Bahnhöhenlinie aus auf den Auftragsordinaten oder umgekehrt abträgt, alſo die eine Fläche auf die andre umklappt. Diejenigen Flächenteile, die ſich hierbei decken, ſtellen die im Profil durch Quertransporte zu verwendenden Maſſen dar. Die überſchießenden Flächen ſind die zu fördernden Maſſen, für welche das Maſſenprofil aufgetragen iſt. Die mittleren Höhen der einzelnen Trapeze dieſer Flächen ſind die Unterſchiede zwiſchen Auftrag und Abtrag, ſie können alſo beim Aufſuchen des Maſſenprofils direkt abgegriffen werden (ſ. oben). Das geſchilderte Verfahren bietet zugleich bequeme Gelegenheit zur Berückſichtigung der Zuſchläge für etwaige Hebung der Erdmaſſen und der verſchiedenen Transportlaſten, wodurch man der Wirklichkeit erheblich näher kommen kann als ohne Berückſichtigung derſelben, denn das Abgreifen der Preiſe an einigen verſchiedenen, ſehr leicht zu zeichnenden (geraden) Linien für die Koſten und Hebungszuſchläge bei verſchiedenen Transportlaſten verurſacht keine Schwierigkeit. Das ganze Verfahren, in dieſer Weiſe einheitlich durchgeführt, vereinfacht und verkürzt die ſonſt auf rechneriſchem Wege übliche Ermittlung der Erdmaſſen und der Förderkoſten. Es iſt viel weniger Fehlern ausgeſetzt, weil die Benutzung umfangreicher Tabellen und jede Zahlenrechnung wegfällt; man hat vielmehr den Vorgang ſtets vor Augen und kann ihn jederzeit leicht prüfen. Vorausſetzung iſt aber, daß die Transportkoſten proportional der Transportlänge ſind, was nicht ganz zutrifft.

Das Weitere hierüber, insbeſondere auch über die Herſtellung der graphiſchen Profilmaßſtäbe mit Berückſichtigung der Querneigung des Geländes, verſchiedener Böſchungsneigungen, die graphiſche Zurückführung ſchmalerer Trapezbreiten des Flächenprofils auf die Einheitsbreite, die Zeichnung der Koſtenmaßſtäbe u. ſ. w. ſ. [3].

Literatur: [1] Winkler, Vorträge über Eiſenbahnbau, Heft 5, 3. Aufl., Prag 1877. — [2] Launhardt, Das Maſſennivellement, Hannover 1877. — [3] Goering, Maſſenermittlung, Maſſenverteilung und Transportkoſten der Erdarbeiten, 2. Aufl., Berlin 1890. *Kübler.*

Maſſenwirkung, chemiſche, das von Guldberg und Waage entdeckte Geſetz, nach welchem die chemiſche Wirkſamkeit reaktionsfähiger Stoffe ihrer Maſſe, d. h. ihrer Konzentration im Volum des reagierenden Syſtems, proportional iſt. *Abegg.*

Maßgebende Steigung, die von Launhardt [1] eingeführte Bezeichnung desjenigen Neigungsverhältniſſes, welches auf einer beſtimmten Eiſenbahnbetriebsabteilung bedingend iſt für die Zugſtärke bei gegebener Zugkraft oder umgekehrt, d. h. die größte (auf längerer Strecke) vorkommende Steigung unter Hinzurechnung des (in Steigung ausgedrückten) Widerſtandes der in dieſer Steigung vorkommenden ſchärfſten Krümmungen (ſ. a. Neigungsverhältniſſe).

Bei richtiger Traſſierung ſoll deshalb — ſoweit es ſich um Bahnen mit größeren Neigungen handelt — die maßgebende Steigung (s_m) nur in gerader Linie erreicht werden. In den Krümmungen iſt ſie um den jeweiligen Krümmungswiderſtand (w_r) zu ermäßigen, ſo daß hier die wirkliche Steigung $s = s_m - w_r$ iſt und der maßgebende (größte) Zugwiderſtand (w) konſtant bleibt: $w = s + w_r = s_m$. Trifft dies zu, ſo wird die Zugkraft der Lokomotive am beſten ausgenutzt, und die Bahn erreicht den Größtwert ihrer Leiſtungsfähigkeit.

Literatur: [1] Launhardt, Theorie des Traſſierens, Hannover 1887. *Kübler.*

Maßgeſtänge (Meßgeſtänge, Meßlatte), ſ. Längenmeßinſtrumente.

Maſſicot (gelbes Bleioxyd, Bleigelb, Neugelb, auch Königsgelb genannt), analog der mehr rot gefärbten Glätte zuſammengeſetzt, als gelbe Körperfarbe faſt außer Gebrauch. Man ſtellt es dar, indem man Bleiweiß ſo weit erhitzt, bis ſowohl das darin enthaltene Bleioxydhydrat ſein Waſſer, als das kohlenſaure Bleioxyd die Kohlenſäure verloren hat. *Andés.*

Maſſieren, Maſſierungsmaſchine, ſ. Zündwaren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Maſſiv, ſ. v. w. dicht, gediegen, aus einem ganzen Stücke gefertigt, im Gegenſatz zu hohl. Es bezeichnet, daß ein Gebäude in ganz aus Steinen beſtehendem Mauerwerk, ohne Verwendung von Holz erbaut iſt. *Weinbrenner.*

Maſſivroſt (Steinroſt) beſteht aus zwei einander kreuzenden Lagen von langen Steinen, die einem Baukörper als unterſte Fundamentſchicht dienen; er iſt im weſentlichen nichts andres als ein ſteinerner Schwellroſt.

Maßlatte wird bei Aufführung eines Gebäudes aus mehreren aneinander befeſtigten Latten gefertigt und darauf die Maße der Längen, Breiten, Höhen u. ſ. w. aufgetragen. Dabei werden durch Einſchnitte die einzelnen Mauerſtärken, die Türen und Fenſter mit ihren Achſen und Weiten bezeichnet. Auch der Zimmermann bedient ſich derſelben, um nach dem ausgeführten Mauerwerk ſeine Balkenlagen anzulegen oder die Steigungen der Treppenſtufen feſtzuſtellen.

Maßſtab. Der Maßbezeichnung nach ſind zu unterſcheiden End- und Strichmaßſtäbe. Beim Endmaßſtab wird der Maßwert beſtimmt durch die Länge der Mittellinie des Stabs bis zu den rechtwinklig dazu ſtehenden Endflächen, Endſchneiden, Kugeln oder Spitzen, beim Strichmaßſtab durch zwei auf der Oberfläche des Stabs parallel zueinander gezogene Endſtriche. Dieſer äußeren Maßbezeichnung muß die innere Einteilung entſprechen. Die Fehler der Maßwerte ſind dementſprechend äußere und innere Fehler.

Dem Gebrauch nach ſind zu unterſcheiden: 1. Normalmaßſtäbe aus Metall (Platin, Meſſing, Stahl, Eiſen) und zwar ſogenannte Gebrauchs-, Kontroll- und Hauptnormale (ſ. d.) zur Prüfung und Maßvergleichung dienend; 2. Werkmaßſtäbe, in der Regel aus Holz für den öffentlichen Verkehr beſtimmt, in der Länge von 10—0,5 m (vgl. Meßwerkzeuge); 3. Zeichenmaßſtäbe und zwar Abgreifmaßſtäbe (Transverſalmaßſtäbe) und Anlegemaßſtäbe (prismatiſche) aus Metall, Glas, Elfenbein, Holz, Zellhorn, Papier; 4. Maßſtäbe für geodätiſche Meſſungen (ſ. Baſismeſſung und Längenmeßinſtrumente). Ueber die für Maßſtäbe geltenden Fehlergrenzen der äußeren und inneren Fehler ſ. Längenmaße. — Unter Maßſtab verſteht man in übertragener Bedeutung auch das Verjüngungsverhältnis der linearen Abmeſſungen von Natur und Abbild bei techniſchen Zeichnungen und Karten. So ſpricht man von großem und kleinem Maßſtab bei geringer bezw. ſtarker Verjüngung. Ueber die bei geodätiſchen Karten in Frage kommenden Verjüngungsverhältniſſe ſ. Karte. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Maßſyſtem, abſolutes. Das abſolute Maßſyſtem unterſcheidet ſich von den ſonſt gebräuchlichen Maßſyſtemen dadurch, daß es nur für Längen, Zeiten, Maſſen je eine willkürliche Einheit des Maßes feſtſetzt und die Maße aller andern meßbaren Größen ſo auf dieſe Grundmaße zurückführt, daß alle Reduktionsfaktoren erſpart werden. Das aus den Vorſchlägen von Gauß und Weber und der Feſtſtellung durch den Pariſer Kongreß vom 21. September 1881 hervorgegangene abſolute Maßſyſtem, das ſogenannte Gramm-Zentimeter-Sekunde-Syſtem (abgekürzt = G.C.S.), hat als Einheit der Maſſe das Gramm, d. h. die Maſſe von 1 ccm Waſſer, als Einheit der Länge das Zentimeter und als Einheit der Zeit die Sekunde. Dieſe drei ſind die fundamentalen Einheiten; alle andern ſind abgeleitete Einheiten und laſſen ſich in Funktionen von Potenzen der fundamentalen Einheiten ausdrücken. Dieſe Funktionen heißen ihre Dimenſionen und werden durch in eckige Klammern geſetzte Produkte der Potenzen der drei fundamentalen Größen: $[L]$ Länge, $[M]$ Maſſe, $[T]$ Zeit dargeſtellt. Wir unterſcheiden 1. geometriſche, 2. mechaniſche, 3. kaloriſche, 4. elektroſtatiſche, 5. magnetiſche und 6. elektromagnetiſche Einheiten.

1. Flächen ſind von der Dimenſion $[L^2]$, ihre Maßeinheit iſt das Quadratzentimeter; Volumina $[L^3]$ haben als Einheit das Kubikzentimeter.

2. Die mittlere Geſchwindigkeit eines Körpers wird gefunden, wenn man ſeinen Weg $[L]$ durch die Zeit $[T]$ dividiert, in welcher der Weg zurückgelegt wird, die Geſchwindigkeit hat daher die Dimenſion $[LT^{-1}]$; ihre Einheit iſt diejenige, bei welcher pro Sekunde 1 cm Weg beſchrieben wird. Die gleichmäßige Beſchleunigung oder die für die Zeiteinheit berechnete Zunahme der Geſchwindigkeit innerhalb einer gemeſſenen Zeit iſt von der Dimenſion $[LT^{-2}]$. Die Beſchleunigung der Schwere (ſ. d.) hat am Aequator den Wert $g = 978{,}1$, am Nordpol $g = 983{,}1$ und unter 45° Breite $g = 980{,}6$. Eine Kraft iſt um ſo größer, je größer die von ihr bewegte Maſſe und je größer die von ihr bewirkte Beſchleunigung; ſie iſt von der Dimenſion $[MLT^{-2}]$; ihre Einheit, die Dyne, iſt der 980,6. Teil des Gewichts von 1 ccm Waſſer, denn die Maſſe von 1 g erleidet durch die Schwere eine Beſchleunigung von 980,6 cm. Man verwechſle alſo nicht die beiden Bedeutungen: Gramm gleich Einheit der Maſſe im abſoluten Maßſyſtem und Grammgewicht gleich Einheit einer Kraft im konventionellen Maßſyſtem im Betrage von 980,6 Dynen. Letztere Größe, das Grammgewicht, iſt mit der geographiſchen Breite und mit der Erhebung über die Meeresoberfläche veränderlich, erſtere unveränderlich. Das Gewicht eines Körpers, das an ſich eine mit dem Orte veränderliche Kraft iſt und bei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſeiner Ermittlung mittels einer Federwage ſich als ſolche erweiſt, dient ſcheinbar als konventionelles Maß für die Maſſe. In Wirklichkeit vergleicht die Wägung mittels einer Gewichtswage die Maſſen, weil Ware und Gewichtſtücke ihre Gewichte in gleichem Verhältnis mit dem Orte verändern. Ein Körper hat in der Tat ebenſoviel Gramm Maſſe nach abſolutem Maßſyſtem, als er nach dem konventionellen Gewichtſyſtem Gramm an Gewicht beſitzt. Die Einheit der Arbeit heißt Erg. Wir ſetzen die Arbeit gleich dem Produkt aus der Kraft und der Projektion des Weges auf die Kraftrichtung; daraus folgt die Dimenſion $[ML^2T^{-2}]$ und die Definition von Erg als diejenige Arbeit, welche verrichtet wird, wenn die Kraft von 1 Dyne über den Weg von 1 cm wirkt. Von derſelben Dimenſion und daher eine der Arbeit gleichartige Größe, welche in derſelben Einheit gemeſſen wird, iſt das halbe Produkt aus Maſſe und Quadrat der Geſchwindigkeit, die ſogenannte lebendige Kraft. Die Arbeit, durch welche ein Kilogramm ein Meter hoch gehoben wird, heißt nach konventionellem Maßſyſtem ein Kilogrammeter oder Meterkilogramm (m/kg). Da ein Meter gleich 100 Längeneinheiten und ein Kilogramm des konventionellen Maßſyſtems gleich 980 600 Krafteinheiten (Dynen) des abſoluten Maßſyſtems iſt, ſo iſt ein Meterkilogramm gleich 98 060 000 Erg. Die Einheit des Effekts, d. h. der in der Zeiteinheit geleiſteten Arbeit, Dimenſion $[ML^2T^{-3}]$ verhält ſich zu einer Pferdekraft (75 m/kg pro Sekunde) wie $1 : (75 \cdot 98\,060\,000)$. Der zehnfache Betrag dieſer abſoluten Einheit heißt Watt. Eine Pferdekraft iſt daher gleich 735,5 Watt. Bei den drehenden Bewegungen ſind noch weitere Begriffe zu unterſcheiden: Die Winkelgeſchwindigkeit iſt die in der Zeiteinheit beſchriebene Kreisbogenlänge vom Radius 1, ſie iſt von der Dimenſion $[T^{-1}]$, die Winkelbeſchleunigung (ſ. d.) iſt von der Dimenſion $[T^{-2}]$, das Drehungsmoment, das Produkt aus Kraft in ihrem Hebelarm, hat die Dimenſion $[ML^2T^{-2}]$, das Trägheitsmoment, das Produkt oder die Summe der Produkte aus Maſſe und Quadrat des Dreharmes, hat die Dimenſion $[ML^2]$. Noch ſei die Dimenſion $[ML^{-1}T^{-2}]$ des Elaſtizitätsmoduls erwähnt, er iſt eine auf die Flächeneinheit bezogene Kraft, diejenige Kraft, durch deren Zug ein Stab von 1 qcm Querſchnitt in ſeiner Länge verdoppelt wird. Von derſelben Dimenſion iſt der Druck, das auf die Flächeneinheit bezogene Gewicht einer Queckſilberſäule. Der Druck von einer Atmoſphäre, gleich 76 cm Queckſilberſäule, iſt gleich 1 013 200 Einheiten des abſoluten Maßſyſtems.

3. Die der Arbeitseinheit, dem Erg, äquivalente Wärmemenge iſt die Einheit der Wärme im abſoluten Maßſyſtem. Die konventionelle Einheit Kalorie, oder genauer Grammkalorie, nämlich diejenige Wärmemenge, welche die Temperatur eines Gramms Waſſer von 0 auf 1 ° C. erhöht, iſt entſprechend dem mechaniſchen Wärmeäquivalent (1 Kalorie = 0,425 m/kg gleich 41,7 Millionen Erg). Die ſogenannte abſolute Temperatur iſt kein dem abſoluten Maßſyſtem entſpringendes Temperaturmaß, ſie iſt der 273fache Betrag einer Zahl, welche das Volumen eines idealen Gaſes bei der zu meſſenden Temperatur zu demjenigen Volumen ins Verhältnis ſetzt, welches bei gleichem Druck demſelben Gas beim Gefrierpunkt des Waſſers zukommt. So wenig wie das Temperaturmaß aus dem abſoluten Maßſyſtem abgeleitet iſt, kann auch der davon abhängige Maßbegriff Ausdehnungskoeffizient aus demſelben abgeleitet werden. Begriffe dieſer Art haben in Beziehung auf die drei Grundmaße die Dimenſion 1, d. h. $[M^0L^0T^0]$, ebenſo verhält es ſich mit den Maßbegriffen: ſpezifiſche Wärme, ſpezifiſches Gewicht, Atomgewicht u. a.

4. Die Abſtoßung zweier elektriſch geladenen kleinen Kugeln iſt dem Produkt der Elektrizitätsmengen e und e' direkt und dem Quadrat der Entfernung r umgekehrt proportional. Wir ſetzen daher den Quotient $\frac{ee'}{r^2}$ gleich einer Kraft $[MLT^{-2}]$, und es iſt e von der Dimenſion $[M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{3}{2}}T^{-1}]$. Die Einheit der elektriſchen Menge ſtößt eine gleichgroße Menge im Abſtand von 1 cm mit der Kraft von einer Dyne ab. Dieſe Menge heißt genauer die Einheit der elektriſchen Menge in elektroſtatiſchem Maß. — Ein elektriſch geladener Körper übt auf andre geladene Körper Kraftwirkungen aus, die man als Summen von Fernwirkungen auffaſſen kann, welche zwiſchen je zwei geladenen Punkten ſtattfinden. Der Quotient $\frac{e}{r}$ der elektriſchen Ladung e eines Punktes und ſeines Abſtandes r von einem andern Punkt heißt das Potential der Ladung e auf den Punkt in der Entfernung r. Die nach r gebildete Ableitung der Potentialfunktion, die Funktion $-\frac{e}{r^2}$, gibt ein Maß für die zwiſchen den zwei Punkten wirkende Kraft, wenn der eine die elektriſche Quantität e, der andre die Quantität 1 als Ladung enthält. Das elektroſtatiſche Potential iſt von der Dimenſion $[M^{\frac{1}{2}}L^{\frac{1}{2}}T^{-1}]$. Das elektroſtatiſche Potential gibt die Arbeit an, welche die elektriſche Abſtoßung leiſtet, wenn die Quantität 1 von der Quantität e bis auf unendliche Entfernung abgeſtoßen wird. — Eine leitende Kugel vom Radius ϱ, welche mit der Quantität e geladen iſt, übt auf einen Punkt im Abſtande r vom Kugelmittelpunkt das Potential $v = \frac{e}{r}$ aus, falls $r \geq \varrho$, dagegen das Potential $v = \frac{e}{\varrho}$, falls $r < \varrho$. Für einen irgendwie geſtalteten Konduktor hat das Potential v an jedem Punkte ſeiner Oberfläche einen konſtanten Wert $v = \frac{e}{c}$, wenn e die Quantität der Ladung des Konduktors iſt. Die Größe c, der Quotient der Ladung und des Oberflächenpotentials, heißt die Kapazität des Konduktors und hat die Dimenſion $[L]$. Derjenige Konduktor beſitzt die Einheit der Kapazität, deſſen Oberfläche infolge der Ladung durch die Menge $e = 1$ in beliebigem Punkte das Potential $v = 1$ erhält. — Der Maßbegriff Dielektrizitätskonſtante iſt vom abſoluten Maßſyſtem unabhängig und daher von der Dimenſion 1.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

5. Aus ähnlichem Grunde wie bei der Menge der elektriſchen Ladung ſetzt man die Dimenſion der Polſtärke der als Ladung gedachten Menge des freien Magnetismus gleich $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1}]$. Die Fernwirkungen eines Magnets laſſen ſich erſetzen durch diejenigen eines idealen Magnets, deſſen nord- und ſüdmagnetiſche Ladungen je in einem Punkt vereinigt ſind. Ein mit der Menge 1 geladener Magnetpol ſtößt einen mit derſelben Menge geladenen Pol eines andern Magnets auf 1 cm Entfernung mit der Kraft von 1 Dyne ab. Das Produkt μ aus dem Abſtand l der Pole eines Magnets in die Stärke der Ladung μ des einen Pols heißt das magnetiſche Moment des Magnets, Dimenſion $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{5}{2}} T^{-1}]$. Dem elektroſtatiſchen Potential entſprechend iſt auch das magnetiſche Potential von der Dimenſion $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1}]$ und ſtellt eine durch eine Ladungsmenge dividierte Abſtoßungsarbeit dar. Würde ein Magnetpol von der Ladung μ in einem Punkte des Feldes eines Magnets eine Abſtoßung K erleiden, ſo nennt man den Quotienten aus der Kraft K und der magnetiſchen Menge μ die Feldſtärke im betreffenden Punkt. Die Feldſtärke oder Intenſität des magnetiſchen Feldes iſt von der Dimenſion $[M^{\frac{1}{2}} L^{-\frac{1}{2}} T^{-1}]$. Die Einheit der Feldſtärke iſt diejenige, bei welcher auf einen nordſuchenden Einheitspol die Abſtoßung von 1 Dyne ausgeübt wird.

6. Diejenige Stärke eines galvaniſchen Stromes wird gleich der Einheit der Stromſtärke geſetzt, bei welcher 1 cm Stromlänge zum Kreisbogen von 1 cm Radius gebogen auf einen magnetiſchen Einheitspol im Kreismittelpunkt eine zur Kreisebene ſenkrechte Abſtoßung von einer Dyne erzeugt. Oder auch: der Strom von der Intenſität 1, wenn er eine Fläche 1 umſtrömt, wirkt in die Ferne wie ein Magnet vom Moment 1. Der 10. Teil dieſer abſoluten Einheit der Stromſtärke heißt ein Amper (Ampère); das Amper dient als praktiſche Einheit. Ein Kreisſtrom vom Radius r und der Intenſität (Stärke) i erteilt einem Pol von der Stärke μ im Kreismittelpunkt eine Abſtoßung $K = \mu i \frac{2\pi}{r}$. Daraus ergibt ſich die Dimenſion von i als Produkt von Kraft und Länge dividiert durch Polſtärke, alſo $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1}]$. Die Stromſtärke kann auch aufgefaßt werden als die in der Sekunde durch einen Querſchnitt des Leitungsdrahtes ſtrömende Elektrizitätsmenge, oder: die Elektrizitätsmenge iſt ein Produkt von Stromſtärke und Zeit, Dimenſion $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}}]$. Dieſe Dimenſion unterſcheidet ſich von derjenigen im elektroſtatiſchen Maße $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-1}]$ durch die einer Geſchwindigkeit $[L T^{-1}]$. Durch Meſſung derſelben Elektrizitätsmenge in beiderlei Maß fanden Weber und Kohlrauſch [1] u. a. den Wert des Verhältniſſes beider Maße gleich 3.10^{10} cm (Lichtgeſchwindigkeit). Durch einen Leitungsdraht, deſſen Strom die Intenſität 1 beſitzt, fließt in der Sekunde die Elektrizitätsmenge 1. Der 10. Teil dieſer abſoluten Einheit der Menge iſt die praktiſche Einheit, das Coulomb. — Das umgekehrte Verhältnis, wie zwiſchen den Dimenſionen der Menge, beſteht zwiſchen denen des elektroſtatiſchen und elektromagnetiſchen Potentials, letzteres iſt von der Dimenſion $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2}]$, denn in beiden Maßen iſt das Produkt von Menge und Potential eine Arbeit. Der Unterſchied der Potentialwerte zweier leitend verbundenen Punkte heißt die elektromotoriſche Kraft (E.K.) der Leitung. Dieſelbe hat alſo als Potentialdifferenz dieſelbe Dimenſion wie das Potential. Die elektromotoriſche Kraft einer Leitung hat den Wert 1, wenn die Einheit der Arbeit nötig iſt, um die Menge 1 vom Punkte niedrigeren zum Punkte höheren Potentials überzuführen, oder wenn bei umgekehrtem Ueberfließen die Einheit der Arbeit gewonnen wird. Der 10^8 fache Betrag dieſer abſoluten Einheit iſt die praktiſche Einheit, das Volt. — Strömt in t Sekunden die Menge q, alſo pro Sekunde die Menge $i = \frac{q}{t}$ (i = Stromſtärke) von einem Punkt höheren zu einem andern um v Einheiten niedrigeren Potentials, ſo liefert der Strom $v\,i$ Arbeitseinheiten pro Sekunde. Der Effekt eines elektriſchen Stroms iſt daher gleich dem Produkt aus Stromſtärke und elektromotoriſcher Kraft und von derſelben Dimenſion wie der mechaniſche Effekt $[M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{3}{2}} T^{-2}] \times [M^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} T^{-1}] = [M L^2 T^{-3}]$. Die praktiſche Einheit des Effekts iſt ein Volt-Amper oder ein Watt gleich 10^7 abſoluten Einheiten (ſ. oben unter 2.). — Das Verhältnis $\frac{v}{i}$ der elektromotoriſchen Kraft zur Stromſtärke iſt nur von der Beſchaffenheit der Leitung abhängig (Geſetz von Ohm) und heißt Widerſtand, Dimenſion $[L T^{-1}]$. Die praktiſche Widerſtandseinheit iſt das Ohm, gleich dem 10^9 fachen Betrag der abſoluten Einheit des Widerſtands, ſo daß für die in praktiſchen Einheiten ausgedrückten Werte von Widerſtand w, Stromſtärke i und elektromotoriſcher Kraft v dieſelbe Beziehung $w\,i = v$ beſteht wie für die in abſoluten Einheiten ausgedrückten Werte. — Wird ein Kondenſator durch die elektriſche Menge q bis zum Potential v geladen, ſo heißt der Quotient $c = \frac{q}{v}$ die Kapazität des Kondenſators, Dimenſion $[L^{-1} T^2]$. Dieſelbe iſt in elektromagnetiſchem Maß $(3.10^{10})^2$ mal kleiner als in elektroſtatiſchem, oder ihre Einheit iſt 9.10^{20} mal größer im elektromagnetiſchen Maß. Als praktiſche Einheit dient der 10^{-9} fache Betrag der abſoluten elektromagnetiſchen Einheit oder der Betrag von 9.10^{11} elektroſtatiſchen Einheiten, das Farad. — Ober- und Unterabteilungen der praktiſchen Einheiten bezeichnet man durch Vorſilben: Megohm = 1 000 000 Ohm, Mikrohm = 1/1000000 Ohm, Mikrofarad = 1/1 000000 Farad, Milliamper = 1/1000 Amper. — Nach Verſuchen von F. und W. Kohlrauſch [2] ſcheidet ein Coulomb (oder der Strom von 1 Amper pro Sekunde) im Voltameter 1,11826 mg Silber aus (nach Lord Raleigh 1,11794 mg); es iſt daher den Eichungen durch die Phyſikaliſch-techniſche Reichsanſtalt der Betrag von 1,118 mg Silber pro Coulomb zugrunde gelegt. Der Widerſtand

von 1 Ohm ist gleich dem Widerstand eines Quecksilberfadens von 106,3 cm Länge und 14,452 g Masse (oder 1 qmm Querschnitt bei 13,5956 spez. Gew.). — Für weitere Ausführungen sei verwiesen auf [3]—[7].

Literatur: [1] Kohlrausch, R., und Weber, W., Zurückführung der Stromintensitätsmessungen auf mechan. Maß, Abh. der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss., Leipzig 1857, Bd. 3, S. 221. — [2] Kohlrausch, F. und W., Das elektrochemische Aequivalent des Silbers u. s. w., Wiedem. Annalen 1886, Bd. 27, S. 1. — [3] Elementare Vorlesungen über Elektrizität und Magnetismus von Silvanus P. Thompson, übersetzt von Himstedt, Tübingen 1887, S. 298—300 und S. 348—349. — [4] Kohlrausch, F., Leitfaden der prakt. Physik, Leipzig 1892, S. 380—400. — [5] Ders., Lehrbuch der prakt. Physik, Leipzig und Berlin 1901. — [6] Hovestadt, Lehrbuch der absoluten Maße und Dimensionen der physikalischen Größen, Stuttgart 1892; enthält zahlreiche Aufgaben nebst deren Lösungen. — [7] Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik, 5. Aufl., Leipzig 1899, Bd. 3, S. 1230 ff.

Aug. Schmidt.

Maß- und Gewichtswesen. Die Ordnung und Beaufsichtigung des Maß- und Gewichtswesens ist bei allen Kulturvölkern dem Staate vorbehalten und erfolgt auf dem Wege der Gesetzgebung durch den Erlaß einer Maß- und Gewichtsordnung. Die Bestimmungen der letzteren umfassen in der Regel das Maß- und Gewichtssystem, die Verwaltung und die Maß- und Gewichtspolizei.

Von den zahlreichen früher gebräuchlichen Maß- und Gewichtssystemen hat jetzt das metrische System die weiteste Verbreitung gefunden. Seinen Ursprung nahm es aus Frankreich, wo es durch Gesetz vom 7. April 1795 und Nachtragsgesetz vom 10. Dezember 1799 eingeführt wurde. Dem Beispiele Frankreichs folgten 1816 die Niederlande, 1836 Belgien, 1849 Spanien, 1861 Italien, 1868 Deutschland, Oesterreich-Ungarn und Portugal u. s. w. Am 20. Mai 1875 wurde dann die Internationale Meterkonvention zwischen folgenden 17 Staaten abgeschlossen: Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Belgien, Brasilien, der Argentinischen Konföderation, Dänemark, Spanien, den Vereinigten Staaten von Amerika, Frankreich, Italien, Peru, Portugal, Rußland, Schweden und Norwegen, Schweiz, Türkei und Venezuela. Ferner traten bei: 1879 Serbien, 1882 Rumänien, 1884 Großbritannien, 1885 Japan und 1890 Mexiko, während die Türkei und Brasilien inzwischen wieder ausgetreten sind. Die Grundlage des Maßes und Gewichtes im metrischen System ist das Meter und das Kilogramm (s. d.). Beide Einheiten sind verkörpert durch die internationalen Prototype, die bei dem internationalen Maß- und Gewichtsbureau in Breteuil bei Paris niedergelegt sind. Von den internationalen Prototypen sind aus gleichem Material und in gleicher Ausführung Kopien angefertigt, die nationalen Prototype oder Urmaße, die den einzelnen Vertragsstaaten übergeben sind und von ihnen aufbewahrt werden. In Deutschland sind die Urmaße im Dienstgebäude der Kaiserl. Normaleichungskommission (Charlottenburg-Berlin, Werner-Siemens-Straße 27) in einem feuer- und diebessicheren Schrank niedergelegt. Die Urmaße werden in zehnjährigen Zwischenräumen dauernd mit dem internationalen Prototyp verglichen.

Neben dem metrischen kommen hauptsächlich noch zwei Maß- und Gewichtssysteme in Betracht, das englische, bei dem das Yard die Einheit des Längenmaßes und das Pound Avoir du pois die Einheit des Gewichtes bildet, ferner das russische mit der Saschen als Einheit des Längenmaßes und dem russischen Pfund zu 409,512 Gramm als Gewichtseinheit (s. d.).

Von den Urnormalen werden die Hauptnormale der Landesbehörden, von den Hauptnormalen die Kontrollnormale, von diesen die Gebrauchsnormale abgeleitet, mit denen die Meßgeräte des Verkehrs verglichen werden. So werden die letzteren durch Vermittlung immer genauerer Zwischenglieder an das Prototyp angeschlossen. Die Meßgeräte des Verkehres müssen nach den Bestimmungen der Maß- und Gewichtsordnungen der verschiedenen Staaten geeicht sein, und sie müssen richtig sein. Um die Benutzung geeichter Maße, Gewichte, Wagen u. s. w. zu erzwingen, haben einige Staaten deren Verfertigung sich allein vorbehalten, während in andern der Verkauf ungeeichter Meßgeräte verboten ist. In Deutschland sind die Verfertigung und der Verkauf freigegeben, dafür aber finden in bestimmten Fristen polizeiliche Revisionen bei den Gewerbetreibenden statt, bei denen ungeeichte Geräte beschlagnahmt werden, während ihre Besitzer in Strafe verfallen. Unbedingt richtige Meßgeräte gibt es natürlich nicht; als richtig gelten daher alle Gegenstände, die innerhalb gewisser, in den meisten Staaten fast übereinstimmend festgesetzter Fehlergrenzen mit ihren Sollwerten übereinstimmen. In den meisten deutschen Bundesstaaten überläßt man die Sorge für die Richtighaltung ihrer Meßgeräte den Gewerbetreibenden selbst. In gewissen Fristen prüfen dann die Polizeiorgane unter Zuziehung eines Eichbeamten in den Geschäften die Maße, Gewichte, Wagen u. s. w. nach. Auch bei diesen technischen Revisionen werden die unrichtigen Meßgeräte beschlagnahmt und ihre Besitzer zur Bestrafung angezeigt. In allen Deutschland benachbarten Staaten sowie in Bayern, Sachsen und den Reichslanden herrscht das System der periodischen Nacheichung, d. h. alle Gewerbetreibenden müssen innerhalb gewisser Fristen ihre Meßgeräte zur Erneuerung der Eichung vorlegen, wobei die unrichtigen berichtigt werden, ohne daß ihre Besitzer zur Verantwortung gezogen werden. Die Polizei hat dann nur nachzuschauen, daß keine Meßgeräte ohne Nacheichungsstempel sich im Verkehr befinden. Bei den überwiegenden Vorzügen dieses Systems ist seine Einführung im ganzen Reichsgebiet in Aussicht genommen und nahe bevorstehend.

An der Spitze der Organisation des Maß- und Gewichtswesens steht eine Normaleichungskommission, in England „Board of trade" genannt, die meist die Urmaße aufbewahrt und die Normale der Eichungsaufsichtsbehörden prüft, auch alle für den Fortschritt des Maß- und Gewichtswesens erforderlichen wissenschaftlichen Untersuchungen ausführt. Unter der technischen Zentralinstanz stehen in Deutschland 23 Eichungsinspektionen, denen die Hauptnormale anvertraut sind. Ihre Hauptaufgabe besteht in der Ueberwachung der unteren Organe und in der wiederkehrenden Prüfung der Kontroll- und Gebrauchsnormale. Die Eichungen werden durch staatliche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

oder gemeindliche Eichämter ausgeführt. Welche Bedingungen die Eichgegenſtände erfüllen müſſen, um zur Eichung zugelaſſen zu werden, wird durch die Eichordnung (ſ. d.) feſtgeſetzt.

In Deutſchland gilt z. B. die Maß- und Gewichtsordnung für den Norddeutſchen Bund vom 17. Auguſt 1868, die durch § 2 der Verfaſſung des Deutſchen Reichs vom 16. April 1871 zum Reichsgeſetz erhoben wurde. Eine neue Faſſung erhielt dieſe Ordnung durch Geſetz vom 11. Juli 1884 und vom 26. April 1893. Eine neue Maß- und Gewichtsordnung wird in allernächſter Zeit veröffentlicht werden. In England gilt der „weights and measures act“ vom Jahre 1878, in Oeſterreich datiert die Maß- und Gewichtsordnung vom 23. Juli 1871 mit Nachträgen vom 24. März 1876 und 10. April 1884. Die ungariſche Maß- und Gewichtsordnung wurde durch Geſetz VIII vom Jahre 1874 eingeführt. In Rußland wurde das Maß- und Gewichtsweſen durch Ukas vom 11. Oktober 1835 geſetzlich geregelt, in der Schweiz durch Geſetz vom 3. Juli 1875, in Frankreich durch Geſetz vom 4 Juli 1837.

Literatur: Barczynſki, Handbuch des deutſchen Maß- und Gewichtsweſens; Lipowſki, Die auf das Maß- und Gewichtsweſen in Bayern bezüglichen geſetzlichen und verordnungsmäßigen Beſtimmungen; v. Thaa, Das Maß- und Gewichtsweſen und der Eichdienſt in Oeſterreich; Chaney, Our weights and measures; Guillemot, Conseils et renseignements aux vérificateurs des poids et mesures.

Plato.

Maßvergleichung. Zur Prüfung und Vergleichung von Maßſtäben, Baſisapparaten und Längenmeßinſtrumenten mit Normalmaßen ſowie dieſer untereinander dienen beſondere Vergleichsapparate, die Komparatoren (ſ. d.). — Eine vergleichende Zuſammenſtellung von verſchiedenen älteren Längenmaßen mit dem metriſchen Syſtem iſt unter Längenmaße (ſ. d.) aufgeführt. Ueber die beim geodätiſchen Anſchluß von Triangulierungsnetzen ſich ergebende Maßvergleichung ſ. Triangulierung.

(† Reinhertz) Hillmer.

Maßwerk, eine der Gotik eigentümliche Verzierung der Flächen, meiſt aus Kreiſen oder Kreisteilen gebildet.

Seine hauptſächlichſte Verwendung findet es an den Fenſtern oder Brüſtungsgeländern (ſ. Fig. 1) als durchbrochene Arbeit. Aber auch ganze Wandflächen, Giebelfelder (ſ. Wimperge)

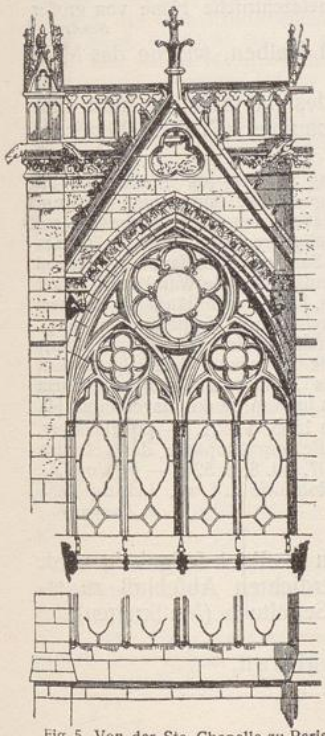


Fig. 5. Von der Ste. Chapelle zu Paris. *A* Alter Pfoſten. *BB* Wandpfoſten. *CC* Junge Pfoſten.

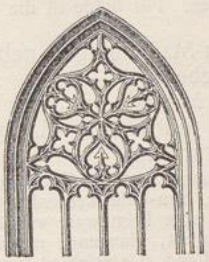


Fig. 4. Fiſchblaſenmaßwerk von der Lambertikirche zu Münſter (14. Jahrhundert).

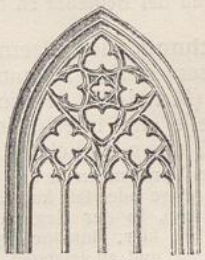


Fig. 6. Von der Wieſenkirche zu Soeſt.

oder die Fache der Steinhelme der Türme (ſ. Fig. 2) ſind dadurch belebt. Beſonders reizvoll ſind die Maßwerke der Roſen und vielteiligen Kirchenfenſter, an welchen ſich die Entwicklung dieſer eigenartigen Verzierung verfolgen läßt. Anfänglich nur als Kreis, der auf zwei Spitzbogen aufruht, gebildet, kam durch Einſetzen der Naſen (ſ. Fig. 3) die Teilung der Kreiſe,

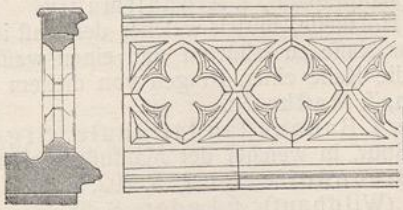


Fig. 1. Brüſtung vom Gürzenich zu Cöln a. Rh.

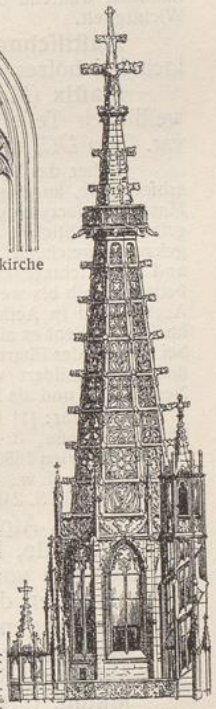


Fig. 2. Turmſpitze der Frauenkirche zu Eßlingen a. N.



Fig. 3.

als Drei-, Vier- oder Fünfpaß u. ſ. w. (ſ. Paß), ſowie ſpäter die Fiſchblaſe (Fig. 4), eine länglich geſtreckte Form, auf. In der beſten Zeit zeigt ſich eine organiſche Ausbildung der großen Fenſter mit Hauptteilung auf ſogenannten

alten Pfoſten, zwiſchen welchen die ſchwächere Zwiſchenteilung auf ſogenannten jungen Pfoſten aufſetzte (Fig. 5, 6 und 7). Dabei bildete der obere Teil das Maß-, der untere das Stabwerk. In der vielfachen Verſchiedenartigkeit der Formgebung des Maßwerks ſpricht ſich eine überreiche Phantaſie und Geſtaltungskraft aus, die jener Kunſtperiode eigen war.

Literatur ſ. Bauſtile, Bd. 1, S. 632 [10]. *Weinbrenner.*

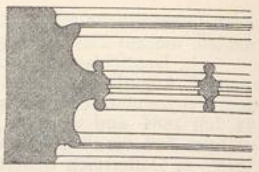


Fig. 7. Fenſtergrundriß vom nördlichen Seitenchor der Wieſenkirche zu Soeſt.

Maſt eines Schiffes, ein Rundholz zum Tragen und Setzen der Segel (ſ. Bemaſtung); Rohrmaſte, ſ. Eiſenbahnen, elektriſche. Vgl. a. Signalmaſt.

Maſtbalken, Decksbalken, welche die Maſtlöcher begrenzen; ſ. Schiffbau.

Maſtenbauwerkſtatt einer Schiffswerft dient zur Herſtellung der eiſernen bezw. hölzernen Maſten und Rundhölzer (ſ. Werft).

Maſtenkran, entweder ein am Ufer aufgeſtellter Kran einfachſter Art zum Einſetzen, Aufrichten oder Niederlegen von Schiffsmaſten (z. B. an feſten Brücken, deren Durchfahrtshöhe zu gering iſt [Maſtenrichter]) oder ein ſogenannter Scherenkran, beſtehend aus einem zweibeinigen Ausleger mit Rolle oder Block, dem gemeinſamen oberen Ende und zwei feſten, um Zapfen drehbaren Fußpunkten und einem am Fußende horizontal verſchiebbaren dritten Maſt, oder ein neuerdings bei Schiffshellingen aufgeſtellter Maſt, mit einem oder mehreren Ladebäumen verſehen, zur Erleichterung des Hebens und Einbauens aller möglichen bei einem Schiffsneubau erforderlichen Gegenſtände.

Oft findet man den Scherenkran als Schwimmkran ausgebildet, der außen zum Einſetzen von Keſſeln und Maſchinen in größere Schiffe, zum Heben geſunkener kleinerer Fahrzeuge dient und zwecks Fortbewegung mit zwei, drei oder vier Propellern verſehen iſt. — Beim Heben verwendet man als Gegengewicht in den Ponton, der den Kran trägt, eingelaſſenes Waſſer. Beſondere Rückſicht iſt bei der Konſtruktion ſolcher Krane auf die Trimmänderungen und die Stabilität während des Betriebes zu legen. Für beide iſt die metazentriſche Höhe von großer Wichtigkeit. *Schütte.*

Maſtfiſchung, die hölzernen Maſtſchlingen nebſt Kalben, welche das Maſtloch bei hölzernen Schiffen umgeben.

Maſtix (Maſtiche, Resina Mastix), das Harz des im ſüdlichen und ſüdweſtlichen Teile der Inſel Chios kultivierten Maſtixbaumes (Pistacia Lentiscus var. Chia *DC*, die männliche Kulturform).

Ueber das Vorkommen in der Pflanze und die Gewinnung vgl. [1]—[4]. Pfefferkorn- bis erbſengroße, kugelige oder faſt kugelige, birn- oder keulenförmige Stücke (ſogenannte Tränen, Mastix in lacrymis), in der elegierten oder Primaware von blaßzitronengelber Farbe (oft mit grünlichem Stiche), klar, durchſichtig, glatt, glänzend, muſchelig brechend, mit den Zähnen gekaut erweichend und an letzteren haftend (Unterſchied von Sandarak), balſamiſch riechend und bitter ſchmeckend, meiſt oberflächlich weiß beſtäubt; Sekunda (naturelle Ware) trüb, ſtärker beſtäubt, gelb bis weißrötlich. Erweicht bei 90°, ſchmilzt bei 108°, löſt ſich vollſtändig in warmem Aceton und in Aether, größtenteils in Schwefelkohlenſtoff, Amylalkohol, Terpentinöl u. dergl. Im Orient dient es als Kaumittel und zur Bereitung eines alkoholiſchen Getränks (Raky, Mastiki); bei uns in der Pharmazie zu Pflaſtern, Kitten, techniſch als Zuſatz zu Lacken, deren Sprödigkeit dadurch gemildert wird [3], zu Firnis für Holzvergoldung, als Zuſatz zu photographiſchem Negativlack und als Decklack bei der Zinkätzung von Autotypien im Reproduktionsverfahren [4].

Literatur: [1] Unger und Kotſchy, Die Inſel Cypern, Wien 1865, S. 421. — [2] Flückiger, Pharmakognoſie, 3. Aufl., Berlin 1892. — [3] Hartwich in der Realencyklopädie der geſamten Pharmazie, Wien 1889, Bd. 6, S. 563; Tſchirch, ebend., 2. Aufl., 1907, Bd. 8, S. 524.. — [4] Vogl, A., Kommentar u. ſ. w., Wien 1892, Bd. 2, S. 446. — [4] Wiesner, Rohſtoffe u. ſ. w., Leipzig 1900, 2. Aufl., Bd. 1, S. 248. *T. F. Hanauſek.*

Maſtix, Aſphaltpräparat, ſ. Aſphaltmaſtix.

Maſtkeile, Holzkeile, mittels welcher der Maſt im Maſtloch feſtgekeilt wird. Um dieſelben vor Näſſe zu ſchützen und einen waſſerdichten Abſchluß zu erzielen, erhalten die Keile einen Kragen von dickem Segeltuch (Maſtkragen).

Maſtkragen, ſ. Maſtkeile.

Maſtſignale, ſ. Bahnzuſtandsſignale, Signalmaſt.

Maſtſpur, Spur, in welcher der Maſtfuß gelagert iſt.

Maſud, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 292.

Mataderos (Wildhaut), ſ. Leder, S. 85.

Mater (Matrize), ſ. Schriftgießerei.

Materialgräben, ſ. Seitenentnahme.

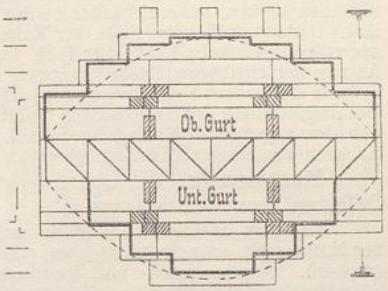
Materialprüfung, Feſtſtellung der Brauchbarkeit, der Dauer und des Wertes von Materialien, insbeſondere durch Prüfung auf Feſtigkeit (ſ. Feſtigkeits-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

probiermaſchinen), auf chemiſche und phyſikaliſche Konſtitution u. ſ. w. (vgl. Analyſe, Metallographie, Mikroſkop u. ſ. w.).

Materialverteilung (Stoßſchema), eine zeichneriſche Darſtellung der Länge und der Anordnung, die man den einzelnen Stäben der Gurtung eines Fachwerks oder eines Vollwandträgers gibt.

Sie dient dazu, im Anſchluß an die Kurve der Gurtungskräfte die Länge der einzelnen Stäbe einer Gurtung feſtzuſtellen, und geſtattet zugleich, deren Stöße und Stoßdeckungen einzuzeichnen und damit ein überſichtliches Bild von der Verteilung des Materials herzuſtellen. — Untenſtehende Figur zeigt die Materialverteilung für die Gurtungen eines eiſernen Fachwerks mit Zugdiagonalen und Druckvertikalen. Die beiden ſtark ausgezogenen Staffellinien geben den Materialbedarf an (vgl. Parallelträger). Die ſchwach ausgezogenen Linien ſtellen die Verteilung des Eiſens dar. Um die Höhe der Streifen zu erhalten, die die einzelnen Eiſenſtäbe darſtellen, multipliziert man deren Querſchnittsflächen (eventuell unter Abzug der Nietlöcher) mit der betreffenden zuläſſigen Inanſpruchnahme und trägt das Produkt in demſelben Maßſtabe, in dem die Gurtungskräfte gezeichnet ſind, auf. Decklaſchen für das Stehblech und Deckwinkel werden über die zu deckenden Teile gelegt und ſchraffiert bezw. dunkler bemalt. Deckeiſen für Kopfplattenſtöße werden oberhalb bezw. unterhalb der letzten Kopfplatte gezeichnet. In der Regel werden auch die Längen der einzelnen Stäbe eingeſchrieben. Bei Fachwerken mit gekrümmter Gurtung und bei Bogengurtungen werden die Streifen gewöhnlich ebenfalls in gekrümmter Richtung gezeichnet. — Auch für die Streben der Fachwerk- und Bogenträger laſſen ſich überſichtliche graphiſche Darſtellungen anfertigen, doch iſt deren Vorteil nicht ſo in die Augen ſpringend wie bei den Gurtungen.



Bei Blechträgern trägt man ebenfalls die den einzelnen Platten und Winkeleiſen entſprechenden Kräfte auf, rechnet jedoch, geſtützt auf die Annäherungsformel $W = h(F_1 + {}^1/_6 F_2)$, worin W das Widerſtandsmoment, h die Schwerpunktsentfernung von Kopf und Fuß, F_1 die Kopf- bezw. Fußfläche und F_2 die Stegfläche bedeuten, die Stegfläche nur zu einem Sechſtel.

Eine ſolche Materialverteilung kann auch als Numerierungsplan benutzt werden, nach welchem die einzelnen Stücke durch beigeſetzte Buchſtaben und Zahlen, welche dann auch auf die Eiſenteile geſchrieben werden, in einer jede Verwechſlung bei der Montage ausſchließenden Weiſe zu bezeichnen ſind. Die Materialliſte iſt ein genauer Auszug der einzelnen Konſtruktionsteile, wobei gleiche Stücke unter einer Poſitionsnummer geführt werden. Die Liſte, welche zum Zwecke der Materialbeſchaffung aufgeſtellt wird, hat neben den genauen Maßen auch die für die Anlieferung geltenden zu enthalten; letztere ſind je nach dem Grade der erforderlichen Bearbeitung um einige Millimeter größer zu nehmen. Der Materialauszug wird dann noch durch die Nietliſte ergänzt. Letztere enthält Stückzahl, Durchmeſſer und Länge der Nietſchäfte. Bei Bemeſſung der letzteren iſt auf die zur Bildung des Schließkopfes erforderliche Zuſchlaglänge Rückſicht zu nehmen.

Literatur: Winkler, Die Gitterträger und Lager gerader Träger, Wien 1875. *Melan.*

Materie, ſ. v. w. Stoff, Inhalt.

Materieller Punkt (Maſſenpunkt), ein nach allen Richtungen unendlich kleiner Körper, ſo daß jede Linie, die man in ſeinem Innern ziehen kann, unendlich klein iſt. Ein Körper von endlichen Dimenſionen kann als ein Verein unendlich vieler materieller Punkte angeſehen werden. *(Schell) Finſterwalder.*

Materielles Syſtem, die Geſamtheit beliebig verbundener oder getrennter Teile der Materie, die als Ganzes der Betrachtung unterworfen werden (Sonnenſyſtem, Weltſyſtem, ſ. a. Körper, Träger). Zwiſchen den Teilen des Syſtems unter ſich können Kräfte wirken, ſie heißen innere Kräfte; es können aber auch Kräfte zwiſchen Teilen des Syſtems und nicht zum letzteren gehörigen Ausgangspunkten wirken; dieſe werden äußere Kräfte genannt. Alle bei Unterſuchung eines materiellen Syſtems auftretenden Kräfte ſind alſo entweder innere Kräfte oder äußere Kräfte.

Jeder Teil s eines materiellen Syſtems S (Fig. 1 und 2) läßt ſich als neues Syſtem betrachten, in welchem Falle alle Kräfte, die von dem Reſte $S - s$ des urſprünglichen Syſtems auf das Teilſyſtem s wirken, in bezug auf dieſes äußere Kräfte darſtellen (da ſie von außerhalb s her wirken), während ſie in Hinſicht S innere Kräfte waren. In Fig. 1 und 2 ſind für das ganze Syſtem S die im Schnitte

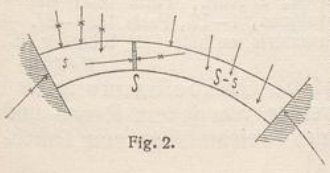


Fig. 2.

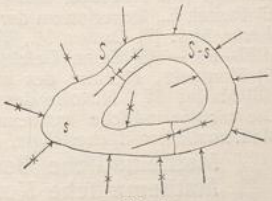


Fig. 1.

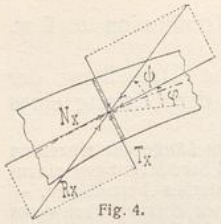
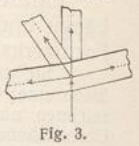


Fig. 4.

angedeuteten Kräfte innere Kräfte (ſie wirken zwiſchen Teilen des Syſtems), alle übrigen äußere Kräfte. Für das Teilſyſtem s ſind die durchkreuzten und für das Teilſyſtem $S - s$ die nicht durchkreuzten Kräfte als äußere anzuſehen.


Fig. 3.

Iſt ein materielles Syſtem in ſich und hinſichtlich ſeiner Umgebung in Ruhe, ſo müſſen ſich die in jedem Syſtempunkte (Fig. 3) angreifenden äußeren und inneren Kräfte das Gleichgewicht halten und in jedem beliebig geformten Schnitte durch das Syſtem irgendwelchen von einer Seite her wirkenden Kräften von der andern Seite her genau gleich große Kräfte von entgegengeſetzter Richtung widerſtehen (Fig. 1, 2, 4, vgl. Angriffsmoment, Druck, Schnittkräfte u. ſ. w). Zu voller Beſtimmtheit der Schnittkräfte iſt alſo ſtets anzugeben, von welcher Seite des Schnittes her dieſelben wirken, auf welche der beiden im Schnitte zuſammenhängenden Flächen ſie bezogen ſind. Sodann müſſen im Falle der Ruhe die am ganzen Syſtem oder irgend einem Teilſyſtem angreifenden äußeren Kräfte für ſich im Gleichgewichte ſein. Dies folgt daraus, daß beim Anſatze der Gleichgewichtsbedingungen für alle äußeren und inneren Kräfte des fraglichen Syſtems die inneren Kräfte wegen doppelten Auftretens in entgegengeſetzten Richtungen ausfallen (bei Anerkennung des Newtonſchen Grundſatzes der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung). Von den angeführten Bedingungen wird z. B. bei der Berechnung der Träger für Brücken und Hochbau ausgiebiger Gebrauch gemacht. *Weyrauch.*

Mathematik, die Lehre von den Eigenſchaften der Größen und von den Geſetzen ihrer Verbindung.

Auf dem internationalen Mathematikerkongreß zu Paris 1889 wurde folgende Einteilung der Mathematik aufgeſtellt: Algebra (Gleichungstheorie mit der Lehre von den Subſtitutionsgruppen). Determinanten- und Invariantentheorie nebſt Vektorenrechnung. Differential- und Integralrechnung. Allgemeine Funktionentheorie. Beſtimmte Integrale und Gammafunktionen. Elliptiſche Funktionen. Abelſche und automorphe Funktionen. Differenzen- und Differentialgleichungen. Arithmetik und Zahlentheorie. Kombinationslehre mit Wahrſcheinlichkeitsrechnung, Variationsrechnung und Theorie der Transformationsgruppen. Elementargeometrie. Kegelſchnitte und Flächen zweiten Grads. Allgemeine Kurven- und Flächentheorie. Liniengeometrie und abzählende Geometrie. Differentialgeometrie und kinematiſche Geometrie. Transformationen und Verwandtſchaften. Nichteuklidiſche Geometrie und Topologie.

Dieſer reinen Mathematik ſteht die angewandte, beſtehend aus: Wahrſcheinlichkeitsrechnung numeriſchem Rechnen, graphiſchem und geometriſchem Kalkul, Zeichenfächern, Kriſtallographie, Mechanik, mathematiſcher Phyſik, Aſtronomie, Geodäſie, Geophyſik, Meteorologie, mathematiſcher Chemie, techniſcher Statik und Dynamik, Hydraulik, Elektrotechnik und Inſtrumentenkunde gegenüber.

Die heutige Mathematik baut ſich im weſentlichen auf der Geometrie der alten Griechen, auf (Euklides); indes befaßen bereits die Inder, Chaldäer und Aegypter Kenntniſſe in Mathematik. Die Araber bildeten namentlich die Algebra aus. Leibniz erfand um 1700 die Differentialrechnung. Hervorragende Mathematiker ſind ferner im 17. Jahrhundert: Descartes, Newton; im 18. Jahrhundert: Jakob und Johann Bernoulli, Euler, Lagrange, Monge, im 19. Jahrhundert: Abel, Briofchi, Cauchy, Cayley, Chasles, Clebſch, Cremona, Darboux, Dirichlet, Galois, Gauß, Graßmann, Hamilton, Heſſe, Hilbert, Jacobi, Klein, Kronecker, Lie, Liouville, Plücker, Poncelet, Riemann, v. Staudt, Steiner, Sylveſter, Weierſtraß. Im 19. Jahrhundert wurden hauptſächlich die Gebiete der Funktionentheorie, Mengenlehre, Invariantentheorie, Zahlentheorie, der höheren algebraiſchen Kurven- und Flächentheorie und der Differentialgleichungen aufgebaut, während andere, wie Variationsrechnung, Reihentheorie, tranſzendente Kurven, mehr vernachläſſigt wurden. Vor kurzem ſtand die Gruppentheorie im Brennpunkt des allgemeinen Intereſſes, während neuerdings die höhere Arithmetik beſtrebt iſt, alle Zweige der Mathematik zu durchdringen. Gegenwärtig herrſcht das Beſtreben, die Reſultate der Wiſſenſchaft zuſammenzuſtellen und auf Grund von allgemeinen Geſichtspunkten miteinander in Verbindung zu bringen.

Literatur: Enzyklopädiſche Werke über Mathematik ſind: [1] Schlömilch, O., Handbuch der Mathematik, I und II, Breslau 1879–81. — [2] Kleyer, Encyklopädie der geſamten math., techn. und exakten Naturwiſſenſchaften, Heft 1—1372, Stuttgart 1884—97. — [3] Carr, A., Synopsis of elementary results in pure mathematics, London 1886. — [4] Hagen, J. G., Synopſis der höheren Mathematik, Bd. 1, Arithm. und algebr. Analyſe, Berlin 1891, Bd. 2, Geometrie der algebr. Gebilde, Berlin 1894, Bd. 3. — [5] Encyklopädie der mathematiſchen Wiſſenſchaften, herausg. von Fr. Meyer und H. Burkhardt, Bd. 1, Leipzig; Bd. 2—6 im Erſcheinen begriffen. — [6] Pascal, E., Repertorium der höheren Mathematik, I—II, Leipzig 1900—02. — Geſchichtliche Werke ſind: [7] Cantor, M., Vorleſungen über Geſchichte der Mathematik, Bd. 1—3, 1, Leipzig 1892—94. — [8] Suter, Geſchichte der mathematiſchen Wiſſenſchaften, I u. II, Zürich 1873–75. — [9] Montucla, Histoire des mathématiques et physiques, 1—4, 2. Aufl., Paris 1800–02. — [10] Marie, M., Histoire des sciences mathématiques et physiques, 1—12, Paris 1883—87. — Die nichtperiodiſche mathematiſche Literatur des 19. Jahrhunderts enthält [11] Wölffing, E., Mathematiſcher Bücherſchatz, I, Leipzig 1903. *Wölffing.*

Mathematiſche Geographie, ſ. Geographiſche Ortsbeſtimmung.

Mathematiſche Konſtanten, reine Zahlen, welche von jedem Raum- und Zeitmaß unabhängig ſind, wie z. B. das Verhältnis des Kreisumfangs zum Durch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

meſſer, die Baſis des natürlichen Logarithmenſyſtems u. a., im Gegenſatz zu phyſikaliſchen Konſtanten, welche experimentell feſtgeſtellt werden und im allgemeinen zum Maßſyſtem in Beziehung ſtehen, wie z. B. die Beſchleunigung durch die Schwere g. *Wölffing.*

Mathematiſche Tafeln (Mathematiſche Tabellen), Sammlungen von Tabellen über mathematiſche Funktionen, Zerlegungen von Zahlen in Primfaktoren u. ſ. w.

Beiſpiele ſind: [1] Hülſſe, Sammlung mathematiſcher Tafeln, 2. Aufl., Leipzig 1849. — [2] Goldberg, Primzahlen- und Faktorentafeln, Dresden 1862. — [3] Hertzer, Mathematiſche Tabellen, Formeln und Konſtruktionen, Berlin 1864. — [4] Reuſchle, Tafeln komplexer Primzahlen, Berlin 1875. — [5] Hrabak, Gemeinnütziges mathem. techn. Tabellenwerk, 2. Aufl., Leipzig 1876. — [6] Jordan, Mathematiſche und geodätiſche Hilfstafeln, 9. Aufl., Hannover 1895. — [7] Crelle, Rechentafeln, 9. Aufl., Berlin 1904. — [8] Ligowſki, Tafeln der Hyperbelfuktionen und Kreisfunktionen, Berlin 1890. — [9] Gelin, E., Recueil de tables numériques, Huy 1881—94. — [10] Holmann, S. W., Computation rules and logarithmes with tables of other useful functions, New York 1896 (ſ. übrigens auch Integraltafeln und Logarithmus). — [11] Kühne, H., Mathem. techniſche Tabellen, Dortmund 1900. — [12] Bolte, F., Sammlung von mathem., phyſik. u. techn. Tabellen, Hamburg 1898. — [13] Ernſt, J., Abgekürzte Multiplikationsrechentafeln, Braunſchweig 1901. — [14] Henſelin, A., Rechentafeln 2. Aufl., Berlin 1904. — [15] Jellinek, L., Mathematiſche Tafeln für techniſche Anſtalten, 3. Aufl., Wien 1902. — [16] Proell, R., Rechentafel, Berlin 1903. — [17] Schultz, E., Vierſtellige mathematiſche und techniſche Tabellen, 9. Aufl., Eſſen 1901. — [18] Zimmermann, H., Rechentafeln, 11. Aufl., Berlin 1904. *Wölffing.*

Mathematiſche Zeichen, in der Mathematik übliche Abkürzungen.

Die gebräuchlichſten ſind: $=$ gleich; $\equiv$ identiſch gleich, kongruent (in der Zahlentheorie); $>$ größer als; $<$ kleiner als; $\gtrless$ oder $=\!\!\!|\!\!\!=$ nicht gleich; $\sim$ ähnlich; $\cong$ kongruent (in der Geometrie); $+$ plus (Additionszeichen); $-$ minus (Subtraktionszeichen); $\cdot$ oder $\times$ mal (Multiplikationszeichen); : durch (Diviſionszeichen) oder: verhält ſich zu (in Proportionen); $\sqrt{\ }$ Wurzelzeichen; ∞ unendlich; ! Fakultät ($n! =$ Produkt der n erſten Zahlen); ( ) Zeichen der Binomialkoeffizienten, z. B. $\binom{m}{n} = \frac{m(m-1)(m-2)\ldots(m-n+1)}{1\,2\,3\ldots n}$; $<$ oder $\measuredangle$ oder $\wedge$ Winkel; $\frown$ Bogen; $\triangle$ Dreieck; $\parallel$ parallel; $\perp$ fenkrecht; $\#$ gleich und parallel; $|\,|$ abſoluter Betrag (z. B. $|-a|=a$); $\pm$ plus oder minus; $\int$ Integralzeichen. Hierzu kommen noch die Klammern ( ); [ ]; $\{\}$. — Wenn auch die Wahl der Buchſtaben in mathematiſchen Ausdrücken willkürlich iſt, ſo iſt es doch üblich, für gewiſſe Größen beſtimmte Buchſtaben zu wählen. Die häufigſten dieſer ſtehenden Bezeichnungen ſind:

$a, b, c\ldots$ Koeffizienten; c Konſtante; d Zeichen der Differentiation, Differenz in arithmetiſchen Reihen, Zahl der Doppelpunkte einer Kurve; ∂ Zeichen der partiellen Differentiation; e Baſis des natürlichen Logarithmenſyſtems, Exzentrizität (bei Kegelſchnitten), Einheit (in der Zahlentheorie), endliche Zahl; f Reibungskoeffizient, Funktion; g Beſchleunigung durch die Schwere; h Höhe; i Quadratwurzel aus der negativen Einheit (Zeichen der imaginären Zahlen); j imaginäre dritte Einheitswurzel; k Klaſſe der Kurven, Modul der elliptiſchen Integrale; l Zeichen des natürlichen Logarithmus; m Mittellinie, Maſſe; n unbeſtimmte Zahl; o Ordnung einer Kurve; p Geſchlecht einer Kurve, p-Funktion (ſ. Sigmafunktionen), $\frac{\partial z}{\partial x}$, Parameter der Kegelſchnitte, Beſchleunigung; p, q, r Linienkoordinaten im Raum; q Zinsfaktor, Rang, $\frac{\partial z}{\partial y}$; Querſchnitt; r Rente, Radius, $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, Subſtitution, Zahl der Rückkehrpunkte einer Kurve, Torſionsradius; s Summe, Kurvenbogen, $\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}$, Potenzſummen der Wurzeln einer Gleichung; t Zeit, Schwerlinie, $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$, Zahl der Doppeltangenten einer Kurve; u Glieder von Reihen; u,v,w Linienkoordinaten in der Ebene; v Geſchwindigkeit; w Wahrſcheinlichkeit, Zahl der Wendepunkte: x, y, z Unbekannte, Veränderliche, Punktkoordinaten; z komplexe Veränderliche.

α, β, γ bekannte Winkel, Koeffizienten; δ beliebig kleine Größe, Zeichen der Variation, Zeichen des Aronholdſchen Prozeſſes, $\varepsilon \pm 1$, beliebig kleine Größe, beliebig kleiner Parameter; ζ Zetafunktion (ſ. Sigmafunktionen), Veränderliche; η Veränderliche; ϑ Winkel, Thetafunktion, echter Bruch, $\varkappa$ Modul der elliptiſchen Integrale, Linienkoordinate im Raum; λ Parameter; ξ Veränderliche; π Verhältnis des Kreisumfangs zum Durchmeſſer, Linienkoordinate im Raum; ϱ Radius, Proportionalitätsfaktor, Krümmungsradius, Linienkoordinate im Raum; σ Sigmafunktion; φ Winkel, adjungierte Kurven, zahlentheoretiſche Funktion; ψ, χ Winkel; ω Periode, homogeniſierende Veränderliche, Winkelgeſchwindigkeit, Wälzungswinkel bei Rouletten; $\tilde{\omega}$ unendlich wachſende Zahl.

B Bernoulliſche Zahlen; C Konſtante, Eulerſche Konſtante (0,57721566...); D Determinante, Diskriminante; E vollſtändiges elliptiſches Integral II. Gattung, Eulerſche Zahlen; F Brennpunkt, Fläche, hypergeometriſche Reihe, elliptiſches Integral I. Gattung; G Gruppe; J Zylinderfunktion; K vollſtändiges elliptiſches Integral I. Gattung, Kreis, Kraft, Kegelſchnitt; L gerade Linie; M Modul; O Urſprung, Oberfläche; P Punkt, Kugelfunktion; Q Gewicht; R Reſtglied bei Reihen, Reſultante; S Subſtitution; T Tangente, lebendige Kraft; U Arbeit; V Potential, Volumen; X infinitesimale Transformation.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B Betafunktion; Γ Gammafunktion; Δ Deltaamplitude, Transformationsdeterminante, Größe, die gegen Null konvergiert; Π Produkt, elliptiſches Integral III. Gattung; Σ Summenzeichen; Ω Omegaprozeß; $\mathfrak{P}$ Potenzreihe.

Auch einige Buchſtabenverbindungen dienen als Abkürzungen: z. B. sin, cos, tg, cotg, sec, cosec für die goniometriſchen und arc sin u. ſ. w. für die cyclometriſchen Funktionen; log oder lg Logarithmus. Weitergehende Abkürzungen finden ſich in den mathematiſchen Zeichenſprachen (ſ. Literatur).

Literatur (für Zeichenſprachen): [1] Schröder, Vorleſungen über die Algebra der Logik, I—III, Leipzig 1890—95. — [2] Peano, Notations de logique mathématique, Turin 1894. — [3] Frege, Begriffsſchrift, Halle 1879. *Wölffing.*

Mather-Platt-Apparat, ſ. Anilinſchwarz, Bd. 1, S. 201.

Mather-Thompſons Bleiche, ſ. Kontinuebleiche, Bd. 5, S. 609.

Matriſieren des Papiers, ſ. Papierfabrikation.

Matrix, ſ. Determinanten, Bd. 2, S. 723.

Matrize, formgebende Werkzeuge bei verſchiedenen Arbeiten.

So bezeichnet Matrize beim Prägen (ſ. d.) und Hohlprägen (Stanzen), bei Bolzen- und Nietenpreſſen das Untergeſenk (Stempel), bei Dornpreſſen die zur Aufnahme des Arbeitsſtücks dienende Form, bei Lochmaſchinen (ſ. Lochen, S. 178) die Lochſcheibe (Lochring), bei Ziehpreſſen (ſ. Ziehen) den Ziehring, bei Strang-, Röhren- und Kabelpreſſen das Mundſtück, durch welches die Preſſung erfolgt. — S. a. Galvanotechnik, Schriftgießerei. *A. Widmaier.*

Matrizenſonde, ſ. Meßwerkzeuge.

Matt, ſ. v. w. mit wenig Glanz, des Glanzes beraubt. Mattes Glas iſt auf einer Seite mattgeſchliffen. Bei der Vergoldung erfolgt der Auftrag matt und erhält durch Polieren feinen Glanz. *Andés.*

Mattbeize, ſ. Mattbrennen.

Mattblech, ſ. Weißblech.

Mattbrennen, Herſtellung einer gleichmäßig gefärbten, mattglänzenden Oberfläche bei Meſſing- und andern Metallwaren durch Eintauchen in verdünnte oder mit Salzen verſetzte Säuren. Mattbrenne (Mattbeize) für Meſſing beſteht z. B. aus 60 Teilen Salpeterſäure, 33 Teilen Schwefelſäure, $^1/_2$ Teil Zinkvitriol, $^1/_2$ Teil roher Salzſäure oder aus 40 Teilen Schwefelſäure, 4 Teilen Zinkvitriol, 3 Teilen Salmiak und 1 Teil Schwefelblumen. *Andés.*

Mattenflechtmaſchine (Strohdeckennähmaſchine) zur Herſtellung von Strohmatten hat in den arbeitenden Teilen am meiſten Aehnlichkeit mit einer doppelten Nähmaſchine.

Das glatte oder Wirrſtroh wird auf einer Lade aufgelegt und durch einen Transporteur den Nähapparaten zugeführt, welche unter Benutzung von Bindeſchnur zunächſt eine Matte mit zwei Nähten herſtellen. Hierauf wird dieſelbe umgekehrt und auf der andern Hälfte nochmals mit zwei Nähten verſehen. Zur Bedienung ſind zwei Perſonen erforderlich. Bei einmaligem Durchgang mit zwei Nähten in der Mitte, worauf man ſich vielfach beſchränkt, kann man pro Stunde 100—120 m fertig bringen. *Wrobel.*

Mattieren, das Herſtellen matter Oberflächen an Gegenſtänden.

Es kann entweder auf chemiſchem Weg (ſ. Mattbrennen, Mattierpulver und Goldarbeiten, Bd. 4, S. 590) oder auf mechaniſchem Weg (ſ. Sandſtrahlgebläſe) erfolgen.

Mattierpulver, Gemenge verſchiedener feingepulverter Salze und ſonſtiger Subſtanzen, hauptſächlich Kaliſalpeter, Kalialaun, gereinigtes Kochſalz und Glasgalle, affiziert die Oberfläche des damit behandelten Goldes in ſehr kräftiger Weiſe, nachdem es auf der Goldſchichte zum Schmelzen erhitzt wird; im Augenblicke des Schmelzens entſteht der ſamtähnliche Schimmer des matten Goldes, weil das Silber durch das Pulver beſeitigt wird. Das Mattierpulver muß vor der Anwendung durch Schmelzen in einem emaillierten Gefäße entwäſſert werden. *Andés.*

Mattierung, für harte Hölzer, Flüſſigkeiten, mit welchen Eichen-, Nußbaumholz, Möbel oder Gebrauchsgegenſtände angeſtrichen oder eingerieben werden, um denſelben einen matten Glanz zu geben.

Sie beſtehen entweder, wie Brunolein, aus mit Wachs verſetzten, in Terpentinöl gelöſten Leinölbleipflaſtern oder, wie die eigentlich als Mattierung, Matteine, Schellackmattierung bezeichnete Kompoſition, aus alkoholiſcher Schellacklöſung mit geringen Wachs- und Oelzuſätzen. Durch Anſtreichen mit dem Pinſel und Abreiben mit Lappen erteilen ſie dem Holz matten Glanz und eine gewiſſe Glätte, der Ueberzug wird aber durch Waſſer fleckig und nutzt ſich im Laufe der Zeit ab. *Andés.*

Mattvergoldung, auf Zink, nicht ſehr dauerhaft, nur zu dekorativen Zwecken benutzbar, hält aber doch den Polierſtahl aus, ſo daß man Glanz- und Mattvergoldung auf denſelben Stücken herſtellen kann; wird durch Vergoldung vorher galvaniſch verkupferter Zinkgegenſtände erhalten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die durch Behandeln mit Kalilauge und verdünnter Schwefelfäure von Fett und Oxyd gereinigten Gegenftände werden in einem Cyankupfer-, dann in einem gewöhnlichen galvanifchen Kupferbad verkupfert. Nach dem Abwafchen wird das Stück fchwach amalgamiert und dann in ein Cyanfilberbad gebracht, bis die Farbe rötlichweiß, hierauf in ein Goldphosphatbad mit ftarkem Strom, der gegen Ende der Operation abgefchwächt wird. *Andés.*

Mattwalze, eine ungeriffelte Stahl- oder Hartgußwalze, deren Oberfläche die blanke Politur durch Mattfchleifen (auch durch Sandftrahlgebläfe) genommen ift (f. Walzen). *Arndt.*

Maturadiamant, f. Zirkon.

Mauer, f. Mauerwerk.

Mauer, geböfchte. Wird die Kotangente des Neigungswinkels der Gefichtsfläche einer Mauer gegen die wagerechte Ebene größer als ein Fünftel, fo nennt man fie eine „geböfchte Mauerfläche", zu deren Abdeckung bei Haufteinmauern abgefafte oder abgeftumpfte Steine (Fig. 1, 2 und 6), Rollfteine (Fig. 3 und 4) oder Hakenfteine (Fig. 5) angewendet werden, da eine wagerechte Durchführung der Lagerfugen zu fpitzwinklige Steine ergeben würde.

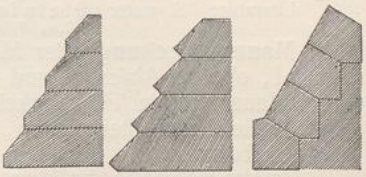


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Statt diefer Abdeckungsweife wird auch eine der Abfafung entfprechende Abtreppung (Fig. 6) fowie eine folche mit Platten (Fig. 7) gewählt. Giebelmauern können in ganz ähnlicher Weife oder mit dachförmig gebildeten Steinen abgedeckt werden. Ift die Mauerfläche nicht

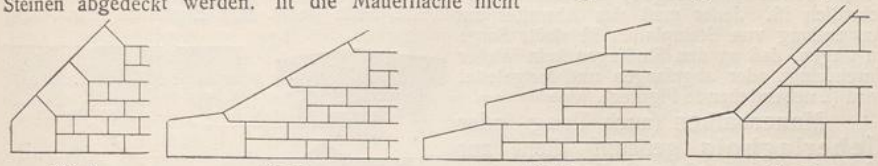


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

ftark geneigt, fo können die Lagerflächen wagerecht durchgeführt werden, folange $\cot g\,\alpha < 1/3$ oder man richtet fie fenkrecht zur Mauerfläche, d. h. man gibt ihnen eine nach hinten geneigte Lage, wodurch die fpitzen Winkel ins Innere der Mauer fallen. *L. v. Willmann.*

Mauer, gekrümmte. Bei den gekrümmten Mauern wird man, den allgemeinen Regeln des Steinverbandes entfprechend, die Stoßflächen fenkrecht zur Mauerflucht richten. Für Backfteinbauten ergibt fich daraus, daß man bei kleinen Krümmungshalbmeffern zu keilförmigen Formfteinen wird greifen müffen (Fig. 1, 2 und 2a), während man bei Krümmungshalbmeffern von 4,25 m für 1 Stein ftarke Mauern und von 6,46 m für $^1/_2$ Stein ftarke Mauern, durch Anwendung des Binderverbandes und Anordnung keilförmiger Fugen, noch mit gewöhnlichen Steinen auskommen kann (Fig. 3 und 4). Jedenfalls wird man keine Läuferfchichten anwenden können, da der Linienzug der Kanten der Läuferfteine entweder der Grundrißkurve umfchrieben oder eingefchrieben erfcheinen, niemals aber mit ihr zufammenfallen wird (Fig. 5). Für Quaderbauten wird man ftets keilförmig zugerichtete Steine verwenden, deren Stoßflächen fenkrecht zur Außenfläche gerichtet find; f. a. Mauer mit windfchiefer Gefichtsfläche.

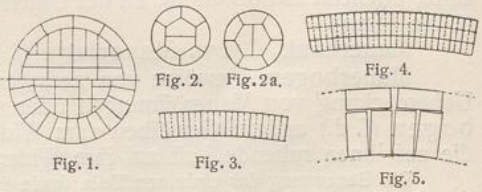


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 2a. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Literatur f. unter Backfteinverband und Steinfchnitt. *L. v. Willmann.*

Mauer mit windfchiefer Gefichtsfläche kommt zur Anwendung, wenn zwei verfchieden geböfchte oder mit verfchiedenem Anzug verfehene Mauern allmählich ineinander übergeführt werden follen.

Es kommen zwei Fälle in Betracht: 1. Die Fußlinien der beiden Mauern fallen in eine Gerade (Fig. 1, S. 338). Hier entfteht die windfchiefe Mauerfläche, indem eine ftets zur vertikalen Projektionsebene parallel bleibende Gerade an der Fußlinie EC und an einer geraden, in der oberen Kanthöhe der Mauer liegenden Verbindungslinie FD hingleitend gedacht wird. Die Länge der Geraden EC beftimmt hier auch die Länge der windfchiefen Fläche. 2. Die Fußlinien der beiden Mauern erfcheinen gegeneinander verfetzt (Fig. 2, S. 338). Hier find als Leitlinien für die windfchiefe Fläche, die im übrigen in derfelben

Weise wie bei Fall 1 entsteht, Kurven zwischen den Fußlinien und den oberen Begrenzungskanten beider Mauern einzuschalten, die aus Kreisbogen zusammengesetzt sein können. — In beiden Fällen können die Lagerflächen, falls die Kotangente des Böschungs- oder Anzugswinkels kleiner als ein Drittel ist, wagerecht durch die Mauern durchlaufen, während die Stoßflächen möglichst senkrecht zur Außenfläche stehen müssen. Aus diesem Grunde wird die Richtung der Stoßflächen im Grundriß festgelegt, indem man sie zu den in Fig. 1 und 2 gestrichelt eingezeichneten Mittellinien *a b* der Schichthöhen senkrecht stellt. *E F* und *C D* sind in beiden Fällen die Endlagen der Erzeugenden der windschiefen Flächen.

Literatur: S. unter Steinschnitt.

L. v. Willmann.

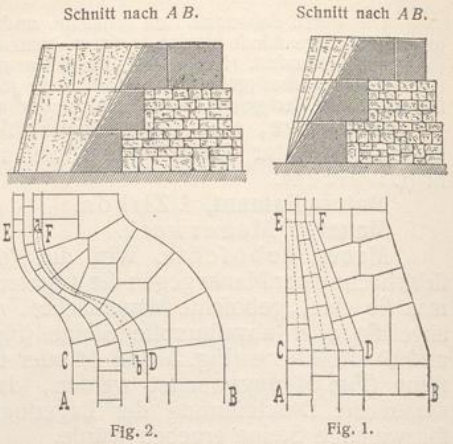
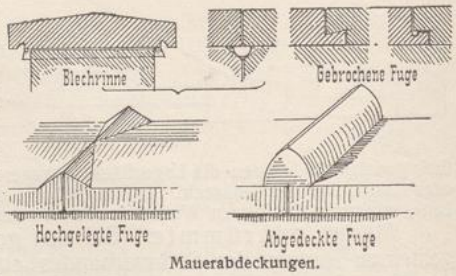


Fig. 2. Fig. 1.

Mauerabdeckung oder Mauerdeckel, oberster Abschluß und Schutz einer Mauer gegen Feuchtigkeit und Frost, besteht aus Steinplatten, Falzziegeln oder Zementmörtelputz. — Vgl. a. Abdecksteine.

Um das Wasser von der Mauer abzuhalten, ist die oberste Fläche nach einer oder nach beiden Seiten abzuschrägen, je nachdem die Mauer nur einem Besitzer gehört oder gemeinschaftlich ist. Jeder muß das Abwasser auf seine Seite bezw. sein Eigentum leiten. Bei Anwendung von Steinplatten ist dafür Sorge zu tragen, daß an den Stoßfugen kein Wasser durchdringt oder abgefangen und fortgeleitet wird (s. nebenstehende Figuren). *Weinbrenner.*



Mauerabdeckungen.

Mauerbalken (auch Trag- oder Ueberlagholz genannt) dient zur Ueberspannung einer Oeffnung, wenn nicht genug Höhe zu einem Mauerentlastungsbogen vorhanden oder Raum für einen Rolladen über dem Fensterstur zu beschaffen ist. In neuester Zeit wird er gerne durch Eisenträger ersetzt.

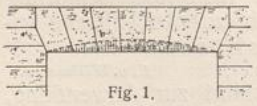
Mauerband, ein flaches, wenig vortretendes Gesimse, das zumeist die Aufgabe hat, zwei Stockwerke miteinander zu verbinden. Als Schmuck der Stirnfläche erhält es häufig ein Mäanderornament oder eine sogenannte Meereswelle. Damit das Regenwasser nicht an der Wandfläche herunterlaufen kann, erscheint es notwendig, an der Unterseite eine Wassernase anzubringen (s. die Figur). *Weinbrenner.*

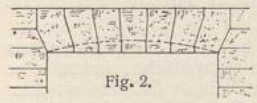


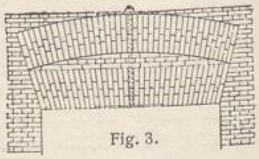
Mauerbank, s. v. w. Mauerlatte (s. d.).

Mauerbogen, Gewölbe von geringer Tiefe oder Länge, die entweder zur Ueberdeckung von Maueröffnungen oder als Gurtbogen (s. d.) oder Strebebogen (s. d.) andern Gewölben zum Widerlager dienen und in beiden Fällen die auf ihnen ruhende Last auf ihre Widerlager übertragen.

Die Benennung der einzelnen Teile sowie die Art der Einwölbung ist dieselbe wie bei den Gewölben (s. Gewölbe). Je nach der Form der Bogen- oder Wölblinie unterscheidet man: Halbkreisbogen, auch Rundbogen oder volle Bogen genannt, Segment-, Stich- oder Flachbogen, deren Bogenlinie kleiner als ein Halbkreis ist, scheitrechte Bogen, deren Bogenlinie aus einer wagerechten Geraden besteht (Fig. 1—3), Korbbogen (s. d.), elliptische und parabelförmige Bogen, Kernbogen (s. d.), gedrückte Bogen, deren Pfeilhöhe im Verhältnis zur Spannweite gering ist, ansteigende Bogen (Fig. 8) und endlich Spitzbogen oder gotische Bogen (Fig. 4—7), die sich stets und zwar mindestens aus zwei Kreisbogen zusammensetzen und die im gotischen Baustil (s. d.) die verschiedenartigste Ausbildung erfahren haben. Bei Bogen aus Hausteinen reichen die Wölbsteine in der Regel von Stirn- zu Stirnfläche durch. Bei Backsteinbogen hängt die Anzahl der in einer


Fig. 1.


Fig. 2.


Fig. 3.

Schar vorkommenden Stoßflächen von der Stärke der Mauer, ausgedrückt in halben Backſteinlängen, ab (ſ. Bogenverband). Die Ausführung der Bogen geſchieht ſtets auf Lehrbogen oder Lehrgerüſten (ſ. d.). Die Bogenlaibung ſowie die ſeitlichen Geläufflächen werden, außer bei Gurt- und Strebebogen, in den ſeltenſten Fällen glatt durch die Mauer hindurchgeführt,

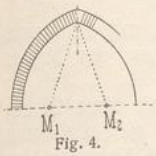


Fig. 4.

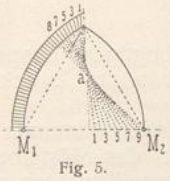


Fig. 5.

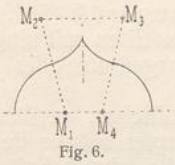
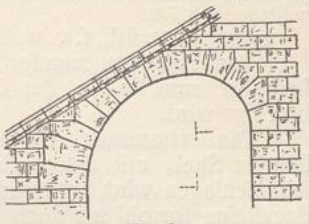


Fig. 6.


Fig. 8.

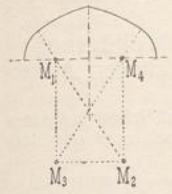


Fig. 7.

ſondern meiſt mit einem Anſchlag (ſ. d.) verſehen, der zu Anbringung des Rahmens für den Verſchluß der Oeffnung dient. Der ſcheitrechte Bogen wird namentlich als Abſchluß von Fenſter- oder Türöffnungen verwendet. Der Stellung der Lagerflächen liegt hier ein ideeller Bogen (in Fig. 1 punktiert angegeben) zugrunde, deſſen Mittelpunkt ſich im Schnittpunkt der Widerlagerfugen befindet. Im Grunde genommen wirkt der ſchraffierte Teil (Fig. 1) nur als Belaſtung und bewirkt für die Gewölbeſteine im Schnitt der Lagerflächen mit der Bogenlaibung ſehr ſpitzwinklige Kanten, die leicht abbrechen oder beim Setzen des Bogens abgedrückt werden, weshalb häufig die Lagerflächen in der in Fig. 2 angegebenen Weiſe gebrochen angeordnet werden. Scheitrechte Bogen aus Backſteinen erhalten entweder in der Mitte einen „Stich“ oder man verwendet bei größerer Stärke einen eiſernen Anker (Fig. 3), durch den der ſcheitrechte Bogen an einen darüber geſpannten Entlaſtungsbogen angehängt wird. Der Spitzbogen ergibt bei Ausführung in Backſteinen für die Stellung der Lagerfugen an der Spitze eine gewiſſe Schwierigkeit, über die man hinwegkommt, wenn der Schlußſtein aus Hauſtein hergeſtellt wird (Fig. 4 rechte Seite). Im Mittelalter wurde nach Fig. 4 (linke Hälfte) gewölbt, wodurch eine lotrechte Fuge in der Spitze entſtand. Zweckmäßig erſcheint es, von einem etwas unterhalb der Spitze gelegenen Punkte (Fig. 5) die Fugen nicht mehr zentral, ſondern nach den Teilpunkten 1, 2 ... zu richten. Der Spätgotik gehört der ſogenannte „Eſelsrücken“ (Fig. 6) an, der dem in der mohammedaniſchen Baukunſt vielfach verwendeten Kielbogen ähnlich iſt, während in der engliſchen Gotik der aus zwei ſich ſchneidenden Korbbogenhälften beſtehende Tudorbogen (Fig. 7) ſich ausbildete. Anſteigende, auch einhüftige Bogen genannt, ſind ſolche, bei denen die Kämpferpunkte bezw. Kämpferlinien nicht in einer wagerechten Ebene, ſondern ungleich hoch liegen, wie ſich dies für Bogen unter Treppenläufen, unter geſchleiften Schornſteinen und für Strebebogen ergibt (Fig 8); ſ. a. Wölbungslinie und Korbbogen.

Literatur ſ. unter Gewölbe. *L. v. Willmann.*

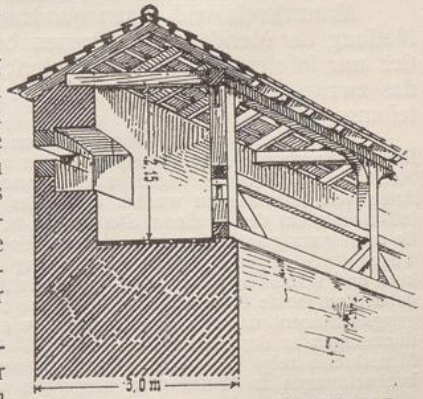
Mauerbrecher (Aries = Widder), bei den Alten übliche Kriegsmaſchine, mittels welcher in die Feſtungsmauern Löcher geſtoßen wurden. Der wichtigſte Teil derſelben war ein ſtarker Balken, der ein Kopfbeſchläg aus Eiſen oder Erz hatte, welcher zumeiſt die Geſtalt eines Widderkopfes annahm. Auch im Mittelalter blieb er bis zur Erfindung des Schießpulvers im Gebrauch.

Literatur: Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française etc., Bd. 5, Engin, S. 260, Paris 1861. *Weinbrenner.*

Mauerfeld, ſ. Mauerſtrecke.

Mauerflucht, die Längenrichtung der Geſichtsfläche einer Mauer.

Mauerfraß (Mauerſalpeter, Salpeterfraß), ſchmutzig weißer, ſchmieriger, Mörtel und Steine angreifender Ueberzug an Mauern. Er entſteht vorwiegend an feuchten, der Luft wenig zugänglichen Orten (Kloaken-, Stallmauern u. ſ. w.), wenn die Mauersteine reich an unlöslichen Salzen ſind. Seine Bildung wird durch zu frühes Abputzen von nicht gehörig ausgetrocknetem Mauerwerk begünſtigt. Das einzige wirkſame Mittel gegen den Mauerfraß beſteht in der gänzlichen Beſeitigung der ſchadhaften Mauerteile. *Weinbrenner.*



Mauergang von der Bergfeſte Wildenſtein a. D. (ca. 1540).

Mauergang (Mordgang), eine Verteidigungsgalerie an der Innenſeite der Burg- oder Stadtmauern, die nach dem Graben zu mit Schießlöchern verſehen war

und bei den Befeſtigungsbauten des Mittelalters zur Verwendung kam (vgl. die Figur S. 339).

Literatur: [1] Piper, O., Burgenkunde, 2. Aufl., 11. Kap. ff., München und Leipzig 1907. — [2] Viollet-le Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1884, Bd. 1, Architecture militaire, S. 327 ff. *Weinbrenner.*

Mauergerüſt, ſ. v. w. Baugerüſt (ſ. d.).

Mauerhaken, zugeſpitztes Eiſen mit umgebogenem Lappen, mit dem eine Lehrlatte zum Ziehen der Gipsgeſimſe oder für andre Zwecke an der Mauer befeſtigt wird.

Mauerhammer, ein handlicher, verſtählter Eiſenhammer mit etwa 21 cm langem Stiel, mit deſſen ſtumpfer Fläche der in das Mörtelbett geſetzte Stein feſtgeſchlagen wird, während die ſcharfe Seite zum Zurichten und Abhauen der Backſteine ſowohl als auch der Bruchſteine dient. *L. v. Willmann.*

Mauerkappe, ſ. v. w. Mauerabdeckung (ſ. d.) und Abdeckſteine.

Mauerkaſten, ein gußeiſerner Rahmen innerhalb einer kleinen Maueröffnung zur Aufſtellung eines Wellenlagers.

Der Mauerkaſten (Fig. 1) wird mitten in die Mauer eingeſetzt und muß ſchon bei deren Herſtellung eingebaut und ausgerichtet werden. In manchen Fällen gehen noch zwei oder vier Anker ſenkrecht durch die außen überſtehenden Lappen der Fußplatte. Für die Lagerbohrung d (bei Hohlwellenlagern von der Weite D iſt $d = 0{,}7\,D$ zu ſetzen) beträgt annähernd die ganze Höhe $5\,d + 15$ cm, die Fußlänge $6\,d + 20$ cm, die lichte Breite $4\,d + 10$ cm, der Preis $0{,}4\,d^2$ cm $+ 5$ *M.* Die Sohlplatte enthält Schlitzlöcher für Hammerkopfſchrauben zur Lagerbefeſtigung und iſt $0{,}25\,d + 2$ cm hoch. Damit beim Vergießen der Zement nicht in die Schraubenöffnungen eindringt, kann ſie mit unten geſchloſſenen Taſchen für die Schraubenköpfe gegoſſen ſein und dabei auf $0{,}5\,d + 2{,}5$ cm überhöht werden. Der Wandkaſten (Fig. 2) ſitzt einſeitig in der Mauer, ſo daß ſein Flanſch an einer Wandfläche anliegt; er läßt ſich nachträglich in die Mauerausſparung einſetzen und vergießen.

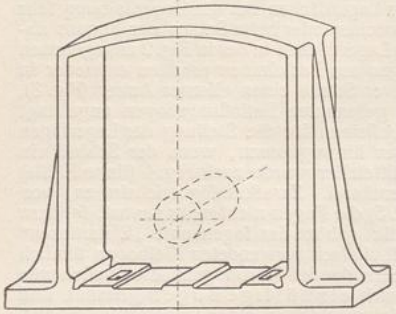


Fig. 1.

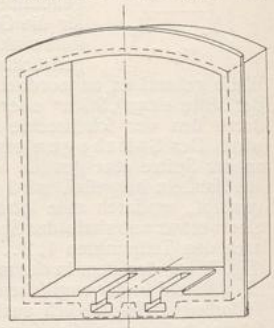


Fig. 2.

Das Lager iſt im Mauerkaſten nicht gut zugänglich, beſonders wenn man die Oeffnung in der Wand durch hölzerne oder eiſerne Türen abſchließt oder wenn es gar nur in einer Mauerniſche ſitzt. Man wird darum für leichtere Lager bis 150 mm Bohrung, wenn es der Platz erlaubt, eine Winkelkonſole (Bd. 5, S. 605, Fig. 2) vorziehen, die einſchließlich der Verankerung gleichen Preis wie der Mauerkaſten hat, z. B. 45 *M.* bei 100 mm Bohrung. *Lindner.*

Mauerkelle, ein nach vorn ſpitz zulaufendes verſtähltes Blech, an dem der Handgriff ſo angebracht iſt, daß die Verlängerung ſeiner Achſe die Spitze treffen würde; ſie dient zum Einwerfen und Ausbreiten des Mörtels. *L. v. Willmann.*

Mauerkreis und **Mauerquadrant** ſind beides in früherer Zeit vielfach zur Meſſung der Meridianzenitdiſtanzen benutzte, feſt aufgeſtellte Inſtrumente, welche ſich nur inſofern voneinander unterſcheiden, als das erſtere einen vollen Kreis, das zweite aber nur den vierten Teil eines ſolchen für die Aufnahme der Gradteilung verwendet.

Bei nahezu gleichen Geſamtdimenſionen der Inſtrumente kann alſo der Radius der Teilung für den Quadranten ganz erheblich größer genommen werden als bei dem Mauerkreis. Doch bietet dafür der Kreis wieder andre Vorteile (Elimination der Exzentrizität u. ſ. w.). Beide Arten von Inſtrumenten wurden Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts als Hauptinſtrumente auf den größeren Sternwarten benutzt. Für die Meſſung von Zenitdiſtanzen waren ſie auch ganz geeignet, nicht aber zur gleichzeitigen Beſtimmung der genauen Durchgangszeiten wegen ihrer ungünſtigen Achſenanordnung (die Achſen wenigſtens bei den Quadranten ſehr kurz und in beiden Fällen einſeitig belaſtet, obgleich in manchen Fällen äquilibriert). Es war daher, um beide Koordinaten der Geſtirne zu beſtimmen, noch nötig, ein ſogenanntes Durchgangsinſtrument daneben zu benutzen, wie es z. B. Bradley bei ſeinen fundamentalen Beſtimmungen an der Sternwarte (1760—1770) in Greenwich getan hat. Einen der bekannteſten Mauerkreiſe zeigt die Fig. 1. Es iſt derjenige, mit welchem lange Jahre die Deklinationsbeobachtungen in Waſhington ausgeführt wurden. — Fig. 2 zeigt den großen Quadranten (6 engl. Fuß Radius) von Bird, welchen Tobias Mayer auf der Göttinger Sternwarte zur Beſtimmung der Deklinationen der Geſtirne benutzte. Dieſe Quadranten haben meiſt eine Teilung

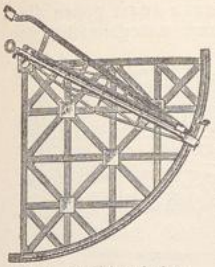


Fig. 2. Birdſcher ſechsfüßiger Mauerquadrant.

von 90° und eine ſolche von 96° auf den rechten Winkel. Näheres hierüber iſt bei Teilmaſchinen zu finden. — Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hat man dieſe Art der Inſtrumente ganz verlaſſen und in der Form der Meridiankreiſe den Mauerkreis oder den Quadranten mit dem Durchgangsinſtrument (ſ. d.) verbunden. Erſt in neueſter Zeit iſt man für beſtimmte Zwecke wieder zu einer Teilung der Funktionen der Inſtrumente zurückgekehrt; vgl. a. Meridiankreis.

Literatur: Description of the Mural Circle of the Armagh Observatory, Mem. of the Royal Astr. Soc., Bd. 9; Die Beſchreibungen der Inſtrumente der Greenwicher und der Waſhingtoner Sternwarte in Greenw. Observations 1812—1820 bezw. Washingt. Observations, 1845; weitere Daten über Konſtruktion und Gebrauch der Inſtrumente finden ſich in Ambronn, Aſtronom. Inſtrumentenkunde, Berlin 1898, Bd 2, S. 866 ff. *Ambronn.*

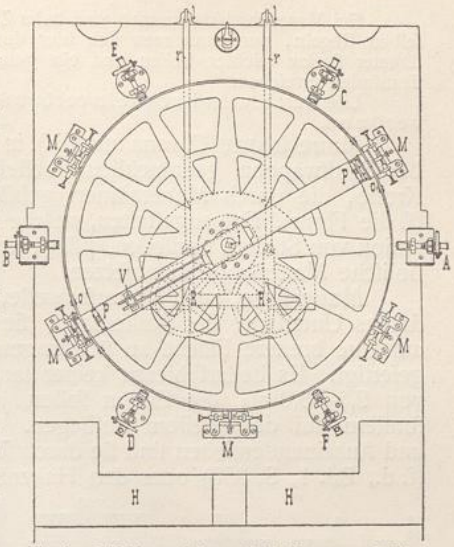
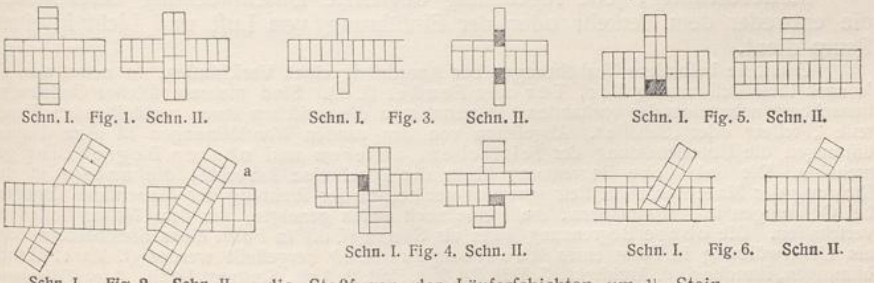
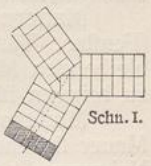


Fig. 1. *HH* Mauerpfeiler. *MM* Führung und Feinbewegung des Kreiſes. *ABCDEF* Ableſemikrokope für die auf der Stirnſeite des Kreiſes angebrachte Teilung. *PP* Fernrohr, durch die Spangen bei *oo* mit dem Kreis verbunden. *i* Oeffnung für die Fadenbeleuchtung. *Rrl* Hebel für die Aequilibrierung des Kreiſes bezüglich der Achſenlagerung.

Mauerkreuzung, das Durchdringen von zwei ſich beidſeitig fortſetzenden Mauern. Sie kann rechtwinklig oder ſchiefwinklig erfolgen.

Bei Backſteinmauern läßt man in beiden Fällen die Läuferſchichten (ſ. d.) der einen Mauer durch die andre Mauer hindurchgehen (ſ. Fig. 1—4), wobei zu beachten iſt, daß bei rechtwinkliger Durchkreuzung keine Stoßfugen dieſer Läuferſchicht mit einer der Fluchten der andern Mauer zuſammenfallen dürfen, ſondern um $^1/_4$ Stein verſchoben erſcheinen müſſen (Fig. 1). Bei ſchiefwinkliger Durchkreuzung müſſen die Stoßfugen der Läuferſchichten um $^1/_4$ Stein von einem der Winkel entfernt angeordnet werden (ſ. Fig. 2 bei *a*). Nur wenn eine $^1/_2$ Stein ſtarke Mauer eine gleichſtarke oder eine ſtärkere durchkreuzt, müſſen Dreiquartiere (ſ. d.) angewendet werden (ſ. Fig. 3). Verändern ſich über den Kreuzungspunkt hinaus die Mauerſtärken, ſo ſchließt man die durchlaufenden Läuferſchichten dort, wo ſie nicht weitergehen, mit Dreiquartieren ab (ſ. Fig. 4). Bei Mauern, die als Scheide- und Umfaſſungsmauern aneinander ſtoßen, gelten dieſelben Regeln wie bei den Mauerecken (ſ. Eckverband). Man läßt bei ſenkrechtem Zuſammenſtoß die Läuferſchicht der Scheidemauer (Schn. I, Fig. 5) bis zur vorderen Flucht der Hauptmauer durchlaufen und endigt ſie mit Dreiquartieren, während die Läuferſchicht der Hauptmauer (Schn. II, Fig. 5) einfach an der Binderſchicht der anſtoßenden Scheidemauer vorbeigeführt wird. Bei ſchiefem Zuſammenſtoß wird die Läuferſchicht der Scheidemauer nicht bis zur vorderen Flucht der Hauptmauer fortgeſetzt, ſondern nur bis zu der daſelbſt anzuordnenden Läuferreihe (Schn. I, Fig. 6), während die Binderſchicht der Hauptmauer an der Binderſchicht der anſtoßenden Mauer vorübergeführt wird (Schn. II, Fig. 6). Der in Fig. 1—6 dargeſtellte Blockverband kann leicht durch Verſchieben jeder zweiten Läuferſchicht um $^1/_2$ Stein in den Kreuzverband verwandelt werden. — Beim Zuſammenſtoß mehrerer Mauern unter beliebigen Winkeln ſucht man unter Vermeidung von zu vielen Bruchſtücken ein möglichſt gutes gegenſeitiges Ineinandergreifen der Mauern untereinander herbeizuführen. Treffen insbeſondere drei Mauern zuſammen, ſo faßt man zwei von ihnen als eine Ecke bildend zuſammen und läßt die dritte eine Schicht um die andre einbinden (ſ. Fig. 7).





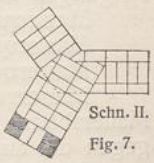
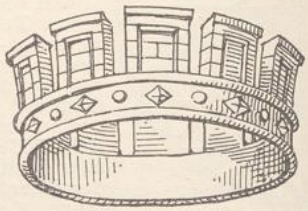


Fig. 7.

Bei Mauerdurchkreuzungen und beim Zuſammenſtoß von Hauſteinmauern gelten dieſelben Regeln, nur kann man ſich hier durch Anwendung größerer und unregelmäßig geſtalteter Steine leichter helfen und ein gutes gegenſeitiges Einbinden erreichen.

Literatur: S. unter Backſteinverband und Quaderverband. *L. v. Willmann.*



Mauerkrone (Corona muralis), in der Heraldik, bei Stadtwappen gebräuchlich, beſteht aus einer Krone, die durch Mauerzinnen gebildet erſcheint (ſ. die Figur). Frauengeſtalten, welche die Perſonifikation von Städten darſtellen, pflegt man eine ſymboliſche Mauerkrone aufzuſetzen. *Weinbrenner.*

Mauerlatte, auch Mauerſchwelle, Mauerſohle, 10—12 m breites, 9—10 cm ſtarkes Unterlager der Balkenlage; ſie dient dazu, den Druck des Balkenendes auf eine breitere Fläche zu übertragen, und wird am beſten aus Eichenholz angefertigt. Es bedarf hierzu keiner langen Hölzer, vielmehr genügt eine Länge von 2,5—3,0 m, die Enden ſollen jedoch nicht auf die Oeffnungen treffen, ſondern auf den Pfeilern aufliegen. Gegen Verſchieben in der Längsrichtung und Auseinanderziehen ſind ſie durch ſchwalbenſchwanzförmige Aufblattungen (ſ. d., Bd. 1, S. 350) oder den Hakenkamm (ſ. Bd. 4, S. 755) zu ſichern.



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 5. Fig. 4. Fig. 6.

Die Mauerlatte ſoll nur da zur Anwendung kommen, wo Mauerabſätze vorhanden ſind (Fig. 1 und 2), ein Hineinlegen in die Mauer würde dieſe nur ſchwächen; beſſer iſt in dieſem Falle, die Mauerlatte ganz wegzulaſſen, dafür einen größeren Stein unterzulegen (vgl. Fig. 3), eine Vorlage durch allmählich vortretende Steine (Fig. 4) oder Kragſteine (Fig. 5) zu bilden. Fig. 6 zeigt eine amerikaniſche Konſtruktion mit [-Eiſen und einzeln vorſtehenden Eiſenträgern. Die Balken werden aufgekämmt oder aufgedollt und mit laufender Nummer bezeichnet, um beim Auffchlagen die richtige Lage raſch finden zu können. *Weinbrenner.*

Mauermaße von Soennecken, ſ. Zeichnen, techniſches.

Maueröffnung, jede regelmäßig begrenzte Durchbrechung einer Mauer, die entweder dem Verkehr oder der Einführung von Luft und Licht in einen Raum dient.

Erhält ſie beſondere Vorkehrungen zur Anordnung eines Verſchluſſes, ſo nennt man ſie je nach ihrer Beſtimmung Tor, Tür oder Fenſter (ſ. d.). Sind mehrere ſolcher Oeffnungen benachbart nebeneinander vorhanden, ſo nennt man die zwiſchen ihnen verbleibenden Wandteile „Pfeiler“ oder „Schäfte“. Abgeſehen von den runden Wandöffnungen iſt allen Maueröffnungen die Unterſcheidung der ſeitlichen, unteren und oberen Begrenzung gemeinſam. Die ſeitliche Begrenzung iſt in der Regel eine lotrechte, die untere in der Richtung der Mauerflucht faſt ſtets eine wagerechte, in der Richtung der Mauerdicke dagegen, bei Oeffnungen in Außenmauern, meiſt eine nach außen geneigte, um dem Waſſer Abfluß zu verſchaffen. Die obere Begrenzung kann als Sturz (ſ. d.) in Form eines Steinbalkens oder als Ueberwölbung in Form eines Mauerbogens (ſ. d.) hergeſtellt werden (ſ. Marx, Wandöffnungen, Handbuch d. Architekt., 3. Teil, Bd. 2, 1. Heft, 2. Aufl., Stuttgart 1899). *L. v. Willmann.*

Mauerpfeiler oder Mauerſchäfte ſind die in einer von Oeffnungen (Fenſter, Türen u. ſ. w.) durchbrochenen Mauer zwiſchen den erſteren verbleibenden Mauerteile, für welche der Pfeilerverband (ſ. d.) zur Anwendung zu bringen iſt. *L. v. Willmann.*

Mauerprofil bezeichnet den lotrechten, ſenkrecht zur Außenfläche einer Mauer ſtehenden Schnitt, in welchem ſich etwaige Profile, Verjüngungen und Neigungen der Außenfläche zeigen. *L. v. Willmann.*

Mauerputz, ſ. Mörtel, Putz.

Mauerquader, ſ. Quader, Quaderverband.

Mauerquadrant, ſ. Mauerkreis.

Mauerrecht, 1. Maß des Rückſpringens der oberen Mauer bei einem Mauerabſatz; 2. das Maß, um welches die obere Stärke einer geböſchten Mauer gegen die untere zurückbleibt. *Weinbrenner.*

Mauerſalpeter, ſ. Mauerfraß.

Mauerſchicht, der zwiſchen zwei benachbarten, durch die ganze Mauerdicke hindurchreichenden Lagerflächen befindliche Mauerteil. Die Höhe der Schicht ſteht in einem gewiſſen Verhältnis zur Länge und damit zur Größe der verwendeten Steine; ſ. Backſteinverband und Quader. *L. v. Willmann.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mauerſinter kommt vor an Mauern und Gewölben, an welchen kohlenſaures Waſſer durchdringt, den Kalk des Mörtels auflöſt und auswaſcht und dadurch tropfſteinförmige Bildungen veranlaßt. *Weinbrenner.*

Mauerſohle, ſ. v. w. Mauerlatte (ſ. d.).

Mauerſtärken. Bei Backſteinmauern kann als geringſte Stärke der halbe Stein angeſehen werden, jedoch nur für geringe Höhe und Breite einer Mauer. Abſtufungen in der Verſtärkung von Backſteinmauern ſind dem Format entſprechend ebenfalls nur zu je $^1/_2$ Stein möglich. Bei Quadermauern können als geringſte Stärken 30—40 cm gelten, wenn die Stärke nicht geringer als die Schichthöhe ausfallen ſoll. Mauern aus Schichtſteinen ſind 17—20 cm, aus lagerhaften Bruchſteinen 40 cm und aus unregelmäßigen Bruchſteinen mindeſtens 50—60 cm ſtark anzunehmen [1], S. 374. Für Abſtufungen können 10—15 cm angenommen werden. In allen Fällen iſt auch die Geſchicklichkeit der Maurer und die Güte der verwendeten Mörtelart zu berückſichtigen.

Die der zuläſſigen Belaſtung entſprechenden Werte für Backſteinmauerwerk geben nach Böhme [3], S. 75 und 76, und [4] nachſtehende Tabelle I, während Tabelle II die Zuſammenſtellung der Ergebniſſe für Bruchſtein- und Quadermauerwerk enthält. Die vom Oeſterreichiſchen Ingenieur- und Architekten-Verein aufgeſtellten „Normen“ für die Berechnung der Belaſtung und Inanſpruchnahme von Baumaterialien und Baukonſtruktionen ([1], S. 377, und [5]) nehmen, wie Tabelle III und IV zeigen, verſchiedene Mauerwerkklaſſen an und ſtellen für dieſe die zuläſſige Beanſpruchung für den Quadratzentimeter feſt. Ergibt ſich in einem beſtimmten Fall eine größere Beanſpruchung für den Quadratzentimeter Lagerfläche, ſo muß die Querſchnittfläche vergrößert, d. h. die Mauer ſtärker angenommen werden.

Tabelle I. Druckfeſtigkeit des Verbandmauerwerks.

Art der Steine	Mittl. Druckfeſtigkeit der unvermauerten Steine	Zuläſſige Belaſtung bei Mörtelmiſchung I. 1 Teil Kalk, 2 Teile Sand	II. 7 Teile Kalk, 1 Teil Zement, 16 Teile Sand	III. 1 Teil Zement, 6 Teile Sand	IV. 1 Teil Zement, 3 Teile Sand	Zul. Belaſtung nach den Beſtimmungen d. Berliner Polizei-Präſidiums Kalkmörtel	Zementmörtel	Bemerkungen
Gewöhnliche Hintermauerungsſteine	206	9,1	9,8	11,3	13	8	—	
Beſſere Backſteine, Mittelbrand	258	11,4	12,4	14,2	16,3	—	11	
Klinkerſteine	379	16,7	18,2	20,8	24	—	14	
Poröſe Vollſteine	184	8,1	8,6	10,1	11,6	—	3	leicht gebrannt.
							6	hart gebrannt.
Poröſe Lochſteine	84	3,7	4	4,6	5,3	—	—	
Lochſteine	194	8,5	9,3	10,7	12	—	—	

kg pro qcm

Tabelle II. Zuläſſige Belaſtung für Bruchſteinmauerwerk.

Bezeichnung der Bruchſteine	Mittlere Druckfeſtigkeit der unvermauerten Steine	Zuläſſige Belaſtung für platten- oder klotzförmige Werkſtücke ohne Mörtelverbindung	Zuläſſige Belaſtung für Bruchſteinmauerwerk in Zementmörtel
Granit	1197	110	60 kg pro qcm
Porphyr	1302	130	72 „ „ „
Sandſtein	460	46	25 „ „ „
Quaderſandſtein	679	68	37 „ „ „
Sandſteinquarz	1523	152	84 „ „ „
Baſaltlava	391	39	21 „ „ „
Baſalt	1382	138	76 „ „ „

Tabelle III. Zuläſſige Beanſpruchung für Backſteinmauerwerk und gemiſchtes Mauerwerk.

Mauerwerkgattung	Mauerwerkklaſſen A	B	C
Ziegelmauerwerk in Weißkalkmörtel	5	2,5	—
„ „ Zementkalkmörtel	7,5	5	—
„ „ Portlandzementmörtel	10	7,5	5
Bruchſteinmauerwerk oder gemiſchtes Mauerwerk in Weißkalkmörtel	4	—	—
„ Zementkalkmörtel	5	—	—
Mauerwerk aus geſchlämmten Ziegeln in Zementkalkmörtel	9	8	7,5
„ „ „ „ „ Portlandzementmörtel	12	10	8
Klinker in Portlandzementmörtel	15	12	10
Beton aus Zementkalkmörtel	7	—	—

kg pro qcm

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es bedeuten in Tabelle III:

A. Mauern nicht unter 45 cm ſtark und Tragpfeiler, deren kleinſte Querſchnittabmeſſung mindeſtens ein Sechſtel der Höhe beträgt.

B. Mauern unter 45 cm ſtark und Tragpfeiler, deren kleinſte Querſchnittabmeſſung nur ein Sechſtel bis ein Achtel der Höhe beträgt.

C. Pfeiler, deren kleinſte Querſchnittabmeſſung nur ein Achtel bis ein Zwölftel der Höhe beträgt.

Tabelle IV. Zuläſſige Beanſpruchung bei Quadermauern, einzelnen Werkſtücken, Steinſäulen und Pfeilern.

Steingattungen	Mauerwerkklaſſen A	B	C	
Granit und Porphyr	50	40	20	kg/qcm
Harte Steine: Mühlendorfer, Mannersdorfer; Sommereiner, Iſtrianer u. ſ. w.	25	20	—	kg/qcm
Mittelharte Steine: Groisbacher, Margarethner, Jayſer u. ſ. w.	15	10	—	kg/qcm
Weiche Steine: Stoizinger, Loretto, Breetenbrunner u. ſ. w.	7,5	—	—	kg/qcm

Es bedeuten in Tabelle IV:

A. Geſchloſſene ſtärkere Quadermauern, Unterlagsſteine, Widerlager, Bogenſteine und ſonſtige Werkſtücke, ſtärkere Tragpfeiler und Säulen, deren kleinſte Querſchnittabmeſſung mindeſtens ein Achtel der Höhe beträgt.

B. Stark unterarbeitete und zufälligen äußeren Beſchädigungen ausgeſetzte Werkſtücke, ferner Säulen und dünnere Tragpfeiler, deren kleinſte Querſchnittabmeſſung ein Achtel bis ein Zwölftel der Höhe beträgt.

C. Ganz dünne Säulen und Tragpfeiler, deren Durchmeſſer bezw. kleinſte Querſchnittabmeſſung weniger als ein Zwölftel der Höhe beträgt unter Nachweis geeigneter Einzelanordnungen.

Wo ſchräg oder wagerecht angreifende Kräfte zu erwarten ſind, wie bei Widerlagermauern, bei Stütz- und Futtermauern oder bei ſtarkem Winde ausgeſetzten Mauern, muß die Standfähigkeit gegen Verſchiebung, Kippen und Biegen unterſucht werden, woraus ſich, entſprechend der ſich ergebenden Stütz- oder Drucklinie (ſ. d.) größere Mauerſtärken ergeben (vgl. [1], S. 382, [2], S. 65).

Für frei ſtehende, einen Raum umſchließende, einſtöckige, unbelaſtete Mauern beſtimmt Rondelet [1], S. 385, [2], S. 70, [6] den Einfluß der Länge einer ſolchen Mauer auf die Stärke, indem er in einem aus Länge l und Höhe h gebildeten Rechteck die Diagonale zieht (Fig. 1), die Höhe in eine dem gewünſchten Grade der Standſicherheit entſprechende Anzahl von $n = 8$ bis 12 gleichen Teilen teilt und aus dem Endpunkt B mit einem dieſer Teile einen Kreisbogen $1\,a$ ſchlägt. Der wagerechte Abſtand $a\,b$ der Lotrechten $A\,B$ vom Schnittpunkt a auf der Diagonalen ſtellt die geſuchte Mauerdicke dar. Analytiſch iſt: $a\,b = \frac{h\,l}{n\sqrt{h^2 + l^2}}$, wenn n den Sicherheitsgrad bedeutet.

Die ſo beſtimmte Mauerſtärke gilt für Backſteinmauern. Für andre Mauermaterialien kann die erforderliche Mauerſtärke durch Multiplizieren mit den nachſtehenden Verhältniszahlen gefunden werden, welche für die betreffenden Materialien bei gleichguter Ausführung und unter gleichen Verhältniſſen auf die der Einheit gleichgeſetzte Dicke einer Backſteinmauer Bezug nehmen [1], S. 374: Mauern aus Backſteinen = 1, aus rein bearbeiteten Quadern = $^5/_8$ bis $^3/_4$, aus Schichtſteinen = 1, aus Zementbeton = 1, aus lagerhaften Bruchſteinen = $1^1/_4$, aus Kalkſandſtampfmaſſe = $1^1/_4$, aus unregelmäßigen Bruchſteinen = $1^3/_4$, aus Lehmſteinen = $1^3/_4$, aus Erd- oder Lehmſtampfmaſſe = 2.

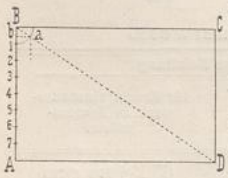


Fig. 1.

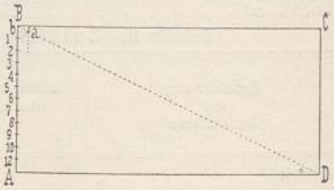


Fig. 2.

Bei Mauern einſtöckiger Gebäude, die durch Balkenlagen oder Dächer belaſtet ſind, macht Rondelet ihre Stärke von ihrer Höhe und der Gebäudetiefe t abhängig, ſo daß an Stelle von l die Größe t tritt (Fig. 2). Zur Verſtärkung einer ſehr langen Mauer werden Pfeilervorlagen oder Strebepfeiler (ſ. d.) erforderlich, zwiſchen welchen die Mauerſtärke in gewöhnlicher Weiſe beſtimmt wird. Bei mehrgeſchoſſigen Gebäuden wird von Rondelet die Dicke der Umfangsmauern ebenfalls von der Tiefe des Gebäudes abhängig gemacht, jedoch wird hier zwiſchen Gebäuden mit und ohne Mittelmauer unterſchieden. Bei den erſteren wird die geringſte Mauerdicke über dem Sockel zu: $a\,b = \frac{t + h}{48}$, bei den letzteren $a\,b = \frac{2\,t + h}{48}$ geſetzt. In der Regel werden ſtockwerkweiſe die Mauern entſprechend der Abnahme der Belaſtung von unten nach oben um 12—15 cm verſchwächt. Bei Außenmauern tritt zu allem Geſagten noch die Rückſicht auf Witterungseinflüſſe hinzu, die ſich namentlich bei Mauern mit Durchbindern geltend machen, weshalb 1 oder gar $^1/_2$ Stein ſtarke Backſteinmauern als geringſte Stärken nur dann als genügend angeſehen werden können, wenn außen wie innen eine hinreichende Schutzbekleidung (Putz-, Schiefer- oder Holzbekleidung u. ſ. w.) angebracht wird. Die in Berlin von der Baupolizei vorgeſchriebenen Mauerſtärken für Wohn- und Fabrikgebäude ſind nachzuſehen in [1], S. 393, [2], S. 76, [7]. Aehnliche Vorſchriften ſind auch in die Bauordnungen andrer Städte aufgenommen, worauf verwieſen wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Handbuch d. Arch., 3. Teil, Bd. 2, 1. Heft, Darmſtadt 1891, S. 373. — [2] Breymann, Baukonſtruktionslehre; Die Konſtruktionen in Stein, 6. Aufl., v. O. Warth bearbeitet, Leipzig 1896, S. 59. — [3] Handbuch d. Arch., 3. Teil, Bd. 1, 1. Heft, Darmſtadt 1889. — [4] Tätigkeit d. Kgl. Prüfungsſtat. f. Baumat. im Jahre 1878; Zeitſchr. f. Bauw. 1880, S. 555. — [5] Wochenſchr. d. Oeſterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1889, S. 1. — [6] Traité théorique et pratique de l'art de bâtir, Bd. 3, Lief. 5, Paris 1808, S. 187; Theoretiſch-praktiſche Anleitung zur Kunſt zu bauen, von J. Rondelet, Bd. 4, Leipzig, Darmſtadt und Wien 1835, S. 122. — [7] Baugewerksztg. 1890, S. 152. *L. v. Willmann.*

Mauerſteine, ſ. v. w. Backſteine (ſ. d.).

Mauerſtrecke, Mauerfeld oder Joch, der zwiſchen je zwei Oeffnungen oder Verſtärkungspfeilern gelegene Teil einer langen Mauer.

Mauerung, im Bergbau, ſ. Grubenmauerung.

Mauerverband, ſ. Backſtein-, Hauſtein-, Quaderverband u. ſ. w.

Mauerwerk, jeder aus natürlichem oder künſtlichem Steinmaterial hergeſtellte, durch die Form oder Größe, und daher durch entſprechende Schwere der Teile, oder durch geeignete Verbindungsmittel zuſammenhängende, von ebenen oder gekrümmten Flächen begrenzte Körper, der insbeſondere den Namen Mauer erhält, wenn er als Abgrenzung oder als Raumabſchluß in wagerechtem Sinne dient, während das in lotrechtem Sinne nach oben raumabſchließend wirkende Mauerwerk „deckendes“ oder Gewölbemauerwerk genannt wird.

Je nach dem Zweck, welchem eine Mauer dient, unterſcheidet man „Grenzmauern“, „Einfriedigungsmauern“, „Stütz-“ und „Futtermauern“, ferner bei Gebäuden: „Außenmauern“, „Innenmauern“, „Scheidemauern“ und nennt in jedem Fall das zutage kommende Mauerwerk aufgehendes Mauerwerk im Gegenſatz zum Fundament- oder Grundmauerwerk, welches jenem zur Unterſtützung dient, den durch die Belaſtung hervorgerufenen Druck gleichmäßig auf den Untergrund verteilen ſoll und mehr oder weniger tief im Boden ſteckt. Je nach der Herſtellungsweiſe unterſcheidet man ferner Trockenmauerwerk (ſ. d.), welches ohne Bindemittel hergeſtellt wird, und Mörtelmauerwerk, zu welchem die verſchiedenartigen Mörtel (ſ. d.) als Bindemittel Verwendung finden. — Dem Material nach unterſcheidet man:

1. Mauerwerk aus natürlichen Steinen: a) Bruchſtein-, b) Feldſteinmauerwerk; c) Hauſtein-, Schnittſtein-, Werkſtein- oder Quadermauerwerk.

2. Mauerwerk aus gebrannten und ungebrannten künſtlichen Steinen.

3. Mauerwerk aus gemiſchten Materialien; a) Verblendmauerwerk, bei welchem die Verblendung aus natürlichen oder künſtlichen Steinen beſtehen kann, während zur Hintermauerung Bruchſteine oder Backſteine bezw. geringere Sorten der letzteren Verwendung finden; b) Steinfachwerk, bei welchem wagerechte und lotrechte Streifen aus anderm Steinmaterial, als es die Mauer ſelbſt enthält, aus konſtruktiven oder äſthetiſchen Gründen eingeſchaltet werden, wodurch eine gewiſſe Aehnlichkeit mit dem Holz- und Eiſenfachwerk entſteht, was zu obiger Namengebung geführt hat.

4. Mauerwerk aus Guß oder Stampfmaſſen, für welches hauptſächlich der Beton als Material in Betracht kommt.

Das Nähere über die Herſtellungsbedingungen, den Verband, die Verwendungsweiſe ſowie über die Literatur ſ. Backſteinverband, Bruchſteinmauerwerk, Feldſteinmauerwerk, Kunſtſteine, Mauerſtärken, Quaderverband, Senken der Gebäude, Stampfbau, Steinfachwerk, Trockenmauerwerk und Verblendmauerwerk. *L. v. Willmann.*

Maulſchütze, Schütze mit einem Maule zum Eintragen von Stroh, Pferdehaaren, Holz u. ſ. w. in Geweben; ſ. Weberei.

Maulſtich, ſ. Takelage.

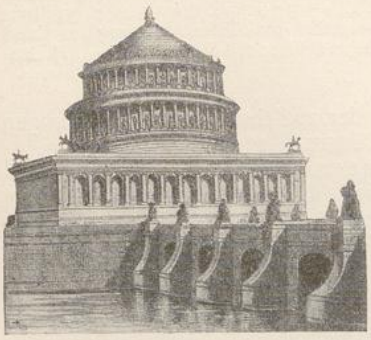
Maund (Mun), Handelsgewicht in Britiſch-Oſtindien = 40 Ser oder Siehrs = 37,324 kg. Neben dem offiziellen Maund (Bazarmaund) werden noch benutzt in Kalkutta der Faktoreimaund = 33,87 kg, in Madras der Faktoreimaund = 11,4 kg, der Bazarmaund = 12,4 kg, in Bombay = 12,7 kg, in Ponditſcherri (Mand, Talam) = 11,7 kg (der Bazarmaund iſt um 10 % ſchwerer); Gewicht für Reis, auf Sumatra = 39,3 kg, in Perſien (Man, Batman) = 4,5 kg. *Plato.*

Maurerarbeiten umfaſſen alle zur Errichtung von Mauern erforderlichen Arbeiten bis auf die Herſtellung der Mauerſteine ſelbſt bezw. die Zurichtung der Werkſtücke und Quadern.

In der Reihenfolge bei einem Gebäudeaufbau ſind es: 1. die Herſtellung des zur Abſteckung der Grundmauern dienenden Schnurgerüſtes (ſ. d.); 2. die Vorbereitung der Materialien, wie das Löſchen des Kalkes, das Sieben des Sandes und die Herſtellung des erforderlichen Mörtels; 3. nach erfolgter Ausſchachtung des Baugrundes die Aufmauerung der Grundmauern und des aufgehenden Mauerwerks; 4. das Verſetzen der dabei zu verwendenden Werkſteine und die Herſtellung der notwendig werdenden einfachen Gerüſte, während die Errichtung „abgebundener“ Gerüſte den Zimmerleuten zukommt; 5. die Einmauerung der Balkenköpfe; 6. die Aufführung und Abdeckung der Schornſteine; 7. nach Eindeckung des Daches: die Einwölbung der Keller- und ſonſtigen mit Steindecken zu verſehenden Räume, die Ausſtakung der Zwiſchengebälke und die Ausmauerung der Gerüſtlöcher in den Mauern. *L. v. Willmann.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mauſoleum, ein architektoniſch und räumlich hervorragendes Grabdenkmal. Der Name ſtammt von dem Grabdenkmal des Königs Mauſolos zu Halikarnaß in Kleinaſien, das ihm von ſeiner Witwe Artemiſia um 350 v. Chr. errichtet, wegen ſeiner Größe und Pracht bewundert und zu den ſieben Wunderwerken der antiken Welt gezählt wurde [1].



Unter den römiſchen Mauſoleen ſind hervorzuheben das des Kaiſers Auguſtus, ein Rundbau, mit mehreren terraſſenförmig ſich erhebenden Stockwerken, zwei Obelisken und einer Kuppel [2], mit der Koloſſalſtatue des Kaiſers bekrönt. Großartiger noch war das des Kaiſers Hadrian, die heutige Engelsburg an der Tiber. Auf quadratiſchem Unterbau von 100 m Länge erhoben ſich übereinander zwei runde Stockwerke, mit Säulenhallen und Figuren geſchmückt, den oberſten Abſchluß bildete ein kegelförmiger Aufbau mit einem rieſenhaften Pinienzapfen als Spitze (ſ. die Figur). In der heutigen Zeit werden die tempel- oder kapellenartigen Gebäude über fürſtlichen Grüften, wie z. B. in Charlottenburg, Wiesbaden u. ſ. w., als Mauſoleen bezeichnet.

Literatur: [1] Newton, A hiſtory of discoveries at Halikarnassos, London 1862. — [2] Piraneſi, G., Le antichità Romane, Roma 1756. *Weinbrenner.*

Mauvein, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 630.

Maximalausſchalter, ſ. Ausſchalter.

Maximalfehler, ſ. Fehlertheorie, Bd. 3, S. 667.

Maximalmoment wird in der Ingenieurmechanik häufig das größte poſitive Angriffsmoment (ſ. d.) M_μ einfacher Balkenträger oder auch einzelner Oeffnungen durchlaufender (kontinuierlicher) Balkenträger für eine beſtimmte Belaſtung genannt. Der Ort (Querſchnitt) μ von M_μ heißt dann der Maximalmomentenpunkt. Bezüglich der Werte von μ, M_μ ſ. Bd. 1, S. 504, 508, 520, 521, 522. Befindet ſich die Belaſtung zum Teil in Bewegung, ſo ändert auch der Maximalmomentenpunkt μ ſeine Lage und das Maximalmoment M_μ ſeinen Wert. Das größte hierbei entſtehende M_μ wird abſolutes Maximalmoment genannt. Beſtimmung desſelben für gewöhnliche einfache Balkenträger ſ. Bd. 1, S. 522.

Neben den wie vorſtehend aufgefaßten Maximalmomenten kommen bei bewegten Laſten die Maxima max M_x der Angriffsmomente M_x in beliebigen Querſchnitten x in Betracht, Bd. 1, S. 519, 522, 510. Das größte dieſer max M_x am ganzen Träger iſt natürlich wieder das abſolute Maximalmoment max M_μ. Die Ermittlung aller dieſer Werte kann bei vorgeſchriebenen Belaſtungen durch Tabellen oder graphiſche Darſtellungen erleichtert werden. So enthalten die Belaſtungsvorſchriften der preußiſchen Staatseiſenbahnverwaltung, [9], [10], S. 538, Tabellen, aus welchen für gewöhnliche einfache Balkenträger von 1—150 m Spannweite die abſoluten Maximalmomente max M_μ und mit Verwendung der letzteren die max M_x in beliebigen Querſchnitten entnommen werden können. S. a. Momentenſchema.

Literatur: [1] Culmann, Die graphiſche Statik, Zürich 1875, S. 348. — [2] Weyrauch, Die Maximalmomente einfacher Träger bei feſten und mobilen Laſtſyſtemen, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1875, S. 467. — [3] Stelzel, Theorie einfacher, ſtatiſch beſtimmter Brückenträger, Wien 1880, §§ 17—21, 25—29, 33, 35, 38, 39, 42, 44—49, 52, 54, 56, 58. — [4] Göbel, Theorie der Maximalmomente einfacher Träger bei konzentrierter Verkehrslaſt, Mainz 1883. — [5] Winkler, Theorie der Brücken, 1. Heft, Wien 1886, S. 41, 53. — [6] Weyrauch, Beiſpiele und Aufgaben zur Berechnung der ſtatiſch beſtimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888, S. 18, 25, 35. — [7] Puller, Beſtimmung größter Momente für eiſerne Brücken mit geringen Stützweiten, Centralbl. der Bauverwalt. 1897, S. 381. — [8] Labes, Beſtimmung größter Momente und Querkräfte für Eiſenbahnbrücken, ebend. 1899, S. 173. — [9] Dirkſen, Die neuen Belaſtungsvorſchriften für die eiſernen Brücken der preußiſchen Staatseiſenbahnverwaltung vom April 1901, ebend. 1901, S. 381. — [10] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, I, Leipzig 1901, S. 123, 159, 538. — [11] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 2, 2. Abteil., Leipzig 1901, S. 287, 299. — [12] Oſtenfeld, Techniſche Statik, Leipzig 1904, S. 23. — Weitere Literatur ſ. Balken, einfache und durchlaufende. *Weyrauch.*

Maximalmoment, das größte Biegungsmoment, das in einem Balkenträger auftritt. Man unterſcheidet das Maximalmoment: a) für feſte Belaſtung, b) für bewegliche Laſten und einen gegebenen Schnitt, c) für bewegliche Laſten überhaupt.

In der graphiſchen Statik wird das Moment a) dadurch gefunden, daß man die gegebenen Laſten durch ein Seilpolygon (ſ. d.) zuſammenſetzt, die Schlußlinie zieht und eine zu dieſer parallele Tangente an das Seilpolygon legt. Die lotrechte Entfernung der beiden Parallelen, oder die größte Ordinate des Seilpolygons, liefert, mit der Polweite multipliziert, das geſuchte Maximalmoment. In den Fällen b) und c) zeichnet man ebenfalls für die vorgeſchriebenen Laſten ein Seileck und ſucht hierauf, meiſtens durch Probieren, diejenige Schlußlinie, die, ſei es für einen vorgeſchriebenen Schnitt, ſei es überhaupt, die größte Momentenordinate

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

liefert. Letztere iſt, wie oben, mit der Polweite zu multiziplieren. Im Falle *b* leiſten auch die Einflußlinien (ſ. d.) der Momente gute Dienſte. — Vgl. Balken, graphiſche Berechnung, Bd. 1, S. 513. *Mörſch.*

Maximalſpannungen, ſ. Spannungstrajektorien.

Maxima und Minima, die größten und kleinſten Werte einer Funktion.

Iſt $y=f(x)$ eine Funktion von x, ſo kann man nach einem Wert a von x fragen, der die Funktion y zu einem Maximum oder Minimum macht, d. h. zu einem Wert, welcher größer oder kleiner iſt als die benachbarten. Die Bedingung für einen eminenten Wert, d. h. für ein Maximum oder Minimum, iſt $f'(x)=0$. Dabei tritt ein Maximum oder Minimum ein, je nachdem (für das betreffende x) $f''(x) \gtrless 0$. Iſt $f''(x)=0$; $f'''(x) \gtrless 0$, ſo liegt kein eminenter Wert vor; iſt aber auch $f'''(x)=0$, ſo hat man ein Maximum oder Minimum, je nachdem $f''''(x) \lessgtr 0$.

Allgemein: ein Wert von x macht $f(x)$ zu einem eminenten Wert, wenn die erſte nicht verſchwindende Ableitung von gerader Ordnung iſt; man hat ein Maximum oder Minimum, je nachdem die betreffende Ableitung negativ oder poſitiv iſt.

Eine Funktion $z=f(x,y)$ erreicht einen eminenten Wert für ſolche Werte von x und y, welche den Gleichungen $\frac{\partial f}{\partial x}=0$, $\frac{\partial f}{\partial y}=0$ genügen; doch muß außerdem $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}-\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}\right)^2>0$ ſein, und man hat alsdann Maximum oder Minimum, je nachdem $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \lessgtr 0$.

Um das Maximum oder Minimum einer Funktion $f(x\,y\,z\ldots)$ von n Veränderlichen, zwiſchen welchen r Nebenbedingungen $\varphi(x\,y\,z\ldots)=0$; $\psi(x\,y\,z\ldots)=0\ldots$ beſtehen, zu beſtimmen, ſucht man das Maximum oder Minimum der Funktion $f+\lambda_1\varphi+\lambda_2\psi+\ldots$ zu ermitteln. Aus den n Bedingungsgleichungen eliminiert man die r Größen λ; die $n-r$ Eliminationsgleichungen beſtimmen zuſammen mit den r Nebenbedingungen die n Veränderlichen.

Beiſpiel: Eminenter Wert von $f(x,y)$, wenn $\varphi(x,y)=0$. x und y beſtimmen ſich aus: $\begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial x} & \frac{\partial \varphi}{\partial y} \end{vmatrix}=0$ und $\varphi=0$.

Maxima und Minima von Integralen ſ. Variationsrechnung.

Literatur: [1] Serret, Lehrbuch der Differentialrechnung, deutſch von Harnack, 2. Aufl., Leipzig 1897. — [2] Heilermann, J., Eine elementare Methode zur Beſtimmung von größten und kleinſten Werten, Leipzig 1871. — [3] Martus, E., Maxima und Minima, 2. Aufl., Hamburg 1903. — [4] Maurer, A., Maxima und Minima, Berlin 1897. *Wölffing.*

Maxima und Minima, barometriſche, Orte höchſten und niedrigſten Luftdruckes, die auf jeder Iſobarenkarte (ſ. Iſobaren) hervortreten, ſei es, daß dieſe eine mittlere Druckverteilung oder eine beſtimmte Wetterlage als ſynoptiſche Wetterlage darſtellen.

Von dem barometriſchen Maximum nimmt der Luftdruck nach allen Seiten ab, von dem barometriſchen Minimum dagegen zu. Die Umgebung des barometriſchen Maximums, ſoweit die Iſobaren ihre hohle Seite dieſem zukehren, nennen wir ein Hochdruckgebiet oder eine Anticyklone, die entſprechend definierte Umgebung eines barometriſchen Minimums ein Tiefdruckgebiet, eine Depreſſion oder eine Cyklone. Das auch kurz ein „Hoch“ genannte barometriſche Maximum wird auf den Wetterkarten durch ein eingeſchriebenes H oder „Hoch“ angezeigt, während das entſprechend vielfach kurz „Tief“ genannte barometriſche Minimum durch ein T oder „Tief“ angedeutet wird. Treten am Rande der Hochdruckgebiete ſackförmige Ausſtülpungen der Iſobaren auf, ſo nennt man dieſe Randbildungen oder Ausläufer hohen oder niedrigen Drucks; entwickelt ſich in einem Ausläufer niedrigen Drucks ein barometriſches Minimum mit allſeitig ausgebildetem eignen Windſyſtem, ſo nennen wir ein ſolches ein Teilminimum und mit ſeiner Umgebung, ſobald ſich relativ hoher Luftdruck zwiſchen den beiden Minima eingeſtellt und eine Trennung der beiderlei Tiefdruckgebiete deutlich hervortreten läßt, eine Teildepreſſion. Als Furche niedrigen Druckes treten in den Iſobarenkarten zuweilen langgeſtreckte Gebiete niedrigen Druckes, zu beiden Seiten durch höhere begrenzt, auf, die häufig Zentren niedrigen Druckes verbinden, ebenſo wie Rücken hohen Druckes als langgeſtreckte Gebiete gegen ihre Umgebung relativ hohen Druckes hervortreten und oft die Verbindung zweier Maxima herſtellen. Dem Maximum ſtrömt auf der nördlichen Halbkugel die Luft in der Höhe in ſpiraliger Bahn zu, der Bewegung des Uhrzeigers entgegengerichtet, dann unten aus dem Maximum im Sinn der Uhrzeigerbewegung heraus und dem benachbarten Minimum wieder in entgegengeſetzt gerichteten Spiralen zu, ſteigt in dieſem in die Höhe und tritt dann wieder in ſpiraliger Bahn, gleichgerichtet mit dem Uhrzeiger, aus. Die Höhe, bis zu der die Luftmaſſe an den längs der Oberfläche auftretenden Bewegungen teilnimmt, iſt eine ſehr verſchiedene. Dieſe Luftbewegung in der Umgebung der Maxima und Minima erfolgt nach dem Barifchen Geſetz (ſ. d.). In unſern Breiten mit ihrer veränderlichen Luftdruckverteilung bedingen die barometriſchen Maxima und Minima mit ihren Umwandlungen und Bewegungen die Veränderlichkeit der Wetterlage, ſo daß die Erforſchung ihrer Entſtehung, Umwandlungen und gegenſeitigen Beziehungen die Grundlage für die Wetterprognoſe liefert. Als beſonders wichtige, aus der Erfahrung abgeleitete Regel gilt der ziemlich allgemein angenommene Satz, daß ein Minimum ſich ſo bewegt, daß es hohen Druck (und hohe Temperatur) zur Rechten, niedrigen Druck (und niedrige Temperatur) zur Linken läßt. Minima bewegen ſich daher umeinander im umgekehrten Sinn der Drehung des Uhrzeigers. Die Minima ſchreiten in unſern Breiten meiſt in einer öſtlichen Richtung fort, im Winter mehr ſüdlich, im Sommer mehr nördlich gerichtet. Veränderliche Witterung mit Niederſchlägen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtarken Winden und Gewittererſcheinungen charakteriſiert die Minima, ruhige Witterung mit keinen oder geringen Niederſchlägen die Maxima, die im Sommer heiteres Wetter, im Winter aber häufig anhaltend gleichmäßig trübes Wetter bei uns herbeiführen. Indem die Druckverteilung die Winde ihrer Richtung (und Stärke) nach bedingt, iſt ſie auch maßgebend für die Temperatur, inſofern ozeaniſche, weſtliche Luftſtrömungen in Europa im Sommer kühles, im Winter warmes Wetter bedingen, während bei öſtlichen kontinentalen Winden die entgegengeſetzten Verhältniſſe obwalten. Die für die Minima typiſche Trübung des Himmels wirkt ferner im gleichen Sinne wie ozeaniſche Luftſtrömungen, der klare Himmel aber im Sinne der kontinentalen Winde vermöge der verſtärkten Ausſtrahlung im Winter erkaltend, im Sommer erwärmend. Bedingt durch die Abhängigkeit der Temperatur von der geographiſchen Breite und die hierdurch hervorgerufene allgemeine atmoſphäriſche Zirkulation erfolgt eine Anhäufung von Luft und ſomit höherer Druck in den Gebieten der Wendekreiſe, von dem indeſſen infolge des ſtörenden Einfluſſes der ungleichen Erwärmung von Meer und Land nur die mehr oder weniger ſtationären Maxima der Wendekreiſe auf den Ozeanen angetroffen werden. Die Lage dieſes Maximums auf dem nordatlantiſchen Ozean, wie ein mehr oder weniger ſtationäres Minimum, das im Winter über den isländiſchen Gewäſſern lagert, wirken ſehr erheblich auf die Wetterlage Europas ein.

Literatur ſ. unter Wetterprognoſe. *Großmann.*

Maxim-Geſchütz, ſ. Schnellfeuerkanonen.

Maxwellſcher Lehrſatz wird von manchen der Satz von der Gegenſeitigkeit der Verrückungen (Bd. 4, S. 343) genannt.

Mayerſche Formel, eine mathematiſche Gleichung, welche geſtattet, die Einwirkung der Fehler eines Durchgangsinſtruments auf die mit demſelben ausgeführten Beobachtungen zum Ausdruck zu bringen und die letzteren wegen dieſer Fehler ſo zu korrigieren, als ob ſie mit einem genau richtig gebauten und aufgeſtellten Inſtrument zuſtande gekommen wären.

Die Mayerſche Formel iſt beſonders für kleinere oder transportable Inſtrumente von Bedeutung und ſollte bei der Berechnung der mit ſolchen Inſtrumenten angeſtellten Beobachtungen ſtets angewendet werden, da ſie ſich den Korrektionsmöglichkeiten derſelben am beſten anpaßt.

Bei einem Durchgangsinſtrument (ſ. d.) ſoll ſowohl die Abſehenslinie des Fernrohres (Verbindungslinie der Mitte des Objektivs mit dem Kreuzungspunkt der Mittelfäden) ſenkrecht auf der Umdrehungsachſe ſtehen, als auch dieſe ſelbſt ſoll genau horizontal und genau von Oſt nach Weſt gerichtet ſein. Dieſe drei Bedingungen ſind faſt nie genau erfüllt. Es iſt nun Sache der Aſtronomen, die Abweichungen von der idealen Form und Aufſtellung zu beſtimmen (ſ. die dazu geeigneten Methoden unter Zeitbeſtimmung). Hat man dieſe Inſtrumental- bezw. Aufſtellungsfehler beſtimmt und bezeichnet man den Betrag, um den der Winkel, welchen der dem Objektiv zugekehrte Teil der Abſehenslinie mit der Weſtrichtung der Umdrehungsachſe macht, größer iſt als 90°, mit $+c$, weiterhin den Winkel, welchen die Umdrehungsachſe mit ihrer Projektion auf den Horizont einſchließt, mit i (poſitiv, wenn das Weſtende höher liegt), und endlich die Abweichung der Umdrehungsachſe von der Oſtweſtrichtung mit k (poſitiv, wenn das Weſtende zu weit nach Süden zeigt), ſo erhält man nach den Prinzipien der ſphäriſchen Aſtronomie die Durchgangszeit eines Geſtirnes durch den Meridian (T) aus der Uhrangabe (U), für welche die Paſſage dieſes Sternes durch den Mittelfaden erfolgte, wenn außerdem Δu den Fehler der Uhrangabe gegen Ortsſternzeit bedeutet, nach der Mayerſchen Formel aus folgendem Ausdruck:

$$T = U + \Delta u + i\,\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + k\,\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + c\sec\delta,$$

wo φ die geographiſche Breite und δ die Deklination des beobachteten Geſtirnes iſt. — Da man nun ſolche Inſtrumente in beiden Lagen, d. h. die Umdrehungsachſe in ihren Lagern umgelegt zu benutzen pflegt und auch Sterne in oberer und unterer Kulmination beobachtet (wodurch ſich die Bewegungsrichtung des Sternes im Geſichtsfeld umkehrt), ſo gibt man der obigen Formel die allgemeinere Geſtalt:

$$T = U + \Delta u + i\,\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + k\,\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\delta} \pm c\sec\delta, \text{ obere Kulmination } \begin{cases}\text{Kreis Oſt}\\ \text{„ Weſt}\end{cases}$$

$$\text{bezw. } T = U + \Delta u + i\,\frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos\delta} - k\,\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\delta} \pm c\sec\delta, \text{ untere Kulmination } \begin{cases}\text{Kreis Oſt}\\ \text{„ Weſt}\end{cases}.$$

Durch geeignete Kombination von Sternen im Süden und Norden des Zenits bezw. bei „Kreis Oſt“ und „Kreis Weſt“ und in oberer und unterer Kulmination kann man die Werte von k (Azimute) und c (Kulminationsfehler) beſtimmen. Die Neigung (i) der Horizontalachſe gegen den Horizont pflegt man aber meiſt durch ein angehängtes oder auf die Umdrehungsachſe aufgeſetztes Niveau zu beſtimmen. Bei häufiger Anwendung dieſer Formel pflegt man Tafeln für die Koeffizienten von i und k zu verwenden, welche ſich für eine Reihe von Werten von φ und δ vorausgerechnet in den aſtronomiſchen Tafelſammlungen vorfinden. — Die Formel iſt zum erſten Male veröffentlicht in den ſogenannten „Opera inedita“ von T. Mayer, Göttingen 1775, auf S. 19, und zwar haben dort die Korrektionsglieder die Form $\frac{A\cos\alpha + B\sin\alpha + C}{\cos\delta}$, wo A unſerm i, B dem k und C dem c entſpricht, während α die Zenitdiſtanz des Geſtirnes, alſo auch $\varphi - \delta$ bedeutet.

Literatur: Die ſchon mehrfach zitierten Lehrbücher der ſphäriſchen Aſtronomie und vor allem die Hilfstafeln von Albrecht; ſ. Durchgangsinſtrumente. *Ambronn.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mayerſches Geſetz wird mitunter die von Robert Mayer zuerſt erkannte Aequivalenz von Wärme und Arbeit (ſ. Wärmeäquivalent, mechaniſches) oder auch das ebenfalls zuerſt von ihm feſtgeſtellte Prinzip von der Erhaltung der Energie (ſ. Bd. 3, S. 449) genannt. *Weyrauch.*

Mazerationsverfahren, Auslaugen des Zuckers aus dem Rübenbrei; jetzt aufgegeben und durch das Diffuſionsverfahren erſetzt; ſ. Zucker.

Mazerieren, feſte Subſtanzen bei gewöhnlicher Temperatur längere Zeit der Einwirkung von Waſſer, Alkohol, Säuren u. ſ. w. ausſetzen, um gewiſſe Stoffe in Löſung überzuführen.

Mechanik iſt die Lehre von den Bewegungen der trägen Maſſen und den auf ſie wirkenden Kräften.

Sie wird in verſchiedener Hinſicht eingeteilt, z. B. nach der Art der Betrachtung in theoretiſche Mechanik, welche die allgemeinen Geſetze und die grundlegenden Geſichtspunkte in erſter Linie berückſichtigt, und in techniſche Mechanik, welche die Anwendung auf beſtimmte Fragen der Praxis ins Auge faßt. Eine andre Einteilung iſt in Kinematik, Statik und Dynamik, wobei der Kinematik die Geometrie der Bewegungen, alſo die Beziehung von Raum und Zeit, der Statik die Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte oder die Beziehung von Raum und Kräften, der Dynamik die Lehre von den durch die Kräfte unterhaltenen Bewegungen, alſo Beziehung von Raum, Zeit und Kräften zufällt. Dabei erſcheinen Kinematik und Statik als Vorſtufen der Dynamik. Manchmal wird noch eine dritte Vorſtufe als Geometrie der Maſſen, die Beziehung vom Raum zu den Maſſen (Lehre vom Schwerpunkt und den Trägheitsmomenten u. ſ. w.), abgetrennt. Auch der Freiheitsgrad der behandelten Maſſenſyſteme kann als Einteilungsgrund gelten. Es werden dann Syſteme von endlichem Freiheitsgrad (Mechanik des Maſſenpunktes, der ſtarren Körper und ihrer Verbindungen in endlicher Zahl) und von unendlich großem Freiheitsgrad (Mechanik der flüſſigen und elaſtiſchen Körper) unterſchieden. Eine folgerichtige Durchführung der genannten Einteilungen entſpricht namentlich in Rückſicht auf die ſehr verſchiedene Wichtigkeit der einzelnen Abteilungen keinem praktiſchen Bedürfnis. *Finſterwalder.*

Mechaniſche Feuerleitern, ſ. Feuerſchutz, Bd. 3, S. 782.

Mechaniſche Zündung, ſ. Seeminen.

Mechanismen werden verſchieden definiert; denn einerſeits ſoll bezweckt werden, daß die Definition möglichſt umfaſſend der technologiſchen Auffaſſung entſpricht, anderſeits daß die Definition vorzugsweiſe der kinematiſchen Auffaſſung genügt.

a) Mechanismus iſt ein künſtliches körperliches Gebilde, welches innere Bewegungen ausführen kann, die vermöge der Geſtalt und Widerſtandsfähigkeit ſich berührender Oberflächen eindeutig beſchränkt ſind [1].

b) Mechanismus iſt eine zwangläufige geſchloſſene kinematiſche Kette (ſ. d.), von der ein Glied feſtgeſtellt iſt. Der Mechanismus heißt insbeſondere ein Getriebe, wenn ein beſtimmtes ſeiner beweglichen Glieder als dasjenige vorausgeſetzt iſt, von dem die Bewegung ausgeht, d. h. welches unmittelbar zur Bewegung in einem gewiſſen Sinne angetrieben wird [2].

c) Mechanismus oder Getriebe iſt eine geſchloſſene kinematiſche Kette (ſ. d.), von welcher ein Glied feſtgeſtellt iſt [3].

d) Mechanismus iſt ein aus ſtarren Körpern beſtehendes Gebilde, bei welchem dieſe Körper durch kinematiſche Elementenpaare (ſ. d.) beweglich verbunden ſind [4].

In a) und b) iſt die eindeutige Beweglichkeit bezw. die Zwangläufigkeit (ſ. d.), durch welche die Punkte eines jeden Gliedes des Mechanismus gegen jedes andre desſelben ſich in beſtimmten Bahnen bewegen, als Merkmal aufgenommen. In c) und d) befindet ſich dieſes Merkmal nicht, und demnach ſind dieſe Definitionen umfaſſender; und es werden dann die Mechanismen, welche eindeutige Beweglichkeit beſitzen, zwangläufige Mechanismen genannt. Die Beſchränkung in d), daß die Glieder ſtarre Körper ſind, die durch ſtarre geometriſche Syſteme erſetzt werden können, iſt zugunſten der kinematiſchen Behandlung beigefügt. Die Definition d) umfaßt auch die Mechanismen mit Bandtrieb (ſ. d.), bei denen die Bewegung durch fügſame Körper, Riemen, Bänder, Seile, Schnüre, Ketten u. ſ. w., vermittelt wird; denn es können dieſe fügſamen Körper zum Zweck der kinematiſchen Unterſuchung durch geometriſche Körper, bezw. Syſteme, erſetzt werden [4]. Es entſpricht dem Sprachgebrauche, daß die Benennung Mechanismus angewendet wird erſtens in dem Falle, wenn alle Glieder ſich in bezug auf einen als ruhend gedachten Raum bewegen, und zweitens auch in dem Falle, wenn ein Glied in bezug auf dieſen Raum als feſt betrachtet wird. Um aber beſonders zum Ausdruck zu bringen, daß ein Glied des Mechanismus feſt iſt, wird derſelbe dann auch Getriebe genannt [5]. Ein zwangläufiger Mechanismus heißt ein einfacher, wenn jedes Glied mit nur zwei andern Gliedern durch kinematiſche Elementenpaare verbunden iſt, wodurch dann die Glieder in geſchloſſener Folge aneinander gereiht ſind. Im andern Falle, wenn bei einem Mechanismus Glieder mit mehr als zwei andern Gliedern verbunden ſind, heißt derſelbe ein zuſammengeſetzter. Befinden ſich die Bahnen der Punkte der Glieder in parallelen Ebenen, ſo heißt der Mechanismus ein ebener; befinden ſich dieſe Bahnen auf konzentriſchen Kugelflächen, dann heißt der Mechanismus ein ſphäriſcher und im andern Falle ein räumlicher. Sind alle Glieder eines Mechanismus durch Drehpaarungen (ſ. d.) bezw. Achſengelenke

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verbunden, dann wird derſelbe ein Gelenkmechanismus genannt, und ſind alle Glieder durch Richtpaarungen (ſ. d.) verbunden, dann heißt derſelbe ein Richtmechanismus.

Ein einfacher, ebener Mechanismus kann gemäß ſeiner Defintion höchſtens vier Glieder beſitzen. In Fig. 1 iſt ein einfacher, ebener Mechanismus dargeſtellt, deſſen vier Glieder a, b, c, d durch die vier Drehpaarungen Φ, F, L, Λ verbunden ſind, und dieſer heißt ein Kurbelmechanismus (ſ. d.); derſelbe wird ein Kurbelgetriebe genannt, wenn ein Glied, z. B. a, feſtgeſtellt iſt. In Fig. 2 iſt dieſer Mechanismus in andrer Geſtaltung gezeichnet. Das Glied d iſt durch einen Schlitten d vertreten, der ſich in dem Bogenſchlitz λ des Gliedes a bewegt und um Λ dreht. Wenn man das Glied ΦE bezw. a als feſt betrachtet und das Glied b um Φ dreht, alſo der Punkt F auf dem Kreiſe φ rotiert, dann ſchwingt der Punkt L auf dem um Λ beſchriebenen Kreiſe λ hin und her. Der Mechanismus iſt dann ein Schwingkurbelgetriebe. Wird die Drehpaarung, welche die Glieder a, d verbindet, durch eine Richtpaarung (ſ. unten) erſetzt, alſo die Achſe Λ in Fig. 3 ins Unendliche verlegt, dann entſteht ein Schubkurbelmechanismus (ſ. d.), und wenn das Glied a als feſt angenommen iſt, erhält man ein Schubkurbelgetriebe, welches, je nachdem die Strecke $\Phi E \gtrless 0$, ein exzentriſches oder ein zentriſches iſt. Wird der Schieber d in Fig. 3 weggelaſſen und der Zapfen L ſo erweitert, daß er in dem Schlitz des Gliedes a paſſend gleitet, dann entſteht ein dreigliedriger, einfacher Mechanismus, deſſen drei Glieder a, b, c durch die Drehpaarungen Φ, F und eine allgemeine kinematiſche Paarung, d. i. zylindriſcher Zapfen im Schlitz, verbunden ſind. Wenn nur zwei durch ein kinematiſches Elementenpaar verbundene Glieder vorhanden ſind, dann pflegt man dieſe beiden verbundenen Glieder ein Gliederpaar (ſ. d.) zu nennen. In Fig. 4 iſt ein dreigliedriger Richtmechanismus, der auch Dreirichtmechanismus genannt wird, dargeſtellt. Die drei Glieder $H_q\, q$, $H_l\, l$, $H_\varphi\, \varphi$, von denen jedes aus einer Hülſe und einer Stange beſteht, ſind durch Richtpaarungen verbunden; denn die Hülſen H_q, H_l, H_φ gleiten bezw. auf den Stangen q, l, φ. In Fig. 5, 6 und 7 ſind drei zuſammengeſetzte ebene Mechanismen dargeſtellt, deren Glieder durch Drehpaarungen verbunden ſind. Die Glieder ſind mit Ziffern und die Drehpaarungen mit den beiden Ziffern der verbundenen Glieder bezeichnet. Bei dem in Fig. 5 dargeſtellten ſechsgliedrigen Mechanismus ſind an die beiden benachbarten Glieder 3, 4 des aus den Gliedern 1, 2, 3, 4 gebildeten Gelenkvierecks die gelenkig verbundenen Glieder 5, 6 drehbar angeſchloſſen. Dieſer Mechanismus wird ein Wattſcher Mechanismus genannt, weil aus demſelben der Hauptmechanismus der Wattſchen Dampfmaſchine hervorgeht, wenn die Drehpaarung 3 5 durch eine Richtpaarung erſetzt wird, und ferner 1 4, 3 4, 4 6 in einer Geraden liegen. Bei dem in Fig. 6 dargeſtellten ſechsgliedrigen Mechanismus ſind an die beiden gegenüberliegenden Glieder 2, 4 des aus den Gliedern 1, 2, 3, 4 gebildeten Gelenkvierecks die gelenkig verbundenen

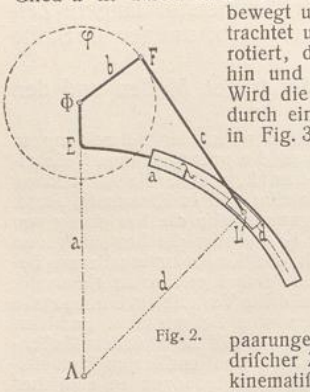


Fig. 2.

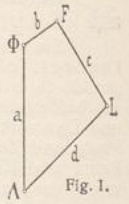


Fig. 1.

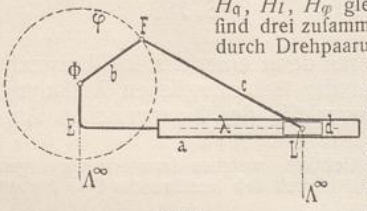


Fig. 3.

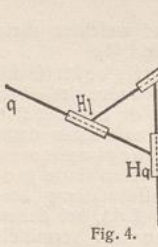


Fig. 4.

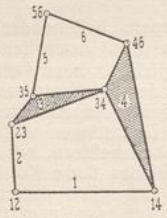


Fig. 5.

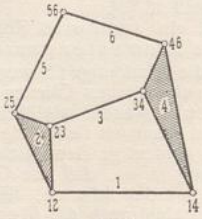


Fig. 6.

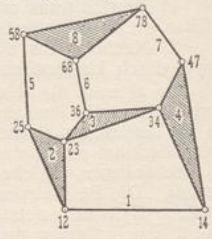


Fig. 7.

Glieder 5, 6 drehbar angeſchloſſen. Dieſer Mechanismus wird ein Stephenſonſcher Mechanismus genannt, weil derſelbe den Hauptteil der Stephenſonſchen Lokomotivſteuerung bildet. Der in Fig. 7 dargeſtellte achtgliedrige Mechanismus, bei welchem das Glied 8 durch die drei Glieder 5, 6, 7 bezw. mit den Gliedern 2, 3, 4 des Gelenkvierecks 1, 2, 3, 4 gelenkig verbunden iſt, wird Dreiſpannmechanismus genannt [5]. Wenn man bei dieſen Mechanismen Drehpaarungen durch Richtpaarungen erſetzt, ſo ergibt ſich eine Fülle ſpezieller Mechanismen; und ferner durch Feſtſtellung des einen oder des andern Gliedes entſtehen die mannigfaltigſten Getriebe.

Literatur: [1] Hartig, Ueber einige Allgemeinbegriffe der mechaniſchen Technik, Civilingenieur 1884, S. 422. — [2] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Bd. 2, S. 7, Hamburg-Leipzig 1883. — [3] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, S. 50, Braunſchweig 1875. — [4] Burmeſter, L., Civilingenieur 1889, S 131. — [5] Derſ., Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, 6. und 7. Abſchnitt, Leipzig 1888.

Burmeſter.

Mechanismen mit Bandtrieb oder Bandtriebmechanismen, auch kurz Bandmechanismen genannt, sind solche, bei denen die Bewegungsübertragung durch fügsame Körper, Riemen, Bänder, Seile, Schnüre, Ketten u. s. w. infolge ihrer Anschmiegung an starre Körper vermittelt wird, d. h. durch Bandtrieb erfolgt.

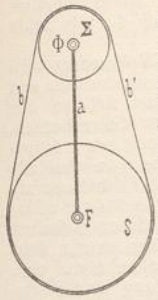


Fig. 1.

In Fig. 1 ist z. B. ein Mechanismus mit Bandtrieb dargestellt, bei welchem die Bewegung der beiden im Gliede a um die Achsen F, Φ rotierenden Scheiben S, Σ durch einen umschließenden Riemen $b\,b'$ vermittelt wird. Bei der kinematischen Behandlung dieses Mechanismus kann man die Bewegung dieser Scheiben theoretisch auch dadurch bewirkt annehmen, daß man z. B. das Riemenstück b durch einen starren in seiner Längsrichtung bewegten Stab b ersetzt, an dem die Scheiben ohne Gleitung rollen.

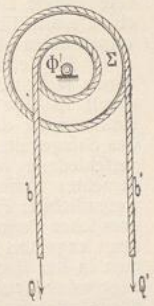


Fig. 2.

In Fig. 2 ist ein andrer Mechanismus mit Bandtrieb dargestellt. Dieser besteht aus einer um die feste Achse Φ rotierenden Welle Σ, die aus einem dickeren und einem dünneren Zylinder gebildet ist, und aus zwei Seilen b, b', von denen das Seil b um den dünneren, das Seil b' um den dickeren Zylinder gewunden ist. An den nicht mit der Welle verbundenen freien Enden dieser beiden Seile b, b' wirken die Kräfte Q, Q', die den Kraftschluß (s. Kinematische Kette) hervorbringen. Bei der kinematischen Behandlung kann man in gleicher Weise, wie oben angegeben, die Seile b, b' durch starre Stäbe ersetzen. — In analoger Weise lassen sich alle Mechanismen mit Bandtrieb in kinematischer Hinsicht als Mechanismen betrachten, die aus starren Gliedern bestehen.

Literatur: Burmester, L., Kinematische Untersuchung der Mechanismen mit Bandtrieb, Civilingenieur 1889, S. 131. *Burmester.*

Mechanismen, übergeschlossene, solche Mechanismen, bei welchen mehr Glieder oder auch mehr Verbindungen der Glieder durch kinematische Elementenpaare vorhanden sind, als im allgemeinen zur Bestimmung einer kurvenläufigen, d. h. zwangläufigen Bewegung der Glieder notwendig wären. *Burmester.*

Mechanograph, s. Zeichnen, technisches.

Mechelner Grund, s. Spitzen.

Medaillon, in den dekorativen Künsten ein von einem runden Rahmen eingefaßtes Relief, in der Goldschmiedekunst eine runde oder ovale Kapsel, in der Numismatik eine besonders große und schwere Denkmünze. *Weinbrenner.*

Medimaremeter, s. Mareograph.

Medlar, s. Stöcke.

Medusenhaupt, meist die Maske einer jener Gorgonen, welcher Perseus das Haupt abschlug unter Beihilfe der Athene, die ihren Schild als Spiegel vorhielt.



Es wurde in der Dekoration antiker Kunst namentlich zur Verzierung von Schild und Harnisch verwendet, damit der Anblick dieses Gesichtes versteinernd auf den Beschauer wirken sollte. In den ältesten Zeiten wurde das Medusenhaupt als häßliche Fratze gebildet, später als edelgeformtes Antlitz mit dem Ausdruck der Todesstarre, während die Haare die Form von Schlangen annahmen, die unter dem Kinn zu einem leichten Knoten geknüpft erschienen (s. die Figur). *Weinbrenner.*

Meer, der im Holländischen und in Ostfriesland gebräuchliche Ausdruck für ein Polder, das vor der Eindeichung und Trockenlegung eine seeartige Wasserfläche bildete. *Frühling.*

Meeresfläche (Meeresniveau, mittleres, als geodätische Nullfläche). Nach der Definition der Erdfigur (s. Erde) gilt unter allen in der Nähe der physischen Erdoberfläche verlaufenden Niveauflächen als Repräsentant der Erdfigur, als Geoid, diejenige Niveaufläche, welche der in Ruhe gedachten Oberfläche der Weltmeere entspricht. Dabei ist vorausgesetzt, daß diese ruhende, normale Meeresoberfläche ein Teil einer geschlossenen analytischen Fläche ist, welche je nach der erforderlichen Genauigkeit als Kugel oder Rotationsellipsoid von bestimmten Dimensionen ausgedrückt werden kann und damit diejenige Berechnungsfläche bestimmt, auf welche die geodätischen Punktbestimmungen bezogen werden. — Nach dieser Definition ist die normale Meeresfläche die natürliche Ausgangs- oder Nullfläche für die Zählung aller Höhenangaben als Meereshöhen oder absolute Höhen (s. Höhe).

Wegen der Unkenntnis der Geoidform bleibt für die Vergleichung der Meereshöhen

verſchiedener Kontinente und Inſeln eine Unſicherheit beſtehen. Für einen beſtimmten Kontinent dagegen, wie z. B. Europa, entſteht die Aufgabe, 1. aus der unter dem Einfluß der ozeaniſchen Bewegungen ſtehenden phyſiſchen Meeresfläche die normale Meeresfläche, die Gleichgewichtslage längs der Küſtenlinie abzuleiten, 2. die ſo erhaltenen Normalwaſſerſtände durch Nivellierung aufeinander zu beziehen und zu vergleichen, 3. nach den Ergebniſſen dieſer Unterſuchungen eine exakte Definition für die europäiſche Höhenzählung einzuführen und, wenn möglich, einen einheitlichen europäiſchen Nullhorizont zu beſtimmen und den Anſchluß der bis dahin verwendeten abweichenden Höhenzählungen zu ermöglichen.

1. **Die Beſtimmung der normalen Meeresfläche.** Die Oberfläche des Weltmeeres wird durch Wellenſchlag, Ebbe und Flut, Winddruck, Temperatur- und Luftdruckſchwankungen und durch ſonſtige Einwirkungen in beſtändiger Bewegung erhalten. Dieſe äußert ſich an den Küſten unter dem Zuſammenwirken aller Momente, wie der Tiefe und Form der Meeresbecken, des Salzgehalts des Waſſers, der Stauungen und Regenfälle, als eine ſehr komplizierte, örtlich verſchiedene Waſſerſtandsbewegung. Die ſtändigen Wellenbewegungen, welche von den allgemeinen Hebungen und Senkungen unabhängig ſind, laſſen ſich ausſcheiden. Es bleiben als weſentlichſter Faktor die lokale Gezeitenbewegung (ſ. Ebbe und Flut) mit 18jähriger aſtronomiſcher Periode und daneben die unregelmäßigen Schwankungen zurück, deren Urſachen oben angeführt wurden. Da die Berückſichtigung dieſer Urſachen Schwierigkeiten macht, ſieht man in der Regel von einer rechneriſchen Elimination ab, beſchränkt ſich vielmehr auf eine allgemeine Beurteilung nach Jahresiſobaren, nach der Temperatur, nach Richtung und Stärke des Windes u. ſ. w. Man ſetzt voraus, daß die Wirkungen dieſer Urſachen ſich in gewiſſen Zeiträumen aufheben. Zur Gewinnung einer einigermaßen befriedigenden Uebereinſtimmung in der Ableitung der Gleichgewichtslage für verſchiedene Küſtenpunkte ſind daher fortlaufende Beobachtungen der Waſſerſtände erforderlich; eine Lücke von nur $^1/_2$ Tag kann ſchon einen merklichen Einfluß auf den Jahresſtand ausüben. Zu dieſen Beobachtungen dienen ſelbſttätig regiſtrierende Waſſerſtandszeiger, aus deren Angaben Werte für die Mittelwaſſer der Küſtenpunkte berechnet werden. Das Mittelwaſſer tritt als unmittelbares Beobachtungsergebnis an Stelle des normalen Meeresſpiegels; es iſt naturgemäß abhängig vom lokalen Verlauf der Waſſerſtandskurven. Das einfache Mittel aus Hoch- und Niedrigwaſſer, welches für manche techniſche Zwecke einen genügenden Ausdruck für die mittlere Waſſerſtandshöhe liefert, iſt für den vorliegenden geodätiſchen Zweck nicht brauchbar. Je nach der Ausdehnung der Beobachtungsperiode ſpricht man von einem täglichen, monatlichen, jährlichen, ſäkulären Mittelwaſſer. Ueber die numeriſche Ableitung und ſelbſttätige Angabe des Mittelwaſſers ſ. Mareograph und die dort angegebene Literatur. Weiteres über die Ableitung mit Berückſichtigung der einzelnen Momente ſ. [1]—[3]. Die Genauigkeit der Ableitung des Mittelwaſſers iſt abhängig vom Apparat, den lokalen Verhältniſſen, der Beobachtungsdauer u. ſ. w. und kann im allgemeinen durch etwa ± 1 cm ausgedrückt werden.

2. **Vergleichung der Mittelwaſſerſtände.** Werden die auf dieſem Wege abgeleiteten Mittelwaſſerſtände unter ſich durch geometriſche Feinnivellements zwiſchen den zugehörigen Höhenmarken verbunden, wobei die Ergebniſſe der Nivellierung mit allen Reduktionen zu verſehen ſind, insbeſondere auch mit den von der Schwereänderung herrührenden (ſ. Orthometriſche Höhe unter Höhe), ſo läßt ſich ermitteln, ob innerhalb der Genauigkeit dieſer Vergleichung die beobachteten Mittelwaſſerſtände derſelben Niveaufläche angehören. Die Durchführung dieſer Unterſuchung für die Europa umſpülenden Meere iſt eine wichtige Aufgabe der 1864 gegründeten Europäiſchen Gradmeſſung und der aus ihr hervorgegangenen Internationalen Erdmeſſung geweſen (vgl. [10]). Die mit dem allmählichen Fortſchritt dieſer Unterſuchung nach und nach gefundenen Ergebniſſe haben gezeigt, daß die beobachteten Abweichungen der Mittelwaſſerſtände von einer Niveaufläche bei benachbarten Küſtenpunkten desſelben Meeresteiles über die Fehler der nivellitiſchen Vergleichung hinausgehen, bei weit entfernten Küſtenpunkten aber dieſen Fehlern etwa gleich ſind. Das Ergebnis läßt ſich bis jetzt kurz ſo zuſammenfaſſen: Die bisher beobachteten Mittelwaſſerſtände an den Europa umſpülenden Meeren ſcheinen mit einer Genauigkeit von etwa 1—2 dm derſelben Niveaufläche anzugehören, wobei aber der Vergleichung ſelbſt noch eine Unſicherheit von gleichem Betrage anhaftet. Spezielles hierüber gibt [4]—[6]. Die zu Anfang der Unterſuchungen [7], [8] zuerſt angenommene ſtarke Depreſſion des Mittelmeeres gegenüber der Nord- und Oſtſee um rund 0,75 m beſteht demnach nicht.

3. **Der europäiſche Nullhorizont.** Da die für die Ableitung eines internationalen europäiſchen Höhennullpunktes erforderlichen Vorausſetzungen in betreff der Genauigkeit der Waſſerſtandsbeobachtungen und Nivellierung noch nicht erfüllt ſind und die dauernde Unveränderlichkeit der gegenſeitigen Lage der Mittelwaſſerſtände untereinander und zu den Feſtlandspunkten noch nicht genügend dargetan iſt, ſo iſt ſeitens der Internationalen Erdmeſſung von der Entſcheidung und endgültigen Regelung der Frage vorderhand abgeſehen und zur möglichſt widerſpruchsfreien Löſung der techniſchen Aufgaben der Höhenmeſſung empfohlen worden, in den einzelnen Staaten beſondere nationale einheitliche Höhennullpunkte zu ſchaffen [9]. Einen zuſammenfaſſenden Bericht über die verſchiedenen Stadien dieſer Frage von 1864–93 gibt [10], Bemerkungen hierzu [11]. Die letzte Veröffentlichung über Verbindungsnivellements zwiſchen den Nivellementsnetzen und den Mareographen der verſchiedenen Länder ſteht in [12]. — Von denſelben Folgerungen ausgehend war bereits im Jahre 1879 zur Beſeitigung der Unſicherheit, welche durch die auf verſchiedene Küſtenpunkte bezogene Höhenzählung entſtand, der ſogenannte Normalhöhenpunkt für das Königreich Preußen mit dem Zeichen N.N. geſchaffen worden [13] (ſ. a. Höhe). Er erlangte nach und nach auch für die übrigen deutſchen Staaten Gültigkeit [13]. — Die nationalen auf Mittelwaſſer bezogenen Feſtpunkte der Länder des weſteuropäiſchen Feſtlandes und ihre gegenſeitigen Beziehungen zum Mittelwaſſer in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Amſterdam ſind in der folgenden, aus [6], S. 552 entnommenen Tabelle angegeben. Die Werte der letzten Spalte wurden nach den in der Tabelle angeführten Ergebniſſen der jüngſten Ausgleichungen berechnet.

Staat	Punkt	Höhe über dem Mittelwaſſer in Amſterdam			Höhe über NN.
		I. Ausgleichung	II. Ausgleichung	III. Ausgleichung	
		m	m	m	m
Deutſchland	Normalnullpunkt N.N. —37 m unter dem Normalhöhenpunkt an der Sternwarte in Berlin	+ 0,165	+ 0,105	—	0,000
Niederlande	Nullpunkt des Pegels in Amſterdam A. P.	+ 0,162	+ 0,162	+ 0,162	+ 0,057
Belgien	Mittelwaſſer der Nordſee in Oſtende	— 0,224	— 0,146	— 0,146	— 0,251
Frankreich	Mittelwaſſer des Mittelmeeres in Marſeille	— 0,168	— 0,245	+ 0,069	— 0,036
Spanien	Mittelwaſſer des Mittelmeeres in Alicante	+ 0,466	—	+ 0,666	+ 0,561
Italien	Mittelwaſſer des Mittelmeeres in Genua	— 0,155	— 0,292	+ 0,022	— 0,083
Oeſterreich-Ungarn	Mittelwaſſer des Adriatiſchen Meeres in Trieſt	— 0,095	— 0,197	—	— 0,302
Schweiz	Pierre du Niton in Genf	+ 373,571	+ 373,538	+ 373,740	+ 373,635

Literatur: [1] Publik. des Geodätiſchen Inſtituts: Das Mittelwaſſer der Oſtſee bei Travemünde, Berlin 1885; desgl. bei Travemünde, Marienleuchte u. ſ. w., Berlin 1900. — [2] Ebend., Bruns, Figur der Erde, Berlin 1878, S. 4. — [3] Verhandl. der Intern. Erdmeſſung in Freiburg 1890, S. 28, und Zeitſchr. f. Verm. 1891, S. 10. — [4] Verhandl. der Intern. Erdmeſſung in Freiburg 1890, Beilage C, II. — [5] Zentralbureau der Intern. Erdmeſſung: Vergleichung der Mittelwaſſer der Oſtſee und Nordſee, des Atlantiſchen Ozeans und des Mittelmeers, Berlin 1891. — [6] Verhandl. der Intern. Erdmeſſung in Brüſſel 1892, Beilage A, VI. — [7] Verhandl. d. Europäiſchen Gradmeſſung in Paris 1875, S. 49. — [8] Nivellements der trigonometr. Abt. der preuß. Landesaufnahme, Bd. 5, Berlin 1883, S. 143. — [9] Verhandl. der Intern. Erdmeſſung in Florenz 1891, Beilage A, III, (Bericht von Helmert). — [10] Desgl. in Genf 1893, Beilage A, III (Bericht von Lallemand). — [11] Desgl. in Innsbruck 1894, Beilage A, VI. — [12] Desgl. in Kopenhagen 1903, Beilage B, XV. — [13] Der Normalhöhenpunkt für das Königreich Preußen, Berlin 1879. — [14] Zeitſchr. für Verm. 1880, S. 1 u. 210.

(† Reinhertz) Hillmer.

Meereshöhe, ſ. Meeresfläche und Höhe.

Meereshorizont, ſ. Kimm.

Meeresiſothermen, ſ. Meereswärme.

Meereswärme, die Temperatur des Waſſers im Meer in verſchiedenen Tiefen.

Die Beſtimmung der Meerestemperaturen hat nach der techniſchen Seite hin in den letzten Jahren große Fortſchritte gemacht [1]. Faſt allgemein bedient man ſich jetzt der ſogenannten Kippthermometer nach dem Prinzipe von Negretti und Zambra [2]; ein ſolches wird in normaler Lage, die Kugel alſo nach unten gerichtet, in das Waſſer hinabgelaſſen, und ſobald die gewünſchte Tiefe erreicht iſt, bewirkt ein Zug die Drehung des ganzen Inſtruments um 180°, ſo daß ſich jetzt die Kugel oben befindet. An einer Engſtelle der U-förmig gekrümmten Thermometerröhre reißt dann die Queckſilberſäule ab, und die Länge des abgeriſſenen Fadens ergibt ſofort die an der betreffenden Stelle herrſchende Temperatur. Der Mechanismus, welcher das Umkippen bewirkt, beſteht jetzt gewöhnlich in einer kleinen Flügelſchraube, die ſich, ſolange das Hinablaſſen dauert, feſt anlegt, beim Aufholen aber in Drehung verſetzt wird und nunmehr die Aufhängung löſt. Ganz läßt ſich die Gefahr, daß die Schraube unter dem Einfluſſe der Schiffsbewegungen ihre Pflicht vorzeitig erfülle, freilich kaum vermeiden. Dann, wenn die Temperaturdifferenzen der durchſunkenen Schichten vorausſichtlich ſehr große ſind, etwa 20° überſteigen, behalten die nach dem bekannten Syſteme der Maximum- und Minimumthermometer eingerichteten Indexthermometer von Miller-Caſella ihren hohen Wert; es muß nur darauf geachtet werden, daß man das Inſtrument ziemlich lange an Ort und Stelle beläßt, um eine ſichere Anpaſſung an den obwaltenden Wärmeſtand zu erzielen. Die Skandinavier — Ekman, Petterſon, Nanſen — ziehen Waſſerſchöpfapparate vor, welche durch Einſchließung in ſtark iſolierende Maſſen ſo unempfindlich gegen Temperaturveränderungen gemacht ſind, daß während des Aufziehens die urſprüngliche Temperatur, die man dann oben bequem ablesen kann, nahezu die gleiche bleibt. Natürlich gibt es aber auch da Fehlerquellen, die Nanſen und E. v. Drygalski unterſucht haben. Die thermoelektriſchen Meſſungen unterliegen gleichfalls noch manchen Bedenken, ſowie dies auch von G. v. Neumayers geiſtvollem Vorſchlage gilt, eine photographiſche Regiſtrierung des Thermometerſtandes mittels des elektriſchen Funkens zu ermöglichen.

Die Beobachtung beſtätigt die theoretiſch ſich von ſelbſt darbietende Vermutung, daß die Temperaturſchwankungen an der Oberfläche der Meere und in geringer Tiefe ſich ganz denjenigen der Atmoſphäre anpaſſen, die aber gar nicht weit eindringen. Im allgemeinen nimmt die Meereswärme mit der Tiefe ab, allein homotherm iſt die Waſſermaſſe durchaus nicht immer, ſondern es tritt ſehr häufig ein, was man poikilotherme Wärmeſchichtung nennt, d. h. es

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

werden vom Tiefseethermometer Lagen von bald höherer, bald niedrigerer Temperatur durchmessen. Zumal in der Nähe der großen Meeresströmungen sind solche Anomalien nicht selten. Auch da, wo die Temperaturverminderung regelmäßig vor sich geht, ist sie übrigens gewöhnlich keine gleichmäßige, sondern in einer Tiefe, die zwischen 30 m und 180 m zu variieren pflegt, tritt eine raschere Abnahme ein, wie man sie von der Sprungschicht der Binnenseen her kennt. Später wird die Abnahme wieder langsamer, und von 800 m Tiefe ab nimmt die Tendenz zur Erhaltung eines gleichmäßigen Wärmeregimes stetig zu. Völlig isotherm ist allerdings das tiefere Meer nur in Neben- und Randmeeren, welche durch eine Schwelle vom freien Ozean und von dessen regelmäßigen Bewegungen abgesondert sind. Die früher gehegte Mutmaßung, der Grund der Polarmeere müsse wegen der dort angeblich vorhandenen Kälte mit einer Eisschicht überzogen sein, hat sich als ganz irrtümlich herausgestellt. Zwischen der Bodentemperatur sehr tiefer polarer und tropischer Meeresgebiete besteht kein erheblicher Unterschied.

Literatur: [1] Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, Bd. 1, 2. Aufl., Stuttgart 1907; v. Neumayer, G., Anleitung zur wissenschaftlichen Beobachtung auf Reisen, Bd. 2, 3. Aufl., Hannover 1906, S. 568 ff. (Beitrag von Krümmel). — [2] Grützmacher, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1904, Heft 9.

Günther.

Meerfalinen, f. Salz.

Meerschaum (Sepiolith), Mineral, wasserhaltiges Magnesiasilikat, $Mg_2Si_3O_{10}H_4$ (theoretisch 60,83 % SiO_2, 27,01 % MgO, 12,16 % H_2O).

Nicht kristallisiert, sondern derb, dicht, feinerdig, mild anzufühlen; weiß, hellgrau bis hellgelb oder -rot; undurchsichtig. Flachmuschelig brechend; matt, ohne Glanz; Strich glänzend; mit dem Fingernagel ritzbar, aber nicht zersprengbar, leicht zu schneiden, wenn feucht. Härte ungefähr 2; spez. Gew. ungefähr 0,9, daher auf Wasser schwimmend. Klebt an der Zunge. Beim Erhitzen vor dem Lötrohr wird Meerschaum schwarz und hart; er schmilzt zu weißem Email. Im Glaskolben beim Erhitzen Wasser abgebend (die faserigen kristallinen Arten geben Wasser bereits bei 100° C. ab, die andern erst bei 200°, alles erst bei Rotglut) und mit Salzsäure unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäure zersetzbar. Wird beim Brennen schwarz. Vorkommen zumeist mit Serpentin vergesellschaftet und vielfach aus diesem hervorgegangen (Mähren, Bosnien, Frankreich, Spanien u. s. w.). Der im Handel verarbeitete Meerschaum kommt von Eski-schehi, Kitschik und Brussa in Natolien (Kleinasien), wo er in knollenförmigen runden Klumpen in Sanden und Konglomeraten gefunden und in wenig tiefen Schächten gewonnen wird. Wahrscheinlich haben die Römer ihn bereits gekannt (Samische Gefäße). Bei der Verarbeitung (Pfeifenköpfe) wird er pulverisiert, dann mit Wasser versetzt und digerieren lassen, wobei sich etwas Schwefelwasserstoff bildet, dann geformt. Um die dunkle Färbung beim Anrauchen zu erzielen, versetzt man den Brei mit etwas Milch, Leinöl oder Wachs, welche beim Erhitzen verkohlen und dunkel färben. Das Rohmaterial kommt aus Kleinasien zumeist nach Wien, als dem Hauptsitz der Meerschaumindustrie; Paris, Pest, dann Ruhla (Thüringen) und Lemgo (Westfalen) verarbeiten ihn ebenfalls. Von den besten Qualitäten kosten 40 nußgroße Stücke 350 Kronen, von der schlechtesten 400 Stücke 30 Kronen österreichischer Währung.

Literatur: Hintze, Handbuch der Mineralogie, Leipzig 1897, Bd. 2, S. 810; Tomasek, Die Pfeifenindustrie, Weimar 1878; Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1897, Nr. 6; Raufer, Meerschaum- und Bernsteinwarenfabrikation, Wien 1876, Bd. 2, S. 810; Ziegler, Geschichte des Meerschaumes, Dresden 1883, 2. Aufl.; Industrieblätter 1884, Bd. 21, S. 157; Hannov. Wochenbl. f. Handel u. Gewerbe, 1881, S. 193; Helmhacker, Der Meerschaum, Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1897, 56. Bd. 44.

Leppla.

Meerwasserdestillierapparat, f. Destillierapparat und Frischwassererzeuger.

Megameter (Gegensatz zu Mikrometer, f. d.), ein dem Heliometer (f. d.) verwandtes Instrument zur Messung von beliebig großen Winkeln am Himmel, z. B. Monddistanzen (f. d.). In den sechziger Jahren des 18. Jahrhunderts, von Charnières beschrieben (Idee schon früher bei Véron); heute ohne jede Bedeutung.

Literatur: Vgl. Charnières, Expériences sur les longitudes, faites à la mer en 1767 et 1768, Paris 1768; Derf., Théorie et pratique des longitudes en mer etc., Paris 1772.

Megaskop, f. Projektionsapparate.

Mehl, f. Erze, Bd. 3, S. 507, und Mehlfabrikation.

Mehlbeutel, f. Beutelgeschirr.

Mehlfabrikation. Die Verwandlung der Getreidekörner in Mehl durch Mahlen. Hauptsächlich zur Vermahlung kommende Getreidearten sind Weizen und Roggen.

Durch die Reinigungsmaschinen für Getreide (f. Bd. 4, S. 455) befreit man dieses zunächst von allen beigemengten und anhaftenden fremden Bestandteilen. Außerdem befreit man die Körner nach Möglichkeit von dem an ihrem einen Ende befindlichen Bärtchen, in dem Staub sitzt, der die Mehlfarbe beeinträchtigt, und von dem am entgegengesetzten Ende sitzenden Keim, der von öligschmieriger Beschaffenheit ist und sich schwer zerkleinern läßt. Dieses Beseitigen der beiden Kornendigungen nennt man Spitzen (f. Spitzgang, Spitzmaschinen). Vielfach wird die Kornvorbereitung noch weiter getrieben, indem man nicht nur den anhaftenden Schmutz, sondern mehr oder weniger auch die äußere Schale des Kornes entfernt. Teilweise geschieht das bereits durch das Spitzen, in höherem Maße jedoch durch Schälmaschinen (f. d.).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man hat das Schälen (namentlich bei Roggen) so weit getrieben, daß durch den Fortfall des größten Teils der Schale die späteren Müllereivorgänge sehr vereinfacht wurden, was namentlich für Militärmüllerei Aussicht auf Erfolg bot. Allgemeine Einführung ist jedoch nicht geglückt, vielleicht zum Teil aus ökonomischen Gründen, weil die Schälerei viel Kraft erfordert und Verluste wertvoller Kornbestandteile unvermeidlich sind. Vielfach wird der Weizen, wenn er sehr hart und trocken ist, gewaschen oder genetzt (s. Waschmaschine für Getreide). Bedingung hierbei ist: kurze Zeit nässen und schnell trocknen (s. Getreidetrockenvorrichtung), damit das Wasser nicht in den Mehlkern dringt. Der Vorteil der Nässung ist ein weniger feines Zersplittern der Schale, wodurch das Mehl weißer bleibt. Die eigentliche Zerkleinerung der Körner und der Kornteile findet fast stets auf Walzen (s. Walzenstuhl) oder Mahlgängen statt, selten auf Dismembratoren (s. d.), und nur für Futterzwecke auf Exzelsior- oder ähnlichen Schrotmühlen. Nach jedem Zerkleinerungsvorgang findet eine mehr oder weniger weitgehende Teilung des Mahlguts statt, und zwar durch Siebe verschiedener Art (s. Sichterei). Die Entfernung der feinsten Schalenteilchen aus den Grieses und Dunsten geschieht, bevor diese letztgenannten zu Mehl gemahlen werden, mittels Windstromes, meist unter gleichzeitiger Mitwirkung von Sieben. Man nennt diesen Vorgang die Putzerei (s. Putzmaschine).

Das am höchsten entwickelte Mahlverfahren ist das der **Weizenhochmüllerei**, deren Heimat Oesterreich und Ungarn ist. Grundgedanke: stufenweise Zerkleinerung, Korn zu Gries, Gries zu Mehl. Der Name stammt daher, daß zwecks Erzielung einer sehr allmählichen, stufenweise fortschreitenden Zerkleinerung, bei der die Schale möglichst großblättrig bleibt, also möglichst wenig ihrer feinsten Teilchen in das Mehl geraten, die Läufersteine der Mahlgänge (s. d.), die vor Einführung der Walzen die Körnervermahlung ausschließlich erledigten, „hoch" gestellt wurden, indem man das verstellbare Spurlager der den Läufersteine tragenden Spindel entsprechend hob. Der Gang der Vermahlung ist hierbei folgender: Erste geringe Vorzerkleinerung der Körner, bei Roggen mit dem Namen „Vorquetschung", bei Weizen mit „erste Schrotung" bezeichnet; Siebung des Produktes, wodurch das entstandene wenige (dunkle, wertlose) Mehl von den vorgebrochenen Körnern getrennt wird. Diese (der Siebübergang) gelangen zum nächsten Zerkleinerungsprozeß (erste bezw. zweite Schrotung) und werden dort etwas mehr angegriffen; es folgt wiederum Siebung des Produktes, das „Schrot" genannt wird; die Kornreste wandern weiter zur nächsten Schrotung, die feineren, abgesichteten Produkte (Durchfall) werden, wie noch zu erläutern, für sich weiterbehandelt. In gleicher Weise setzt sich die Zerkleinerung der Körner fort (vier-, sechs-, acht-, zehnmal), bis das, was von ihnen übrigbleibt, nur noch „trockene", d. h. fast mehlfreie Schalen sind, die zum Schluß gewöhnlich noch durch eine Bürstvorrichtung (s. Bürstmaschinen) ausgestreift oder ausgeschlagen werden, damit möglichst wenig Mehl an ihnen haften bleibt. Die Produkte dieser Schrotungen sind Mischungen von Mehl, Dunst und Gries, natürlich trotz aller Vorsicht, ebenfalls mit teils lose beigemengten, teils anhaftenden Schalenteilchen durchsetzt. Grieses mit anhaftenden Schalenteilchen heißen Köpfe oder Koppen. Durch Sichtung werden diese Produkte, und zwar je nach der Vollkommenheit, bis zu der man die Vermahlung treiben will, entweder die einer jeden Schrotung für sich oder in Zusammenziehung mit den benachbarten, sortiert. Die Mehle aus den ersten und letzten Schrotungen sind minderwertig. Die feinen Dunste werden zu Mehl vermahlen (auf glatten Walzen, Porzellanwalzen oder Mahlgängen), die groben Dunste und Grieses geputzt und nochmals zerkleinert, die groben Grieses zunächst feiner gemahlen (Auflösung, meist auf feingeriffelten, glatten oder Porzellanwalzen) und die Produkte wieder sortiert, wobei wieder Mehl, Dunst und Gries entsteht. So wird das Verfahren fortgesetzt, bis Mehl (Auszug 00, 0, 1, 2 u. s. w. bis zum Futtermehl, stufenweise schlechter werdend) und Kleie die Endresultate sind. Die Anzahl der Zwischenprodukte in einer großen ungarischen Hochmühle beträgt hierbei bis nahe an 2000. Die besten Mehle stammen aus den Ergebnissen der zweiten und dritten, bei Hochmüllerei auch der vierten Schrotung.

Beispiel für das Verfahren in einer Budapester Mühle von 120 t Leistung in 24 Stunden nach [1]. Erste Schrotung: 2 Schrotstühle mit Walzen von je 250 Riffeln. Sortierung auf 2 Zentrifugalsichtmaschinen (zum Lockern, Detachieren des Mahlgutes), 2 Vorzylindern, 1 Mehl- und Dunstzylinder (Grieses auf einem Vorsieb sortiert und auf Putzmaschinen. Dunste teils zur Putzerei, teils zur Vermahlung). Uebergänge kommen auf die zweite Schrotung: 3 Schrotstühle, 300 Riffeln. Sichtung auf 2 Schrot-, 2 Gries-, 1 Dunst- und 1 Mehlzylinder. Grieses und Dunste in die Putzerei. Grober Gries von der Putzerei dem dritten Schrot beigemischt, weil seine Qualität diesem ebenbürtig. Dritte Schrotung: 3 Stühle, 400 Riffeln. Sichtung wie vorher. Hierbei fällt der meiste Auszuggries. Vierte Schrotung: 3 Stühle, 450 Riffeln. Sichtung wie vorher. Ziehung der letzten guten Grieses. Grieses und ein Teil der Dunste zur Putzerei. Reine Dunste zur Vermahlung. Fünfte Schrotung: 3 Stühle, 500 Riffeln. Sichtung wie vorher. Produkte geringwertiger. Sechste Schrotung: 4 Stühle, glatt. Sichtung: 1 Schrot-, 1 Dunst-, 1 Mehlzylinder. Keine groben Grieses mehr, dagegen noch Dunste für die Putzerei. Siebente Schrotung: 3 Stühle, 500 Riffeln. Sichtung: 1 Vor-, 1 Dunst-, 2 Mehlzylinder. Dunste auf Steinen ausgemahlen. Achte Schrotung: 3 Stühle, 600 Riffeln. Sichtung: 2 Kleie-, 1 Druck-, 1 Mehlzylinder. Uebergang: Kleie. Kleienausstreifung auf 2 Stühlen mit besonderer Rifflung. Sichtung ähnlich der vorigen.

Nähere Erläuterung der Sichterei der ersten Schrotung: 2 Sichtmaschinen, $2^1/_2$ m lang, bespannt mit Drahtgewebe Nr. 16 (vgl. Siebbespannung), dienen als Schrotzylinder. Uebergang: zweites Schrot. Durchfall: Keime und Staub einerseits, Gries anderseits. Letzterer kommt auf den ersten Vorzylinder, 4 m lang, bespannt mit Nr. 32. Uebergang: Gries zum Putzen. Durchfall auf den zweiten Vorzylinder, bespannt mit Nr. 54. Uebergang: Putzgries. Durchfall auf den Mehlzylinder, 5 m lang, mit folgender Bespannung:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

7	8	9	13	12

Durchfälle: Putzdunſt, Mahldunſt, Mehl

Uebergang: Putzdunſt.

Beſpannungen für die zweite bis fünfte Schrotung:

	Zweite und dritte Schrotung	Vierte Schrotung	Fünfte Schrotung
Vorſchrotszylinder	Nr. 18 Meſſing	Nr. 26 Meſſing	Nr. 34 Griesgaze
Erſter Grieszylinder	„ 32 „	„ 40 Griesgaze	„ 54 „
Zweiter „	„ 54 Griesgaze	„ 54 „	„ 9 Beuteltuch
Dunſtzylinder	„ 9 Beuteltuch	„ 9 Beuteltuch	„ 9 „

Beſpannung ſämtlicher Mehlzylinder:

9	9	13	13	13

Durchfälle: Mahldunſt, Mehl

Uebergänge: Putzdunſt.

Beſpannungen der ſechſten Schrotung: Schrotzylinder, 4 m, Nr. 50. Dunſtzylinder, 4 m, Nr. 8 und 9; Durchfall: Dunſt; Uebergang: Putzdunſt. Mehlzylinder, 5 m:

9	8	12	12	12

Mehl, Dunſt

Beſpannungen der ſiebenten Schrotung: wie vorher. Beſpannungen der achten Schrotung: Dunſtzylinder Nr. 9, Mehlzylinder Nr. 12 und 13, grobe Kleiezylinder Nr. 36, feine Kleiezylinder Nr. 52.

Nähere Erläuterung der Griesputzerei: Alle Grieſe mit Ausnahme des erſten Schrotgrieſes gelangen zunächſt auf Griesverteilungszylinder und von da auf die Vorſiebe (Abſauberer) der Putzmaſchinen zur Sortierung. Die Siebbeſpannungen ſind folgende: Erſte Schrotung: 4 Putzmaſchinenabſauberer, beſpannt mit Nr. 46, 46, 46, 38; 40, 40, 40, 32; 34, 34, 34, 26; 28, 28, 28, 20. Zweite Schrotung: Griesverteiler (4 m lang) Nr. 22, 30, 36, 40, 56. 10 Abſauberer Nr. 56, 56, 56, 50; 52, 52, 52, 46; 48, 48, 48, 42; 44, 44, 44, 38; 40, 40, 40, 34; 36, 36, 36, 30; 32, 32, 32, 26; 28, 28, 28, 22; 24, 24, 24, 18; 20, 20, 20, 16. Dritte Schrotung: Griesverteiler Nr. 24, 30, 36, 42, 56. 16 Abſauberer Nr. 56, 56, 56, 52; 54, 54, 54, 50; 52, 52, 52, 48; 50, 50, 50, 46; 48, 48, 48, 44; 46, 46, 46, 42; 44, 44, 44, 40; 42, 42, 42, 38; 40, 40, 40, 36; 38, 38, 38, 34; 36, 36, 36, 32; 34, 34, 34, 30; 32, 32, 32, 28; 30, 30, 30, 24; 26, 26, 26, 20; 22, 22, 22, 16. Vierte Schrotung: Griesverteiler Nr. 24, 28, 34, 42, 56. 14 Abſauberer Nr. 28, 28, 28, 22; 30, 30, 30, 26; 34, 34, 34, 30; 36, 36, 36, 32; 38, 38, 38, 34; 40, 40, 40, 36; 42, 42, 42, 38; 44, 44, 44, 40; 46, 46, 46, 42; 48, 48, 48, 44; 50, 50, 50, 46; 52, 52, 52, 48; 54, 54, 54, 50; 56, 56, 56, 52. Fünfte Schrotung: Griesverteiler Nr. 22, 28, 34, 42, 56. 10 Abſauberer Nr. 56, 56, 56, 54; 54, 54, 54, 52; 52, 52, 52, 50; 50, 50, 50, 48; 48, 48, 48, 46; 46, 46, 46, 44; 44, 44, 44, 40; 42, 42, 42, 36; 38, 38, 38, 32; 34, 34, 34, 28.

Auch die Dunſtputzmaſchinen haben einen Sortierzylinder (beſpannt mit Nr. 5—10).

Die Auflöſung der Grieſe: 3 Walzenſtühle mit feinen Riffeln, Sichtung auf 4 Zylindern, 1 Griesverteiler, 12 Putzmaſchinen mit Abſauberern. Die ſämtlichen Beſpannungen hier anzugeben würde zu weit führen.

Die Ausmahlung: Die Grieſe auf 20 Walzenſtühlen, in fünf Syſteme geteilt. Jede Gruppe hat ihr eignes Sichtſyſtem, beſtehend aus Vor-, Mehl- und Dunſtzylinder. Vor dieſen liegt, zur Auflöſung der ſtark gepreßten Mehlblättchen, eine Zentrifugalſichtmaſchine. (Die Beſpannungen können in [1] nachgeſehen werden.) Die Dunſte werden auf 14 Mahlgängen ausgemahlen. Hierzu 2 Sichtſyſteme, beſtehend aus Vor-, Mehl- und Dunſtzylindern. Die Betriebskoſten ſtellen ſich hierbei pro 100 kg Mahlgut auf rund 2 ℳ. Techniſches Perſonal einſchließlich Leitung 87 und 32 für Nachtſchicht. Kraft: Dampfmaſchine von 550 indizierten Pferdeſtärken.

Flachmüllerei. Gegenſatz zur Hochmüllerei; unmittelbare Mehlerzeugung, einfachſtes Verfahren, geringwertiges Mehl. Nach dem erſten Mahlprozeß folgt ein Sichten im Mehlzylinder, worauf die Uebergänge (Kleie, Dunſt, Gries) noch einmal auf den Stuhl oder Mahlgang aufgegeben werden. Putzerei fällt faſt ganz fort.

Halbhochmüllerei. Zwiſchen der vollendetſten Hochmüllerei und der Flachmüllerei kann jede Zwiſchenſtufe eingehalten werden. In Deutſchland iſt meiſt eine ſich der Hochmüllerei mehr oder weniger ſtark nähernde Halbhochmüllerei üblich. Als Beiſpiel diene das Mahlverfahren für eine mit Haggenmacherſchen Planſichtern (ſ. Sichterei) ausgerüſtete automatiſche Mühle von 20 t täglicher Leiſtung (24 Stunden), gleichzeitig als Hinweis auf die gewaltige Vereinfachung, welche die Sichtereianlage durch Anwendung der Planſichter erfährt. Die Figur S. 357 enthält einen Vermahlungsplan (Mahlſchema, Diagramm), in dem der durch Worte ſehr ſchwer klarzulegende Gang des Mahlprozeſſes durch zeichneriſche Darſtellung erläutert iſt. Dabei wird aber auf die örtliche Lage der Apparate keinerlei Rückſicht genommen, ſondern lediglich die Reihenfolge der einzelnen Vorgänge angedeutet. Das Schema der Reinigung erläutert ſich ſelbſt. Die ſechs Schrotungen geſchehen auf Riffelwalzen, die Koppenauflöſung auf einem feingeriffelten Walzenpaar. Die Ausmahlung der Grieſe und Dunſte geſchieht auf ſechs Glattwalzen- und drei Porzellanwalzenpaaren. Für die Ausmahlung der letzten Rückſtände dient ein Mahlgang.

Roggenmüllerei. Die Vermahlung wird ſtets einfacher gehandhabt als die des Weizens, weil die Anſprüche an die Feinheit des Roggenmehles nicht ſo groß ſind. Das Putzen der

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Grieſe fällt fort und die ganze Führung des Mahlprozeſſes nähert ſich ſtark der Flachmüllerei. Die verſchiedenen Mehlſorten erhalten Nummern, die ſich auf die Feinheit der Mahlung bezw. die Farbe des Mehles beziehen, ſo daß z. B. Nr. 00 das feinſte und weißeſte, Nr. 6 das gröbſte, dunkelſte Mehl darſtellt. Die Mahlergebniſſe ſind etwa folgende:

Mahlergebniſſe einer Weizenhochmühle nach [2] auf 100 kg:

Mehl Nr. 00, Kaiſerauszug		18,9	
„ „ 0, Auszug			
„ „ 1, Bäckerauszug		13,8	45,8
„ „ 2, „		8,6	
„ „ $2^1/_2$, „		4,5	
„ „ 3, Mundmehl		12,6	
„ „ 4, Semmelmehl		11,9	
„ „ 5, weißes Pollmehl		7,3	
„ „ 6, ſchwarzes Pollmehl		4,5	
Kleie und Fußmehl		16,4	
Verluſt		1,5	
		100,00	

Bei Weizenflachmüllerei (mit etwas beſſerer Sortierung als oben angegeben, aber mit nur geringer Putzung) wurde aus 100 Teilen Weizen erzielt:

Mehl Nr. 1, 2, 3 . . 73
„ „ 4—6 . . . 7
Kleie und Staubmehl 17

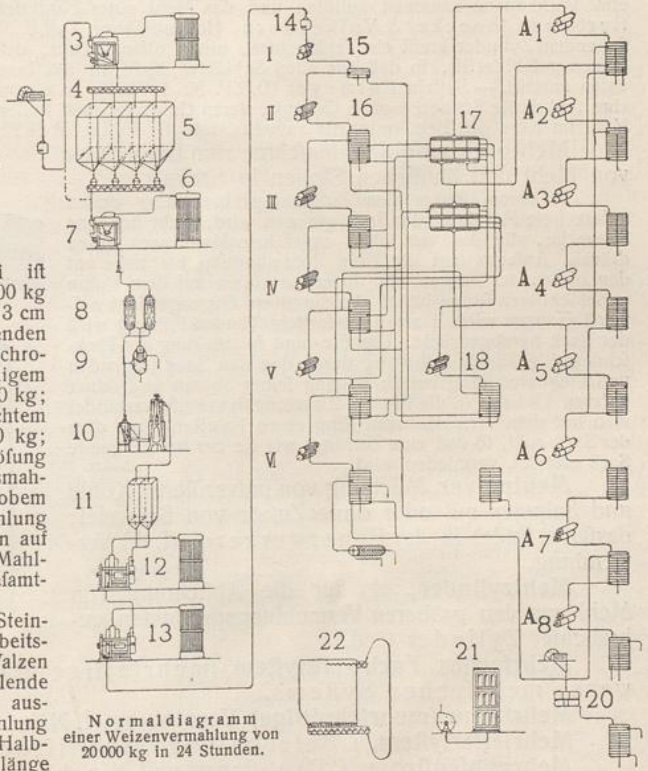
Bei Roggenmüllerei wurde aus 100 Teilen erzielt:

Mehl a 5,3
„ b 61,6
„ c 8,8
Mehl d 2,0
Kleie 19,0

Der **Kraftbedarf** und die **Leiſtung** der Mühlwerke bei Walzenmüllerei iſt nach [2] etwa folgender: 100 kg erfordern bei Hochmüllerei 3 cm Arbeitslänge der ſich berührenden Walzen. 1 cm Arbeitslänge ſchrotet in 24 Stunden bei einmaligem Durchgang erſtes Schrot 500 kg; des gleichen bei erſtem bis achtem Schrot (8 Durchgänge) 50 kg; desgleichen bei Griesauflöſung 90 kg; desgleichen bei Ausmahlung von Feingries oder grobem Dunſt 100 kg. Bei Ausmahlung der Mahldunſte und Schalen auf Steinen rechnet man einen Mahlgang auf 10 t täglicher Geſamtvermahlung.

Bei Halbhochmüllerei mit Steinausmahlung iſt 2,5 cm Arbeitslänge der ſich berührenden Walzen auf 100 kg täglich zu vermahlende Frucht zu rechnen. Bei ausſchließlicher Walzenvermahlung bei Hochmüllerei 3,5, bei Halbhochmüllerei 3 cm Arbeitslänge pro 100 kg tägliche Vermahlung. Bei Flachmahlen mit einmaligem Durchgang 1,5 cm Arbeitslänge auf 100 kg tägliche Vermahlung.

Leiſtung pro indizierte Pferdekraft bei Hochmüllerei 133—300 kg (durchſchnittlich 200 kg). Leergangsarbeit etwa 30 % der Betriebskraft. Bei Halbhochmüllerei kann man rechnen: für Weizen etwa 2,7—3 PS., für Roggen etwa 3,7—4 PS. für 1000 kg in 24 Stunden einſchließlich Reinigung.



Normaldiagramm einer Weizenvermahlung von 20000 kg in 24 Stunden.

1 Einſchüttrumpf. 2 Automatiſche Wage. 3 Aſpirations-(Vorreinigungs-)maſchine mit Schlauchfilter. 4 Verteilungsſchnecke. 5 Getreidebehälter (Silo). 6 Siloausläufe. 7 Aſpirationsreinigungsmaſchine mit Filter. 8 Trieure. 9 Nachtrieur. 10 Waſchkübel mit Trockenkolonne. 11 Behälter für gewaſchenes Getreide. 12 Schälmaſchine mit Filter. 13 Bürſtmaſchine mit Filter. 14 Automatiſche Wage. I—VI Schrotungen. 15 Blaumehlſiebe. 16 Planſichter des erſten Schrotes. 17 Griesputzmaſchinen. 18 Koppenauflöſung. A_1—A_8 Ausmahlungen. 20 Mahlgang (mit Steinen). 21 Filter zur Aſpiration der Walzenſtühle und Planſichter. 22 Mehlmiſcherei.

Das Weizengewicht beträgt pro Kubikmeter 700—800 kg. Ausbeute 74—82 % Mehl, 18—26 % Abfall, Futter und Verluſt. Das Roggengewicht pro Kubikmeter iſt 680—790 kg. Ausbeute 75—80 % Mehl, 20—25 % Abfall, Futter und Verluſt.

Hand- oder **Beſchüttmüllerei** nennt man das Mahlverfahren in einer Mühle, in der die Zwiſchenprodukte in Säcken abgefangen und von Hand wieder aufgeſchüttet werden. Auto-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

matiſche Müllerei iſt ſolche, bei der die Produkte ſtändig und ſelbſttätig (durch Elevatoren, auch Aufzüge genannt, und Schnecken) von einem Apparat zum folgenden geleitet werden.

Literatur: [1] Pappenheim, Populäres Lehrbuch der Müllerei, 4. Aufl., Wien 1903. — [2] Kick, Die Mehlfabrikation, 3. Aufl., Leipzig 1894. — [3] Baumgartner, F., Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei, Berlin 1900. *Arndt.*

Mehlführung, ſ. Sortieren der Trübe.

Mehlkalk, -patte, ſ. v. w. Schaumkalk; ſ. Kalkſtein, Bd. 5, S. 298.

Mehlkammer, in Getreidemühlen ein Raum zum Sammeln und Aufbewahren des fertigen Mehles.

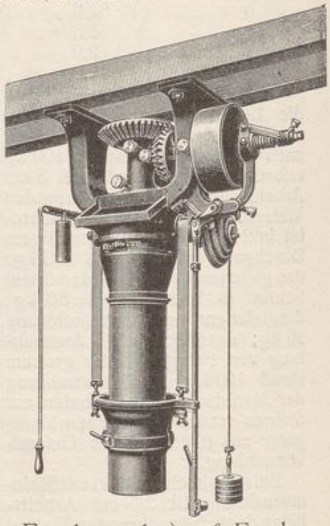
Die keilförmigen Ausläufe müſſen mit einer Rührvorrichtung verſehen ſein, da das Mehl ſich ſonſt feſtſetzt. Sind ſie mit Umſtechvorrichtungen (Schnecken und Elevator) verſehen, ſo dienen ſie als Miſchmaſchine für verſchiedene Sorten Mehl. Vgl. Mehlmiſchmaſchine.

Mehlkaſten, ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 41.

Mehlmiſchmaſchine, Vorrichtung zum Miſchen verſchiedener, nacheinander in einen Behälter gebrachter Mehlſorten.

Als wichtige Beiſpiele von eigentlichen Miſchmaſchinen ſind zu erwähnen: Syſtem Weber-Zeidler (D.R.P. Nr. 38362). Der Behälter enthält in ſeinem unteren Teile ſchräge Bretter, die das Mehl beim Herabſinken durcheinander bringen. Darunter liegen zwei Walzen, die etwa vorhandene Klumpen auflöſen und das Mehl einer Förderſchnecke zuführen. — Syſtem Hartmann (Boecker & Volkenborn, Hohenlimburg, D.R.P. Nr. 70418). In einem aufrecht ſtehenden Zylinder kreiſt ein ſenkrechtes, unten offenes Rohr, deſſen Wand in verſchiedenen Höhen geſchlitzt iſt, ſo daß aus allen Schichten Mehl in das Innere des Rohres gelangt und unten ausfällt. — Syſtem Fürmeyer (D.R.P. Nr. 153009). In einem ſenkrechten Zylinder kreiſt eine ſenkrechte Schnecke ohne Gehäuſe, deren Gewinde oben ſteiler ſind als unten und die das Mehl im Kern des Behälterinhalts aufwärts drängt. Vgl. a. Mehlkammer. *Arndt.*

Mehlpackmaſchine, Maſchine zum Einbringen von Mehl und ähnlichen Stoffen in Säcke.



In einem ſenkrechten Zuführungsrohre, über deſſen untere freie Mündung der Sack gezogen wird, dreht ſich eine Schnecke, die das von oben zugeführte Mehl nach unten drückt. Anfangs ragt die freie Rohrmündung bis nahe auf den Boden des Sackes, da dieſer an einem auf dem Rohre verſchiebbaren Ringe hängt, der durch ein Gegengewicht aufwärts gezogen wird. Gemäß der fortſchreitenden Füllung wird der Sack herabgedrückt. Die Ein- und Ausrückung der Packſchnecke geſchieht ſelbſttätig durch den den Sack tragenden verſchiebbaren Ring bei Erreichung ſeiner oberen und ſeiner unteren Endlage (ſ. die Figur). Zweckmäßigerweiſe verbindet man mit dem verſchiebbaren Ring einen Fahrſtuhl, auf dem der Sack ruht, ſo daß eine Zerrung, wie ſie der frei hängende Sack erleidet, vermieden wird. *Arndt.*

Mehlpulver, Miſchung von pulveriſierter Kohle und Salpeter mit oder ohne Zuſatz von Schwefel; dasſelbe findet in der Feuerwerkerei (ſ. d.) Verwendung. *Häußermann.*

Mehlzylinder, ein für die Abſichtung von Mehl aus den gröberen Vermahlungsprodukten gebrauchter Zylinder (ſ. d.).

Mehrfaches Fachwerkſyſtem (mehrteilige Fachwerke), ſ. Fachwerke mehrfachen Syſtems.

Mehrfache (mehrſchnittige) Vernietung, ſ. Nietverbindungen.

Mehrleiterſyſtem, ſ. Beleuchtung, elektriſche.

Mehrphaſenſtrom, ſ. Drehſtrom und Wechſelſtrom.

Meidingerelement, ſ. Galvanismus.

Meierei, landwirtſchaftliches Gehöft, Bauernhof; ſ. Gehöfteanlagen.

Meile, früheres, teilweiſe heute noch beſtehendes Wegemaß.

Man unterſcheidet geographiſche Meilen, Seemeilen und Landesmeilen. Die letzteren wurden da und dort dem von einem Fußgänger durchſchnittlich in der Stunde zurückgelegten Wege angepaßt, alſo mehr oder weniger willkürlich gewählt, in der Regel einer abgerundeten Vervielfachung des im Lande üblichen Längenmaßes entſprechend. Geographiſche Meilen und Seemeilen ſind überall Bruchteile eines Aequatorgrades; die Seemeile (eine Aequatorminute) iſt ein heute noch übliches Seemaß aller Völker. Bezüglich der Längen vgl. Meilenmaße. Seit 1873 iſt in Deutſchland das Kilometer alleiniges Wegemaß.

Meilenbaken. Um bei Probefahrten der Schiffe genaue Ergebniſſe über deren Geſchwindigkeit zu erhalten, werden an geeigneten Stellen der Küſte, meiſt in der Nähe der Kriegshäfen, Meilen (eine oder zwei Seemeilen)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

abgesteckt und deren Endpunkte durch je zwei Baken bezeichnet, von denen die eine dicht an der Küste, die andre gut sichtbar weiter innenlands aufgestellt wird, so daß alle vier ein Parallelogramm (am besten Rechteck) bilden. Das vorbeidampfende Schiff, welches entweder nach Landmarken oder nach Deckpeilung besonderer Baken einen der gemessenen Meile parallelen Kurs einhält, notiert die Zeiten, zu welchen sich die Bakenpaare des Anfanges und Endes der Meile decken und erhält daraus die Fahrgeschwindigkeit (s. a. Baken). *von Nießen.*

Meilenfahrten, s. Probefahrt der Schiffe.

Meilenmaße. 1 Geographische Meile = $^1/_{15}$ Aequatorgrad = 7420,439 m. 1 Seemeile = 1 Aequatorminute = 1855,110 m, bei nautischen Rechnungen 1 mittlere Meridianminute = 1851,852 m, in Deutschland, sm, = 1852 m. Die englische Seemeile (Admiralty knot) wird zu 1853 m gerechnet.

Einige ältere Meilenmaße, verglichen mit dem metrischen System, sind: Baden: 1 Meile = 29629,6′ = 8888,889 m; Bayern: 1 Meile (nach Bauernfeind) = 2 Poststunden = 25406′ = 7414,974 m; Braunschweig: 1 Meile = 1625° = 7419,422 m; Hannover: 1 Meile = 1587,5° = 7419,205 m; Hessen (Großherzogtum): 1 Meile = 30000′ = 7500,000 m; Hessen (Kurfürstentum): 1 Meile = 32000′ = 9206,369 m; Oldenburg: 1 Meile = 33357′ = 9869,635 m; Preußen: 1 Meile = 2000° = 7532,485 m (die Bestimmung 1 Meile = 7500 m ist seit 1873 aufgehoben); Sachsen: 1 Meile = 32000′ = 9062,080 m; Württemberg: 1 Meile = 26000′ = 7448,748 m; Oesterreich-Ungarn: 1 Postmeile = 4000 Klafter = 7585,936 m; Schweiz: 1 Meile = 16000′ = 4800,000 m; England: 1 Meile = 5280′ = 1609,315 m; Frankreich: 1 Lieue = $^1/_{25}$ Aequatorgrad = 4452,263 m; Rußland: 1 Werst = 500 Saschen = 1066,781 m; Schweden: 1 Meile = 36000′ = 10688,436 m. Erddimensionen s. Erde. *(† Reinherts) Hillmer.*

Meiler, Meileröfen, frei aus den zu brennenden Ziegeln regelmäßig aufgebaute Haufen, bei denen das zum Brennen erforderliche Feuerungsmaterial zwischen die Ziegel gestreut ist; die aufgebauten Ziegel werden an den Seiten und oben gut mit Lehm verschmiert, und hierauf wird das Brennmaterial mit Hilfe einzelner Holzfeuer unten in zu diesem Zweck gelassenen Oeffnungen angezündet. S. Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren u. s. w. *Dümmler.*

Meißel sind keilförmig gestaltete Stahlwerkzeuge, die durch Hammerschläge gegen das zu bearbeitende Werkstück getrieben werden. Ihr Schneidewinkel (45—70°) richtet sich nach der Härte der zu bearbeitenden Stoffe und der Gebrauchsweise. Die Meißel (Kaltmeißel, Bankmeißel genannt, um sie von den beim Schmieden gebrauchten Schrotmeißeln zu unterscheiden) werden angewendet, um größere Metallstücke zu zerteilen, Einschnitte zu machen, Oeffnungen oder Durchbrechungen auszuhauen, vorstehende Partien wegzuschaffen durch Abheben von Spänen u. s. w.

Gewöhnlich sind die Meißel zwischen 80 und 220 mm lang und gänzlich von Stahl. Der vorderste Teil, an dem die Schneide angeschliffen wird, ist gehärtet und gelb, rot oder selbst blau angelassen. Der hintere Teil (Stiel) muß ohne Härtung bleiben, damit er durch die Hammerschläge nicht abspringt. Die Meißel mit gerader Schneide werden unterschieden als Flach- und als Kreuzmeißel; ersterer hat meistens eine Abtrennung nur mittels einer Schneidekante (bis 36 mm lang) zu bewirken, während der letztere außer der Hauptschneide noch zwei fast winkelrecht zu dieser liegende Nebenschneiden besitzt, die ihn befähigen, durch Abheben eines im Querschnitt rechteckigen Spans eine dementsprechende Furche zu bilden. Die Hauptschneide des Kreuzmeißels (höchstens bis 12 mm lang) ist, um das Klemmen des Werkzeuges in der gebildeten Furche zu mindern, jederzeit größer als die Dicke des Meißelkörpers hinter der Schneide. Man benutzt ihn zum Abkreuzen oder Abqueren größerer Stücke. Ferner kommen halbrunde Meißel vor, deren bogenförmige Schneide so gestellt ist, daß sie in eine Ebene fällt, welche man sich durch die Achse des Stieles gelegt denkt; gebogene Meißel oder Halbmondmeißel mit bogenförmig ausgehöhlter, in einer Ebene rechtwinklig zur Achse des Stieles liegender Schneide. Um geschweifte Umrisse in Blech u. s. w. auszuhauen, braucht man zuweilen Meißel mit s-förmiger oder ähnlich gekrümmter Schneide. Meißel, deren Schneide an Gestalt mit jener der gewöhnlichen Grab-, Flach- und Boltstichel übereinstimmt, werden beim Gravieren von Münzstempeln u. dergl. angewendet (s. Gravieren). Bei der Arbeit mit dem Meißel sind die Arbeitsstücke meist im Schraubstocke befestigt; man setzt den Meißel schräg auf und schlägt auf das Ende des Stiels mit dem Hammer, wodurch die Schneide eindringt und mehr oder weniger starke Späne ablöst. Blech u. s. w., das mit dem Meißel durchgehauen wird, legt man auf eine weichere Unterlage (Blei u. dergl.); in diesem Falle sowie wenn man Eisenstangen, dicken Draht u. dergl. abhauen will, wo ein bloßes Einschneiden ohne Wegnahme von Spänen beabsichtigt wird, setzt man den Meißel senkrecht auf. Die Wirkung des Aushauers (s. Blechbearbeitung), dessen Schneide einen geschlossenen Kreis oder eine andre Figur bildet, ist im wesentlichen gleich der Wirkung eines Meißels auf Blech. Als Setzmeißel bezeichnen die Schmiede einen großen Bankmeißel mit einem Loche, in das ein Stiel gesteckt wird und der häufig in Verbindung mit dem in den Amboß gesteckten Abschrot zum Abhauen glühenden Schmiedeeisens benutzt wird. Zum

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bloßen Zerteilen von Stücken kann man das meißelartig wirkende Werkzeug auch ſelbſt mit einer Dute zur Aufnahme eines langen, die nötige Maſſe aufweiſenden Stiels verſehen und dieſes Werkzeug gegen die zu zerkleinernden Stoffe ſtoßen, wie z. B. bei der Stoßhacke zum Zerkleinern von Viehfutter u. ſ. w.; die Schneide iſt hierbei entweder — - oder s- oder + förmig. Die Bezeichnung Holzmeißel iſt wenig gebräuchlich; man vergleiche für die Bearbeitung des Holzes die Art. Führeiſen, Stemmzeug. — Vgl. a. Voigt, A., Ueber die Druckverteilung im Eiſen vor einer eindringenden Schneide, Berlin 1907. *E. Müller.*

Meißeldrähtig, ſ. Zwirn.

Meißelhalter (Meißelhaus, Stahlhalter, Stichelhaus, Support), ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 57 f., Hobeln, Bd. 4, S. 69 f., und Stoßen.

Meißelſtahl, im Querſchnitt quadratiſch, rechteckig, achtkantig, rund, oval und kreuzförmig. Der Kohlenſtoffgehalt des für Hand- und Schrotmeißel beſtimmten zähharten Stahls liegt zwiſchen 0,75 bis 1,1 %. *A. Widmaier.*

Meiſterbohrer, ſ. Grundbohrer.

Melanienkalk, in der Geologie dem Unteroligocän (ſ. Tertiärformation) angehörige mergelige Süßwaſſerkalke von 15—20 m Mächtigkeit, die in Kalkſandſteine übergehen und von Tonen und Mergel unterlagert werden. Die mit Kieſelſäure durchtränkten Kalkſteine werden als Bauſteine benutzt (Brunſtatt bei Mülhauſen i. E.). *Leppla.*

Melanit, ſ. Granat.

Melanterit, ſ. v. w. Eiſenvitriol (ſ. d.).

Melaphyr, ein aus Feldſpat, Augit und Olivin beſtehendes Eruptivgeſtein der älteren, vortertiären Eruptionsepochen (vgl. Olivindiabas und Baſalte).

Als Feldſpate ſind in der Regel nur kalk- und natronreiche Miſchungen der Plagioklaſe in meiſt etwas glaſiger Ausbildung von Leiſten- oder Tafelform vertreten. Der Augit kann durch Enſtatit (Enſtatitmelaphyr) oder auch durch Baſtit vertreten ſein. Olivin iſt meiſt zuerſt auskriſtalliſiert und daher in äußerer Kriſtallbegrenzung vorhanden. Außer dieſen Hauptgemengteilen ſind noch durchweg Magnet- und Titaneiſen, Apatit und bei porphyriſcher Ausbildung oft noch eine glaſige Zwiſchenmaſſe vorhanden. Der reichliche Gehalt an dunkelm Erz gibt den Melaphyren im friſchen Zuſtand ein baſaltiſches Ausſehen und eine ſchwarze Farbe. Nebenſächlich tritt Magneſiaglimmer, auch Quarz auf. Das Gefüge iſt entweder rein körnig, wenn die Gemengteile bis auf den Olivin keine äußere Kriſtallbegrenzung beſitzen, oder porphyriſch, wenn außer Olivin noch Augit oder Feldſpat oder die beiden letzten ſowohl in der Grundmaſſe als auch in größeren mit bloßem Auge ſichtbaren Kriſtallen oder Einſprenglingen vorhanden ſind. Die Grundmaſſe kann auch glaſig ſein. Der chemiſchen Beſchaffenheit nach ſind die Melaphyre arm an Kieſelſäure und Alkalien, dagegen reich an Eiſen, Magneſia und Kalk. Die mittlere Zuſammenſetzung beträgt: 40—55 % SiO_2, 12—19 % Al_2O_3, 2—10 % $FeO + Fe_2O_3$, 5—10 % MgO, 5—10 % CaO, 2—3 % K_2O, 3—4 % Na_2O. Das ſpez. Gew. bewegt ſich zwiſchen 2,7 und 2,9. Die leichte Zerſetzbarkeit der Hauptgemengteile macht friſche Geſteine ſelten. In der Regel ſind die Geſteine durch Umwandlung braun, rot, gelb gefärbt. Der Feldſpat trübt ſich, wird zu Kaolin zerſetzt, Augit in Kalkſpat und Quarz umgewandelt und an Stelle des Olivin tritt eine ſerpentinähnliche, dunkelgrüne, feinfaſerige Subſtanz (Magneſiaſilikat) oder Eiſenglanz, die Eiſenerze oxydieren ſich und gehen in Brauneiſenerz über, und als Endprodukt entſteht ein eiſenreicher zäher Lehm, die ſogenannte Melaphyrwacke. Die Fruchtbarkeit der Melaphyre iſt bei hinreichend mächtiger Verwitterungsſchicht groß. Die in Melaphyren verſickernden Waſſer führen zumeiſt nicht unbeträchtliche Mengen Kalk. Die meiſten Melaphyre ſind als lavaartige Ergüſſe entſtanden und infolgedeſſen blaſig ausgebildet. Die bei der Umwandlung gebildeten Zerſetzungsprodukte (Kalkſpat, Quarz, Achat u. ſ. w.) füllen die Blaſenräume in Form von Mandeln aus und ſo treten die meiſten Melaphyre als Melaphyrmandelſteine auf. Ihr Vorkommen beſchränkt ſich vorwiegend auf die Eruptionen der Rotliegendzeit, ſo in Sachſen, Schleſien, Harz, Thüringen, Saar-Nahe-Gebiet, Böhmen u. ſ. w. Als Algovit wird ein olivinfreier, ſehr zerſetzter Melaphyr aus dem Algäu bezeichnet. In friſchem Zuſtand ſind die körnigen Melaphyre ſehr gut zu Pflaſterſteinen zu verwenden; ihr Material iſt ſehr zäh und bleibt immer rauh. Härte 6. Die porphyriſchen und glaſigen Geſteine jedoch erhalten als Pflaſter raſch glatte, runde Köpfe wie Baſalt. Beide Arten werden als Kleinſchlag viel verwendet. Als Hochbaumaterial werden Melaphyre ihrer oft inhomogenen Beſchaffenheit und geringen Bearbeitungsfähigkeit wegen nur ausnahmsweiſe für rauhes Mauerwerk gebraucht. Selten laſſen ſich größere Blöcke gewinnen. Manche Mandelſteine eignen ſich zu Waſſer- und Dammbauten.

Literatur: Zirkel, F., Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, Bd. 2, S. 847. *Leppla.*

Melaſſe, ſ. Spiritusfabrikation und Zuckerfabrikation.

Melaſſeſchlempe, Abfallprodukt der Melaſſebrennerei (ſ. Spiritusfabrikation), iſt ein wertvolles kalihaltiges Düngemittel.

Wird ſie nicht in Form von Schlempekohle an die Pottaſchefabriken verkauft, ſondern auf den Acker gefahren, ſo ereignet ſich für die mit einer Melaſſebrennerei verbundenen Wirtſchaften der ſeltene Fall, daß die Kalizufuhr für den Ackerboden die Kalientnahme desſelben durch die Ernten überſteigt. Das Kali befindet ſich in der Melaſſeſchlempe in Verbindung mit organiſchen Säuren, in denen es ganz hervorragend auf die Pflanzen wirkt. Ein Kubikmeter Melaſſeſchlempe enthält 33,5 Pfund Kali und 8,4 Pfund Stickſtoff. *Weitz.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Melebioſe, ſ. Zuckerarten.

Melieren der Wolle, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Melilith, Mineral, Tonerde-Eiſenoxyd-Kalkſilikat mit kleinen Mengen von Magneſia und Natronſilikat von ſchwankender Zuſammenſetzung (bis 32 % *CaO*).

Kriſtalliſiert tetragonal. Gelb bis weiß, glas- bis fettglänzend, durchſichtig bis durchſcheinend. Härte 5—5,5; ſpez. Gew. 2,9—2,95. Wird von Säuren leicht zerſetzt unter Abſcheidung gallertartiger Kieſelſäure. Ziemlich ſelten und zwar in jüngeren Eruptivgeſteinen, beſonders als Hauptgemengteil in dem Melilithbaſalt, einem aus Augit, Olivin und Melilith beſtehenden Geſtein der jüngeren und jüngſten Eruptionsepochen (Schwäbiſche Alb, Hegau, Böhmen u. ſ. w.). Sie gehören zu den an Kieſelſäure ärmſten, an Eiſenoxyd, Kalk und Magneſia reichſten und ſpezifiſch ſchwerſten (2,9—3,1) Eruptivgeſteinen. *Leppla.*

Melinit, ſ. Sprengſtoffe.

Melinitgranaten, ſ. Munition.

Melioration (Bodenmelioration), im allgemeinen jede zur Bodenverbeſſerung, zur Erhöhung der Bodenrente dienende Kulturarbeit.

Unter dieſen Begriff fallen ſowohl die unmittelbaren Verbeſſerungen des landwirtſchaftlich benutzten Bodens durch beſondere Düngung, z. B. Kalkung, oder durch Rajolen u. ſ. w., als auch endlich die mittelbare Hebung der Bodenrente durch Zugänglichmachung des Feldes in Verbindung mit den verſchiedenen unter Feldbereinigung (ſ. d.) beſchriebenen Arbeiten. S. a. Landeskultur. *Lubberger.*

Melis, ſ. Zuckerfabrikation.

Mellit, ſ. v. w. Honigſtein (ſ. d.).

Melton, ein der großen Tuchfamilie zugerechnetes Wollengewebe, das eine mehrmalige gemiſchte Dekatur abwechſelnd in Waſſer und Dampf durchzumachen hat. S. Tuchſorten. *Kraft.*

Membranen biegen ſich als nachgiebige Scheiben unter Druckwirkung ſtark durch, während ſie am Rande ringsum feſt eingeſpannt ſind.

Sie beſtehen aus Gummi, Leder, Metallplatten und bilden Pumpenkolben von geringem Hub für ſandiges Waſſer, weil ſie nicht reibend wirken, oder für Säuren, weil ſie gut abdichten, oder wirken als abgefederte reibungsfreie Kolben in Druckminderventilen u. dergl. [1].

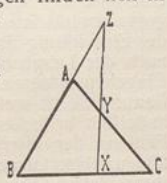
Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 21. *Lindner.*

Membranoid, das der tieriſchen Membrane ähnliche Pergamentpapier (ſ. Papierſorten).

Menagerie, Hofanlage mit Käfigen (maſſiv erbauten oder beweglichen) zum Aufenthalt von fremden wilden Tieren, Säugetieren, Amphibien oder Vögeln.

Früher ein Teil von fürſtlichen Gärten, ſieht man heute ſolche als zoologiſche oder Tiergärten in öffentlichen, meiſt ſtädtiſchen Anlagen zu wiſſenſchaftlichen oder Zuchtzwecken, zur Belehrung u. ſ. w. angeordnet. Der Bau der Käfige iſt in Höhe und Weite je nach der Tiergattung zu bemeſſen, in Gruppen zu faſſen und ſoll den nötigen Schutz gegen Regen, Kälte u. ſ. w. bieten. Es iſt für Lüftung und Heizung (unter dem Fußboden) ſowie für Waſſerzufluß zu ſorgen. Die äußere Erſcheinung iſt nach der Gattung, dem Charakter und der Herkunft des Tiers zu geſtalten, wobei ein gewiſſer phantaſtiſcher Aufputz zuläſſig. Schöne Anlagen finden ſich in den zoologiſchen Gärten der Städte Berlin, Hamburg, Amſterdam, Cöln, im Jardin des Plantes zu Paris, Zoological Garden zu London u. ſ. w. *Weinbrenner.*

Menelaus, Satz des. Schneidet eine Transverſale die Seiten eines Dreiecks ABC bezw. in X, Y, Z, ſo iſt $AZ \cdot BX \cdot CY = AY \cdot CX \cdot BZ$ (ſ. die Figur). *Wölffing.*



Mengen, ſ. Miſchen.

Mengenlehre. Eine Punktmenge iſt die Geſamtheit von unendlich oder endlich vielen Punkten.

Grenzpunkte der Menge heißen die Punkte, in deren Umgebung, ſo klein ſie auch ſein möge, immer Punkte der Menge liegen. Die Grenzpunkte bilden ſelbſt eine Menge, die erſte Ableitung der Menge. Eine Menge iſt von der erſten Gattung, wenn ihre erſte oder eine höhere Ableitung endlich iſt (z. B. die Menge der Punkte auf einer Geraden, deren Abſtände von einem Punkt derſelben reſp. 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ ... ſind, hat als erſte Ableitung den Punkt 0), andernfalls vor der zweiten Gattung (z. B. die Menge der Punkte, für welche die genannten Abſtände alle rationalen Zahlen ſind). Eine Menge heißt abzählbar, wenn ſich ihre Punkte der Reihe nach eindeutig den ganzen Zahlen 1, 2, 3 ... zuordnen laſſen; ſie heißt in einem Intervall überall dicht, wenn in jedem beliebig kleinen Teil des Intervalls unendlich viele Punkte der Menge exiſtieren.

Literatur: [1] Cantor, G., Grundlagen einer allgemeinen Mannigfaltigkeitslehre, Leipzig 1883. — [2] Borel, E., Leçons sur la théorie des fonctions, 1—2, Paris 1898—1900. *Wölffing.*

Mengit, ſ. Monazit.

Menilith, ſ. Opal.

Meniskus, griech. Mondchen, bezeichnet eine mondſichelähnliche Figur, iſt daher auch Bezeichnung der Konkavkonvexlinſe wegen ihres ſichelförmigen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Querfchnitts (f. Linfe), und der teils konkaven, teils konvexen Oberflächengeftalt einer in einem Rohr ftehenden Flüffigkeit (f. Kapillarität). *Aug. Schmidt.*

Mennige (Minium, Bleirot, Bleizinnober, Orangemennige, Saturnzinnober), gelb- bis ziegelrote giftige Sauerftoffverbindung des Bleis, meiftens der Formel Pb_3O_3, zuweilen auch Pb_4O_5 entfprechend, wird durch fchwaches Glühen von feinverteiltem Bleioxyd PbO oder Bleiweiß $PbCO_3$ erhalten. Mit Salpeterfäure behandelt, entftehen Bleinitrat und Bleifuperoxyd. Es dient zur Herftellung von Farben und Kitten, ferner zur Darftellung des Flintglafes und der künftlichen Edelfteine. *Rathgen.*

Mennige, oxydierte, f. Bleifuperoxyd.

Menthol, ein Stearopten aus dem ätherifchen Oel der Pfefferminzpflanze, das in der Heilkunde und Parfümerie Anwendung findet. Seine chemifche Formel ift $C_{10}H_{20}O$. Es wirkt als Anäfthetikum und Antifeptikum. *Mezger.*

Menfel, f. Meßtifch.

Mercerifieren oder **Mercerieren** der Baumwolle, ein Vorgang, welcher auf einer phyfikalifchen und chemifchen Veränderung diefer Fafer unter dem Einfluffe ftarker Natronlauge beruht.

Von John Mercer war im Jahre 1844 beobachtet worden, daß die Baumwollfafer durch konzentrierte Natronlauge bei gewöhnlicher Temperatur, unter gewiffen Bedingungen auch durch Schwefelfäure und Chlorzink verkürzt wird, aufquillt, durchfcheinend wird und eine größere Anziehungskraft für Farbftoffe erlangt. Diefe Wirkung, welche nach dem Entdecker Mercerifieren oder Mercerieren genannt wird, hat zugleich eine Vergrößerung der Feftigkeit von 40 % und eine Gewichtzunahme von 4,5—5,5 % zur Folge. Letztere ift durch die Fähigkeit der Fafer verurfacht, eine größere Feuchtigkeitsmenge aufzunehmen. Ihr mikrofkopifches Bild zeigt die Baumwollfafer nicht mehr flach und gewunden, fondern dick und gerade. Die Zellwände find bedeutend verdickt, die innere Höhlung ift faft ganz verfchwunden, während die Geftalt der Fafer zylindrifch geworden ift [1]. Das Verfahren Mercers ift wegen des ftarken Einfchrumpfens des Gewebes im großen niemals in beträchtlichem Maße gebraucht worden. Die Crefelder Firma Thomas & Prevoft [2] fand nun im Jahre 1895, daß eine neue Erfcheinung zutage tritt, wenn man die Natronlauge auf in gefpanntem Zuftande befindliche Baumwolle einwirken läßt. Die Baumwolle zeigt dann nach dem Auswafchen und Trocknen einen ftarken Seidenglanz, welcher dem der Chappefeide nahe kommt. Diefen Seidenglanz liefert jedoch nur Baumwolle ägyptifcher Provenienz, fogenannte Makobaumwolle, oder langftaplige Baumwolle ähnlicher Qualität. Auf diefen Umftand ift es zurückzuführen, daß der Hinweis von H. A. Lowe in zwei engliſchen Patenten des Jahres 1889 und 1890, daß durch Spannen der Baumwolle während oder nach der Behandlung mit Natronlauge diefelbe einerfeits am Schrumpfen verhindert, anderfeits gleichmäßiger und glänzender ausfehend wird und fich tiefer färbt, unbeachtet blieb, denn offenbar waren die Verfuche mit kurzftapliger Baumwolle vorgenommen worden. Der Glanz tritt aber nur bei langftapliger Baumwolle und nur dann in vollem Maße auf, wenn das Strecken in Verbindung mit der Behandlung mit Natronlauge vorgenommen wird. Er ift um fo ftärker, je genauer diejenigen Bedingungen gewählt werden, unter welchen einerfeits das Schrumpfen am ftärkften eintritt, anderfeits der Schrumpfung am ftärkften entgegengewirkt wird. Die Dauer der Einwirkungszeit und die mechanifche Bearbeitung während der Einwirkung find nebenfächliche Faktoren. Die Baumwolle foll durch Strecken während oder nach der Laugenbehandlung die höchfte Spannung und nach dem Auswafchen der Lauge kein Eingehen erfahren. Die Urfache des feidenartigen Glanzes in geftrecktem Zuftande mercerierter Baumwolle ift wefentlich durch das Fehlen der die nichtbehandelte Baumwollfafer als Häutchen äußerlich bedeckenden Cuticula gegeben. Die Fafer erfcheint nämlich feft und rund, infolge Fehlens der etwas rauhen Cuticula vollftändig durchfcheinend. Zum Zuftandekommen eines feidenartigen Glanzes bedarf es nur einzelner möglichft parallel liegender Fafern, welche vermöge ihrer glatten Oberfläche einer ftarken Lichtreflexion und -abforption fähig find. Es ift erklärlich, daß für das Zuftandekommen diefes rein phyfikalifchen Effektes diejenigen Baumwollforten am beften geeignet find, bei welchen die Cuticula wenig ausgebildet bezw. leicht zu entfernen ift.

Die Mercerifation der Baumwolle gefchieht im Strang und im Stück am häufigften, aber auch als Baumwollketten, Vorgefpinft. Die Garnmercerifation gefchieht entweder auf Maſchinen, bei denen das durch die Einwirkung der konzentrierten Natronlauge verkürzte Garn wieder auf feine urfprüngliche Länge ausgedehnt wird, oder auf Maſchinen, bei denen ein Eingehen der Garne überhaupt vermieden wird, indem fie in gefpanntem Zuftande der Natronlaugebehandlung unterworfen werden. Die Mercerifation der Baumwolle im Strang wird jedoch mehr und mehr zurückgedrängt durch die Stückmercerifation, die fich wefentlich billiger ftellt und fich befonders für Druckartikel und Futterftoffe, auch für beffere Waren ganz allgemein eingebürgert hat. Die mercerifierten Stoffe laffen fich beffer wafchen. Neuerdings werden aber nicht nur Makofatins, fondern jeder braune Satin mercerifiert, da die Differenz im Glanze nicht fo wefentlich ift, vielmehr ganz verwifcht wird durch phyfikalifche Veränderung der Gewebsoberfläche mittels des Seidenfinifh-(Riffel-)Kalanders. Derfelbe verdankt feine Entftehung dem Gedanken, den Glanz eines feidenen Gewebes auf einem baumwollenen Stoff dadurch zu erzeugen, daß man die Oberfläche des Seidenftoffes galvanoplaftifch abnahm, auf Ketten oder Walzen übertrug und diefe dann fo ftark auf das baumwollene Gewebe abpreßte,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

daß feine Oberfläche äußerlich gleich der des Seidenftoffes wurde, das Licht genau ebenfo reflektierte, alfo denfelben Glanz annahm. Man lernte aber alsbald dasfelbe Ziel dadurch erreichen, daß man auf dem Gewebe zahlreiche feine, in verfchiedenen Ebenen winklig zueinander liegende Flächen durch Preffen mit einer fehr fein geriffelten Walze erzeugte. J. P. Bemberg verwendet eine Riffelung von 5—20 Rillen pro 1 mm. Heute ift ein mercerierter Stoff ohne die Seidenfinifhbehandlung gar nicht mehr denkbar. Wird während des ganzen Vorgangs (Imprägnieren, Neutralifieren, Wafchen) das zu mercerierende Gewebe einem rollenden Druck unterworfen, fo wird ein Glanz erzielt, welcher im Gegenfatz zu dem durch Nachbehandlung erhaltenen gegen Waffer ganz beftändig ift [4].

Literatur: [1] Gardner, Die Mercerifation der Baumwolle, Berlin 1898. — [2] Lehnes Färberzeitung 1895/96, S. 441. — [3] Knecht, Rawfon und Löwenthal, Handbuch der Färberei der Spinnfafern, Berlin 1900/01; Herzfeld-Schneider, Das Färben und Bleichen, II. Teil, Berlin 1905; Editors of „The Dyer and Calico Printer", Mercerifation, London 1903. — [4] Lehnes Färberzeitung 1902, S. 127.

R. Möhlau.

Mergel, inniges mechanifches Gemenge von Kalk oder Dolomit mit Ton, wozu noch nebenfächlich aber häufig eine Beimengung von Quarzfand, Glimmer (Muskovit) fowie Eifenerz u. a. kommt.

Die im friſchen oder wenig verwitterten Zuftand grauen, bläulichen oder grünlichen, auch wohl roten (Roteifenerzfärbung) Gefteine werden beim Verwittern gelb oder braun. Starker Gehalt an Bitumen färbt fie dunkler und Kohleteilchen in feiner Verteilung fchwarz. Die Mergel find teils erdig und weich oder zerreiblich, teils feft und dicht, zuweilen auch gefchiefert (Mergelfchiefer), fehr felten kriftallinifch. Die Tonbeimengung verrät fich durch den charakteriftifchen Geruch beim Anhauchen. Bei hohem Tongehalt zerfallen fie an der Luft allmählich unter Aufblättern. In Salzfäure löft fich der Kalkgehalt leicht auf unter Zurücklaffung des Tones (als Trübung), des Sandes und Glimmers. Dolomitifche und kalkarme Mergel löfen fich erft nach dem Pulvern, während fie in derbem, feftem Zuftand wenig angegriffen werden; ift ein Teil der Kalkerde an Humusfäure (in der Nähe von Sümpfen, in der Vegetationserde, in Mooren) gebunden, fo erfolgt ebenfalls kein Aufbraufen mit Säure. Als fremde Beimengungen trifft man im Mergel Kalkkonkretionen, Gipskriftalle, Dolomit, Quarz, Coeleftin, Strontianit, Schwefelkies u. a. Der Kalkgehalt der Mergel kann zwifchen 20 und 60 % fchwanken. — Alle Mergel find Schichtgefteine, und zwar find fie zumeift in folchen Schichtenreihen zu treffen, welche aus Kalk und Schieferton beftehen, mit welchen die Mergel durch Uebergänge verbunden find. Vorzugsweife treten fie in den jüngeren Formationen, im Mufchelkalk, Keuper, Jura, Kreide, Tertiär und glazialen Diluvium auf, fehlen jedoch im Silur und Devon nicht. Sie find teils im füßen, teils auch im brackifchen und falzigen Waffer abgefetzt worden. In den einzelnen Formationen werden fie oft nach den eingefchloffenen Verfteinerungen benannt: Bryozoen-, Aptychenmergel u. f. w.

Man unterfcheidet: 1. Kalkmergel, Uebergang zu Kalkftein, mit einem Kalkgehalt bis zu 75 %, meift hellgefärbt, deutlich gefchichtet oder gefchiefert und plattig; faugen nur allmählich Waffer auf, find im feuchten Zuftand breiig, aber nicht klebrig und überziehen fich beim rafchen Austrocknen mit einer harten Kruſte; leicht plaftifch. — 2. Dolomitmergel, mit vorwiegendem Dolomitgehalt (bis 75 % Karbonat), meift härter und fchwerer als Kalkmergel, hellgrau oder hellgrünlichgrau; halten lange das Waffer; im feuchten Zuftand etwas plaftifch. — 3. Tonmergel, Till, Uebergang zu Ton, mit bis 80 % Tongehalt. Saugt begierig Waffer auf und hinterläßt beim Auflöfen in Säure einen großen Rückftand; ftark Waffer feſthaltend, plaftifch; beim Brennen zerplatzend, auch beim Austrocknen. — 4. Sand-, Glimmermergel mit beträchtlichem Sand- oder Glimmer-(Muskovit-)gehalt. — 5. Stinkmergel, bituminöfe Mergel, durch hohen Gehalt an Bitumen (Afphalt) dunkelgrau bis fchwarz gefärbte, meift feſte, fchieferige Mergel. Der Bitumengehalt reicht bis zu 20 % und macht fich beim Anfchlagen durch Geruch bemerkbar. Sie enthalten häufig fein verteiltes Erz (f. Kupferfchiefer). — 6. Oolithifcher Mergel, mit einem Kalkgehalt, welcher in oolithifchen Kugeln angeordnet ift. — Die Kalkmergel werden vielfach zur Zement- und Luftmörtelherftellung verwendet. Kalkarme Tonmergel mit unter 7 % Kalkkarbonat brennen fich, ohne zu berſten, und können für Töpferwaren benutzt werden; auch zum Dichten werden fie wie Ton benutzt. Kalkreiche Mergel dienen in hervorragendem Maße als Düngemittel für fandige und tonige Böden. Feſte Mergel geben in einigen Fällen auch wohl Baumaterial ab oder können zu Kleinfchlag gebraucht werden.

Emfcher Mergel ift ein der oberen Kreideformation (Senon) angehöriger, grauer, weicher, toniger Mergel in Weftfalen. Gewiffe Schichten enthalten bis zu 40 % kohlenfauern Kalk und werden deswegen zum Düngen verwendet. Andre (in Hannover) find mehr fandiger Natur und dienen als Formfand. Auch Phosphorite treten in den Emfcher Mergeln auf und werden ausgebeutet.

Literatur: Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., Leipzig 1894, III, 776; Senft, F., Die Tonfubftanzen, Berlin 1879.

Leppla.

Meridian. Den Meridian eines Ortes auf der Erde nennt man diejenige Ebene (größten Kreis), die durch die Richtung der Umdrehungsachfe der Erde und den Beobachtungspunkt beftimmt wird, die alfo zugleich durch das Zenit des betreffenden Erdortes geht; f. Koordinaten am Himmel.

Im Meridian erreichen die Geftirne bei ihrer täglichen Bewegung fowohl ihre größte Höhe über als die größte Depreffion unter dem Horizont, d. h. fie befinden fich dann in oberer bezw. unterer Kulmination. Der Winkel, den die Meridiane verfchiedener Orte auf der Erde miteinander einfchließen, ift deren Längendifferenz (f. Länge, geographifche). Die Meridianebene fchneidet die Horizontalebene im Süd- bezw. im Nordpunkt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei der für ſehr viele wiſſenſchaftliche und techniſche Zwecke wichtigen Lage der Meridianebene bezw. der Nord-Südlinie hat man eine größere Anzahl von Methoden, um dieſe fundamentale Richtung für einen Ort der Erde zu beſtimmen. Die Beobachtung des Moments, in dem ein Stern ſeine größte Höhe erreicht, kann naturgemäß nur ein ſehr ungenaues Reſultat liefern, obgleich das genau im Meridian ſtattfinden muß. Die Höhenänderung um die Zeit der Kulmination geht ſo langſam vor ſich, daß ſie für mehrere Minuten, während das Geſtirn einen erheblichen Weg von Oſt nach Weſt zurücklegt, nur mit ſehr genauen Inſtrumenten bemerkt werden kann. Dagegen aber liefert die Beobachtung der Momente, in denen ein Geſtirn eine oder zwei Stunden vor und nach ſeinem Meridiandurchgang die gleiche Höhe erreicht, ein ſehr gutes und einfaches Mittel, die Richtung des Meridians (der Mittagslinie) zu beſtimmen. Offenbar wird diejenige Linie, die den zwiſchen den beiden beobachteten Richtungen eingeſchloſſenen Winkel halbiert, die Meridianrichtung ſein. Hat das Geſtirn eine eigne Bewegung wie die Sonne oder die Planeten, ſo müßte an dieſe Richtung noch eine kleine Korrektion (k) angebracht werden, die von der Deklinationsänderung des Geſtirns in einer Stunde ($\Delta\delta$), der Deklination (δ) ſelbſt, der geographiſchen Breite des Beobachtungsortes (φ) und der halben Zwiſchenzeit (t) der beiden Beobachtungen abhängt. Es iſt dann

$$k = \frac{\cos\delta}{\cos\varphi\,\cos h\,\sin A}\cdot\Delta\delta = \frac{1}{\cos\varphi\,\sin t}\cdot\Delta\delta,$$

wo im erſten Ausdruck noch h die gemeſſene Höhe und A die halbe Differenz der beiden Richtungen (das Azimut) ſind. In den Zeiten der Tag- und Nachtgleiche iſt $\Delta\delta$ am größten; zur Zeit der Solſtitien (ſ. d.) iſt $\Delta\delta = 0$, dann braucht alſo auch an die Sonnenbeobachtung — wie ſie z. B. mit Benutzung der Schattenlängen (ſ. Gnomon) ausgeführt werden können — keine Korrektion angebracht zu werden. Eine allgemeine Methode, die Meridianrichtung zu finden, beſteht darin, daß man überhaupt mittels aſtronomiſcher Beobachtung das Azimut irgend eines irdiſchen, ſcharfbegrenzten Objekts, eines natürlichen oder auch künſtlichen, d. h. einer beſonders zu dieſem Zweck errichteten Mire beobachtet und ſodann an dieſe Richtung den Betrag des gefundenen Azimuts anbringt. Das Azimut eines Geſtirnes findet man bei bekannter Zeitangabe durch trigonometriſche Rechnung oder auch direkt aus Höhenmeſſungen in beiden Fällen in Verbindung mit Rektaſzenſion und Deklination des Geſtirns und der bekannten geographiſchen Breite. Iſt A das Azimut eines Geſtirns zur Ortsſternzeit ϑ, ſo hat man:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\cos M\operatorname{tg}(\vartheta-\alpha)}{\sin(\varphi-M)} \text{ und } \operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg}\delta}{\cos(\vartheta-\alpha)}.$$

Iſt die Zenitdiſtanz (z) mitgemeſſen, ſo hat man:

$$\operatorname{tg}{}^1\!/_2 A = \sqrt{\frac{\sin(s-\varphi)\cos(s-z)}{\cos s\,\sin(s-\delta)}}, \text{ wo } s = \frac{\varphi+\delta+z}{z},$$

φ die geographiſche Breite und δ die Deklination des Geſtirns iſt. Lieſt man bei der Einſtellung des Geſtirns auch zugleich den Horizontalkreis des benutzten Theodoliten ab und ebenſo bei der Einſtellung auf das irdiſche Objekt, ſo kann aus der Differenz beider Einſtellungen das Azimut des irdiſchen Objekts aus dem des cöleſtiſchen gefunden werden. Gleichzeitig erhält man dann damit auch diejenige Ableſung auf dem Kreis, die der Richtung der Abſehenslinie nach Süden (Südpunkt) oder nach Norden (Nordpunkt) entſpricht, alſo die Richtung der Mittags-(Meridian-)linie, die dann nur noch durch ein ausgeſtecktes Signal bezeichnet zu werden braucht. Für näherungsweiſe Beſtimmung der Meridianrichtung gibt es noch einige Methoden, von denen hier nur diejenige erwähnt ſein mag, die auf der Beobachtung des Polarſterns zur Zeit ſeiner Kulmination beruht, wobei dieſe Zeit dadurch ermittelt wird, daß dann der Stern ζ im Großen Bären faſt genau mit dem Polarſtern im gleichen Vertikal ſteht. Hält man alſo einen Lotfaden ſo, daß der Polarſtern und ζ Urs. maj. gleichzeitig von ihm bedeckt werden können, ſo iſt der Polarſtern in ſeiner oberen und ζ Urs. maj. in ſeiner unteren Kulmination, alſo beide im Meridian. Das beruht darauf, daß der Polarſtern eine faſt genau um 12 Stunden andre Rektaſzenſion beſitzt*) als ζ Urs. min.; der letztere Stern iſt der unter dem Namen des „Reiterchens“ allbekannte Doppelſtern im Schwanz des Großen Bären.

Literatur: Die Hand- und Lehrbücher der ſphäriſchen Aſtronomie (Brunnow, Chauvenet, Caſpari, Herr und Tinter u. ſ. w.); Harzer, Ueber geographiſche Ortsbeſtimmungen ohne aſtronomiſche Inſtrumente, Petermanns Mitteil., Gotha 1896, S. 111 ff.; Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Aſtronomie und kosm. Phyſik, 11. Jahrg., Berlin 1896. *Ambronn.*

Meridian, magnetiſcher, die Vertikalebene durch die erdmagnetiſche Kraftlinie in einem Punkte der Erde.

Die Richtung des magnetiſchen Meridians ändert ſich fortlaufend mit der Zeit und iſt periodiſchen Tagesſchwankungen unterworfen (ſ. Erdmagnetismus). Der Winkel zwiſchen magnetiſchem und aſtronomiſchem Meridian heißt magnetiſche Deklination oder Mißweiſung.

Meridiankonvergenz. Auf der mathematiſchen Erdoberfläche, der Kugel oder dem Ellipſoid, konvergieren die Meridiane zu den Polen. Der dadurch entſtehende Unterſchied $\Delta\alpha$ der Azimute α_1 und $\alpha_2 \pm 180^0$ an den beiden Endpunkten einer Strecke 1—2 heißt Meridiankonvergenz.

Näherungsweiſe iſt $\Delta\alpha = (\lambda_2 - \lambda_1)\sin\varphi$, worin λ_1 und λ_2 die geographiſchen Längen der Punkte 1 und 2 und φ die mittlere Polhöhe bedeuten. Für Mitteldeutſchland in 50° Breite, beträgt die Meridiankonvergenz für 1 km Meridianabſtand rund 40″. Weiteres ſ. Koordinaten, geodätiſche, Geodätiſche Uebertragung und die dort ſowie bei Triangulierung angegebene Literatur. *(† Reinhertz) Hillmer.*

*) Für 1900 iſt α Urs. min. R = 1^h 27^m 2,3 Größe,
ζ Urs. maj. R = 13^h 20^m 2,4 Größe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Meridiankreis ſtellt eine Verbindung des Durchgangsinſtruments (ſ. d.) mit dem Höhenkreis dar, ſo daß mit demſelben Inſtrumente gleichzeitig der Moment der Kulmination und die Zenitdiſtanz eines Geſtirnes beſtimmt werden können. Wird der Meridiankreis in Verbindung mit einer in dieſem Falle als Winkelmeßinſtrument dienenden ſehr genauen Uhr (meiſt Sekundenpendeluhr) benutzt, ſo kann man mit ſeiner Hilfe ſowohl abſolute als auch relative, ſcharfe Ortsbeſtimmungen der Geſtirne ausführen. Aus dieſem Grunde dient der Meridiankreis heute als das vorzüglichſte Fundamentalwerkzeug der ſphäriſchen Aſtronomie. Der Meridiankreis muß dazu aber ſowohl in ſeiner Konſtruktion das vollkommenſte mechaniſche Syſtem darſtellen als auch bezüglich ſeiner Aufſtellung abſolut ſicher und ſoweit nur irgend möglich unveränderlich gelagert ſein.

Die erſten Durchgangsinſtrumente, die mit einem Vertikalkreiſe verſehen waren, hat ſchon O. Römer verwendet, ſpäter ſind ſolche von Reichenbach und beſonders von Repſold gebaut worden. Die Geſtalt, die dieſe Künſtler dem Meridiankreis gegeben haben, iſt faſt ohne weſentliche Aenderung bis auf den heutigen Tag beibehalten worden. Das Inſtrument beſteht in ſeinen weſentlichen Teilen aus einem kräftigen Fernrohr von etwa 8—25 cm Oeffnung und 1—$2^1/_2$ m Brennweite, das in ſeiner Mitte mit einer ſenkrecht zur Sehrichtung ſtehenden Achſe von 1—$1^1/_2$ m Länge verbunden iſt. Dieſe Achſe ruht mit entſprechenden Stahlzapfen in Lagern, die an äußerſt ſicher tief im Erdboden fundierten Lagern angebracht ſind, und zwar in einer angemeſſenen Höhe über dem Fußboden des Beobachtungsraumes. Auf dieſer Achſe iſt der dazu ſenkrecht ſtehende Kreis ſo befeſtigt, daß ſeine Teilung vom Fernrohr abgewendet iſt und mittels vier oder ſechs Mikroſkopen, die entweder direkt am Pfeiler oder in neuerer Zeit an beſonderen Rahmen befeſtigt ſind, abgeleſen werden kann. Die Teilung iſt auf dem Kreiſe (früher bis zu 1 m, jetzt nur etwa 0,5—0,6 m Durchmeſſer) bis auf 2 oder 5 Bogenminuten herab durchgeführt. Die Ableſegenauigkeit mittels der Mikroſkope geht direkt faſt ſtets bis zu 1 Bogenſekunde.

Die Bedingungen, welchen ein ſolches Inſtrument genügen ſoll, ſind die folgenden: Abſehenslinie des Fernrohres (Verbindungslinie der Mitte des Objektivs mit dem Kreuzungspunkt der Mittelfäden im Geſichtsfeld) ſtehe ſenkrecht auf der ideellen Umdrehungsachſe, dieſe liege ſowohl genau horizontal als auch genau von Oſt nach Weſt in ihren Lagern. Der Kreis ſoll genau vertikal zur Umdrehungsachſe ſtehen und ſein Teilungszentrum ſoll mit der Umdrehungsachſe zuſammenfallen. Iſt außerdem auch die Teilung ohne Fehler, ſo würde man die Durchgänge der Geſtirne an dem bei der Drehung des Inſtruments um ſeine Achſe den Meridian beſchreibenden Mittelfaden genau bei ihrer Kulmination beobachten und an dem Kreis die Meridianzenitdiſtanzen beobachten können, falls derjenige Punkt auf demſelben bekannt iſt, der genau der Zenitſtellung des Fernrohres entſpricht. Alle dieſe Bedingungen ſind aber nie genau erfüllbar, und es müſſen daher die Abweichungen des Inſtruments von der idealen Geſtalt und Aufſtellung beſtimmt werden. Dazu ſind eine Reihe von Nebenapparaten notwendig, z. B. eine

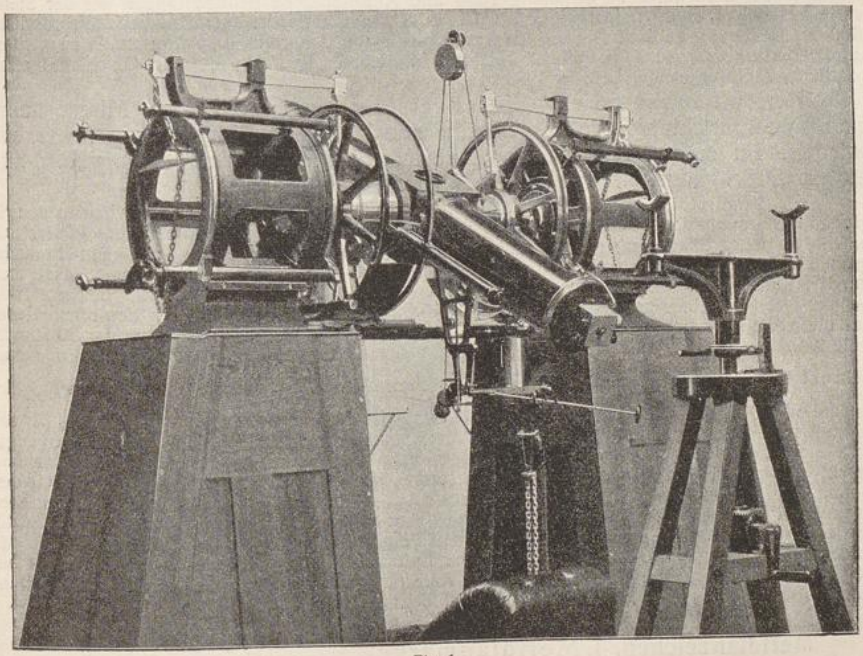


Fig. 1.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Libelle auf den Achſenzapfen zur Beſtimmung der Abweichung von deren Lage gegen den Horizont; Kollimatoren (ſ. d.) zur Beſtimmung des Winkels zwiſchen Umdrehungsachſe und Abſehenslinie. Zu beiden Unterſuchungen kann auch ein unter oder wohl auch über dem Inſtrument angebrachter Queckſilberhorizont (vgl. Horizont) benutzt werden. Miren für die Kontrolle des Azimuts der Achſe ſ. Meridianmarke. Um die Fehler der Teilungen zu unterſuchen, verwendet man noch Hilfsmikroſkope.

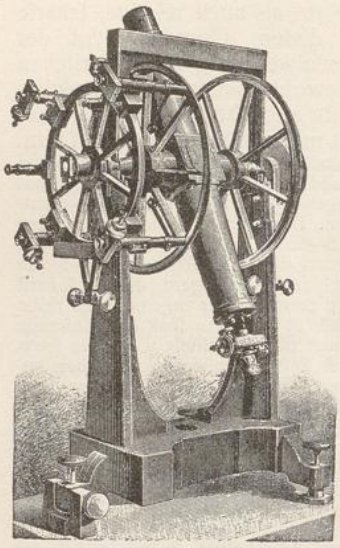


Fig. 2.

Die großen Meridiankreiſe der Neuzeit ſind äußerſt komplizierte Inſtrumente, an denen alle nur denkbaren Vorkehrungen gegen Veränderung der Inſtrumental- und Aufſtellungsfehler getroffen ſind. Fig. 1 ſtellt einen neueren Repfoldſchen Meridiankreis dar; die Pfeiler ſind mit Holz verkleidet, die Mikroſkope werden von beſonderen Rahmen getragen, die den Kreiſen mit gleichmäßiger Verteilung der Maſſen gegenüberſtehen, um Verſchiedenheit der Strahlung zu vermeiden. Das eigentliche Fernrohr iſt mit zwei an dem Mittelkubus befeſtigten weiteren Stahlrohren umgeben, damit einmal eine gleichförmige Temperatur des Fernrohrs erzielt wird und dann auch ein Schutz für dasſelbe vorhanden iſt. Aus erſterem Grunde ſind auch die Kreiſe nach unten hin durch Schutzbleche gedeckt. Es würde hier viel zu weit führen, auf die weiteren Einzelheiten dieſer Inſtrumente einzugehen; es mag nur noch bemerkt werden, daß ein Meridiankreis von etwa 20 cm Oeffnung mit vollkommener Ausrüſtung etwa 20000—30000 ℳ koſtet und daß nur verhältnismäßig wenig mechaniſche Werkſtätten imſtande ſind, ſolche Inſtrumente in aller Vollkommenheit herzuſtellen.

Meridiankreiſe von kleineren Dimenſionen, als transportable Inſtrumente eingerichtet, wurden früher mehrfach gebaut; Fig. 2 ſtellt einen ſolchen von Brunner in Paris dar. Dieſe Inſtrumente entſprechen aber der Beſtimmung des Meridiankreiſes, fundamentale Beobachtungen zu liefern, nicht im gehörigen Maße. An deren Stelle verwendet man heute meiſt große Univerſalinſtrumente (ſ. d.) oder getrennt für beide Koordinaten gute Durchgangsinſtrumente und Vertikalkreiſe.

Literatur: Beſchreibungen und Abbildungen der Meridianinſtrumente der Sternwarten ſ. in den von den einzelnen Obſervatorien herausgegebenen Publikationen, vor allem in den Annalen des Harvard College in Cambridge (Amerika), in den Greenwich Observations 1852 und 1867; in der Beſchreibung der Pulkowaer Sternwarte und in den Annalen der Sternwarten zu Straßburg und Kiel, wo der neueſte und vollkommenſte Meridiankreis der Gegenwart aufgeſtellt iſt (Annalen der Sternwarte zu Straßburg 1896 und Aſtronomiſche Beobachtungen auf der Sternwarte zu Kiel, 1. Heft, Leipzig 1905). Alles zum Verſtändnis der Meridiankreiſe Erforderliche iſt unter Beifügung zahlreicher Abbildungen enthalten in Ambronn, L., Aſtronom. Inſtrumentenkunde, Berlin 1899, Bd. 2, S. 960 ff. Hiſtoriſches enthält: Repfold, J., Zur Geſchichte aſtronomiſcher Meßwerkzeuge, Leipzig 1908. *Ambronn.*

Meridianmarke oder Meridianzeichen, wohl auch kurz „Mire“, nennt man eine Einrichtung, die es geſtattet, eine beſtimmte Viſierrichtung ſicher feſtzulegen. Im beſonderen bezeichnet die Meridianmarke die Richtung Nord-Süd für ein Durchgangsinſtrument oder einen Meridiankreis.

Die Konſtruktion ſolcher Meridianmarken iſt ſehr verſchieden. Früher baute man in großer Entfernung vom Hauptinſtrument (etwa 4—6 km und noch mehr) beſondere Pfeiler und brachte an dieſen Skalen in irgendeiner Form an, die entweder bei Tag auf dem hellen Himmelsgrunde oder bei Nacht durch beſondere Beleuchtung abgeleſen werden konnten. Hat man durch aſtronomiſche Beobachtungen das Azimut einer Stelle der Meridianmarke beſtimmt und beſteht dieſe aus einer horizontalen Skala, ſo braucht man nur jederzeit das Fernrohr wieder auf dieſe Skala zu richten, und man kann dann ſofort die jeweilige Abweichung der Abſehenslinie von der Nord-Südrichtung ableſen, wenn der Betrag eines Skalenteiles im Bogenmaß bekannt iſt. Dieſe Beſtimmung kann leicht geſchehen nach der Formel $\frac{s}{D} = \operatorname{tg} A$, wo s der lineare Wert eines Skalenteiles, D die Entfernung der Mire vom Hauptinſtrument und A das Azimut iſt. Macht man eine Viſur nach der Meridianmarke in der einen Lage des Durchgangsinſtruments oder des Meridiankreiſes und legt dann das Inſtrument in den Lagern um und macht eine zweite Ableſung an der Meridianmarke, ſo wird der halbe Unterſchied auch den Betrag des Kollimationsfehlers angeben. Da es nicht immer möglich iſt, ſolche Meridianmarken in größerer Entfernung aufzuſtellen, ſo verwendet man an deren Stelle auch Kollimatoren (ſ. d.), die aus in geringer Entfernung feſt aufgeſtellten Fernrohren beſtehen, in denen man dann die Fadennetze gleich wie Marken in unendlicher Entfernung wahrzunehmen vermag. — Die bezüglichen Beſchreibungen finden ſich alle in Ambronn, L., Handbuch der aſtron. Inſtrumentenkunde, Berlin 1899, Bd. 1, S. 103 ff. *Ambronn.*

Meridianmeſſung, ſ. Erde, Erdmeſſung.

Meridianzeichen, ſ. Meridianmarke.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Merinogarn, ſ. Kammgarnſpinnerei, Bd. 5, S. 325.

Merinos, ſ. Weberei.

Merkaptane und **Merkaptide,** organiſche Verbindungen, die ſich vom Schwefelwaſſerſtoff ableiten.

Merkatorprojektion, ſ. Kartenprojektion.

Merkpfahl, ſ. Stauanlagen.

Merkurgelb (Königsgelb, mineraliſcher Turpith, Turbith minéral, Queckſilbergelb), ſchön lebhaft zitronengelbe Körperfarbe, beim Erhitzen ſich vorübergehend rot färbend, von großer Deckkraft, aber geringer Haltbarkeit; ſchon durch Einwirkung des Sonnenlichtes geht ſeine Farbe in Grau über, in ſchwefelwaſſerſtoffhaltiger Luft wird es unter Bildung von ſchwarzem Schwefelqueckſilber — es iſt ein baſiſches Salz des Queckſilberoxydes — in kurzer Zeit ganz ſchwarz.

Zu ſeiner Herſtellung erhitzt man Queckſilber unter einem gutziehenden Schornſtein mit Schwefelſäure 10 : 15 ſo lange, bis eine weiße Kriſtallmaſſe — neutrales Queckſilberoxyd — hinterbleibt, gibt die Schmelze in Waſſer, wodurch ſie ſich in freie Schwefelſäure und baſiſches Salz zerlegt, welches letztere eine ſchön zitronengelbe Färbung annimmt, das man ſo lange mit Waſſer wäſcht, bis das Waſchwaſſer noch deutlich ſauer ſchmeckt. *Andés.*

Merkurichlorid (Queckſilberchlorid), ſ. Queckſilberchloride.

Merkurlebererz, ſ. v. w. Queckſilberlebererz (ſ. d.).

Merkurochlorid (Queckſilberchlorür), ſ. Queckſilberchloride.

Merkzeichen, auch Sperrzeichen oder Diſtanzpfahl, ein zwiſchen zuſammenlaufenden Eiſenbahngleiſen dort anzubringendes Zeichen, wo der Abſtand der Gleismitten unter ein beſtimmtes Maß (bei Vollſpur auf Bahnhöfen 3,5 m, bei Anſchlußgleiſen auf freier Strecke 4,0 m) herabſinkt.

Bis zu den Merkzeichen dürfen auf dem einen Gleis Fahrzeuge aufgeſtellt werden, ohne die Fahrt auf dem andern zu hindern; dieſe ſind daher maßgebend für die nutzbare Länge der Bahnhofsgleiſe. Die Ausführung der Sperrzeichen in Geſtalt kleiner, weiß und rot geſtrichener Pfähle mitten zwiſchen den beiden Gleiſen iſt dem Verkehr der Beamten und Arbeiter hinderlich; man zieht deshalb vielfach vor, dicht an die Außenkante der Schienen (meiſt hellfarbige) Pfähle aus Holz, Eiſen oder gebranntem Ton zu ſetzen oder eine Holzbohle bündig mit der Bettungsoberfläche zwiſchen beide Gleiſe zu legen und weiß anzuſtreichen. *Kübler.*

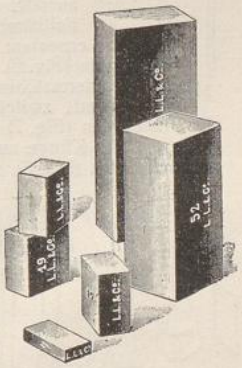
Meſotyp, ſ. Zeolithe.

Meſozoiſche Bildungen, ſ. Schichtgeſteine.

Meßapparate, ſ. Dehnungsmeſſer, Maſchinenmeßkunde, Maßſtab, Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Meßwerkzeuge, Pegel, Uhren, Waſſermeſſung u. ſ. w.

Meßband, ſ. Bandmaß, Längenmeßinſtrumente.

Meßblock (Parallelendmaß) beſitzt genau geſchliffene, gehärtete parallele Endflächen (ſ. die Figur) und dient zum Meſſen der Abſtände zwiſchen ebenen, parallelen oder runden Flächen, ferner zum genauen Einſtellen der Hobelſtähle, Fräſer, Meßinſtrumente, zur Kontrolle von Rachenlehren u. ſ. w. *A. Widmaier.*



Meßbrief, ein nach beſtimmtem Schema ausgefertigtes Blatt, auf welchem neben den Hauptdaten eines Schiffes die Vermeſſungsergebniſſe, wie Brutto- und Nettoraumgehalt, vermerkt ſtehen; ſ. Schiffsvermeſſung. *T. Schwarz.*

Meſſe, an Bord der Schiffe der Speiſeraum für die oberen Chargen der Schiffsbeſatzung (Offiziermeſſe, Deckoffiziermeſſe, Kadettenmeſſe u. ſ. w.).

Meſſer, Schneidwerkzeuge, die je nach dem Zweck die verſchiedenartigſten Formen aufweiſen. Die meiſten Meſſer ſind einteilig, nur die zum Durchtrennen dienenden Schermeſſer (ſ. Scheren) beſtehen aus zwei zuſammenwirkenden Teilen.

Man unterſcheidet Meſſer für den Handgebrauch und Maſchinenmeſſer. Beim Schneiden führt das Meſſer oder das Arbeitsſtück oder beide eine Bewegung aus, die geradlinig oder rotierend iſt und die zur Schneide ſenkrecht, ſchräg oder parallel ſein kann. Bei der Bewegung ſchräg oder parallel zur Schneide erhält man den wirkſameren ſogenannten „ziehenden" Schnitt. Die Bewegung des Meſſers parallel zur Schneide iſt bei den Bandmeſſern (endloſe Stahlmeſſerbänder) und Ringmeſſern (vgl. Lederabſchärfmaſchine, S. 108) vorhanden. Die Schneide der Meſſer iſt geradlinig, gekrümmt, beliebig faſſoniert, ſchraubenförmig, kreisförmig, endlos (ſ. oben); ſ. a. Hobeln, Meſſerſchmiedarbeiten, Scheren, Schnitzen. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Meſſer, Beſtandteil der Schaft- und Jacquardwebſtühle, ſ. Weberei.

Meſſerhaus, ſ. Meißelhalter.

Meſſerkaſten, 1. ſ. v. w. Kaſten, in dem ein Meſſer befeſtigt iſt, ſo z. B. als Teil der Handhobel (vgl. Hobeln, Bd. 5, S. 68) oder als Teil von Holzhobelmaſchinen (ſ. Hobeln, Bd. 5, S. 74, Fig. 39, S. 77, Fig. 51, Putzmeſſerkaſten); 2. Beſtandteil des Jacquardmechanismus (ſ. Weberei).

Meſſerkopf, Fräſer für Metall- und Holzbearbeitung, beſteht aus dem Körper (Zylinder, Scheibe) und eingeſetzten Meſſern; ſ. Fräſer, Bd. 4, S. 152, Fig. 40—46, 54, Hobeln, Bd. 5, S. 75, Holzfräsmaſchinen, Bd. 5, S. 114.

Meſſerpicke, ſ. Mühlſteinpicke.

Meſſerſcheibe, ſ. v. w. rotierende Scheibe mit eingeſetzten Meſſern, z. B. bei Holzhobelmaſchinen vorkommend; ſ. Hobeln, Bd. 5, S. 74, Fig. 40.

Meſſerſchmiedarbeiten umfaſſen insbeſondere die Herſtellung der Meſſer (aller Art) und Scheren.

A. Herſtellung der Meſſer.

1. Tiſchmeſſer. Die einzelnen Teile ſind die Klinge, der Griff (das Heft) und der zwiſchen beiden befindliche Bund (Scheibe, Kropf), der bei einfachen Meſſern auch fehlen kann. Griff (Heft) und Klinge bilden entweder ein Stück (z. B. bei den Meſſern mit maſſivem Griff, Fig. 1) oder die Klinge beſitzt eine Angel (Erle), an der das Heft befeſtigt wird und die je nach der Verbindung mit dem Heft verſchiedene Formen aufweiſt. — Tiſchmeſſer mit ſpitzer Angel (Fig. 3 und 9) werden bei der Handarbeit ſo hergeſtellt, daß das erwärmte Ende eines quadratiſchen oder flachen Stahlſtabes auf dem Amboß zur Form der Klinge (Rücken dicker als Schneide) ausgeſchmiedet (Fig. 2), die noch glühende Klinge auf einen Firmaſtempel im Amboß gelegt, durch einen Schlag mit der Firma verſehen und in derſelben Hitze ſo weit abgehauen wird, daß ein zur Bildung der Angel ausreichendes Stück verbleibt. In der zweiten Hitze wird die Angel ausgeſchmiedet und mit Hilfe eines Geſenkes (Stemmeiſen), in welches die Klinge ſenkrecht hineingeſtellt wird, die Scheibe *a* zwiſchen Klinge und Angel gebildet (Fig. 3). Hierauf folgt das Härten, Schleifen u. ſ. w. (vgl. unten). — Bei der maſchinellen Fabrikation [2], [3] werden von einem flachen Stahlſtab (Rute) in Exzenterſcheren die zur Herſtellung eines Meſſers ausreichenden Teile Fig. 4 abgeſchnitten, dieſe erhitzt und zunächſt unter Fallhämmern in Geſenken die „Scheibe“ ausgeprägt (Fig. 5). Hierauf folgt nach erneutem Erhitzen das Ausſtrecken des oberen Teils auf die Länge der Klinge (Fig. 6). Man verwendet hierzu Schnellhämmer oder zweckmäßiger die Vierhammermaſchine, aus zwei horizontal- und zwei vertikalſchlagenden Hämmern beſtehend, zwiſchen die das Werkſtück geſteckt wird. In der dritten Hitze geſchieht das Ausbreiten (Fig. 7) unter Federhämmer, wobei zur Reinerhaltung der Oberfläche ein Luftſtrom auf die Klinge aufgeblaſen wird. Unter Exzenterpreſſen wird dann weiterhin die Klinge ausgeſchnitten (Fig. 8), worauf in der vierten Hitze das Ausſchmieden der Angel von Hand auf dem Amboß oder mit der Vierhammermaſchine erfolgt (Fig. 9). Ueber Härten und Schleifen ſ. unten. — Bei den Meſſern Fig. 10 wird die Angel gleichzeitig mit der Scheibe im Geſenk hergeſtellt, Fig. 11, worauf die weiteren Arbeiten bis zum Ausſchneiden der Klinge in gleicher Weiſe, wie oben angegeben, folgen. — Um das Ausſchmieden der Klinge ganz oder teilweiſe zu umgehen, verwendet man beſonders für billige Meſſer Stahlblech oder zwiſchen kegelförmigen Walzen gewalzte Stäbe von keilförmigem Querſchnitt (Fig 12—15), aus denen die Klinge nebſt Angel unter Preſſen ausgeſchnitten wird. Die Angel bleibt in der Regel flach (Fig. 16), kann aber auch ſpitz ausgeſchmiedet werden. Die Scheibe läßt man entweder fehlen oder ſchiebt die für ſich gefertigte Scheibe über die Angel.

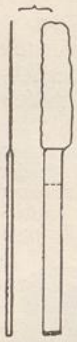
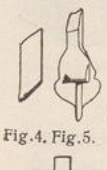


Fig. 2. Fig. 3.


Fig. 1.


Fig. 4. Fig. 5.

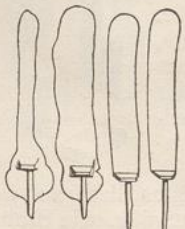
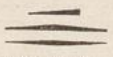
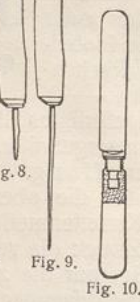

Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.


Fig. 11.


Fig. 12—14.


Fig. 9. Fig. 10.

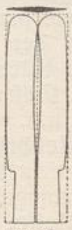
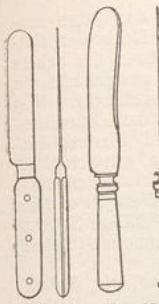

Fig. 15.


Fig. 16.

Härten, Schleifen und Polieren der Meſſer. Als Härteflüſſigkeit dient in der Regel Rüböl, in das die auf richtige Temperatur erhitzte Klinge bis zum Heft eingetaucht, einige Male hin und her bewegt und dann zum vollſtändigen Abkühlen in einen im Oelbad befindlichen Rechen geſtellt wird. Hierauf folgt das Anlaſſen durch Wiedererwärmen auf die gewünſchte Anlaßfarbe, um die übermäßige Härte der Klinge zu vermindern. Man ſchleift ſodann die Klinge an Schleifſteinen von 1,75—2 m Durchmeſſer unter Vermittlung eines Schleifholzes, an welches ſie feſtgeſpannt iſt. Beim Schleifen wird kaltes Waſſer auf die Klinge geleitet, um die Enthärtung zu verhüten. Der Kropf (Scheibe) wird auf einem kleineren trockenen Schleifſtein geſchliffen. Die Meſſerklinge wird darauf von drei Pließſcheiben nacheinander bearbeitet, um ihr das feinere Ausſehen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN


Fig. 17. Fig. 17 a.

zu verleihen; für ſehr feine Politur kommt noch eine Polierſcheibe zur Anwendung.

Die Griffe (Hefte) der Tiſchmeſſer beſtehen aus Holz (hartes Obſtbaum-, Buchsbaum-, Erlen-, Eben-, in Kalkwaſſer gebeiztes Rotbuchenholz), Elfenbein, Perlmutter, Knochen, Celluloid oder Metall. — Bei der Maſſenfabrikation werden die Holzhefte auf Kopierdrehbänken (Fräsmaſchinen) bearbeitet, dann nachgeputzt und poliert. Die Befeſtigung der Klinge findet durch Einſtecken der Angel in die Bohrung des Hefts und Ausgießen mit Harz ſtatt; eine ſolidere Befeſtigung erhält man durch Vernieten der Angelſpitze am freien Ende. Bei billigen Meſſern mit flacher Angel werden die aus zwei Schalen beſtehenden Hefte durch Nieten mit der Angel verbunden (Fig. 17 und 17a). — Die Metallgriffe ſind entweder maſſiv (Fig. 1) (ovaler oder rhombiſcher Querſchnitt) und werden durch Schmieden in Geſenken ausgebildet oder hohl. Im letzteren Fall kann die eine Griffhälfte mit der Klinge (ohne Angel) ein Stück bilden, während die andre für ſich hergeſtellte mit ihr durch Löten, Schweißen oder Vernieten verbunden wird (Fig. 18—20), oder die Klinge beſitzt eine Angel und wird mit dieſer in dem hohlen Griff befeſtigt. Dieſe Befeſtigung kann durch Vergießen mit Hilfe von leichtflüſſigen Legierungen (Fig. 10) oder durch Vernieten u. ſ. w. geſchehen.

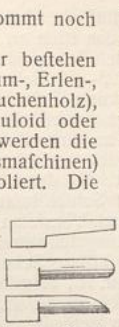
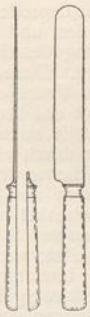
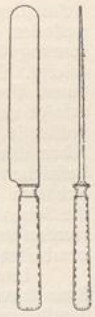

Fig. 21—23.

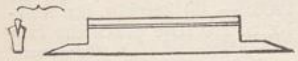

Fig. 18.

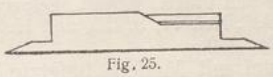

Fig. 19.


Fig. 20.

2. Taſchenmeſſer (Einlege-, Klapp-, Federmeſſer). Bei der Maſſenfabrikation ſtellt man dieſe Klingen aus Stahlblech durch Ausſchneiden unter Preſſen und Ausſchmieden in Geſenken her (Fig. 21—23), worauf das Lochen, Härten und Schleifen folgt. Zum Härten werden die Klingen je nach der Größe bis zu einem Dutzend auf einen Draht gereiht und zuſammen erhitzt und gehärtet. Für die Hefte dienen ausgeſchnittene Blechſtreifen, auf die an den Enden häufig beſondere Stücke aufgenietet werden.

3. Raſiermeſſer. Bei der Herſtellung von Hand wird in der erſten Hitze die rohe Form der Klinge, in der zweiten der Stiel („Druck") ausgebildet und in der dritten Hitze die Klinge auf einer gewölbten Amboßkante hohlgeſchmiedet. Gebräuchlicher iſt indeſſen das Schmieden der Raſiermeſſer in Geſenken unter Fallhämmern.


Fig. 24.


Fig. 25.

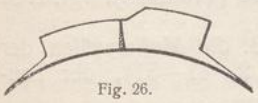

Fig. 26.


Fig. 27.

Fig. 29.

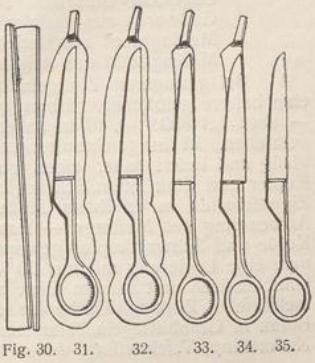

Fig. 28.

Billige Raſiermeſſer fertigt man auch aus gewalzten Stahlſtäben, deren Querſchnitt annähernd dem der fertigen Klinge entſpricht; man trennt von dieſen ein Stück ab und ſchmiedet den Stiel (Druck) an [8]. Das Härten erfolgt in Waſſer, wobei das Meſſer mit dem Rücken voraus eingetaucht wird. Das auf das Anlaſſen ſich anſchließende Hohlſchleifen geſchieht auf ganz kleinen Schleifſcheiben, deren Durchmeſſer der Krümmung des Hohlſchliffs entſpricht. Zur Erzielung einer ſehr ſcharfen Schneide werden die Raſiermeſſer auf liegenden Steinen zuerſt mit Petroleum und dann mit Oel und ſchließlich auf dem Abziehriemen abgezogen, deſſen eine Seite in der Regel mit Polierrot, deſſen andre mit Graphit eingerieben iſt.

4. Größere Meſſer werden entweder ganz aus zähem bis mittelhartem Stahl oder aus weichem Schmiedeeiſen mit aufgeſchweißter Stahlſchneide hergeſtellt. — Zur Herſtellung eines Wiegemeſſers z. B. wird ein Stück Flacheiſen abgehauen, erhitzt, durch Abſetzen an den Enden mit Angeln verſehen und in ſeiner oberen ſchmalen Seite mit Schrotmeißel (ſ. Meißel) aufgeſchlitzt. Nach dem Einſetzen eines zugeſchärften Stahlſtückes (Fig. 24) wird jede Hälfte des Ganzen in erſter Hitze geſchweißt (Fig. 25) und in folgender Hitze bogenförmig geſtreckt (Fig. 26 und 27); ſchließlich werden die Angeln umgebogen (Fig. 28). Bei Maſchinenarbeit wird koniſch gewalzter Stahl (Fig. 29) benutzt; ein auf Länge abgeſchnittenes Stück wird unter dem Federhammer bogenförmig geſtreckt, darauf geſchlichtet, gehärtet, angelaſſen, gerichtet und geſchliffen. Auch kann zum Strecken ein Paar ſchwach kegelförmiger Walzen benutzt werden; dann fällt das Schlichten fort. — Ueber die Herſtellung von Maſchinenmeſſern ſ. [6].

B. Herſtellung der Scheren.

Sie erfolgt in nachſtehender Weiſe [2], [3]: Aus Stahlſtangen werden in Preſſen bei jedem Hube zwei Stücke Fig. 30 zugleich abgetrennt. Jedes Stück wird bis zur Rotglut erhitzt und unter dem Fallhammer nach drei bis vier Schlägen in eine Scherenbacke (Fig. 31 und 32) verwandelt, worauf unter


Fig. 30. 31. 32. 33. 34. 35.

Schneidepreſſen das überflüſſige Material teilweiſe entfernt (Fig. 33), ſodann das Auge ausgeſtoßen und ſchließlich das Blatt an der Spitze beſchnitten wird (Fig. 35). Nach der Entfernung des Grats durch Befeilen wird die Firma eingeſchlagen, worauf das Bohren der Schere erfolgt. Danach werden 25—50 Scherenſchenkel auf einem Eiſenſtabe zuſammengeſteckt, in einem Feuer erhitzt und kurze Zeit bis zum Ende des Blattes in Waſſer eingetaucht. Nun erfolgt das Richten der Scherenſchenkel mit einem leichten Handhammer und das Zuſammenpaſſen je zweier Schenkel zu einer Schere. Dem Auge wird ein ſauberes und blankes Ausſehen durch eine Pließſcheibe und einen über zwei Scheiben laufenden ſchmalen, mit Schmirgel beſtrichenen Riemen erteilt, der durch das Auge der Schere geſteckt wird. Darauf erfolgt das Schärfen und Polieren auf Schleifſteinen, Pließſcheiben und Polierſteinen. Schließlich werden die Schenkel paarweiſe durch Vernieten oder durch eine Schraube vereinigt. — Billige Scheren werden aus Stahlblechen ausgeſchnitten und in ähnlicher Weiſe wie die Taſchenmeſſer (ſ. oben) bearbeitet; auch ſtellt man billige Scheren aus Temperguß (ſ. d.) her.

Literatur: [1] Ledebur, A., Handbuch der mechaniſch-metallurgiſchen Technologie, 3. Aufl., Braunſchweig 1905. — [2] Haedicke, H., Die Technologie des Eiſens, Leipzig 1900. — [3] Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen, 1900, S. 131 (Stercken, Ueber die Herſtellung der Meſſer und Scheren in der Fabrik von J. A. Henckels in Solingen). — [4] „Stahl und Eiſen", Düſſeldorf 1895, S. 8. — [5] Ebend. 1896, S. 402. — [6] Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge, Berlin 1907, Heft 11, S. 155, und Heft 15, S. 210 (Die praktiſche Herſtellung von Maſchinenmeſſern aller Art). — [7] Karmarſch, K., Handbuch der mechaniſchen Technologie, 6. Aufl., Leipzig 1891, Bd. 2. *A. Widmaier.*

Meſſerſtahl, zur Herſtellung von Meſſern (aller Art) geeignete Stahlſorten. Die Stahlqualität iſt nach der Art und dem Verwendungszweck der Meſſer zu wählen. Es wird verwendet: Außerordentlich harter Stahl (Wolframſtahl) für Dreh- und Hobelmeſſer zur Bearbeitung von Hartguß und hartgelaufenen Bandagen; harter bis ſehr harter Stahl für Dreh-, Hobel- und Stoßmeſſer für Metalle, naturharte Schermeſſer zum Warmſchneiden; mittelharter und zäher Stahl für Schermeſſer zum Kaltſchneiden von Blechen, Maſchinenmeſſer zum Papierſchneiden, Lederſpaltmeſſer, Holzhobeleiſen, Holzſchneidemeſſer; zäher und ſchweißbarer Stahl für Holzbearbeitungswerkzeuge, Tabakmeſſer, Stanzmeſſer (zum Ausſtanzen von Lederſohlen und -abſätzen, Pappe, Karton u. ſ. w.); Spezialſtahl (Schnelldrehſtahl) für Drehmeſſer mit hoher Arbeitsleiſtung. — Ueber die Art des Schmiedens, Härtens und Anlaſſens der verſchiedenen Stahlſorten entſprechend dem Verwendungszweck ſ. [1], [2].

Literatur: [1] Thallner, O., Werkzeugſtahl, 2. Aufl., Freiberg 1904. — [2] Reiſer, Fridolin, Das Härten des Stahls in Theorie und Praxis, 4. Aufl., Leipzig 1906. — [3] Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1907, Heft 11, S. 155, und Heft 15, S. 210 (Die praktiſche Herſtellung von Maſchinenmeſſern aller Art). *A. Widmaier.*

Meſſerwalze, am Mantel mit Meſſern beſetzte Walze (Trommel), vgl. z. B. Holländermeſſerwalze (ſ. Papierfabrikation).

Meſſerwelle, mit Meſſern beſetzte Welle, vgl. z. B. die Meſſerwellen der Holzhobelmaſchinen (ſ. Hobeln, Bd. 5, S. 67 f., Fig. 2, 41—51), der Tonſchneider, der Tuchſchermaſchinen u. ſ. w.

Meſſerzeiger, ſ. Grabſtichel.

Meſſerzylinder (Meſſertrommel), allgemein ein mit Meſſern beſetzter Zylinder, ſ. z. B. Holländerwalze und Tuchſchermaſchinen unter Tuchfabrikation.

Meßfahnen, weiße oder rotweiße Fahnen zum Sichtbarmachen von Abſteckſtäben (ſ. d.) auf weite Entfernungen.

Meſſing (Gelbkupfer, Gelbguß, Latun), eine Kupferzinklegierung (ſ. Legierung) von hellgelber bis goldgelber Farbe und innerhalb beſtimmter Grenzen wechſelndem Zinkgehalt, je nach der Anwendung, die das Meſſing finden ſoll.

Fiſcher [1] gibt für verſchiedene Meſſingarten folgende Zuſammenſetzung an:

	Kupfer	Zink	Blei	Zinn
Gegoſſene Uhrräder	60,66	36,88	—	1,35 %
Gußwaren aus Iſerlohn	63,70	33,50	0,30	2,50 „
Meſſingblech aus Iſerlohn . . .	70,10	29,90	—	— „
Meſſingdraht aus Augsburg . . .	71,89	27,63	0,85	— „

Bei geringerem Zinkgehalt beſitzt das Meſſing eine rötlichgelbe dunklere, bei höherem eine hellere gelblichere Färbung; es oxydiert ſich nicht ſo leicht wie Kupfer, ſchmilzt niedriger — etwa bei 850° —, iſt in kaltem Zuſtand hämmerbar, dehnbar, läßt ſich walzen und zu Draht ausziehen, iſt in geſchmolzenem Zuſtand dünnflüſſiger als Kupfer, wird beim Erſtarren nicht blaſig und liefert daher einen guten Guß. Je nach den gewählten Mengenverhältniſſen von Kupfer und Zink laſſen ſich Legierungen erzeugen, welche die eine oder andre der angeführten Eigenſchaften in erhöhtem Maße beſitzen, und hieraus erklärt ſich die vielfache techniſche Anwendung des Meſſings. — Das Meſſing wurde früher durch Zuſammenſchmelzen von Galmei, Kohle und Schwarzkupfer gewonnen. Durch die erſte Schmelzung (Arkoſchmelze) ſtellte man eine Legierung mit nur 20 % Zink (Rohmeſſing, Arko) her, die man ſodann durch Umſchmelzen mit reinem Zink zu Meſſing verwandelte. Jetzt ſchmilzt man ganz allgemein metalliſches Zink mit Garkupfer in den gewünſchten Verhältniſſen häufig unter einer Decke von Borax in Graphittiegeln zuſammen. Man hat eine Reihe von Meſſingſorten, wie Gußmeſſing, Neumeſſing, Tafelmeſſing, denen ſich zahlreiche Legierungen anſchließen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bei dem Gußmeſſing unterſcheidet man: a) ordinäres Gußmeſſing (Roh-, Stückmeſſing), ein hartes und ſprödes Material von hohem Zinkgehalt, welches, durch einen Zuſatz von Blei (1—2 %) zur Bearbeitung auf der Drehbank geeignet gemacht, zum Gießen von Maſchinenteilen und ordinärem Kunſtguß verwendet wird; b) zähes Gußmeſſing, namentlich für die Bedürfniſſe der chemiſchen Induſtrie, für Röhren und ſonſtige Apparate, von hohem Kupfergehalt, daher geſchmeidig und widerſtandsfähig gegen ſaure und alkaliſche Flüſſigkeiten; c) Gußmeſſing für den Kunſtguß, zeichnet ſich durch ſchöne Farbe und hohe Politurfähigkeit aus und liefert einen ſcharfen und blaſenfreien Guß. Hierhin gehören das Cuivre poli (mit hohem Kupfergehalt), das im Ausſehen dem Werkgold ähnliche Chryſorin, aus 2 Teilen Kupfer und 1 Teil Zink beſtehend, und das Bath- oder Prinzmetall von gelblichweißer Farbe, welches, wie das Weißmeſſing (Platina) oder das Lüdenſcheider Knopfmetall, zu Knöpfen, Leuchtern, Teekannen u. ſ. w. verarbeitet wird und in ſeiner Zuſammenſetzung zwiſchen 45 bis 80 Teilen Zink und 55 bis 20 Teilen Kupfer ſchwankt. Zu dieſen ſind noch Legierungen, wie Semilor, Oreide, Mannheimer Gold, Pinchbak, von goldähnlicher Farbe, aber geringer Anwendung zu zählen.

Verſchieden von dieſen Gußſorten ſind das hämmerbare Meſſing, Neumeſſing oder Yellowmetall, das bei der Glühhitze ſich hämmern, ſchmieden und walzen läßt und durch Zuſammenſchmelzen von 40 Teilen Zink mit 60 Teilen Kupfer erhalten wird. Eine Abart hiervon iſt das Muntzmetall, das in England zu Schiffsbeſchlägen, Schiffsnägeln und Bolzen verwendet wird und aus 32—45 % Zink, 50—63 % Kupfer und etwa 5 % Eiſen beſteht. Hierhin gehören noch das Deltametall, 60 Teile Kupfer, 38,2 Teile Zink, 1,8 Teile Eiſen, das Sterrometall, welches eine ähnliche Zuſammenſetzung beſitzt, aber härter iſt, und das Aichmetall. Dieſe eiſenhaltigen Kupferzinklegierungen werden hergeſtellt, indem man Eiſen oder auch Ferromangan zunächſt mit Zink legiert, da geſchmolzenes Zink bis zu 5 % Schmiedeeiſen bezw. 9 % Ferromangan aufzulöſen vermag, und dann die Schmelze dem Kupfer zuſetzt. Bei dem Aluminiummeſſing iſt das Eiſen durch Aluminium (1—3 %) erſetzt.

Das Meſſing zur Fabrikation von Meſſingblech (Klempnerblech) und Meſſingdraht enthält etwa 27—30 % Zink und muß namentlich frei von Verunreinigungen, wie Wismut, Arſen, Antimon, Zinn, Blei, Eiſen, fein, welche die Dehnbarkeit und Geſchmeidigkeit des Materials beeinträchtigen würden. Die Meſſingbleche haben ſehr verſchiedene Stärken (von 17 bis 0,01 mm) und werden dementſprechend als Tafelmeſſing, Bugmeſſing (von der umgebogenen und flach zuſammengelegten Form) und in den ſchwächſten Sorten, die aufgerollt in den Handel kommen, als Rollmeſſing bezeichnet. Aus Meſſingblech werden mittels Stampfen verſchiedene Kunſtgegenſtände geformt und, nachdem ſie geglüht ſind, in den Pökel (verdünnte Schwefelſäure) gebracht, woſelbſt ſie eine rote Farbe annehmen, die aber durch Eintauchen in verdünnte Schwefelſäure ſich wieder in gelbe umwandelt. Zum Vorbrennen legt man die Gegenſtände in die aus Schwefelſäure, Salpeterſäure und etwas Ruß beſtehende Blankbeize, und für den Fall, daß ſie glanzlos bleiben ſollen, in die aus Salpeterſäure und etwas Schwefelſäure mit wenig ſalpeterſauerm Zinkoxyd beſtehende Mattbeize. Ganz dünnes Meſſingblech iſt das ſogenannte Rauſch- oder Kniſtergold (ſ. a. Blech, Bd. 2, S. 45).

Eine dem Meſſing ähnliche Legierung, das Tombak (Rotmeſſing, Rotguß, Rotmetall), aus etwa 85 Teilen Kupfer und 15 Teilen Zink beſtehend, findet ebenfalls in Blechform vielfache Verwendung und wird unter entſprechenden Bezeichnungen, wie Tafeltombak, Bugtombak, Rolltombak, in den Handel gebracht. Die feinſten Tombakbleche dienen zur Herſtellung von unechtem Blattgold (Goldſchaum), das namentlich in Nürnberg und Fürth verarbeitet wird.

Das in Graphittiegeln geſchmolzene Meſſing wird, wenn es zum Auswalzen beſtimmt iſt, zwiſchen Eiſenplatten gegoſſen; das Produkt (Tafelmeſſing) wird entweder in Streifen (zur Drahtfabrikation) oder in quadratiſche Stücke zerſchnitten (Beckenmeſſing, Beckenſchlägerlatun) oder es wird zu Meſſingblech ausgewalzt, nachdem es vorher (d. h. vor jedem Durchgang durch die Walzen) über Holzfeuerung geglüht wurde. Dem aus den Walzen kommenden Blech haftet noch eine Oxydſchicht an (ſchwarzes Blech); durch Beizen mit Schwefelſäure und Scheuern mit naſſem Sande wird dieſelbe entfernt (gebeiztes Blech); die gebeizten Bleche werden ſodann nach Bedarf einſeitig oder zweiſeitig geſchabt, eventuell durch Polierwalzen gezogen (geglänzt). Die Meſſingſchnitzel (das Schlofferlatun) werden zum Löten gebraucht. Der Meſſingguß nach Modellen iſt identiſch mit jenem der Bronze (ſ. Bd. 2, S. 311). Die Dehnbarkeit des Meſſings nimmt zu mit dem Kupfergehalte, die Härte und Feſtigkeit mit dem Zinkgehalte, ſolange letzterer 45 % nicht überſteigt. In Deutſchland beſtehen jetzt etwa 30—40 Meſſingwalz- und -hüttenwerke zur Herſtellung von Blech und Draht, etwa 200 Meſſinggießereien und 8 Werke für Meſſingröhren (ſ. Rohre). Der Preis pro Kilogramm ſchwankt je nach der Zuſammenſetzung des Meſſings zwiſchen 1,50 und 2,50 *M.* Bezugsquellen: Hupertz & Harkort, Düren; Ludwigshütte bei Kattowitz, Oberſchleſien, u. a. Vgl. a. Bronze.

Literatur: [1] Fiſcher, F., Handbuch d. chem. Technol., Leipzig 1893, S. 264 ff. — [2] Ledebur, Die Legierungen in ihrer Anwendung f. gewerbl. Zwecke, 3. Aufl., Berlin 1906. — [3] Gurnik, G., Das Meſſingwerk, Wien 1908.

(W. Kerp) Rathgen.

Meſſingblech, ſ. Blech, Bd. 2, S. 45 und 50 (Herſtellung).

Meſſingdraht, ſ. Draht, Bd. 3, S. 17 und 28 (Herſtellung).

Meſſinglack, ſ. Spirituslacke.

Meßinſtrumente, ſ. Meßwerkzeuge und Geodätiſche Inſtrumente.

Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Apparate zur Beſtimmung der Stärke und Spannung des elektriſchen Stromes und des von ihm geleiſteten Effektes.

Die wichtigſten elektriſchen Meſſungen ſind die der Stromſtärke, da ſich auf dieſe die Meſſungen aller andern elektriſchen Größen zurückführen laſſen. — Sollen z. B. zwei Wider-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtände, ein bekannter und ein unbekannter, miteinander verglichen werden, ſo mißt man die Stromſtärken, welche ein und dieſelbe Spannung in beiden hervorbringt. Sollen zwei Spannungen miteinander verglichen werden, ſo mißt man wiederum die Stromſtärken, welche ſie in ein und demſelben Widerſtande hervorbringen, u. ſ. w. Aus dem Zuſammenhange zwiſchen der Stromſtärke und den zu meſſenden Größen erhalten wir dann dieſe letzteren ſelbſt nach dem Ohmſchen Geſetz J (Stromſtärke) $= \frac{E\ (\text{Spannung})}{W\ (\text{Widerſtand})}$.

Zum Meſſen der Stromſtärke kann nun jede der Wirkungen des elektriſchen Stromes benutzt werden, da ſie alle ihrem Grade nach von der Stromſtärke abhängen, und es ergibt ſich ſonach folgende Gruppeneinteilung: Strom- und Spannungsmeſſer a) auf chemiſchen, b) bis d) auf elektromagnetiſchen, e) auf elektrodynamiſchen Wirkungen, f) auf Wärmewirkungen beruhend; hierzu kommen noch g) die auf Wirkungen der ſtatiſchen Elektrizität beruhenden Apparate und h) die auf einer gleichzeitigen Strom- und Spannungsmeſſung beruhenden, mit dem Namen Wattmeter bezeichneten Meßinſtrumente, welche die Leiſtung des Stromes beſtimmen. Letztere ſind nach den Prinzipien der Gruppe e gebaut.

a) **Auf der chemiſchen Wirkung des Stromes beruhende Meßinſtrumente.** Nach dem Faradayſchen Geſetze iſt die in einer beſtimmten Zeit zerſetzte Menge einer Flüſſigkeit, z. B. des Waſſers oder einer Kupferſalzlöſung, proportional der Stromſtärke. Je ſtärker der Strom iſt, eine um ſo größere Menge Knallgas wird entwickelt, eine um ſo größere Menge Kupfer wird auf der Kathode niedergeſchlagen. Umgekehrt kann man aber aus der zerſetzten Menge auch auf die Stromſtärke ſchließen: je größer die in einer beſtimmten Zeit zerſetzte Menge iſt, um ſo ſtärker muß der Strom geweſen ſein. Auf dieſen Beziehungen zwiſchen der Stromſtärke und der zerſetzten Menge beruhen eine Reihe von Inſtrumenten, die zur Meſſung von Stromſtärken dienen und als Voltameter bezeichnet werden. In Gebrauch ſind nur Waſſervoltameter, Kupfer- und Silbervoltameter. — Bei den Waſſervoltametern wird die Stromſtärke aus der Menge des in einer beſtimmten Zeit zerſetzten, angeſäuerten Waſſers berechnet. Entweder wird dieſe Menge ihrem Gewicht nach beſtimmt, indem man den Gewichtsverluſt eines mit 10—20prozentiger Schwefelſäure gefüllten Kölbchens feſtſtellt, oder man mißt das Volumen des entſtandenen Knallgaſes, welches in einer geteilten Röhre aufgefangen wird.



Fig. 2.

Eine einfache Form eines ſolchen Knallgasvoltameters für Ströme bis 30 Ampère iſt von Kohlrauſch vorgeſchlagen. Es beſteht aus einem etwa 40 mm weiten Glasrohr, welches nach Kubikzentimetern graduiert iſt und deſſen verengerter Fortſatz in den Hals eines weiten Gefäßes eingeſchliffen iſt. Ein in das Meßrohr eingeſchmolzenes Thermometer ermöglicht eine genaue Temperaturbeſtimmung. Zwei Platinelektroden ſind mit durchbohrten Kautſchukſtopfen durch die beiden Seitenfortſätze eingeführt (Fig. 1), an ihre äußeren Verlängerungen werden die Stromzuführungsdrähte angeſchloſſen. — Bei allen Knallgasvoltametern iſt zu beachten, daß die an den Platinelektroden haftenden Gaſe eine Polariſation hervorrufen, welche nahezu 2 Volt beträgt. Es ſind demnach zur Waſſerzerſetzung mindeſtens drei Daniell- oder zwei Bunſenelemente oder zwei Akkumulatorzellen erforderlich. Ein Strom von 1 Ampère zerſetzt in 1 Minute 5,59 mg Waſſer; das hierbei entwickelte Knallgas nimmt bei 0° und 760 mm Druck einen Raum von 10,44 ccm ein.



Fig. 1.

Für 1 Sekunde ſind die betreffenden Zahlen: 0,093 mg Waſſer und 0,174 ccm Knallgas. — Die Genauigkeit der Meſſungen mit den Knallgasvoltametern wird namentlich dadurch beeinträchtigt, daß das Volumen der entwickelten Gasmenge höchſtens auf 0,3% genau abgeleſen werden kann. Um nun dieſe unſichere Volumenbeſtimmung durch genauer auszuführende Gewichtsbeſtimmungen zu erſetzen, bedient man ſich der Metallvoltameter, bei denen die Stromſtärke aus der Menge der niedergeſchlagenen Metalle berechnet wird; gleichzeitig fällt auch die umſtändliche Reduktion auf Druck und Temperatur fort. Gebräuchlich ſind Kupfer- und Silbervoltameter.

Das Kupfervoltameter beſteht aus einem mit Kupferſulfatlöſung gefüllten Glasgefäß, in welches als Elektroden zwei Kupferplatten oder als Anode eine Kupferplatte und als Kathode eine Platinplatte tauchen. Die Löſung darf nicht ſo konzentriert ſein, daß ſich bei einer etwaigen Abkühlung oder infolge Verdunſtung Kriſtalle ausſcheiden; eine 10—15prozentige Löſung genügt. Die als Anode dienende Platte muß aus chemiſch reinem Elektrolytkupfer beſtehen. Um beide Seiten der Kathode zu benutzen, pflegt man die Anode ſo umzubiegen, daß ſie die Kathode von beiden Seiten umgibt, oder auch zwei Kupferplatten parallel zu ſchalten. Die Fig. 2 zeigt eine derartige Konſtruktion von Hartmann & Braun. Wird die Anode mit dem poſitiven, die Kathode mit dem negativen Pol einer Stromquelle verbunden, ſo zerlegt der durchfließende Strom die Kupferſulfatlöſung in ihre Beſtandteile *Cu* und SO_4, das freigewordene Kupfer ſetzt ſich an der Kathode an, während ſich die Gruppe SO_4 mit einem Atom *Cu* der Anode wieder zu $CuSO_4$ verbindet. Die Löſung bleibt alſo gleichmäßig konzentriert. Vor und nach dem Verſuche wird die Kathode ſorgfältig getrocknet und gewogen. Die Gewichtszunahme

gibt die Menge des ausgeſchiedenen Kupfers an, woraus ſich die Stromſtärke ergibt. Sind Q mg Kupfer niedergeſchlagen und betrug die Dauer des Stromdurchganges t Sekunden, ſo iſt die Stromſtärke $J = Q : \alpha t$ Ampère; α iſt das elektrochemiſche Aequivalent des Kupfers = 0,329 (Tabelle in [3]). Damit der Niederſchlag feſt haftet, muß die Stromdichte, d. h. das Verhältnis der Stromſtärke zur wirkſamen Kathodenfläche, paſſend gewählt werden, weshalb die Stromſtärke bei einem Elektrodenabſtande von 1,5—2 cm nicht über 2,5—3,5 Ampère pro Quadratdezimeter der wirkſamen Kathodenfläche betragen ſoll.

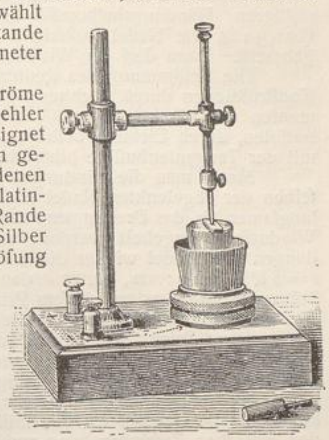


Fig. 3.

Das Kupfervoltameter wird zum Meſſen ſtärkerer Ströme verwendet und erfordert große Vorſicht, wenn erheblichere Fehler vermieden werden ſollen. Zum Meſſen ſchwächerer Ströme eignet ſich beſſer das Silbervoltameter, bei welchem ſich auch genauere Reſultate erzielen laſſen, da die Menge des abgeſchiedenen Silbers relativ groß iſt. — Die Kathode hat die Form eines Platinſchälchens oder -tiegels, welcher (Fig. 3) bis etwa 1 cm vom Rande mit einer 15—30prozentigen Löſung von ſalpeterſauerm Silber (Höllenſtein) vom ſpez. Gew. 1,15—1,35 gefüllt iſt. In dieſe Löſung taucht die ſilberne Anode, welche entweder die Form eines Hohlzylinders oder eines Stabes beſitzt. Den Silberniederſchlag kann man durch Schaben mit einem Hornmeſſer oder einem Holzſtäbchen ablöſen und durch Abkochen in verdünnter Salpeterſäure vollſtändig beſeitigen. Beim Stromdurchgange wird das ſalpeterſaure Silber $AgNO_3$ in Ag und NO_3 zerlegt, von denen das erſtere ſich in Form glänzender Kriſtalle in dem Platintiegel anſetzt. Auch hier muß die Stromdichte paſſend gewählt werden (0,5—1,5 Ampère pro Quadratdezimeter, je nach der Elektrodenentfernung); die Stromſtärke ergibt ſich aus $J = \frac{Q}{\alpha t}$ Ampère, worin das elektrochemiſche Aequivalent des Silbers $\alpha = 1{,}118$ iſt.

Ein Zinkvoltameter iſt von Edifon in Amerika eingeführt worden und dient dort als Elektrizitätszähler. Es enthält eine 25prozentige Zinkvitriollöſung, die zwiſchen Zinkelektroden zerſetzt wird. Ein Ampère zerſetzt in einer Minute $60 \cdot 0{,}338 = 20{,}28$ mg Zink. Weitere Angaben über elektrochemiſche Elektrizitätszähler ſ. Bd. 3, S. 410.

b) **Auf elektromagnetiſchen Wirkungen beruhende Meßinſtrumente mit feſter Stromſpule und beweglichem Magneten** (ſogenannte Galvanometer). Der einfachſte Apparat dieſer Art iſt das Galvanoſkop (Fig. 4), bei dem der Strom mittels eines Kupferbügels um eine leichtbewegliche Magnetnadel herumgeführt iſt. Aus der Richtung des Nadelausſchlages beim Stromdurchgang kann nach der ſogenannten Schwimmregel von Ampère (ſ. Strom, elektriſcher) die Stromrichtung beſtimmt werden, während die Größe des Ausſchlagwinkels ein ungefähres Maß für die Stromſtärke gibt. Sollen ſehr ſchwache Ströme vermittelſt eines Galvanoſkops nachgewieſen werden, ſo vervielfacht man die Einwirkung des Stromes, indem man ihn nicht einmal, ſondern in vielen Windungen um die Nadel herumführt. Zu dieſem Zwecke wickelt man den Draht auf einen Rahmen, innerhalb deſſen ſich die Nadel befindet. Solche Apparate nennt man Multiplikatoren.

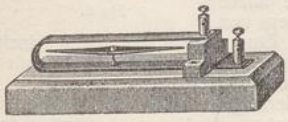


Fig. 4.

Zu denjenigen Galvanometern, bei welchen zwiſchen der Stromſtärke und dem Ablenkungswinkel eine einfache Beziehung beſteht, gehört die ſogenannte Tangentenbuſſole (Fig. 5), die aus einem kreisförmigen Kupferbügel beſteht, in deſſen Mittelpunkt eine Magnetnadel aufliegt. Wird der Kupferbügel, der Stellung der Magnetnadel entſprechend, in die Meridianebene eingeſtellt, ſo lenkt ein den Bügel durchfließender Strom die Nadel um einen Winkel φ ab, deſſen trigonometriſche Tangente der Stromſtärke J proportional iſt, entſprechend der Formel: $J = C \cdot \operatorname{tg} \varphi$. Der Reduktionsfaktor C hat den Wert $C = R H_e : 2\pi$, wenn J in abſoluten Einheiten erhalten werden ſoll, oder $C = 5 \cdot R H_e : \pi$ für Ampèreſtrommaß. Hiernach kann C berechnet werden, wenn R, der Radius des Bügels, und H_e, die Horizontalkomponente des Erdmagnetismus, bekannt ſind. Da $\operatorname{tg} \varphi$ von 0 bis ∞ wächſt, wenn φ von 0 bis 90° zunimmt, ſo können mit einer ſolchen Tangentenbuſſole theoretiſch alle Stromſtärken von 0 bis ∞ gemeſſen werden. In Wirklichkeit iſt aber der Meßbereich ein recht beſchränkter, wenn die Meſſungen einigermaßen genau ſein ſollen.

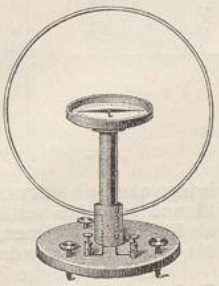


Fig. 5.

Wegen der unvermeidlichen Ableſefehler werden die Meſſungen um ſo ungenauer, je mehr ſich die Ableſungen von 45° entfernen. Nimmt man $\frac{1}{5}$° als möglichen Ableſungsfehler an und ſoll der Fehler im Reſultat höchſtens 1% betragen, ſo dürfen nur Winkel zwiſchen 25° und 65° vorkommen, d. h. man kann nur von $J_1 = C \operatorname{tg} 25°$ bis $J_2 = C \operatorname{tg} 65°$ meſſen. — Die Tangentenbuſſole kann auch nicht zum Meſſen ſehr ſchwacher Ströme benutzt werden. Inſtrumente für größere Stromſtärken kann man zwar durch Vergrößerung des Windungsdurchmeſſers erhalten, man kann aber nicht umgekehrt den Durchmeſſer beliebig klein machen, um die Windungen nahe an die Nadel heranzubringen und ſo ein empfindliches Inſtrument zu erhalten. Denn die Gleichung $J = C \operatorname{tg} \varphi$ iſt nur dann richtig, wenn die Länge der Magnet-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nadel im Verhältnis zum Windungsdurchmeſſer ſehr klein iſt; ſie ſoll höchſtens ein Zwölftel des Durchmeſſers betragen. Man darf auch die Windungszahl n nicht beliebig groß machen, da ſonſt ebenfalls die Abweichung vom Tangentengeſetz zu groß wird. Der Reduktionsfaktor einer Tangentenbuſſole mit n Windungen ($n$facher Multiplikation) iſt: $C = 5 R H_e : \pi n$, worin R den mittleren Windungshalbmeſſer bedeutet. Um ein empfindlicheres Inſtrument zu erhalten, hat Gaugain die Nadel außerhalb der Windungsebene um $R/2$ vom Mittelpunkt entfernt angebracht. Dann darf der Windungsdurchmeſſer klein und die Windungszahl größer ſein.

Die Beſtimmung des Reduktionsfaktors einer Tangentenbuſſole kann bei den einfacheren Konſtruktionen durch Rechnung geſchehen, wenn H_e bekannt iſt, während man ihn bei Inſtrumenten mit einer größeren Windungszahl, beſonders aber bei den Gaugainſchen Tangentenbuſſolen, durch Eichung beſtimmt. Die Eichung geſchieht meiſt mittels eines Voltameters, das mit der Tangentenbuſſole hintereinander geſchaltet wird.

Macht man die Windungen ſamt Buſſole um eine vertikale Achſe drehbar und dreht dieſelben der abgelenkten Nadel nach, ſo wird dieſe zunächſt weiter zurückweichen, aber immer langſamer, da das Drehungsmoment des Erdmagnetismus zunimmt; ſie wird ſchließlich von den Windungen eingeholt werden, wenn die Stromſtärke nicht zu groß iſt. Jetzt haben Windungen und Nadel wieder die anfängliche Lage zueinander, und es iſt dann die Stromſtärke $i = 5 R H_e \sin \alpha : \pi n$, unter α den Winkel verſtanden, welcher der Drehung entſpricht. Ein Inſtrument, welches auf dieſem Prinzip beruht, nennt man Sinusbuſſole. Zur Ableſung des Drehungswinkels wird eine zweite Skala angebracht, auf welcher ein mit den Windungen feſt verbundener Zeiger den Winkel anzeigt. Der Meßbereich einer Sinusbuſſole iſt ſehr gering, da $\sin \alpha$ höchſtens $= 1$ wird. Ein andrer Uebelſtand iſt der, daß jede Ableſung erſt eine Drehung der Windungen und eine ſorgfältige Einſtellung erfordert.

Zur bequemen Meſſung ſehr ſchwacher Ströme, wie ſie z. B. bei Iſolationsmeſſungen vorkommen, die weniger als den millionſten Teil eines Ampère betragen, muß man entweder auf den einfachen Zuſammenhang zwiſchen Stromſtärke und Ausſchlag verzichten oder ſich auf ſo kleine Ablenkungswinkel beſchränken (Bruchteile von Graden), daß bei ihnen noch die Stromſtärken den Tangenten der Ablenkungswinkel oder dieſen Winkeln ſelbſt proportional angenommen werden können. In dieſem Falle iſt eine beſondere Art der Ableſung, die ſogenannte Spiegelableſung (ſ. unten), erforderlich.

Man kann die Empfindlichkeit eines Galvanometers auch dadurch erhöhen, daß man die Einwirkung des Erdmagnetismus ſchwächt oder ganz aufhebt. Zu dieſem Zweck verwendet man nicht eine einfache Magnetnadel, ſondern ein ſogenanntes aſtatiſches Nadelpaar (angegeben von Nobili). Dasſelbe beſteht aus zwei gleichſtark magnetiſierten Nadeln, welche mittels eines leichten Elfenbeinſtäbchens feſt miteinander verbunden ſind und parallel ſo übereinander liegen, daß die entgegengeſetzten Pole ſich nach derſelben Seite hin richten (Fig. 6). Die untere Nadel befindet ſich innerhalb der Windungen, während die obere außerhalb liegt und meiſt zugleich als Zeiger dient. So wirkt der Strom auf beide Nadeln in gleichem Sinne, während die Einwirkung des Erdmagnetismus auf das Nadelpaar aufgehoben oder, wenn die beiden Nadeln nicht vollkommen gleich ſind, nur gleich der Differenz der Wirkungen auf die einzelnen Nadeln iſt. Nach dieſem Prinzip iſt z. B. die ältere Form des Univerſalgalvanometers von Siemens & Halske konſtruiert. Eine neuere, auf dem Prinzip der Drehſpulengalvanometer (Gruppe c) beruhende Konſtruktion ſ. unter Meßmethoden, elektrotechniſche.

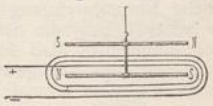


Fig. 6.

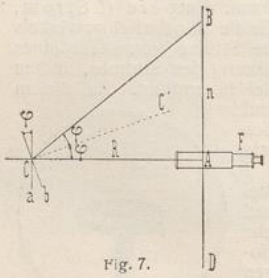


Fig. 7.

Eine andre Methode der Aſtatiſierung, welche noch den Vorteil hat, daß ihr Grad beliebig verändert werden kann, beſteht in der Verwendung eines Kompenſationsmagnets, deſſen man ſich namentlich bei den ſogenannten Spiegelgalvanometern bedient. Man bringt oberhalb oder unterhalb der Nadel einen Magnetſtab an, welcher vertikal verſchiebbar iſt und um ſeine vertikale Achſe gedreht werden kann (Hauyſcher Stab). Er kann auch als Richtmagnet dienen, wenn zur bequemeren Aufſtellung des Ableſefernrohres die Nullage der Magnetnadel eine andre als die Meridianebene ſein ſoll.

Das wichtigſte Hilfsmittel zur Meſſung ſehr ſchwacher Ströme iſt die ſchon erwähnte Spiegelableſung, durch die ſelbſt Ausſchlagswinkel von wenigen Sekunden noch mit großer Genauigkeit gemeſſen werden können. Mit dem an einem Faden hängenden Magnet, deſſen Drehung gemeſſen werden ſoll (Fig. 7), iſt ein Spiegel C verbunden, in dem mittels eines Fernrohres F eine in gleicher Höhe befindliche, unter Umſtänden bis $R = 5$ m vom Spiegel entfernte Skala $B D$ beobachtet wird. Die Skala ſoll möglichſt nahe am Fernrohr, parallel zum Spiegel und ſenkrecht zur Viſierlinie ſo angebracht ſein, daß ihr Mittelpunkt ſich ſenkrecht über oder unter dem Fernrohre befindet. Bei der Ruhelage des Magnets erblickt man im Fernrohre den mittleren Skalenteil A. Dreht ſich nun der Spiegel C aus der Anfangſtellung a in die Stellung b um einen Winkel φ, ſo wird im Fernrohr ein Punkt B erſcheinen, welcher ſo liegt, daß $B C$ mit dem auf der Spiegelebene b errichteten Lote $C C'$ denſelben Winkel φ bildet, wie $A C$ mit $C C'$, bezw. wie die Ebenen a und b. Iſt n die Anzahl der Skalenteile zwiſchen A und B, R der Abſtand der Skala von dem mit ihr parallelen Spiegel, beide in derſelben Einheit gemeſſen, ſo iſt $\operatorname{tg} 2\varphi = A B : A C = n : R$. Handelt es ſich um ſehr kleine Winkel, ſo kann angenähert $\operatorname{tg} 2\varphi = 2 \operatorname{tg} \varphi$, alſo $\operatorname{tg} \varphi = n : 2R$ geſetzt werden. Bei ſo kleinen Ablenkungswinkeln können aber auch die Stromſtärken den Tangenten dieſer Winkel proportional geſetzt werden und verhalten ſich dann wie die im Fernrohr beobachteten Ausſchläge ($i_1 : i_2 = n_1 : n_2$).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Verwendung eines aſtatiſchen Magnetſyſtems oder eines ſchweren Magnets hat einen Uebelſtand zur Folge, der das Meſſen mit ſolchen Galvanometern ſehr unbequem macht, nämlich die langſame Abnahme der Schwingungen, die den Magnet erſt nach längerer Zeit in der neuen Gleichgewichtslage zur Ruhe kommen läßt. Man bringt daher bei den meiſten Galvanometern eine ſogenannte Dämpfung an, d. h. eine Vorrichtung, durch welche die Schwingungen ſchnell verringert werden. Dieſe Dämpfung kann durch mechaniſchen Widerſtand herbeigeführt werden, indem man an dem ſchwingenden Teile Flügel anbringt, die in eine enge Kapſel eingeſchloſſen ſind oder in eine Flüſſigkeit eintauchen und ſomit bei ihrer Bewegung den Luft- oder den Flüſſigkeitswiderſtand zu überwinden haben (Luftdämpfung bezw. Flüſſigkeitsdämpfung). Eine andre, ſehr wirkſame Dämpfung wird auf elektriſchem Wege durch Induktionsſtröme bewirkt (elektromagnetiſche oder Wirbelſtromdämpfung). Es entſtehen in einem Metall, in deſſen Nähe ſich ein Magnet bewegt oder das ſelbſt in einem magnetiſchen Felde bewegt wird, Wirbelſtröme, die, nach dem Lenzſchen Geſetze (ſ. Strom, elektriſcher) rückwirkend die Bewegung zu hemmen ſuchen. Dieſe Wirkung iſt um ſo ſtärker, je kräftiger der Magnet iſt und je näher beide Teile einander ſind. Um möglichſt ſtarke Ströme zu erhalten, wählt man zur Dämpfung ein gut leitendes Material (Kupfer) und gibt dem Dämpfer einen möglichſt großen Querſchnitt. Unter günſtigen Verhältniſſen kann die Dämpfung ſo kräftig ſein, daß der Magnet ohne jegliche Schwingung ſofort in die neue Gleichgewichtslage übergeht. Man nennt die Galvanometer dann aperiodiſch. Die Form des kupfernen Dämpfers muß ſich der Form des Magnets möglichſt anpaſſen. Die Dämpfung kann reguliert werden, wenn man die Kupfermaſſe verſchiebbar anordnet. Das iſt z. B. bei dem Weberſchen Spiegelgalvanometer (Hartmann & Braun) der Fall. Die Empfindlichkeit dieſes Galvanometers iſt groß. Bei Verwendung von Multiplikatorrollen mit 50 Ohm Widerſtand bedeutet 1 mm Ausſchlag bei 1 m Skalenabſtand eine Stromſtärke von 0,00000002 Ampère. Fig. 8 zeigt das Galvanometer im Schnitt. *D* bedeutet den Kupferdämpfer (teilweiſe herausgezogen),

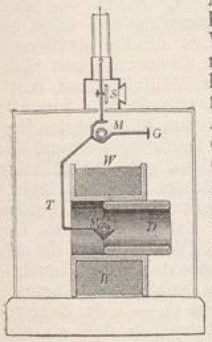


Fig. 8.

M die Magnete, mittels des Magnetträgers *T* an einem Kokonfaden hängend, *G* ein Gegengewicht, *W* die Windungen, *S* den Spiegel. Bei dieſem Galvanometer iſt die Empfindlichkeit nur inſoweit veränderlich, als austauſchbare Multiplikatoren zur Verfügung ſtehen. Wiedemann begnügte ſich nicht mit der Austauſchbarkeit, ſondern ſuchte bei Verwendung nur eines Multiplikatorpaares den Meßbereich dadurch zu erweitern, daß er die Drahtrollen verſchiebbar machte. Um das Trägheitsmoment des ſchwingenden Syſtems zu verringern, beſteht der Magnet aus einer kreisförmigen polierten Stahlſcheibe, die zugleich als Spiegel dient.

Größere Vorteile bietet eine Magnetform, die zuerſt in dem Siemensſchen Spiegelgalvanometer zur Verwendung gelangte, der Siemensſche Glockenmagnet. Er beſteht aus einer oben geſchloſſenen Stahlröhre von etwa 1 cm Durchmeſſer und 3 cm Länge, die zu beiden Seiten nahe bis zum oberen Ende aufgeſchnitten iſt (Fig. 9), und hängt frei beweglich in der zylindriſchen Bohrung einer Kupferkugel *C*, wobei der Sitz der Pole ſich in der Mitte der Kugel, der größten Kupfermaſſe gegenüber, befindet. Der Magnet hat überall gleichen Abſtand vom Kupfer, die Dämpfung iſt bei allen Ausſchlägen vollkommen aperiodiſch.

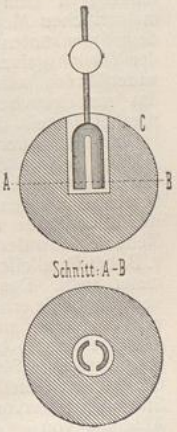


Fig. 9.

Zu beiden Seiten der Kugel, möglichſt der Form derſelben angepaßt, befinden ſich zwei Multiplikatorrollen [2]. Für Iſolationsmeſſungen hat man die Empfindlichkeit der Spiegelgalvanometer erhöht durch Verwendung eines aſtatiſchen Magnetſyſtems. Siemens verwendete hierzu zwei Glockenmagnete, deren Dimenſionen auf 15 mm Länge und 7—8 mm Durchmeſſer verringert wurden. Die Magnete ſind durch eine Meſſingſtange verbunden, welche in der Mitte zwiſchen den beiden Magneten den Planſpiegel trägt. Jeder Magnet befindet ſich innerhalb eines Spulenpaares in einer engumſchließenden Kupferhülſe.

In dem von W. Thomſon (Lord Kelvin) konſtruierten Spiegelgalvanometer beſteht das Magnetſyſtem aus einer Anzahl leichter Stäbchen, die auf die Rückſeite des in der Spule an einem kurzen Faden hängenden Spiegels aufgeklebt ſind. In dem Thomſonſchen aſtatiſchen Spiegelgalvanometer ſind zwei ſolche Magnetſyſteme an einem Aluminiumſtäbchen befeſtigt, jedes von einem Spulenpaar umſchloſſen. Das Stäbchen trägt unterhalb dieſes Magnetſyſtems den Spiegel und die Dämpferſcheibe (Luftdämpfung). Die gegen äußere magnetiſche Einflüſſe ſehr empfindlichen Spiegelgalvanometer werden zum Schutz dagegen von einem Ring aus weichem Eiſen umgeben (magnetiſche Schirmwirkung). Das Panzergalvanometer Syſtem Du Bois-Rubens (Siemens & Halske, Fig. 10) beſitzt ſogar eine mehrfache kugelförmige Eiſenumhüllung [1].


Fig. 10.

Ein andres Galvanometer, bei welchem ebenfalls eine einfache Beziehung zwiſchen der Stromſtärke und dem

abgeleſenen Winkel beſteht und welches infolge ſeiner vielfachen Verwendbarkeit, namentlich auch zum Eichen andrer Inſtrumente, die ausgedehnteſte Verbreitung gefunden hat, iſt das Torſionsgalvanometer von Siemens & Halske. Bei demſelben werden, wie bei der Sinusbuſſole, Magnet und Windungen wieder in die urſprüngliche Lage zueinander gebracht, nur daß hier nicht die Windungen nachgedreht, ſondern der Magnet mittels einer Torſionsfeder wieder in die urſprüngliche Lage zurückgeführt wird. Zwiſchen zwei vertikal geſtellten Multiplikatorſpulen (Fig. 11) hängt ein Glockenmagnet mit einem Meſſingſtab *m* an einem Kokonfaden, der in einem Torſionskopfe *T* befeſtigt iſt. An dem Meſſingſtabe iſt das untere Ende einer Spiralfeder *f* angeklemmt, deren oberes Ende gleichfalls mit dem Torſionskopfe *T* verbunden iſt. Durch Drehung des letzteren wird alſo die Feder tordiert und damit auf den Magnet ein Drehungsmoment ausgeübt. Dieſe Drehung kann an dem mit dem Torſionskopfe verbundenen Zeiger *z* auf einer Skala abgeleſen werden, die ſich auf der das Gehäuſe abſchließenden Glasplatte befindet. Mit der Meſſingſtange iſt ferner ein ſchräg nach oben gerichteter Aluminiumzeiger *a* verbunden, der alle Bewegungen des Magnets mitmacht und deſſen obere Spitze zum Nullpunkte der Skala führt. Um die Bewegungen des Magnets zu dämpfen, ſind an der Meſſingſtange noch zwei Glimmer- oder Aluminiumflügel *D* angebracht, die zwiſchen je zwei Meſſingplatten *p* eine kräftige Luftdämpfung erzeugen. Für die Ableſung gilt die Gleichung $i = C\alpha$, d. h. die Stromſtärke *i* iſt dem Torſionswinkel α proportional. Der Reduktionsfaktor *C* hängt von dem magnetiſchen Moment *M* ab und beträgt (bei den Siemensſchen Inſtrumenten) $C = 0{,}001$ bei dem ſogenannten einohmigen, $C = 0{,}0001$ bei dem hundertohmigen. Der direkte Meßbereich der Torſionsgalvanometer geht nur bis zu 0,17 Ampère, kann aber durch Benutzung von Hilfswiderſtänden beliebig erweitert werden. Schaltet man nämlich zu einem Meßinſtrument, durch das nur ſchwache Ströme geſchickt werden dürfen, einen Nebenſchlußwiderſtand („Shunt") parallel, ſo teilt ſich der Strom nach den Geſetzen der Stromverzweigung im umgekehrten Verhältnis der Widerſtände; durch das Galvanometer fließt nur ein kleiner Teilſtrom, während der größere Teil an dem Galvanometer vorbei durch den Nebenſchlußwiderſtand geht. Sind beide Widerſtände bekannt, ſo kann aus dem vom Galvanometer angezeigten Strome der Hauptſtrom *J* berechnet werden. Fig. 12 zeigt dieſe Schaltung. Der bequemeren Rechnung halber werden die Widerſtände ſo gewählt, daß ſich für die Teilſtröme abgerundete Zahlen ergeben. Die Nebenſchlußwiderſtände des einohmigen Galvanometers betragen $^1/_9$, $^1/_{99}$ Ohm u. ſ. w., ſo daß z. B. bei Parallelſchaltung von $^1/_9$ Ohm nur der zehnte Teil des Hauptſtromes durch das Galvanometer fließt. Das Torſionsgalvanometer wird mehr und mehr durch die Drehſpuleninſtrumente verdrängt, die erheblich bequemer zu benutzen ſind (ſ. weiter unten Gruppe c). — Jeder Strommeſſer kann auch zu Meſſungen von Spannungen verwendet werden, ſo daß ein und dasſelbe Prinzip bei Strom- und Spannungsmeſſern zur Anwendung gelangen kann. Aus den Angaben eines Strommeſſers und aus dem bekannten Widerſtande desſelben läßt ſich nach dem Ohmſchen Geſetz ſofort die Spannung berechnen, welche erforderlich war, die gemeſſene Stromſtärke hervorzubringen. Es beträgt z. B. beim einohmigen Torſionsgalvanometer bei einer Ableſung von α^0 die Stromſtärke $i = C\alpha = \alpha/1000$ Ampère. Da der Widerſtand $w = 1$ Ohm iſt, ergibt ſich die Spannung zwiſchen den beiden mit den Galvanometerklemmen direkt verbundenen Punkten $e = i \cdot w = \alpha/1000$ Volt. Der Meßbereich kann durch Vorſchaltung entſprechender Widerſtände beliebig erweitert werden. Dieſe ſogenannten Widerſtandskäſten werden am bequemſten ſo gewählt, daß ſich als Geſamtwiderſtand eine abgerundete Zahl 10, 100, 1000 u. ſ. w. ergibt, weshalb beim einohmigen Galvanometer die beigegebenen Widerſtände 9, 99, 999 u. ſ. w. betragen. Dieſe Berechnung wird bei den ſogenannten techniſchen Spannungsmeſſern (für Schaltbretter, Prüffeld, Montage u. dergl.), dadurch erſpart, daß dieſelben ſchon nach Volt geteilt ſind, weshalb man ſie gewöhnlich auch als Voltmeter bezeichnet. Die einzelnen Punkte der Skala ſind mit derjenigen Spannung in Volt bezeichnet, welche erforderlich iſt, um in dem konſtanten Widerſtande des Voltmeters eine Stromſtärke hervorzubringen, durch welche der Zeiger des Inſtrumentes bis zu den entſprechenden Punkten abgelenkt wird. Die Teilung erfolgt auf empiriſchem Wege durch Vergleich mit einem Normalinſtrument, z. B. einem Präziſionsgalvanometer der Gruppe c.

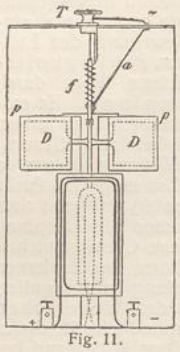


Fig. 11.

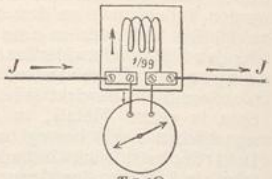


Fig. 12.

Alle Galvanometer mit zwei gleichen Wicklungen oder mit mehreren Paaren gleicher Wicklungen in ſymmetriſcher Lage zum Magnet können auch als Differentialgalvanometer benutzt werden. Hierbei wirken die durch die Spulen fließenden Ströme in entgegengeſetztem Sinne auf die Nadel ein und die Wirkungen heben ſich gerade auf, wenn die Ströme gleich ſind und die Spulen gleiche Entfernung von der Nadel beſitzen. Sind die Galvanometer nur zum Gebrauch als Differentialgalvanometer beſtimmt, ſo ſind die Klemmſchrauben gleich ſo mit *A* und *E* bezeichnet, daß die Wirkungen ſich aufheben, wenn die gleichen Ströme in beide Spulen bei *A* (Anfang) eintreten und bei *E* (Ende) austreten. Die Differentialgalvanometer finden bei Widerſtandsmeſſungen Anwendung.

c) **Auf elektromagnetiſchen Wirkungen beruhende Meßinſtrumente mit feſtem Magneten und beweglicher Stromſpule** (ſogenannte Spulen- oder Drehſpulengalvanometer). Bei dieſer Gruppe wird nicht die Ablenkung eines Magneten, ſondern die Drehung einer Drahtrolle benutzt, die mit ihrer Ebene innerhalb eines künſtlichen magnetiſchen Feldes ſenkrecht zur

Kraftlinienrichtung aufgehängt iſt. Fließt ein Strom durch die Rolle, ſo ſucht dieſe ſich parallel zu den Kraftlinien zu ſtellen, wobei die Elaſtizität des Aufhängefadens oder einer Feder die Gegenkraft bildet.

Das erſte Inſtrument dieſer Art war das von Deprez und d'Arſonval, das in Fig. 13 dargeſtellt iſt [2] Zwiſchen den aufrechtſtehenden Schenkeln eines hufeiſenförmigen Stahlmagneten *A* hängt ein mit fehr feinem Draht bewickelter rechteckiger Rahmen *c* aus dünnem Kupfer- oder Aluminiumblech, der einen Spiegel *S* trägt. Der Aufhängefaden aus hartem, dünnem Silberdraht dient zugleich als Stromzuführung; ein zweiter derartiger Draht führt von der Spule zu einer Feder *f*, durch welche die Spannung des Aufhängefadens reguliert werden kann. Die Wirkung wird verſtärkt durch einen Hohlzylinder *B* aus weichem Eiſen, der ſich im Innern der Drahtſpule befindet. Dieſe Galvanometer ſind unabhängig von äußeren magnetiſchen Einflüſſen und z. B. noch in der Nähe von Dynamomaſchinen zu verwenden. Fig. 14 zeigt eine neuere Form dieſes Inſtruments in der Ausführung von Siemens & Halske; an dem aus dem Magnetkörper herausgehobenen Oberteil (Fig. 15) erkennt man deutlich die Anordnung von Spule, Eiſenkern und Feder.

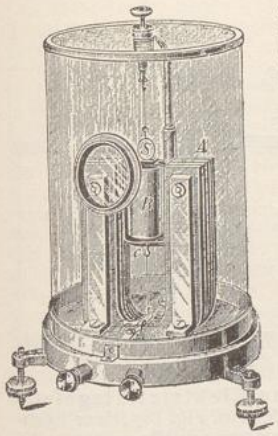


Fig. 13.

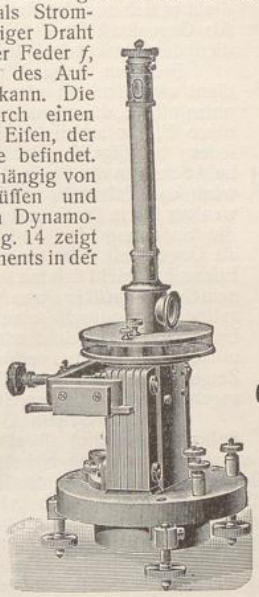


Fig 14.

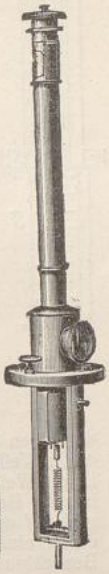


Fig. 15.

Auf demſelben Prinzip beruhen auch die Strom- und Spannungsmeſſer der Weſton Electrical Inſtrument Company in Newark, deren innere Einrichtung Fig. 16 erkennen läßt. Das magnetiſche Feld wird durch einen permanenten Magneten erzeugt, deſſen Enden mit zylindriſch ausgebohrten Polſchuhen aus weichem Eiſen verſehen ſind. In der zylindriſchen Bohrung befindet ſich die Drehſpule und der von ihr umſchloſſene Eiſenkern. Um die Inſtrumente transportabel zu machen und ihre Verwendung am Schaltbrett zu ermöglichen, iſt die Fadenaufhängung durch eine Achſenlagerung in Steinen erſetzt. An dieſer Achſe ſitzen der Zeiger ſowie die beiden Torſionsfedern aus unmagnetiſchem Material und die Ausbalanzierung. Die Bewegung des Zeigers iſt das Ergebnis der vereinten Wirkung der beiden Felder, die der Magnet und der die Spule durchfließende Strom hervorrufen. Die Inſtrumente zeichnen ſich durch eine ſorgfältige Juſtierung und geringe Empfindlichkeit gegen äußere Einflüſſe aus. Sie zeigen völlige Proportionalität zwiſchen Ausſchlag und Stromſtärke und geſtatten bei vorzüglicher Dämpfung eine direkte Ableſung. Die Handhabung der Inſtrumente iſt ſehr bequem, und ſie eignen ſich auch als Kontrollapparate für die gewöhnlichen Meßinſtrumente. Da ſie in erſter Linie dazu beſtimmt waren, die unbequemen Torſionsgalvanometer zu erſetzen, ſo gab man ihnen dieſelben elektriſchen Eigenſchaften. Das einohmige Drehſpulengalvanometer erhielt die Konſtante $C = 0{,}001$ und das hundertohmige $C = 0{,}0001$. Die Skala geht von 0 bis 150°. Der Meßbereich läßt ſich mit den bei den Torſionsgalvanometern erwähnten Vorſchalt- und Nebenſchlußwiderſtänden ebenſo wie dort ſowohl für Strom- wie für Spannungsmeſſungen beliebig erweitern. Die Inſtrumente nach dem Weſton-Syſtem ſind ſehr verbreitet und werden auch von den meiſten deutſchen Fabriken ſowohl für wiſſenſchaftliche als auch für techniſche Zwecke (Schaltbrettinſtrumente u. dergl.) hergeſtellt.

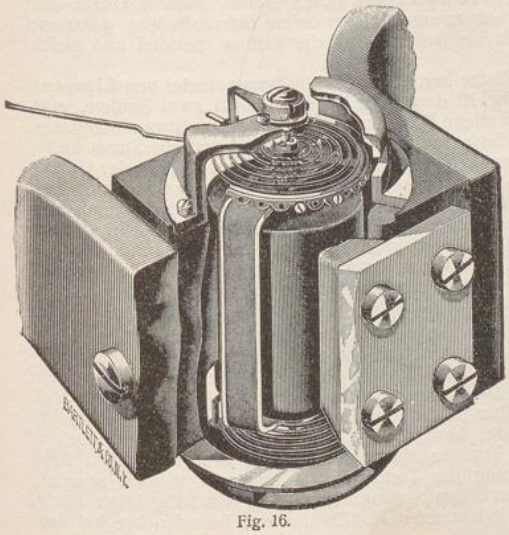


Fig. 16.

d) **Auf elektromagnetiſchen Wirkungen beruhende Meßinſtrumente mit feſter Stromſpule und beweglichem Eiſenkern.** Bei dieſer Gruppe wird ein weicher Eiſenkern in ein ſtromdurchfloſſenes Solenoid eingezogen bezw. in oder vor ihm gedreht. Er ſucht dabei die Lage anzunehmen, in der er ſeiner Längsrichtung nach von einer möglichſt großen Zahl von Kraftlinien durchſtrömt wird. Dieſer Bewegung, die

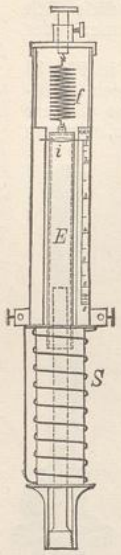


Fig. 17.

durch einen Zeiger auf der Skala ſichtbar gemacht wird, wirkt als Gegenkraft die Schwerkraft, die Elaſtizität eines Metalldrahtes oder einer Feder entgegen. Die Inſtrumente werden hauptſächlich nach folgenden Syſtemen gebaut.

Bei dem Syſtem Hummel iſt im Innern eines Solenoids ein dünnes Eiſenblech exzentriſch gelagert. Beim Durchgang des Stromes durch die Spule hat das magnetiſch gewordene Eiſenſtück das Beſtreben, ſich der Innenwand der Spule zu nähern; infolge ſeiner exzentriſchen Lagerung dreht es ſich und den daran befeſtigten Zeiger. Als Gegenkraft für die Wirkung des Stromes dient das Gewicht des Eiſenblechs nebſt Zeiger.

Bei dem Apparat von Kohlrauſch dient als Eiſenkern eine oben geſchloſſene, unten offene, dünnwandige Eiſenröhre E, die an einer Neuſilberfeder f befeſtigt iſt (Fig. 17). Sobald Strom in die Spule S eintritt, wird das Eiſenrohr mehr oder weniger tief in ſie eingezogen und die Spannung der Feder wirkt als Gegenkraft. Das eingezogene Eiſenrohr ſchiebt ſich mit ſehr kleinem Spielraum über einen Meſſingzylinder, wodurch eine ſtarke Luftdämpfung erreicht wird. Ein mit dem Eiſenkern verbundener Zeiger i ſpielt auf der am Gehäuſe angebrachten vertikalen Skala.

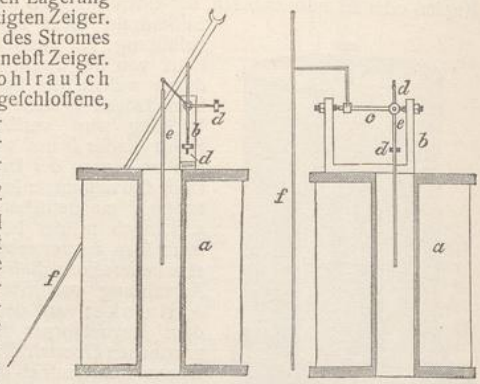


Fig. 18.

Bei dem Syſtem Dobrowolsky (Allgemeine Elektrizitätsgeſellſchaft zu Berlin) iſt als Eiſenkern ein kleines Bündel e (ſ. Fig. 18) feiner Eiſendrähtchen verwendet, das am Hebelarm einer zwiſchen Spitzen drehbaren Welle c hängt. An dieſer Welle befinden ſich noch die Reguliergewichte d und der Zeiger f. Mittels des Bockes b iſt die Welle auf einer Spule a ſo gelagert, daß der Eiſenkern in ihrer Oeffnung frei beweglich hängt. Durchfließt ein Strom die Spule, ſo wird der Eiſenkern eingezogen und der Zeiger f gibt auf der Skala einen Ausſchlag. Durch eine größere oder geringere Länge des Eiſenkerns, durch eine mehr oder minder tiefe Anfangslage gegen die Spule ſowie durch entſprechende Bewicklung der letzteren läßt ſich jede gewünſchte Skala herſtellen.

Bei neuern Inſtrumenten befinden ſich im Innern der Spule zwei konzentriſche Zylindersegmente, ein feſtes und ein bewegliches, die in gleichem Sinne magnetiſiert, ſich gegenſeitig abſtoßen. Während die Inſtrumente der Gruppen a—c nur für Gleichſtrom geeignet ſind, können die der Gruppe d auch bei Wechſelſtrom Verwendung finden, da der Einfluß der Hyſtereſis gering iſt, wenn der Eiſenkern ſehr klein gehalten wird. Als Dämpfung wird bei den neueren Inſtrumenten vielfach Luftdämpfung angebracht. Gegen die Einwirkung ſtarker magnetiſcher Felder ſind ſie empfindlich und dürfen deshalb nicht unmittelbar über oder neben Starkſtromleitungen angebracht werden.

e) **Auf elektrodynamiſchen Wirkungen beruhende Meßinſtrumente mit feſter und beweglicher Stromſpule.** Dieſe ſogenannten Elektrodynamometer verwenden die Wirkung zweier Ströme aufeinander und erſetzen den Magneten oder den Eiſenkern durch eine zweite Spule. Nach den Geſetzen der Elektrodynamik (ſ. d.) ziehen zwei parallele und gleich gerichtete Ströme ſich an, während entgegengeſetzt gerichtete ſich abſtoßen; gekreuzte Ströme ſuchen ſich ſo zu ſtellen, daß die Ströme parallel und gleich gerichtet fließen.

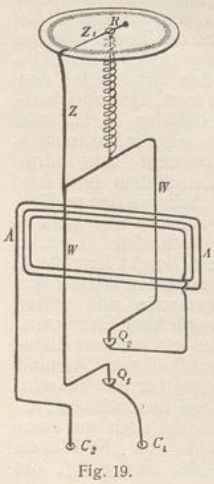


Fig. 19.

Auf dem letzten Satze beruht das Elektrodynamometer von Siemens & Halske, das in Fig. 19 dargeſtellt iſt. Es beſitzt zwei Spulen, eine feſte A und eine bewegliche W, deren Ebenen vor dem Stromdurchgange ſenkrecht zueinander ſtehen und durch die ein und derſelbe Strom fließt; er tritt bei den Klemmen C_1 und C_2 ein und gelangt mittels der Queckſilbernäpfe Q_1 und Q_2, in welche die Enden der beweglichen Spule eintauchen, weiter. Die Spule W iſt an einem Seidenfaden aufgehängt und außerdem an einer Spiralfeder befeſtigt, die durch den Knopf R, an dem auch der Zeiger Z ſitzt, tordiert werden kann. Die ablenkende Kraft P iſt proportional dem Quadrate der Stromſtärke i und ferner iſt das Quadrat der Stromſtärke dem abgeleſenen Torſionswinkel, alſo die Stromſtärke ſelbſt der Quadratwurzel aus dieſem Winkel proportional, $i = D\sqrt{\alpha}$; hierin iſt D eine Konſtante, die ähnlich wie bei der Tangentenbuſſole durch Eichung beſtimmt wird. Dieſes Dynamometer eignet ſich auch zur Meſſung von Wechſelſtrömen, hat aber folgende Nachteile: Die Meſſungen werden ſehr ungenau, ſobald die Drehungswinkel nur klein ſind. Ferner bildet ſich auf dem Queckſilber in den beiden Näpfen bald eine Oxydſchicht, welche die Drehung der beweglichen Windung hemmt. Ebenſo beſitzt es den Nachteil des Torſionsgalvanometers, daß die Ableſungen ſtets erſt nach einer Drehung des Torſionskopfes gemacht werden können, alſo das Inſtrument den Stromſchwankungen nicht ſelbſttätig folgt. Dieſe Uebelſtände hat man bei neueren Konſtruktionen, insbeſondere bei den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

direkt zeigenden Elektrodynamometern, zu beſeitigen geſucht. Sie ſind nach dem Konſtruktionsprinzip der Weſton-Galvanometer (vgl. Gruppe *c*) gebaut, nur daß der Hufeiſenmagnet durch eine oder zwei feſte Spulen erſetzt iſt, in denen ſich die bewegliche Spule dreht. Die Stromzuführung erfolgt durch zwei Spiralfedern, deren Spannung der Drehung entgegenwirkt. Beſondere Schwierigkeit macht bei dieſen Inſtrumenten die Herſtellung einer gleichmäßigen Skala, was zu beſonderen Anordnungen und Formen der Spulen geführt hat [1].

Auf elektrodynamiſcher Wirkung beruhen auch die Stromwagen, in Form einer Wage angeordnete Elektrodynamometer, bei denen die beiden Windungsſyſteme parallel ineinander oder übereinander liegen und die Anziehung bezw. Abſtoßung der feſten und der beweglichen Spule, durch die der zu meſſende Strom hindurchgeht, mit Hilfe von Gewichten beſtimmt wird. Solche Apparate ſind von Pellat, Maxwell u. a. für abſolute Meſſungen konſtruiert worden, werden aber kaum noch benutzt. Für induſtrielle Zwecke brauchbare Stromwagen ſind von Helmholtz und W. Thomſon (Lord Kelvin) angegeben. Die von der Firma James White in Glasgow hergeſtellte Thomſonſche Stromwage kann zum Meſſen ſehr ſtarker Ströme (bis 2500 Ampère) benutzt werden. Die beiden Enden eines Wagebalkens tragen je eine horizontale Spule *a*, die zwiſchen einem ebenfalls horizontal liegenden Spulenpaar *b* ſchwingt (Fig. 20). Der Strom durchfließt die vier feſten und zwei beweglichen Spulen hintereinander und zwar ſo, daß die abſtoßenden bezw. anziehenden Wirkungen auf beiden Enden ſich addieren. Die Aufhängung des Wagebalkens wird in eigentümlicher Weiſe durch eine große Anzahl feiner Kupferdrähte bewirkt, die gleichzeitig den Strom zuführen. Die Operation des Stromwiegens beſteht nun darin, daß die beim Durchfließen des Stromes aus ihrer Nullage abgelenkten beweglichen Spulen wieder in ihre urſprüngliche Lage durch ein von einem Normalgewicht hervorgebrachtes Drehmoment zurückgebracht werden. Um dieſes Drehmoment zu erzeugen, iſt mit dem Wagebalken ein paralleler, mit feiner Einteilung verſehener Maßſtab feſt verbunden, auf dem das Normalgewicht verſchiebbar iſt. Da das durch die Verſchiebung des Gewichtes *p* bewirkte Drehmoment der Gewichtsentfernung *x* vom Nullpunkte der Skala proportional iſt und ebenſo das vom Strom erzeugte elektrodynamiſche Drehmoment dem Quadrat der Stromſtärke *i*, ſo ergibt ſich $i\sqrt{x}$. Es werden fünf verſchiedene Typen dieſer Wage hergeſtellt, die den Bereich von 0,01 bis zu 2500 Ampère umfaſſen [1].

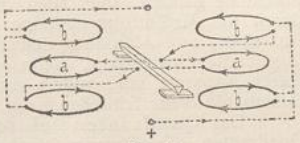


Fig. 20.

Man hat auch Elektrodynamometer mit Spiegelableſung konſtruiert, die jedoch die große Empfindlichkeit der Spiegelgalvanometer nicht erreichen. Hierher gehören die Spiegelelektrodynamometer von Kohlrauſch (Hartmann & Braun) und von Kolſert. Letztere ſind beſonders für ſtärkere Ströme beſtimmt und laſſen auch Spannungs- und Effektmeſſungen zu [1].

f) **Auf der Wärmewirkung des elektriſchen Stromes beruhende Meßinſtrumente.** Nach dem Jouleſchen Geſetz (ſ. Wärmewirkungen, elektriſche) iſt die in einem Leiter vom Widerſtande *w* beim Durchfließen eines Stromes *i* in der Zeit *t* erzeugte Wärmemenge $Q = 0{,}239\, i^2 w t$; mißt man *Q* mittels eines ſogenannten Kalorimeters [2], ſo kann die Stromſtärke *i* aus der Gleichung beſtimmt werden. Dieſe Meſſung iſt jedoch umſtändlich und nicht genau genug, weshalb man beſſer die Längenausdehnung mißt, die der ſtromdurchfloſſene Draht erleidet.

Das erſte Inſtrument dieſer Art iſt das Voltmeter von Cardew (in Fig. 21 ſchematiſch dargeſtellt). Ein dünner Platinſilberdraht *d* von 0,064 mm Durchmeſſer, der an einem Ende (bei *A*) befeſtigt iſt, führt über eine Rolle R_1 und endet unten bei *B*. Der Strom tritt bei *B* ein und bei *A* durch einen Zuſatzwiderſtand *W* aus. Das Ende *B* iſt mit einem Faden verbunden, der um die Rolle *R* führt und durch die Feder *F* geſpannt erhalten wird. Dehnt ſich der Draht aus, ſo wird dieſe Rolle und der mit ihr verbundene Zeiger *Z* gedreht und ſo auf der durch Eichung hergeſtellten Skala die Spannung angezeigt.

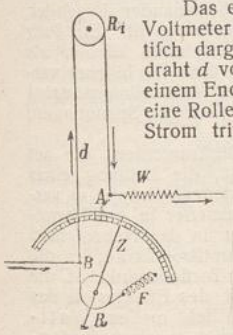


Fig. 21.

Eine bequemere Form beſitzt das Hitzdrahtvoltmeter von Hartmann & Braun. Ein Platinſilberdraht *d* von 0,06 mm Durchmeſſer und ca. 16 cm Länge iſt an beiden Enden feſt eingeklemmt (Fig. 22). Ungefähr in deſſen Mitte iſt ein etwa 10 cm langer Meſſingdraht *m* von 0,05 mm Durchmeſſer befeſtigt, deſſen andres Ende ebenfalls feſt iſt. Von der Mitte dieſes zweiten Drahtes führt ein Kokonfaden *c* um den Umfang einer kleinen Rolle zu einer Plattfeder *p*, durch welche die Drähte ſtets geſpannt erhalten werden. Verbindet man die Klemmen des Inſtrumentes mit den beiden Punkten, deren Spannung gemeſſen werden ſoll, ſo fließt ein Strom durch den Platinſilberdraht, durch den dieſer erwärmt und ausgedehnt wird. Die Verlängerung dieſes Drahtes hat eine Durchbiegung der beiden Drähte *d* und *m* zur Folge, und dabei wird die obenerwähnte kleine Rolle gedreht. Auf ihrer Achſe, die ſich mit Spitzen auf Steinen bewegt, iſt ein Zeiger befeſtigt, der nun auf der durch Eichung gefundenen Skala die Spannung anzeigt. Um das Inſtrument von der Außentemperatur unabhängig zu machen, iſt die Platte, auf welcher der Draht *d* ausgeſpannt iſt, nach

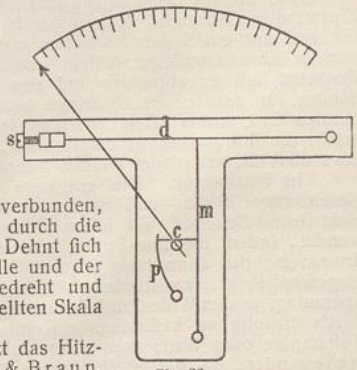


Fig. 22.

dem Prinzip der Kompenſationspendel aus zwei Metallen (Meſſing und Eiſen) zuſammengeſetzt, ſo daß der gemeinſame Ausdehnungskoeffizient gleich dem des Platinſilberdrahtes iſt. Die Schraube *s* dient zur Einſtellung des Zeigers auf den Nullpunkt der Skala; auf die Eichung hat eine ſolche Einſtellung keinen Einfluß. Auf der Achſe des Zeigers iſt noch eine Aluminiumſcheibe befeſtigt, die ſich zwiſchen den Polen eines kräftigen Stahlmagneten bewegt, wodurch eine aperiodiſche Dämpfung erreicht wird (elektromagnetiſche Dämpfung oder Wirbelſtromdämpfung wie bei den Spiegelgalvanometern). Dieſe Inſtrumente ſind für Strom- und Spannungsmeſſungen, ſowohl für Gleichſtrom als auch für Wechſelſtrom verwendbar und völlig unempfindlich gegen äußere magnetiſche Einflüſſe.

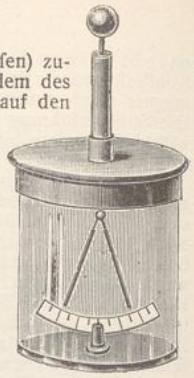


Fig. 23

g) **Auf den Wirkungen der ſtatiſchen Elektrizität beruhende Meßinſtrumente.** Bei den Inſtrumenten dieſer Gruppe kommen die Kräfte zur Geltung, welche von ruhenden Elektrizitätsmengen (ſ. Elektrizität) ausgeübt werden. Sie führen den Namen Elektrometer und dienen zum Meſſen von Potentialen und Potentialdifferenzen. Zu letzterem Zwecke finden ſie beſonders dann Verwendung, wenn es ſich um hohe Potentiale handelt, oder auch dann, wenn die zu meſſenden Potentiale durch das Meßinſtrument keine Aenderung erleiden ſollen. Sie beruhen auf dem Prinzip der Anziehung und Abſtoßung leichtbeweglicher Körper durch freie Elektrizität, und es ſtellt das ſogenannte Elektroſkop, wenn es mit einem Gradbogen verſehen iſt (Fig. 23), den einfachſten dieſer Apparate vor, indem man aus der Divergenz der Goldblättchen auf die Größe der Potentialdifferenz ſchließen kann.

Das Quadrantenelektrometer von W. Thomſon (Lord Kelvin) beſitzt vier iſolierte Quadranten, die entweder ſcheibenförmig oder als Sektoren eines flachen, zylindriſchen Gefäßes angeordnet ſind. Je zwei diametral gegenüberliegende Quadranten ſind miteinander und mit einer der beiden Klemmſchrauben leitend verbunden. Oberhalb der ſcheibenförmigen oder innerhalb der zylindriſchen Quadranten ſchwebt eine leichte Aluminiumnadel in der Form einer 8 (Biskuit genannt), die meiſt bifilar aufgehängt, von den Quadranten iſoliert und durch einen Platindraht mit einem Gefäß verbunden iſt, das auf dem Boden des Elektrometers ſteht und 60prozentige Schwefelſäure enthält. Der Platindraht trägt unten zur Dämpfung ein kleines Plättchen, welches in die Schwefelſäure eintaucht. Aus dieſem Gefäß führt eine Leitung zur dritten Klemme. Das Elektrometer iſt für Spiegelableſung eingerichtet. Die Meſſungen erfolgen bei entſprechender Schaltung von Quadranten und Nadel (Quadranten-, Nadel- und idioſtatiſche Schaltung ſ. in [1], [3]). Die Ladung wird der Nadel durch die Schwefelſäure oder durch den metalliſierten Aufhängefaden zugeführt.

Für die Praxis wichtig ſind die elektroſtatiſchen Voltmeter, die auf dem gleichen Prinzip beruhen und für Gleich- und Wechſelſtrom benutzt werden können. Sie beſtehen aus einem feſten und einem beweglichen Plattenſyſtem, die, beide voneinander iſoliert, die Pole des Inſtruments bilden. Das bewegliche Syſtem iſt meiſt in Spitzen gelagert, durch die auch die Ladung der Platten erfolgt, und mit ihm iſt ein Zeiger verbunden, der ſich vor einer empiriſch gefundenen Skala bewegt. Der Verwendungsbereich geht bis 20000 Volt.

Für niedere Spannungen (bis 1000 Volt) iſt das Multizellularvoltmeter (nach Lord Kelvin) in Gebrauch. Zwei einander gegenüber angeordnete Reihen von Metallzellen wirken drehend auf ein Syſtem, welches aus einer entſprechenden Anzahl übereinander liegender, leichter Aluminiumflügel beſteht und an einem dünnen Metallband aufgehängt iſt. Ein Paar diametral feſt angebrachter und von den feſten Zellen iſolierter Metallplatten dienen als Schirm für das in der Ruhelage befindliche bewegliche Syſtem, mit dem ſie leitend verbunden ſind, und erhöhen die Anfangsempfindlichkeit. Die Anwendung des Multizellularprinzips macht die Inſtrumente ſo empfindlich, daß ſie auch für die Meſſungen niedriger Spannungen, etwa 60 Volt, verwendet werden können.

h) **Wattmeter.** Die eingangs erwähnte Sondergruppe von Meßinſtrumenten, die auf gleichzeitiger Strom- und Spannungsmeſſung beruhen, mißt den Effekt, die Leiſtung eines elektriſchen Stromes. Bei ihnen iſt das Prinzip des Elektrodynamometers (vgl. Gruppe e) verwendet, indem die eine Spule, und zwar meiſt die feſte, wie ein Strommeſſer in den Hauptſtromkreis, die dünndrähtige bewegliche Spule wie ein Spannungsmeſſer in den Nebenſchluß eingeſchaltet iſt. Es iſt dann $JE = Cw\alpha$. Hierin bedeuten J die Hauptſtromſtärke, E die Spannung, w den Widerſtand der beweglichen (Nebenſchluß-) Spule, α den Torſionswinkel, C die durch Eichung zu beſtimmende Konſtante des Inſtrumentes. Die Einheit des Effektes iſt das Voltampère oder Watt; man nennt daher dieſe Inſtrumente, welche den Effekt meſſen, Wattmeter oder, da der Effekt, multipliziert mit der Zeit, die Arbeit ergibt, auch Arbeitsdynamometer. Sie gleichen in ihrem Aufbau vollkommen den Torſionselektrodynamometern von Siemens & Halske (Fig. 11). Die Torſionswattmeter haben die gleichen Unbequemlichkeiten und Nachteile wie die Torſionsdynamometer. Es lag daher nahe, das Drehſpulprinzip auch zur Konſtruktion direkt zeigender Wattmeter zu verwenden. Dies iſt bei den neueren Inſtrumenten zur Ausführung gekommen und es ſind dabei durch geeignete Form der Spulen nahezu gleichmäßige Skalen erreicht worden. Das Wattmeter iſt im Prinzip ebenſogut für Wechſelſtrom wie für Gleichſtrom zu verwenden, und es gilt für beide Stromarten die gleiche Konſtante; es kann alſo auch für Wechſelſtrommeſſungen mit Gleichſtrom geeicht werden. Bei Wechſelſtrommeſſungen können aber Ungenauigkeiten dadurch entſtehen, daß in der Spannungsſpule eine Selbſtinduktion auftritt, die eine Phaſenverſchiebung bewirkt. Der Einfluß der Selbſtinduktion iſt jedoch um ſo geringer, je größer der induktionsfreie Vorſchaltwiderſtand im Verhältnis zum Spulenwiderſtand iſt, und kann meiſt vernachläſſigt werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: [1] Heinke, Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 2, Leipzig 1905. — [2] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1907. — [3] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. — [4] Elektrotechnische Zeitschrift. *Holzt.*

Messjida oder Medschid, in der europäischen Türkei die kleineren Bethäuser oder Moscheen, die nicht die Vorrechte der kaiserlichen Moscheen (Djami-i-Saladin) besitzen; in den Ländern des östlichen Islams, namentlich Bochara und Samarkand, wird jede Moschee Medschid genannt. *Weinbrenner.*

Meßkeil, ein flacher Keil aus Glas oder Stahl von etwa 1 dm Länge mit glattgeschliffenen Seitenflächen. Er trägt auf seiner Oberfläche eine Teilung, welche die Dicke oder Dickenunterschiede für gegenüberliegende Flächenpunkte ausdrückt. Das Instrument dient zur Messung kleiner Abstände zwischen lot- und wagerechten Schneiden bei Maßstäben, insbesondere bei Basisapparaten (s. Basismessung, Fig. 1) und Komparatoren (s. d.).

Bei den Glaskeilen des Besselschen Basisapparates z. B. ist der Abstand der Dicken 0,8 Pariser Linien und 2 Pariser Linien in 120 Intervalle geteilt, so daß ein Intervall einen Dickenunterschied von 0,01 Pariser Linien angibt, von denen noch Zehntel, also 0,001 Pariser Linien, geschätzt werden können. — Zur Meßlattenvergleichung (s. Komparator) dienen Stahlkeile, welche in der Regel auf 1 cm Dickenunterschied 100 Intervalle haben, so daß noch 0,01 mm geschätzt werden kann. — Zur Prüfung der Dicken und der Einteilung dienen besondere mikrometrische Vorrichtungen. Weiteres hierüber und über Keilmessung s. [1]—[4]. — Der Meßkeil ist zuerst beim Reichenbachschen Basisapparat angewendet worden [2].

Literatur: [1] Bessel und Bayer, Gradmessung in Ostpreußen, Berlin 1838. — [2] Die bayrische Landesvermessung, München 1873, S. 37. — [3] Jordan, Zeitschr. f. Vermess. 1880, S. 388, und Handbuch der Vermessungskunde, 5. Aufl., Bd. 3, Stuttgart 1907. — [4] Die kgl. preuß. Landestriangulation, Hauptdreiecke, 6. Teil, Berlin 1894, S. 207. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Meßkette, s. Längenmeßinstrumente.

Meßknecht von Preßler, eine zu einem körperlichen Eck zusammenlegbare Papptabelle, versehen mit verschiedenen Teilungen (Grad, sin, cos, tg), zu denen zentrisch ein Senkelfaden befestigt ist, so daß beim Zielen längs einer Kante die betreffenden Ablesungen wie bei Freihandinstrumenten (s. d.) zum Höhemessen genommen werden können. Die Vorrichtung ist zu genäherten Messungen brauchbar; vielseitige mathematische, physikalische, mechanische, forstliche, landwirtschaftliche u. s. w. Zahlenangaben erhöhen den Wert.

Literatur: [1] Preßler, Der Meßknecht und sein Praktikum, 3. Aufl., Braunschweig 1862. — [2] Ders., Mathematische Brieftasche mit großem oder Ingenieurmeßknecht, 5. Aufl., Leipzig 1876. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Meßlänge, s. Zerreißversuch.

Meßlatte, s. Längenmeßinstrumente.

Meßmaschinen, Vorrichtungen zur Ermittlung des Längenmaßes von Stückwaren aus verschiedenem Fasermaterial bei gleichzeitigem Aufwickeln bezw. Legen der Stücke. Früher wurde das Messen von Hand vorgenommen, da die ersten Maschinen sehr ungenaue Resultate ergaben. Seit längerer Zeit aber sind die Meßmaschinen so verbessert [1], daß sie infolge der Zeitersparnis fast allgemein Anwendung finden.

Eine vielfach im Gebrauche stehende Meß- und Wickelmaschine, die hauptsächlich für glatte doublierte Waren dient, besitzt einen großen gewölbten Ueberziehtisch mit Meßrad, das eine Zählscheibe trägt. Die Aufwicklung der Ware erfolgt auf einem abnehmbaren Brettchen, das zwischen Backen mittels Flügelschrauben eingespannt wird. Die Maschine kann für Hand- und Riemenbetrieb eingerichtet werden.

Literatur: [1] Grothe, H., Die Appretur der Gewebe, Berlin 1882, S. 796. *A. Singer.*

Meßmethoden, elektrotechnische, dienen entweder zur Bestimmung nur elektrischer Größen und ihrer Beziehungen zueinander (Gruppe A.) oder solcher Größen, die zur Elektrotechnik in enger Beziehung stehen, nämlich der magnetischen Größen (Gruppe B.) sowie mechanischer und photometrischer Größen.

Hier sollen nur die Gruppen A. und B. besprochen werden; über die Messungen mechanischer Größen s. Dynamometer, über die photometrischen Messungen s. Photometrie.

A. Die elektrischen Meßmethoden

zerfallen I. in die Messungen einzelner elektrischer Größen und II. die Untersuchungen von Materialien, Apparaten und Maschinenanlagen, Elementen und Akkumulatoren (technische Messungen).

I. Zu den Größen, welche durch Meßmethoden bestimmt werden können, gehören 1. der Widerstand, 2. die Spannung und Stromstärke (Kompensationsmethoden), 3. der Effekt, 4. die Elektrizitätsmenge, 5. die Kapazität, 6. die Induktionskoeffizienten.

1. **Widerstandsmessungen.** Man mißt die Größe eines Widerstandes, indem man ihn mit einem Normalwiderstande vergleicht. Die Einheit des Widerstandes, 1 Ohm (Ω), ist der

Widerſtand einer Queckſilberſäule von 106,3 cm Länge und 1 qmm Querſchnitt bei 0°. Da dieſe Einheit ſehr unbequem iſt, ſtellt man Normalwiderſtände aus Drähten von ſolchem Material her, das ſich mit der Temperatur nicht ändert (Manganin oder Konſtantan). Die Drähte ſind auf eine Meſſingbüchſe aufgewickelt, die von einem vernickelten Meſſingmantel umſchloſſen iſt, und ſtehen mit zwei ſtarken Kupferbügeln in Verbindung. (Fig. 1 ſtellt einen Normalwiderſtand von 100 Ω dar.) Beim Gebrauch wird das Ganze in ein Petroleumbad gehängt, wobei die Enden der Kupferbügel in Queckſilbernäpfe tauchen. Bei Widerſtänden für ſtarke Ströme iſt die Spule von einer Kühlſchlange umgeben (Fig. 2 zeigt einen Normalwiderſtand von 0,0001 Ω).



Fig. 1.

Die Meßwiderſtände (Rheoſtaten) enthalten ganze Widerſtandsſätze, mit denen man jeden beliebigen Widerſtand einſchalten kann. Sie beſtehen aus induktionsfrei (bifilar) gewickelten Spulen, welche in Käſten ſo angeordnet ſind, daß man durch Ziehen oder Stecken von Metallſtöpſeln beliebig viele von ihnen einſchalten kann. Fig. 3 zeigt einen Teil der inneren Anordnung, Fig. 4 den ganzen Kaſten, von oben geſehen. Wenn die Stöpſel und Stöpſellöcher nicht ſorgfältig gereinigt ſind, können leicht erhebliche Fehler entſtehen. Man hat deshalb Dekadenwiderſtände angefertigt, bei welchen durch Stecken eines Stöpſels eine beliebige Anzahl von zehn gleichen Spulen eingeſchaltet werden kann; für jede Dekade iſt nur ein Stöpſel erforderlich. Die Dekadenwiderſtände werden

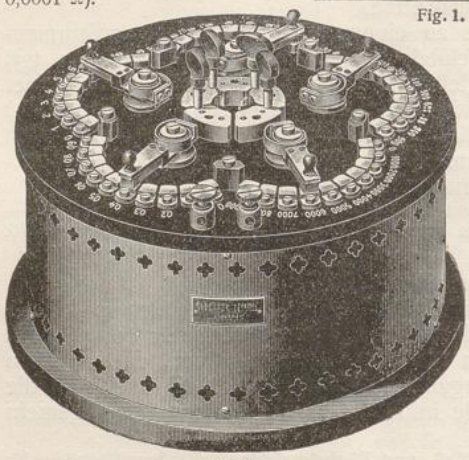


Fig. 5.

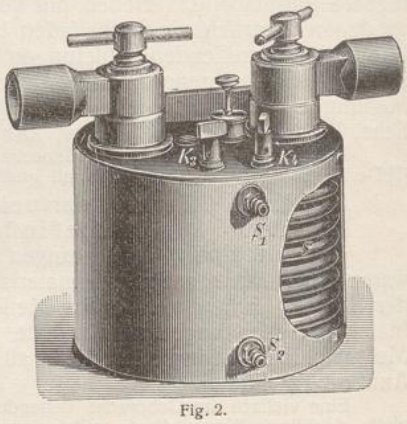


Fig. 2.

häufig auch als Kurbelrheoſtaten eingerichtet (Fig. 5 ſtellt einen Kurbelrheoſtaten von Siemens & Halske mit 160 000 Ω dar).

a) Subſtitutions- (oder Erſatz-) Methode. Man ſchaltet den unbekannten Widerſtand X mit einem Galvanometer G in den Stromkreis eines Elementes E ein und beobachtet den Ausſchlag α. Dann erſetzt man mittels eines Umſchalters U den unbekannten Widerſtand durch einen Rheoſtaten (Fig. 6) und ſchaltet in dieſem einen ſolchen Widerſtand R ein, daß man wieder den Ausſchlag α erhält. Dann iſt $X = R$. Das Reſultat iſt nur richtig, wenn E konſtant blieb. Die Stromſtärke darf daher nur ſehr klein ſein, und man wendet dieſe Methode nur zur Meſſung ſehr großer Widerſtände, z. B. bei Iſolationsmeſſungen, an.

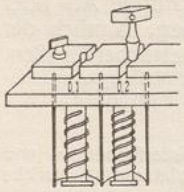


Fig. 3.

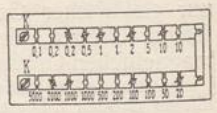


Fig. 4.

b) Widerſtandsmeſſung mit dem Differentialgalvanometer. Man kann ſich von der Konſtanz des Elementes unabhängig machen, wenn man X und den Rheoſtaten gleichzeitig einſchaltet, parallel zueinander, mit je einer Spule des Galvanometers verbunden (Fig. 7). Hat man im Rheoſtaten R Ω einſchalten müſſen, um das Galvanometer auf Null zu bringen, ſo iſt $X = R$, wenn beide Spulen gleichen Widerſtand beſitzen. Iſt das nicht der Fall, ſo

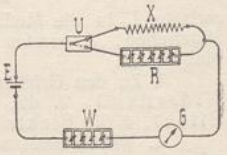
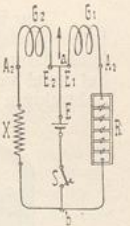
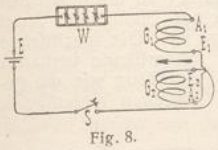


Fig. 6.

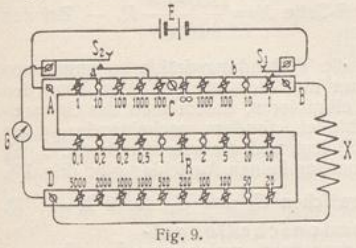
kann man den Widerstand der Spulen eliminieren, indem man die Verbindung von X und R mit den Spulen vertauscht (mittels eines Umschalters). Hat man zuerst $R_1\,\Omega$, nach der Vertauschung $R_2\,\Omega$ einschalten müssen, so ist $X = (R_1 + R_2) : 2$. Muß das Galvanometer zunächst justiert, also so eingestellt werden, daß gleiche Ströme sich gerade aufheben, so schickt man ein und denselben Strom in entgegengesetztem Sinne durch die Spulen und verschiebt sie, bis der Ausschlag gleich Null ist (Fig. 8).

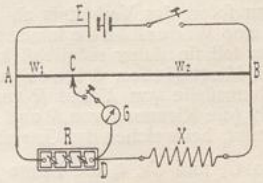

Fig. 7.

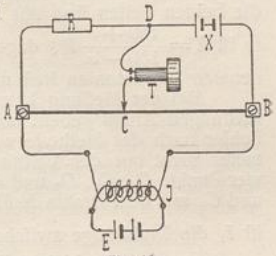

Fig. 8.

c) Widerstandsmessung nach dem Ohmschen Gesetz. Man schickt durch x einen Strom und mißt die Stromstärke i sowie die Spannung e an den Klemmen von x, dann ist $x = \frac{e}{i}$. (Angewendet zu Widerstandsmessungen an Dynamomaschinen, bei brennenden Glühlampen u. s. w.)

d) Widerstandsmessungen mit der Wheatstoneschen Brücke. Verbindet man vier Widerstände w_1, w_2, w_3 und w_4 zu einem Viereck, schaltet an zwei gegenüberliegende Punkte ein Element, an die beiden andern Punkte ein Galvanometer, so sind die Produkte der gegenüberliegenden Widerstände einander gleich, $w_1\,w_4 = w_2\,w_3$ oder $w_1 : w_2 = w_3 : w_4$, sobald das Galvanometer stromlos ist (Wheatstonesche Brücke). Schaltet man X in den Zweig w_4, in die andern Zweige bekannte Widerstände und gleicht diese so ab, daß das Galvanometer keinen Ausschlag gibt, so ist $X = \frac{w_2}{w_1}\,w_3$. Bei der Abgleichung genügt es, nur den einen Widerstand zu ändern, z. B. w_3, während das Verhältnis $\frac{w_2}{w_1}$ konstant bleibt. Man braucht dann nur einen vollständigen Rheostaten, während für die Verhältniswiderstände w_1 und w_2 je eine Spule genügen würde. Man hat besondere Kästen angefertigt, welche in der Mitte eine Abzweigklemme C und beiderseits solche Widerstände besitzen, daß das Verhältnis $\frac{w_2}{w_1} = \frac{b}{a}$ einen bequemen Wert hat, z. B. 1; 10; 0,1 u. s. w. Hat man im Rheostaten $R\,\Omega$ eingeschaltet und dadurch G stromlos gemacht, so ist $X = \frac{b}{a}\,R$


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 11.

(Stöpselbrücken). Wenn man die Verhältniswiderstände a und b mit dem Rheostaten in einem Kasten vereinigt, erhält man einen Universalwiderstandskasten (Fig. 9). — Man kann die Abgleichung auch dadurch bewirken, daß man das Verhältnis $\frac{b}{a}$ ändert, während R konstant bleibt. Man nimmt dann für die Verhältniswiderstände die Teile eines homogenen Drahtes, an welchem ein verschiebbarer Kontakt angebracht ist. Für R genügt dann ein Kasten mit einigen Spulen von bequemem Wert, z. B. 0,1 Ω, 1 Ω, 10 Ω u. s. w. (Drahtbrücken, Fig. 10). Hat man durch Verschieben des Kontaktes G stromlos gemacht, so ist wieder $X = \frac{w_2}{w}\,R = \frac{b}{a}\,R$. Da aber a und b sich wie die Drahtlängen l_1 und l_2 verhalten, so ist auch $X = \frac{l_2}{l_1} \cdot R$; z. B. $R = 1\,\Omega \cdot l_1 = 28$ cm; $l_2 = 100 - 28$, also $X = \frac{72}{28} \cdot 1 = 2{,}57\,\Omega$.

Eine handlichere Form der Wheatstoneschen Brücke erhält man, wenn man den Draht kreisförmig ausspannt; die Skala kann dann eine Gradteilung erhalten. Statt der Längen- oder Gradteilung kann man aber auch eine Teilung anbringen, die sofort das Verhältnis $b : a$ abzulesen gestattet.

Für besondere Zwecke erhält die Wheatstonesche Brücke nach Anordnung oder Methode bestimmte Abänderungen. Zur Messung des Widerstandes von Flüssigkeiten und Elementen verwendet man zur Vermeidung der Polarisation Wechselstrom (z. B. aus einem Induktionsapparat), statt des Galvanometers ein Telephon. Will man mit einer Telephonmeßbrücke den Widerstand von Elementen messen, so muß man deren elektromotorische Kraft unwirksam machen. Man schaltet deshalb zwei Elemente gegeneinander in den Zweig w_4 ein und mißt die Summe ihrer Widerstände. Man nimmt dann noch ein drittes Element hinzu und mißt es mit dem ersten und dann mit dem zweiten Element zusammen. Aus drei Gleichungen erhält man die drei Widerstände einzeln.

Mit den Telephonmeßbrücken kann man auch die Widerstände fester Leiter messen mit Ausnahme von Induktionswiderständen (z. B. Widerständen an Maschinen). Zu Blitzableiteruntersuchungen verwendet man meist Telephonmeßbrücken, die mit den Vergleichswiderständen R, dem Induktionsapparat und Trockenelementen in einen transportabeln Kasten eingebaut sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur Beſtimmung des ſpezifiſchen Widerſtandes einer Flüſſigkeit tut man dieſe in ein Gefäß, deſſen Dimenſionen leicht meßbar ſind, z. B in eine zylindriſche Röhre. Man kann dann auch mit Gleichſtrom meſſen und eliminiert den Einfluß der Polariſation, indem man bei zwei verſchiedenen Längen der Flüſſigkeitsſäule, l_1 und l_2, den Widerſtand mißt. Durch Subtraktion erhält man den Widerſtand für die Länge $l_1 - l_2$. Kann man die Dimenſionen des Gefäßes nicht ausmeſſen, ſo mißt man mit demſelben Gefäß auch den Widerſtand einer Flüſſigkeit, deren ſpezifiſcher Widerſtand bekannt iſt. Die ſpezifiſchen Widerſtände verhalten ſich dann wie die gemeſſenen Widerſtände.

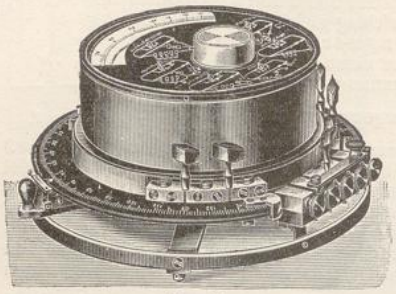


Fig. 12.

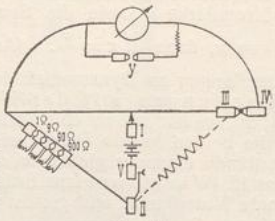


Fig. 13

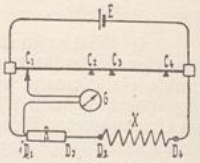


Fig. 14.

Zu Widerſtandsmeſſungen läßt ſich bequem das Univerſalgalvanometer von Siemens & Halske verwenden, welches aus einem einohmigen Spulengalvanometer, einer runden Drahtbrücke mit Schleifkontakt und einem Rheoſtaten mit 1, 9, 90 und 900 Ω nebſt erforderlichen Verbindungen und Klemmſchrauben beſteht. Fig. 12 zeigt das Aeußere, Fig. 13 die Schaltung des Apparates (ausgezogene Linien) und ſeine Verwendung zu Widerſtandsmeſſungen (punktierte Linien). — Der Meßdraht umfaßt 300° der kreisförmigen Schieferplatte, die Skala iſt bei dem alten Univerſalgalvanometer von der Mitte an beiderſeits in 150° geteilt; die beiden Seiten ſind mit A und B bezeichnet. Hat man $\alpha°$ Grad auf der A-Seite abgeleſen, ſo iſt $X = \frac{150 + \alpha}{150 - \alpha} R$, dagegen bei Ableſungen auf der B-Seite $X = \frac{150 - \alpha}{150 + \alpha} R$. — Bei den neueren Inſtrumenten lieſt man ſofort das Verhältnis ab

Bei der Meſſung kleiner Widerſtände können die Verbindungsdrähte zu ungenauen Meſſungen Anlaß geben, man ſoll ſie daher möglichſt kurz und dick wählen. Man kann den Fehler nach der Methode von Matthieſen & Hockin eliminieren, indem man das Galvanometer nicht mit der Verbindungsſtelle von X und R verbindet, ſondern nacheinander an die vier Punkte D_1, D_2, D_3 und D_4 (die Klemmen von R und X) legt und die vier Punkte C_1, C_2, C_3 und C_4 auf dem Drahte beſtimmt, bei welchen das Galvanometer keinen Ausſchlag gibt (Fig. 14). Iſt l_1 die Drahtlänge zwiſchen C_1 und C_2, l_2 die Länge zwiſchen C_3 und C_4, ſo iſt $X = \frac{l_2}{l_1} R$.

Zur Meſſung kleiner Widerſtände dient auch die Thomſonſche Doppelbrücke von Siemens & Halske (in Fig. 15 ſchematiſch dargeſtellt), welche zur Meſſung von Widerſtänden von 0,1 – 0,000001 Ohm benutzt werden kann. Zur Meſſung kurzer Drahtſtücke, Lichtkohlen u. dergl. iſt eine beſondere Einſpannvorrichtung vorhanden. Als Vergleichswiderſtand R dient ein kreisförmig ausgeſpannter Meßdraht D (mit dem Schleifkontakt e) von 0,01 Ohm Widerſtand, der mit dem unbekannten Widerſtand X in den Hauptſtromkreis HK eingeſchaltet iſt. Von dem Meßdraht und von X ſind je zwei Drähte nach den Widerſtandsſätzen $w_3 - w_4$ und $w_5 - w_6$ abgezweigt, zwiſchen welchen das Galvanometer G liegt. Man wählt die Verhältniſſe $\frac{w_3}{w_4}$ und $\frac{w_5}{w_6}$ einander gleich, z. B $\frac{w_3}{w_4} = \frac{w_5}{w_6} = n$ und verſchiebt dann den Kontakt e, bis das Galvanometer ſtromlos iſt. Dann iſt auch $\frac{X}{R} = n$, alſo $X = R\,n$. War $w_3 = w_4$ und $w_5 = w_6$, ſo kann $X = R$ direkt abgeleſen werden.

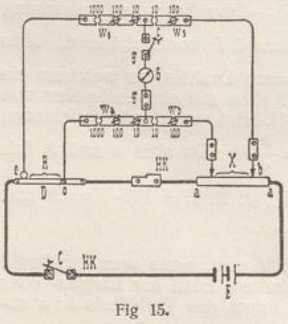


Fig 15.

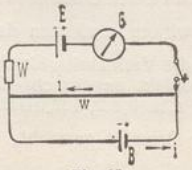


Fig. 16.

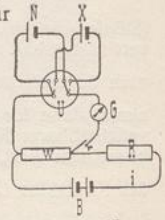


Fig. 17.

2. **Die Meſſung von Spannungen und Stromſtärken** geſchieht meiſt direkt durch Spannungs- bezw. Strommeſſer (ſ. Meßinſtrumente). Für beſonders genaue Meſſungen (Eichungen) oder zur Meſſung der elektromotoriſchen Kraft (E.M.K.) von Stromquellen, die bei der Meſſung ſtromlos bleiben ſollen, bedient man ſich der Kompenſationsmethoden. — Ein Element E, welches zu einer Stromquelle mit größerer elektromotoriſcher Kraft (Batterie B) parallel geſchaltet iſt, kann durch geeignete Wahl der Stromverhältniſſe kompenſiert, d. h. ſtromlos gemacht werden, ſo daß das Galvanometer G keinen Ausſchlag gibt (Fig. 16). Dann iſt die Spannung iw zwiſchen den Verzweigungspunkten gleich der elektromotoriſchen Kraft des

kompenſierten Elementes, $E = i\,w$. Hiernach kann man E finden, wenn man für w einen bekannten Widerſtand nimmt und den kompenſierenden Strom i mißt. In der Regel mißt man aber eine elektromotoriſche Kraft durch Vergleichung mit der elektromotoriſchen Kraft eines Normalelementes, indem man beide nacheinander (mittels Umſchalters U) durch ein und dieſelbe größere elektromotoriſche Kraft kompenſiert. Dabei läßt man bei beiden Kompenſierungen entweder w konſtant (Methode Poggendorf) oder i konſtant (Methode Du Bois-Reymond). Zum Schutz des Normalelementes und des empfindlichen Galvanometers ſchaltet man zunächſt einen großen Ballaſtwiderſtand W vor, den man bei faſt erreichter Kompenſierung kurzſchließt.

a) Methode Poggendorf (Fig. 17). Hat man bei Kompenſierung des Normalelementes N im Rheoſtaten R_n Ohm, bei Kompenſierung des zu meſſenden Elementes X aber R_x Ohm einſchalten müſſen, um das Galvanometer auf Null zu bringen, ſo iſt $X = \frac{w + R_n}{w + R_x} N$; w und R ſind Widerſtandskäſten. Damit der Widerſtand der Batterie und der Drähte vernachläſſigt werden kann, muß w und R genügend groß ſein, z. B. $w = 1000$ Ohm.

b) Die Methode Du Bois-Reymond läßt ſich bequem mit einer Drahtbrücke (ſ. 1d) ausführen (Fig. 18). Befindet ſich nach Kompenſierung von N zwiſchen den Verzweigungspunkten die Drahtlänge l_n, nach Kompenſierung von X die Drahtlänge l_x, ſo iſt $X = \frac{l_x}{l_n} N$.

Beide Methoden können auch zu Strommeſſungen dienen, indem man an Stelle des Elementes X die Spannung an den Klemmen eines Normalwiderſtandes kompenſiert. Dann iſt auch der Strom bekannt, welcher durch dieſen Widerſtand und durch jeden Apparat fließt, der mit dieſem Widerſtande hintereinander geſchaltet iſt (ſ. Fig. 20).

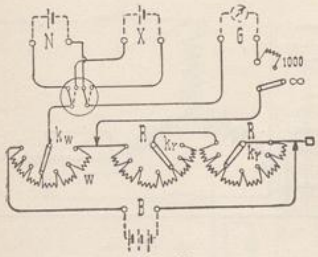


Fig. 19.

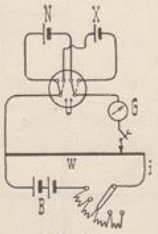


Fig. 18.

c) Meſſungen mit dem Kompenſationsapparat. Zur bequemen Ausführung aller Kompenſationsmethoden hat man alle erforderlichen Widerſtände, Umſchalter u. ſ. w. zu einem Apparat vereinigt. Der Widerſtand w zwiſchen den Verzweigungspunkten beſteht aus Kurbelrheoſtaten (Kurbel k_w) und einem Meßdraht mit Schleifkontakt, der Widerſtand R iſt ein vollſtändiger Stöpſelrheoſtat oder beſteht aus Kurbelrheoſtaten (Kurbeln k_r). Durch Drehung von k_w ändert ſich der Widerſtand w zwiſchen den Verzweigungspunkten, während der Geſamtwiderſtand unverändert bleibt (Fig. 19). — Die Meſſung mit dem Kompenſationsapparat iſt eine Kombination der Methoden a und b. Man kompenſiert zunächſt das Normalelement N nach a, indem man bei konſtantem w die Kurbeln k_r verſtellt, alſo R ändert. w wählt man dabei ſo (z. B. $w = 10\,N$), daß nach der Kompenſierung i einen bequemen Wert (0,1 Ampère) erhält. Nun kompenſiert man nach b) das bei X eingeſchaltete Element, indem man k_w verſtellt, während R konſtant bleibt, alſo auch i ſeinen Wert (0,1) behält. Man erhält dann X, indem man den bei k_w abgeleſenen Widerſtand w_x mit i multipliziert (z. B. $X = 0{,}1\,w_x$). Hat der Kurbelrheoſtat w mit dem Schleifdraht zuſammen z. B. 110 Ohm, ſo kann man bei $i = 0{,}1$ Ampère Spannungen bis 11 Volt meſſen. Die elektromotoriſche Kraft der Batterie B muß dann größer als 11 Volt ſein. — Dieſe elektromotoriſche Kraft bei B kann man auch ſofort berechnen, wenn das Normalelement kompenſiert, alſo $i = 0{,}1$ gemacht iſt. Lieſt man bei den Kurbeln k_r nämlich R Ohm ab, ſo iſt $B = 0{,}1\,(110 + R)$ Volt. Man mißt alſo Spannungen über 11 Volt, indem man ſie bei B einſchaltet und durch ſie das Normalelement kompenſiert (die Klemmen X bleiben dabei frei). Hat man bei R 10000 Ohm zur Verfügung, ſo kann man Spannungen bis $0{,}1\,(110 + 10000) = 1011$ Volt meſſen.

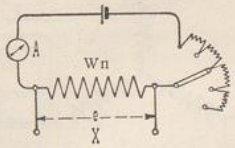


Fig. 20.

Soll eine Stromſtärke gemeſſen, z. B. ein Ampèremeter geeicht werden, ſo ſchickt man den Strom durch einen Normalwiderſtand w_n und verbindet deſſen Klemmen mit den X-Klemmen des Kompenſationsapparates (Fig. 20). Hat man die Spannung e gemeſſen, ſo iſt die geſuchte Stromſtärke $J = \frac{e}{w_n}$. — Meiſt arbeitet man mit ſchwächeren Strömen als 0,1 Ampère, dann wird der Apparat aber teurer, da größere Widerſtände erforderlich ſind. Iſt $N = 1{,}019$ Volt (Kadmiumelement) und ſoll $i = 0{,}001$ Ampère ſein, ſo muß $w = 1019$ Ohm ſein, und zur Meſſung von 1000 Volt ſind dann 1000000 Ohm erforderlich.

3. Der **Effekt** wird am einfachſten mit Hilfe eines Wattmeters (ſ. Meßinſtrumente) gemeſſen, ein Gleichſtromeffekt oder ein Wechſelſtromeffekt in einem induktionsfreien Leiter auch durch Meſſung von Strom und Spannung. Beſonderer Meßmethoden bedarf es nur, wenn ein Wechſelſtromeffekt in einem Induktionswiderſtand ohne Wattmeter gemeſſen werden ſoll (a) oder zur Meſſung von Drehſtromeffekten (b).

a) Bei Induktionswiderſtänden genügt wegen der Phaſenverſchiebung die einfache Strom- und Spannungsmeſſung nicht zur Beſtimmung des Effektes. Man kombiniert dann den Widerſtand mit einem induktionsfreien Leiter (z. B. Glühlampen), indem man beide entweder hintereinander oder parallel ſchaltet. Schaltet man beide hintereinander, ſo mißt man die Spannung e_1 an den Klemmen des induktionsfreien Widerſtandes, die Spannung e_2 an den Klemmen des Induktionswiderſtandes, die Geſamtſpannung e_0 (Methode der drei Voltmeter) und den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gemeinsamen Strom i. Dann ist der Effekt im Induktionswiderstand $\mathfrak{E} = \frac{e_0^2 - e_1^2 - e_2^2}{2 e_1} i$.

Die drei Spannungen können auch mit einem Voltmeter mittels Umschalter gemessen werden (Fig. 21; bei Kontakt 1 und 4 mißt man e_0).

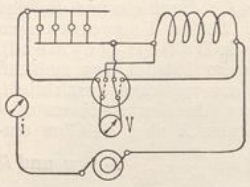


Fig. 21

Schaltet man beide Widerstände parallel, so mißt man die beiden Zweigströme i_1, i_2, den Gesamtstrom i_0 (Methode der drei Ampèremeter) und die gemeinsame Spannung e (Fig. 22). Dann ist $\mathfrak{E} = \frac{i_0^2 - i_1^2 - i_2^2}{2 i_1} e$

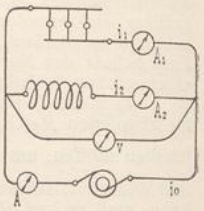


Fig. 22.

b) Zur Messung des Effektes mehrphasiger Wechselströme sind im allgemeinen mehrere Wattmeter erforderlich. Bei dem üblichen Dreiphasensystem ist am einfachsten die Messung mit drei Wattmetern. Fig. 23 zeigt die Anordnung für Sternschaltung, Fig 24 für Dreieckschaltung. Ist in ersterem Falle der Nullpunkt nicht zugänglich, so kann man die Spannungsspulen, wie in Fig. 24, zu einem künstlichen Nullpunkt verbinden. Der Gesamteffekt ist gleich der Summe der Wattmeterangaben. $\mathfrak{E} = C_1 \alpha_1 + C_2 \alpha_2 + C_3 \alpha_3$. — Die Messung kann auch mit zwei Wattmetern ausgeführt werden, deren Hauptstromspulen in je eine Phase eingeschaltet werden, während die Spannungsspulen zur dritten Phase geführt sind (Fig. 25). $\mathfrak{E} = C_1 \alpha_1 + C_2 \alpha_2$. Die Zweiwattmetermethode kann auch mit einem Wattmeter ausgeführt werden, dessen Hauptstromspule mittels eines Umschalters zuerst in Phase I, dann in Phase II gelegt wird, während die Spannungsspule an Phase III liegt. Die beiden α werden hier nacheinander abgelesen. Haben die Ströme sinusförmigen Verlauf und sind die Phasen gleich belastet, so kann nach dieser Methode auch der Phasenverschiebungswinkel φ bestimmt werden, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \sqrt{3}$.

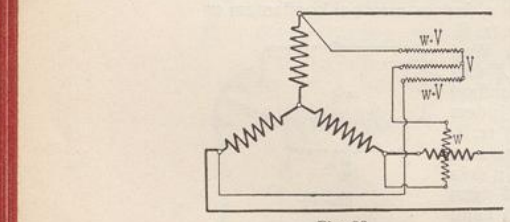


Fig. 23.

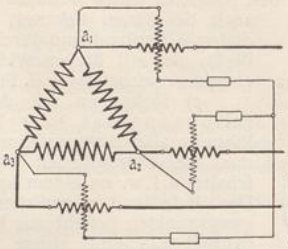


Fig. 24.

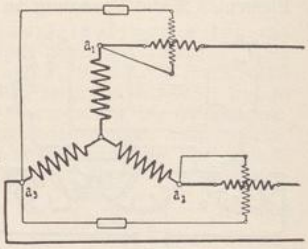


Fig. 25.

Ist $\varphi > 60^0$, so wird der eine Ausschlag negativ, das betreffende Wattmeter muß umgeschaltet werden. Das entsprechende α ist dann auch negativ in die Formeln einzusetzen. Bei gleicher Belastung der Phasen kann der Effekt auch mit einem Wattmeter gemessen werden (Fig. 26). Dazu ist ein dreiphasiger Widerstand erforderlich, dessen eine Phase V Ohm, die andern $w + V$ Ohm enthalten, wenn w der Widerstand der Spannungsspule selbst ist.

Fig. 26.

4. **Elektrizitätsmengen,** welche während einer längeren, genau meßbaren Zeit fließen, werden mit einem Voltameter (s. Meßinstrumente) gemessen. Sind G mg ausgeschieden worden von einer Substanz, deren elektrochemisches Aequivalent (die von 1 Coulomb ausgeschiedene Menge) gleich a ist, so ist die Elektrizitätsmenge $Q = \frac{G}{a}$ Coulomb.

Elektrizitätsmengen, welche nur sehr kurze Zeit fließen (Kondensatorentladungen, Stromstöße bei Induktionsvorgängen), mißt man mit einem ballistischen Galvanometer, d. h. einem Galvanometer, dessen Magnet eine große Schwingungsdauer besitzt. Fließt die Menge Q in so kurzer Zeit hindurch, daß der Magnet dabei seine Anfangslage noch nicht merklich verlassen hat, daß also die ganze Menge aus der gleichen Entfernung auf die Pole wirkt, dann ist die Menge Q proportional dem Sinus des halben Winkels α, um welchen der Magnet nachträglich, auf Grund des erhaltenen Stoßes, sich aus der Anfangslage entfernt, also $Q = C \sin \frac{\alpha}{2}$. Meist wendet man Spiegelablesung an und kann dann angenähert $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{n}{4A}$ setzen, wenn die Ablenkung n mm, der Skalenabstand A mm beträgt. Dann ist $Q = C_b n$, wobei die Konstante $C_b = C : 4A$ vom Skalenabstande abhängt. Für Spulengalvanometer gilt $Q = C \alpha = C_b n$, wobei $C_b = C : 2A$ ist. Die Konstante C_b bezw. C des Galvanometers bestimmt man durch Eichung, indem man eine bekannte Elektrizitätsmenge Q_0 hindurchschickt und dabei den Ausschlag n_0 bezw. α_0 ablest. Dazu kann man sich eines Erdinduktors bedienen, einer Spule mit großer Fläche F, deren Achse in die Meridianebene eingestellt wird. Der Erdinduktor wird mit dem

Galvanometer hintereinander geschaltet und um 180° gedreht. Dadurch wird die Elektrizitätsmenge $Q_0 = \frac{\xi_0 2 F H_e}{w \cdot 10^8}$ erzeugt, wenn H_e die Horizontalkomponente, w der Widerstand des Stromkreises, ξ_0 die Windungszahl ist. Erhält man dabei die Ablenkung n_0, so ist $\frac{\xi_0 2 F H_e}{w \cdot 10^8} = C_b n_0$, also $C_b = \frac{\xi_0 2 F H_e}{w \cdot 10^8 \cdot n_0}$. Diese Konstante ist vom Widerstande abhängig, und man kann die Abhängigkeit feststellen, indem man die Bestimmung für verschiedene w ausführt. Für $w = \infty$ erhält man die Konstante C_b mit Hilfe eines Kondensators. Wird ein Kondensator mit der Kapazität K, der bei einer Spannung E geladen wurde, in das ballistische Galvanometer entladen und dabei die Ablenkung n_0 erhalten, so ist $C_b = K E : n_0$.

Häufig kommt es bei Induktionsvorgängen nicht auf die Messung von Elektrizitätsmengen, sondern von Kraftlinienzahlen an. Dann kann man die Konstante C_b und den Widerstand mit Hilfe eines Erdinduktors eliminieren. Man kann z. B. die Kraftlinien eines Magnetstabes bestimmen, indem man ihn in eine Spule stößt, die mit einem ballistischen Galvanometer und einem Erdinduktor hintereinander geschaltet ist. Besitzt der Stab Φ Kraftlinien, die Spule ξ Windungen, so ist die dabei erzeugte Elektrizitätsmenge $\frac{\xi \Phi}{w\, 10^8} = C_1 n$. Durch Drehung des Erdinduktors erhält man wieder $\frac{\xi_0 2 F H_e}{w\, 10^8} = C_b n_0$, und durch Division: $\frac{\xi \Phi}{\xi_0 2 F H_e} = \frac{n}{n_0}$, woraus Φ berechnet werden kann.

5. Die **Kapazität** K eines Kondensators kann man mit einem ballistischen Galvanometer messen, dessen Konstante C_b bekannt ist. Hat man den Kondensator durch eine Stromquelle mit der Spannung E geladen und bei der Entladung die Ablenkung n erhalten, so ist $K = C_b n : E$. Steht ein Wechselstrom von nahezu sinusförmigem Verlauf zur Verfügung, so kann man den Kondensator in den Stromkreis einschalten und die Stromstärke i sowie die Kondensatorspannung e messen. Dann ist $K = i : \omega \cdot e$, wenn $\omega = 2\pi \sim$ ($\sim$ = Periodenzahl) ist. Diese Methode gibt keine genauen Resultate. Genaue Resultate erhält man durch Vergleichung mit der Kapazität K_n eines Normalkondensators. Das kann dadurch geschehen, daß beide nacheinander durch eine konstante Spannung geladen und in ein ballistisches Galvanometer entladen werden. Gibt der Normalkondensator bei der Entladung einen Ausschlag n_1, der zu messende Kondensator den Ausschlag n, so ist $K = \frac{n}{n_1} K_n$. Fig. 27 zeigt die Messung der Kapazität eines Kabels nach dieser Methode. Das Galvanometer kann mit einem passenden Nebenschluß versehen sein. Die Vergleichung kann nach Sauty auch mit der Brückenschaltung ausgeführt werden (Fig. 28), wobei man am einfachsten Wechselstrom (z. B. aus einem Induktionsapparat) verwendet. Hat man die induktionsfreien Widerstände a und b (z. B. Teile eines homogenen Drahtes) so abgeglichen, daß das Telephon schweigt, so ist $K = \frac{a}{b} K_n$.

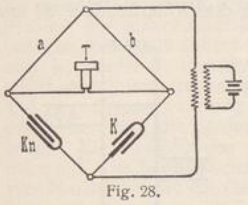


Fig. 28.

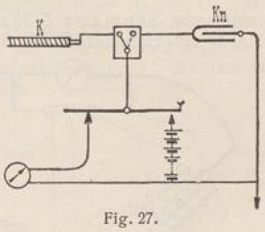


Fig. 27.

6. Bestimmung von **Induktionskoeffizienten**. Der Selbstinduktionskoeffizient L einer Spule ist nur konstant, wenn sich in der Spule kein Eisen befindet, keine Kapazität vorhanden ist und keine Wirbelströme auftreten. Man kann ihn dann durch Rechnung bestimmen. Ist ξ die Windungszahl, l die Spulenlänge, q deren Querschnitt, so ist $L = \frac{4\pi \xi^2 q}{l} C \cdot G \cdot S$-Einheiten $= \frac{4\pi \xi^2 q}{10^9 l}$ Henry. Schickt man einen Wechselstrom durch die Spule, so kann man L durch Messung der effektiven Stromstärke i und Spannung e bestimmen. Man erhält $L = \sqrt{\frac{e^2}{i^2} - w^2} : \omega$, wenn w der Ohmsche Widerstand der Spule und $\omega = 2\pi \sim$ ist. Die Methode ist bequem, die Resultate sind aber nicht sehr genau und um so ungenauer, je mehr die Kurvenform von der Sinuslinie abweicht. Eine genaue Messung erhält man nach Cl. Maxwell durch Vergleichung mit einer Selbstinduktionsnormale mittels der Brückenschaltung. Man schaltet in zwei Zweige der Brücke induktionsfreie Widerstände a und b, in die andern Zweige die zu vergleichenden Selbstinduktionskoeffizienten L_n und L nebst regulierbaren Widerständen und gleicht so ab, daß das Galvanometer sowohl bei Dauerstrom als auch bei Stromimpulsen (beim Ein- und Ausschalten) in Ruhe bleibt. Dann ist $L_n : L = a : b = w_n : w$, wobei w_n und w die Widerstände in den Induktionszweigen (einschließlich Spulenwiderständen) bedeuten.

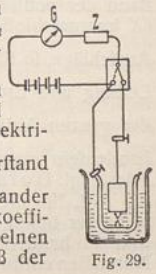


Fig. 29.

Den Koeffizienten M der gegenseitigen Induktion kann man dadurch messen, daß man den Strom i in der primären Spule wendet und dabei mit einem ballistischen Galvanometer die im sekundären Stromkreise erzeugte Elektrizitätsmenge Q mißt. Man erhält $M = \frac{Q w_2}{2 i} = \frac{C_b n w_2}{2 i}$, wenn w_2 den Widerstand des sekundären Stromkreises bedeutet. Man kann auch beide Spulen hintereinander schalten, mit gleicher Stromrichtung, und ihren gesamten Selbstinduktionskoeffizienten L_I messen. Sind L_1 und L_2 die Selbstinduktionskoeffizienten der einzelnen Spulen, so ist $L_I = L_1 + L_2 + 2M$. Nun schaltet man die eine Spule um, so daß der

Strom in ihr entgegegengefetzt fließt, und mißt den gefamten Selbftinduktionskoeffizienten L_{II}. Dann ift $L_{II} = L_1 + L_2 - 2M$. Aus beiden Gleichungen folgt $M = (L_I - L_{II}) : 4$ [3].

II. Bei den technifchen Meffungen handelt es fich um die Unterfuchung von Materialien (Leitungs- und Ifolationsmaterial) und ganzen Anlagen, um Meffungen an Mafchinen (Gleich- und Wechfelftrommafchinen, Transformatoren) fowie an Elementen und Akkumulatoren.

1. Bei **Leitungsmaterialien** foll der fpezififche Widerftand und der Temperaturkoeffizient beftimmt werden. Man hat alfo den Widerftand w eines Stückes von beftimmter Länge l und beftimmtem Querfchnitt q zu meffen und hieraus den fpezififchen Widerftand $c = w\,q : l$ zu berechnen. Oder man mißt den Widerftand w_1 bei einer Temperatur T_1 und den Widerftand w_2 desfelben Probeftückes bei der Temperatur T_2 und berechnet hieraus den Temperaturkoeffizienten $\alpha = \frac{w_2 - w_1}{(T_2 - T_1)\,w_1}$. Dazu ift eine der unter I. 1. befprochenen Methoden anzuwenden.

Ifolationsmaterialien unterfucht man möglichft in Form dünner Scheiben, welche man zwifchen zwei Metallplatten preßt oder beiderfeits mit Stanniol beklebt. Ein fertiges Kabelftück legt man in ein mit fchwacher Löfung gefülltes Gefäß, in das noch eine Metallplatte taucht, und mißt den Widerftand zwifchen der Kabelader und der Metallplatte (Fig. 29). Zur Meffung großer Widerftände eignet fich am beften die Erfatzmethode (I. 1 a) oder die ihr verwandte Methode des direkten Ausfchlages. Die Spannung foll dabei mindeftens gleich der Betriebsfpannung fein, für welche das Material beftimmt ift. Als Meßinftrument kann ein Drehfpulgalvanometer mit Vorfchaltwiderftand dienen. Hat man mittels eines Umfchalters zuerft X kurz gefchloffen und dabei einen Ausfchlag α_0 erhalten, während bei eingefchaltetem X fich der Ausfchlag α ergibt, fo ift $X = (G + z)\left(\frac{\alpha_0}{\alpha} - 1\right)$, wenn G der Galvanometerwiderftand und z der Zufatzwiderftand ift. Ift X fehr groß, fo kann man bei kurzgefchloffenem X eine kleinere Spannung e_0 und bei eingefchaltetem X die ganze Spannung e einfchalten. Sind wieder α_0 und α die Ausfchläge, fo ift $X = (G + z)\left(\frac{e}{e_0}\frac{\alpha_0}{\alpha} - 1\right)$. Die Meffung kann auch mit dem Univerfalgalvanometer von Siemens & Halske ausgeführt werden (Fig. 30). Sind die Widerftände 9, 90 und 900 Ω eingefchaltet, fo ift $G + z = 1000\,\Omega$.

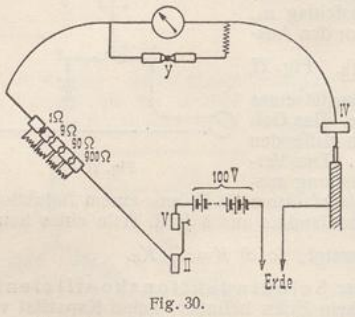


Fig. 30.

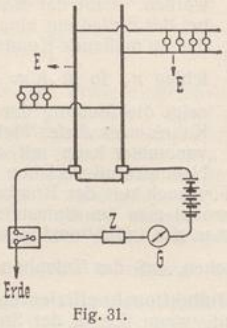


Fig. 31.

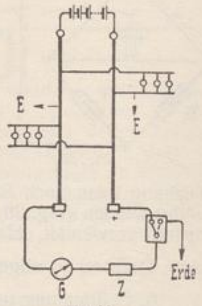


Fig. 32.

Bei den Ifolationsmeffungen ganzer Anlagen ift zu unterfcheiden, ob die Meffungen außerhalb des Betriebes oder während der Betriebszeit auszuführen find. Im erften Falle verwendet man eine Hilfsbatterie, deren Spannung der Betriebsfpannung gleichkommt. Soll der Ifolationswiderftand beider Leitungen gegeneinander gemeffen werden, fo verbindet man die Batterie nebft Meßinftrument mit den beiden Leitungen und mißt einmal bei kurzgefchloffenem X (beide Leitungen direkt verbunden) und dann bei eingefchaltetem X. Soll der Widerftand des ganzen Netzes gegen Erde gemeffen werden, fo verbindet man beide Leitungen miteinander und mißt wiederum zuerft bei kurzgefchloffenem X und dann bei eingefchaltetem X, indem man nun das Meßinftrument an Erde (E, z. B. Wafferleitung) legt (Fig. 31). In beiden Fällen ift $X = (G + z)\left(\frac{\alpha_0}{\alpha} - 1\right)$. Soll die Ifolationsmeffung während des Betriebes ausgeführt werden, fo wird die Betriebsfpannung felbft benutzt. Will man zuerft den Ifolationswiderftand der pofitiven Leitung meffen, fo legt man das Meßinftrument zunächft an beide Leitungen (X kurzgefchloffen), fodann an die negative Leitung und Erde (Fig. 32). Sind α_0 und α_1 die Ausfchläge, fo ift $X_{pos} = (G + z)\left(\frac{\alpha_0}{\alpha_1} - 1\right)$. Legt man dann das Meßinftrument an die pofitive Leitung und Erde und findet α_2, fo ift $X_{neg} = (G + z)\left(\frac{\alpha_0}{\alpha_2} - 1\right)$. Der Ifolationswiderftand der ganzen Anlage ift dann $X = \frac{X_{pos} \cdot X_{neg}}{X_{pos} + X_{neg}}$. Befondere Vorrichtungen dienen dazu, das Vorhandenfein eines Erdfchluffes (Ifolationsfehlers) anzuzeigen, und zur Auffuchung des Fehlerortes (vgl. Ifolationswiderftand).

2. Für die Unterfuchung von **Dynamomafchinen** find von dem Verbande deutfcher Elektrotechniker beftimmte Normalien für elektrifche Mafchinen und Transformatoren aufgeftellt worden, und es handelt fich bei der Prüfung von Mafchinen darum, feftzuftellen, wieweit fie diefen Normalien entfprechen. Zu unterfuchen find die Ifolationsverhältniffe, das Verhalten der Mafchinen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei normaler Belaſtung ſowie bei Ueberlaſtung, die Temperaturzunahme, die Abhängigkeit der Spannung von der Belaſtung und der Wirkungsgrad.

Bei Unterſuchung des Iſolationswiderſtandes iſt der Iſolationswiderſtand der Kupferdrähte (Anker- und Magnetwicklung) gegeneinander und gegen das Eiſengeſtell, ferner der des Eiſens gegen Erde zu meſſen. Dieſe Meſſungen ſtimmen im Prinzip mit den ebenbeſchriebenen Meſſungen überein. Das Verhalten der Maſchine im Betriebe iſt durch einen Dauerverſuch von mehreren Stunden zu unterſuchen, wobei die Maſchine zunächſt ungefähr unter normalen Verhältniſſen laufen ſoll. Die Leiſtung der ſtromerzeugenden Maſchine beſtimmt man, indem man ſie auf einen paſſenden Belaſtungswiderſtand (Glühlampen, Flüſſigkeitswiderſtände u. ſ. w.) arbeiten läßt und bei verſchiedenen Belaſtungen ihre Leiſtung mit einem Wattmeter oder mit Strom- und Spannungsmeſſer mißt. Die Leiſtung eines Elektromotors mißt man durch ein Bremsdynamometer (ſ. Dynamometer). Bei beiden Maſchinenarten iſt zugleich die Tourenzahl feſtzuſtellen. Dabei iſt auf den Gang der Maſchine, die Abnutzung der einzelnen Teile, beſonders des Kollektors, auf die Funkenbildung und beſonders auf die Erwärmung aller Teile zu achten. Dieſe beſtimmt man durch ein Thermometer oder bei den Kupferdrähten durch Widerſtandsmeſſungen, indem man nach geeigneten Methoden (ſ. I. 1.) den Widerſtand vor Inbetriebſetzung und während des Betriebs mißt. Der Verſuch wird fortgeſetzt, bis konſtante Verhältniſſe eingetreten ſind. Die Maſchine ſoll auch auf Ueberlaſtungsfähigkeit unterſucht werden, und zwar ſoll nach den „Normalien u. ſ. w." die Maſchine für $^1/_2$ Stunde eine Ueberlaſtung von 25%, für 3 Minuten eine ſolche von 40% der normalen Leiſtung ohne Schaden aushalten.

Die Abhängigkeit der Spannung von der Belaſtung ſtellt man graphiſch dar, die entſtehenden Kurven nennt man Charakteriſtiken. Die Leerlaufscharakteriſtik (ſtatiſche Charakteriſtik) erhält man, indem man die Maſchine fremd erregt und für verſchiedene Erregungen den Erregerſtrom *im* und die elektromotoriſche Kraft der unbelaſteten Maſchine mißt. Die Tourenzahl ſoll dabei konſtant ſein. Gelingt es nicht, ſie konſtant zu halten, ſo kann man leicht auf konſtante Tourenzahlen reduzieren, da die elektromotoriſchen Kräfte den Tourenzahlen (bei konſtanter Erregung) proportional ſind. Die Belaſtungscharakteriſtik (dynamiſche Charakteriſtik) gibt bei einer belaſteten Maſchine die Beziehung zwiſchen dem Ankerſtrom und der Klemmenſpannung (äußere Charakteriſtik) oder der elektromotoriſchen Kraft (innere Charakteriſtik); die äußere Charakteriſtik der Nebenſchlußmaſchine kann auch auf den äußeren Strom i bezogen ſein. Die äußere Charakteriſtik beſtimmt man, indem man bei verſchiedener Belaſtung, aber konſtanter Tourenzahl, den äußeren Strom und die Klemmenſpannung mißt; die innere erhält man durch Rechnung, wenn man den Widerſtand des Ankers und der Magnetwicklung gemeſſen hat. Man trägt die Ströme als Abſziſſen, die Spannungen als Ordinaten auf. Die Leerlaufcharakteriſtik aller Maſchinen hat die Geſtalt einer Magnetiſierungskurve und gibt Aufſchluß darüber, wie hoch bei der normalen Spannung die magnetiſche Sättigung des Eiſens iſt und wie hoch etwa bei dieſer Tourenzahl die elektromotoriſche Kraft noch geſteigert werden kann. Die innere Charakteriſtik der Serienmaſchine hat anfangs auch den Verlauf einer Magnetiſierungskurve, bleibt aber wegen der Ankerreaktion immer mehr zurück, erreicht bei einer beſtimmten Belaſtung ein Maximum und nimmt dann wieder ab. Die äußere Charakteriſtik liegt um den Spannungsverluſt $i\,(w_a + w_m)$, der durch die Gerade AB (Fig. 33) dargeſtellt wird, tiefer. Die Charakteriſtik der Nebenſchlußmaſchine verläuft zunächſt horizontal, fällt dann wegen der Ankerreaktion bei gleichzeitig abnehmendem Erregerſtrom immer ſchneller und biegt bei einer maximalen Stromſtärke um (Fig. 34). Die Reihenmaſchine benutzt man im fallenden Aſt der Kurve, oberhalb des Knies, die Nebenſchlußmaſchine im erſten Teil der Kurve.

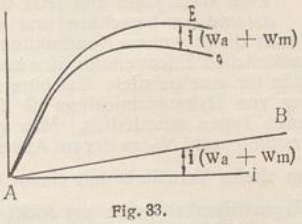


Fig. 33.

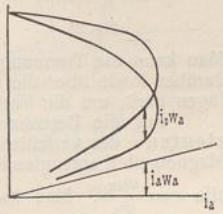


Fig. 34.

Außer der ſtatiſchen und dynamiſchen Charakteriſtik hat, namentlich bei Wechſelſtrommaſchinen, auch die Kurzſchlußkurve noch Intereſſe, welche man erhält, wenn man bei fremder Erregung den Anker durch einen Strommeſſer kurz ſchließt und die Erregung allmählich ſteigert, bis der höchſtzuläſſige Ankerſtrom erreicht iſt. Man kann ſich auch aus der Leerlaufs- und der Kurzſchlußcharakteriſtik ein Urteil bilden über das Verhalten der Maſchine bei normaler Belaſtung. Vgl. [1].

Der Wirkungsgrad oder das Güteverhältnis einer Dynamomaſchine kann entweder nur mit Berückſichtigung der elektriſchen oder der geſamten Verluſte beſtimmt werden. Im erſten Falle erhält man das elektriſche Güteverhältnis η, im letzten Falle das totale Güteverhältnis η'. Es iſt alſo bei einer ſtromerzeugenden Maſchine η = Nutzeffekt : (Nutzeffekt + elektriſcher Verluſt), η' = Nutzeffekt : (Nutzeffekt + geſamter Verluſt), bei einem Motor η = (Geſamteffekt — elektriſcher Verluſt) : Geſamteffekt und η' = (Geſamteffekt — geſamter Verluſt) : Geſamteffekt. Die elektriſchen Güteverhältniſſe beſtimmt man, indem man mit Strom- und Spannungsmeſſer den Nutzeffekt (beim Generator) bezw. den Geſamteffekt (beim Motor) mißt und aus den Widerſtänden die Verluſte berechnet. Das totale Güteverhältnis η' eines Motors beſtimmt man, indem man ſeine Nutzleiſtung durch Bremſung feſtſtellt und durch den gemeſſenen Geſamteffekt ei dividiert. Zur Meſſung der Nutzleiſtung kann man ſtatt eines Dynamometers (ſ. d.) auch eine Wirbelſtrombremſe verwenden. Durch den Motor wird eine Kupferſcheibe gedreht, welche ſich an den Polen eines kräftigen Elektromagneten vorbeibewegt. Dadurch werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wirbelſtröme erzeugt, welche die Scheibe feſtzuhalten oder den auf Schneiden gelagerten und ausbalancierten Elektromagneten mitzunehmen ſuchen. Das auf dieſen ausgeübte Drehmoment wird dadurch gemeſſen, daß ein Gewicht P auf einem Hebelarm bis zu einem Abſtand R verſchoben wird, für welchen ſich der Magnet im Gleichgewicht befindet. Multipliziert man das Drehmoment PR mit $2\pi n_B : 60$, wenn n_B die Umdrehungszahl der Scheibe iſt, ſo erhält man den Nutzeffekt E_n des Motors; in Watt iſt $E_n = 9{,}81 \cdot 2\pi n_B \cdot PR : 60 = 1{,}03\, n_B PR$, alſo $\eta' = 1{,}03\, n_B PR : ei$. Um η' für einen Generator zu erhalten, muß man die geſamten Verluſte beſtimmen, wozu außer den elektriſchen Verluſten noch die ſogenannte Leerlaufsarbeit $\mathfrak{E}_v$ gehört, nämlich die Effektverluſte durch Reibung ($\mathfrak{E}_R$), durch Hyſtereſis ($\mathfrak{E}_H$) und durch Wirbelſtröme ($\mathfrak{E}_W$). Man beſtimmt $\mathfrak{E}_v$ durch Verſuche, indem man die Maſchine unbelaſtet als Motor mit fremder Erregung laufen läßt und den Ankerſtrom J ſowie die Klemmenſpannung e, ferner den Erregerſtrom i und die Tourenzahl n mißt (Fig. 35). Zieht man von eJ den Effektverluſt im Anker $J^2 w_a$ ab, ſo erhält man EJ, und das iſt die Leerlaufsarbeit $\mathfrak{E}$. Dieſe Meſſung führt man bei konſtanter Erregung für verſchiedene Ströme J aus (mittels veränderlichen Anlaßwiderſtandes AW) und kann dann eine Kurve konſtruieren, indem man die Tourenzahlen als Abſziſſen und die $\mathfrak{E}_v$ als Ordinaten aufträgt. Beſtimmt man mehrere ſolche Leerlaufskurven für verſchiedene Erregungen, ſo kann man daraus für jede beliebige Tourenzahl und jede Erregung die Leerlaufsarbeit $\mathfrak{E}_v$ entnehmen. Das Güteverhältnis iſt dann, wenn $\mathfrak{E}$ der gemeſſene Nutzeffekt der Maſchine, $\mathfrak{E}_a$ der Effektverluſt im Anker, $\mathfrak{E}_m$ der im Magneten iſt, $\eta' = \mathfrak{E} : (\mathfrak{E} + \mathfrak{E}_a + \mathfrak{E}_m + \mathfrak{E}_v)$. Häufig iſt es von Intereſſe, die Verluſte zu trennen, alſo $\mathfrak{E}_v$ in die Beſtandteile zu zerlegen, wenn man z. B. ein mangelhaftes Güteverhältnis verbeſſern möchte. Man kann dann aus den Leerlaufskurven neue Kurven ableiten, die für eine beſtimmte Tourenzahl die Leerlaufsarbeit als Funktion der Erregung darſtellen. Man erhält z. B. die Kurve für die Tourenzahl n_1, indem man bei n_1 die Ordinaten aller Leerlaufskurven abmißt und als Ordinaten zu den entſprechenden Erregerſtrömen aufträgt. Verlängert man alle Kurven der zweiten Schar bis zur Ordinatenachſe, ſo geben die Schnittpunkte die Leerlaufsarbeiten bei der Erregung 0 an, d. h. die Reibungsverluſte. Damit iſt eine Kurve für die Reibung als Funktion der Tourenzahl gegeben. Zieht man von den erſten Kurven die Reibungsverluſte ab, ſo erhält man Kurven für $(\mathfrak{E}_H + \mathfrak{E}_W)$. Will man auch dieſe trennen, ſo beachte man, daß $\mathfrak{E}_H$ proportional n, $\mathfrak{E}_W$ aber proportional n^2 iſt, daß man alſo $(\mathfrak{E}_H + \mathfrak{E}_W) = a_H n + a_W n^2$ ſetzen kann. Entnimmt man nun aus den Kurven für $(\mathfrak{E}_H + \mathfrak{E}_W)$ zwei Wertepaare und ſetzt ſie in die Gleichung ein, ſo kann man a_H und a_W berechnen und damit $\mathfrak{E}_H$ und $\mathfrak{E}_W$ einzeln beſtimmen. Man kann die Trennung auch durch weitere Konſtruktion von Kurven ausführen. Ausführliches darüber ſowie über die zuſätzlichen Eiſenverluſte, die man den ſo gefundenen Verluſten hinzufügen muß, um die Verluſte für eine belaſtete Maſchine zu erhalten, ſ. [1], [2].

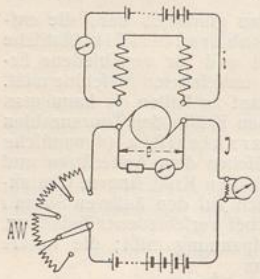


Fig. 35.

Für die Berechnung von Dynamomaſchinen iſt die Kenntnis des Streuungskoeffizienten ν der verſchiedenen Typen erforderlich. Man verſteht darunter das Verhältnis der im Magnetgeſtell erzeugten Kraftlinienzahl N_m zu der im Anker nutzbar gemachten Kraftlinienzahl N_0, alſo $\nu = \frac{\Phi_m}{\Phi_0}$. Man kann dieſes Verhältnis mit einem balliſtiſchen Galvanometer beſtimmen, indem man um einen Magnetſchenkel (nahe am Joch) und um den Anker Hilfsſpulen von gleicher Windungszahl legt; die letztere muß mitten vor der Polfläche liegen und die Breite der Polteilung beſitzen, z. B. bei einer vierpoligen Maſchine ein Viertel des Ankerumfanges umfaſſen. Die Maſchine wird dabei in normaler Weiſe erregt. Aendert man nun die Erregung, z. B. durch Schwächen oder Wenden des Stromes, ſo werden in den Spulen Elektrizitätsmengen induziert, welche in dem balliſtiſchen Galvanometer Ausſchläge bewirken. Das Verhältnis der Ausſchläge gibt den Streuungskoeffizienten ν.

Bei der Unterſuchung von Elementen oder Akkumulatoren iſt der innere Widerſtand zu meſſen (l. 1.), der bei Akkumulatoren auch aus den Dimenſionen und dem ſpezifiſchen Widerſtand der Säure (ca. 1,4 Ohm für 1 ccm) berechnet werden kann. Bei primären Elementen mißt man nach (l. 2.) die elektromotoriſche Kraft des unbelaſteten Elementes und unterſucht dann, wie das Element bei verſchiedenen Belaſtungen abnimmt und nach wie viel Ampèreſtunden es erſchöpft iſt. Bei Akkumulatoren genügt es meiſt, die Spannung mit einem Voltmeter zu meſſen, und zwar für jede Zelle und die ganze Batterie. Dann nimmt man eine Ladung und Entladung mit normaler Stromſtärke vor und beſtimmt die Lade- und Entladekurve (vgl. Akkumulatoren). Dabei kann man auch die aufgenommene und abgegebene Elektrizitätsmenge reſp. Energie beſtimmen. Iſt der Akkumulator in T_1 Stunden mit dem Strom J_1 geladen worden, ſo hat er $J_1 T_1$ Coulomb aufgenommen; hat er bei der Entladung T_2 Stunden J_2 Ampère gegeben, ſo iſt ſeine Kapazität in Ampèreſtunden $K = J_2 T_2$ und ſein Güteverhältnis in Ampèreſtunden $\eta = \frac{J_2 T_2}{J_1 T_1}$. War J nicht konſtant, ſo muß man in beſtimmten Intervallen meſſen und die ΣJT bilden. Ebenſo muß man auch verfahren, wenn man die elektriſche Energie meſſen will. Man beſtimmt dann die ΣeJT für die Ladung und für die Entladung (letztere iſt die Kapazität in Wattſtunden); das Verhältnis beider iſt das Güteverhältnis η' in Wattſtunden.

B. Magnetiſche Meſſungen.

Es ſoll hier nur die Meſſung derjenigen magnetiſchen Größen (ſ. Magnetismus) beſprochen werden, welche in der Elektrotechnik eine beſondere Rolle ſpielen (ſ. Elektro-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

magnetismus). Bei den Konstruktionen von Dynamomaschinen muß das magnetische Verhalten der dabei verwendeten Eisensorten bekannt sein. Man bestimmt das Verhalten des Eisens bei der Magnetisierung, indem man für verschiedene Werte der magnetisierenden Kraft H den jedesmaligen Grad der Magnetisierung, die magnetische Induktion B bestimmt. Stellt man die Beziehung zwischen H und B graphisch dar, so erhält man die Magnetisierungskurve des Eisens. Für das Güteverhältnis der Maschinen kommt die Beschaffenheit des Eisens auch noch insofern in Betracht, als bei fortgesetzten Ummagnetisierungen ein Effektverbrauch durch Hysteresis verursacht wird. In einigen praktischen Fällen (elektrische Bremsvorrichtung) spielt auch die Tragkraft oder Anziehungskraft der Magnete oder Elektromagnete eine Rolle.

1. **Bestimmung der Magnetisierungskurve.** Man magnetisiert ein Probestück aus dem zu untersuchenden Material durch eine Spule und bestimmt für verschiedene Grade der Magnetisierung H und B. H ergibt sich aus der Stromstärke und der Windungszahl und ist $H = 0{,}4\,\pi\,z\,i : l$, wobei l die Länge der mittleren Kraftlinie ist. Zur Bestimmung des jedesmaligen B gibt es verschiedene Methoden:

a) Mit dem Magnetometer. Die Magnetisierungsspule wird mit dem Eisenstabe in die Ostweströichtung gebracht, in die Verlängerung ihrer Achse eine Magnetnadel, welche unter dem Einfluß des magnetisierten Stabes um einen Winkel α abgelenkt wird. Dann ist die Intensität der Magnetisierung $J = r^3 H_e \left(1 - {}^1/_2 \frac{L^2}{r^2}\right) \operatorname{tg} \alpha \cdot 2\,q\,L$, wobei r den Abstand der Nadel von der Stabmitte, L die Stablänge, q den Querschnitt der Spule bedeuten. Bei Spiegelablesung kann man $\operatorname{tg} \alpha = n : 2\,A$ setzen und erhält $J = r^3 H_e \left(1 - {}^1/_2 \frac{L^2}{r^2}\right) n : 4\,q\,L\,A$. Hat man durch Messung des Stromes i auch $H = 0{,}4\,\pi\,z\,i : l$ bestimmt, so ist die Induktion $B = H + 4\pi J$. Da man den magnetischen Widerstand des Eisens vernachlässigt, setzt man für L die Spulenlänge. Das ist aber nur zulässig, wenn der Stab sehr lang ist im Verhältnis zu seinem Durchmesser (mindestens das 300fache). — Will man den Einfluß, welchen die Magnetisierungsspule selbst auf die Magnetnadel ausübt, beseitigen, so bringt man auf der andern Seite eine

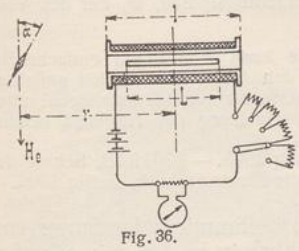


Fig. 36.

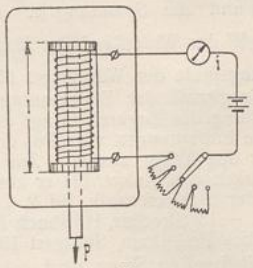


Fig. 38.

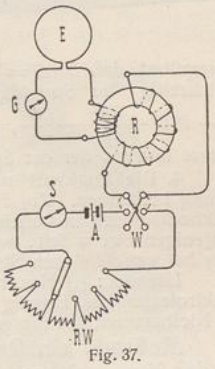


Fig. 37.

Kompensationsspule an, die man vor dem Einstecken des Magnetstabes so einstellt, daß für irgend einen Strom die Nadel auf Null bleibt. — Nach dieser Methode kann man auch die gesamte Hysteresisschleife bestimmen, indem man den Strom allmählich steigert, wieder abnehmen läßt, mit entgegengesetzter Richtung steigert und wieder abnehmen läßt.

b) Mit dem ballistischen Galvanometer. Unter A. I. 4 war zum Schluß als Beispiel für Messungen mit dem ballistischen Galvanometer die Bestimmung der Kraftlinienzahl Φ eines Magnetstabes gegeben worden. Die Messung ließe sich für einen Elektromagneten ausführen, den man samt der Magnetisierungsspule in die Induktionsspule steckt. Um aber die Schwierigkeit der Bestimmung des l zu umgehen, fertigt man aus der zu untersuchenden Eisensorte einen Ring an, auf welchem man die Magnetisierungsspule mit z und die Induktionsspule mit ξ Windungen anbringt (Fig. 37). Da man den Ring nicht in die Spule stoßen oder herausziehen kann, so wendet man den Strom, so daß sich die Kraftlinienzahl von $+\Phi$ auf $-\Phi$, also um $2\,\Phi$ ändert. Die dort abgeleitete Formel heißt dann $\frac{\xi\,2\,\Phi}{\xi_0\,2\,F\,H_e} = \frac{n}{n_0}$, woraus $\Phi = \frac{\xi_0\,F\,H_e}{\xi\,n_0} \cdot n$ folgt. Ist q der Querschnitt des Ringes, so ist die Induktion $B = \frac{\Phi}{q} = \frac{\xi_0\,F\,H_e}{\xi\,n_0\,q} \cdot n$. In der Formel $H = 0{,}4\,\pi\,z\,i : l$ ist für l der mittlere Umfang des Ringes zu setzen.

c) Messung mit dem Durchlässigkeitsmesser (Permeameter). Die Kraft, mit welcher ein Elektromagnet einen Anker anzieht oder festhält, ist $P = B^2\,q : 8\,\pi \cdot 981\,000$ kg. Mißt man die Kraft P durch Abreißen des Ankers, so kann man daraus B berechnen. Man erhält $P = \sim 5000\,\sqrt{P : q}$ (bezw. $P = 5000\,\sqrt{P : 2\,q}$ bei einem Hufeisenmagneten). Zur genauen Messung der Kraft P und zur genauen Bestimmung von l hat Silv. Thompson den in Fig. 38 dargestellten Apparat konstruiert. Der Probestab wird durch den Eisenrahmen in die Magnetisierungsspule gesteckt, so daß er an der inneren Rahmenwandung anliegt und hier angezogen wird. Man spannt nun eine Federwage, bis der Stab abreißt, und liest auf der Skala die Kraft P, an einem eingeschalteten Strommesser den Strom i ab. Will man den Einfluß der Spule selbst berücksichtigen, so setzt man $P = 5000\,\sqrt{P : q} + H$, wobei q den Querschnitt des Stabes bedeutet.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

In der Formel $H = 0{,}4\,\pi\,z\,i : l$ iſt für l der Abſtand der beiden inneren Rahmenflächen zu ſetzen, da der magnetiſche Widerſtand des Rahmens vernachläſſigt werden kann. Auf der Meſſung der magnetiſchen Zugkraft des magnetiſierten Eiſens beruht auch die Präziſionswage von Du Bois, bei welcher ein Laufgewicht auf einem Wagebalken zur Meſſung dient [2]—[4].

2. Zur **Meſſung der Intenſität magnetiſcher Felder** kann die Eigenſchaft des Wismuts verwendet werden, da es in einem magnetiſchen Felde ſeinen Leitungswiderſtand ändert. Ein dünner Wismutdraht iſt zu einer flachen Spirale bifilar aufgewickelt, ſo daß ſie z. B. zwiſchen Anker und Magnet einer Dynamomaſchine gebracht werden kann. Die Widerſtandsänderung gibt ein Maß für die Kraftlinienzahl pro Quadratzentimeter, und es entſprechen 1000 Kraftlinien etwa 5 % Widerſtandsänderung. Aus einer Eichkurve kann zu jeder Widerſtandsänderung die Kraftliniendichte abgeleſen werden.

3. Für die **Unterſuchung von Eiſenblechen in bezug auf Hyſtereſisverluſte** hat der Verband deutſcher Elektrotechniker beſtimmte Normalien aufgeſtellt und als „Verluſtziffer" des Eiſens den Wattverbrauch pro 1 kg für $B_{max} = 10000$ und 50 Perioden bei 30° feſtgeſetzt. Zur Ausführung der Meſſungen dient u. a. der Apparat von Epſtein (Fig. 39). Das zu unterſuchende Blech wird hierzu in Streifen geſchnitten, die mit Seidenpapier voneinander iſoliert und mit Iſolierband zu vier feſten Paketen vereinigt werden. Die Pakete werden in vier Magnetiſierungsſpulen geſchoben und zu einem Viereck zuſammengelegt und dann durch Spannvorrichtungen feſt aneinander gepreßt. Durch die Spulen ſchickt man einen Wechſelſtrom von 50 Perioden, den man ſo

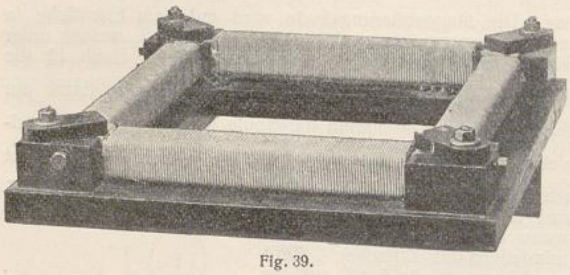


Fig. 39.

einreguliert, daß $B_{max} = 10000$ wird. Nun mißt man mit einem Wattmeter den Effekt $\mathfrak{E}$ und gleichzeitig die Stromſtärke i und die Spannung e. Dann iſt der reine Eiſenverluſt $= \mathfrak{E} - i^2 W - \frac{e^2}{w_1} - \frac{e^2}{w_2}$, wenn W der Widerſtand der Magnetiſierungsſpulen, w_1 der des Voltmeters und w_2 der der Spannungsſpule des Wattmeters iſt.

4. Die **Zugkraft oder Tragkraft der Elektromagnete** kann man durch einfache Belaſtung beſtimmen. Zur Feſtſtellung der Zugkraft bringt man den Anker des vertikal geſtellten Elektromagneten in verſchiedene Entfernungen vom Pol und ſtellt für verſchiedene Belaſtungen denjenigen Strom feſt, welcher den Anker anzieht. Zur Unterſuchung der Tragkraft belaſtet man bei verſchiedenen Stromſtärken den Anker, bis er abreißt.

Literatur: [1] Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 2, Leipzig 1905. — [2] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1907. — [3] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1906. — [4] Niethammer, Elektrotechniſches Praktikum, Stuttgart 1902. *Holzt.*

Meßrad, ein Rad mit breiter Spur und genau beſtimmtem Umfange von 1 oder 2 m, welches durch einen Stock wie ein Schubkarren in der zu meſſenden Linie fortgerollt wird. Die Länge wird durch ein auf der Achſe angebrachtes und durch die Umdrehungen getriebenes Zählwerk ermittelt. S. a. Meßwerkzeuge.

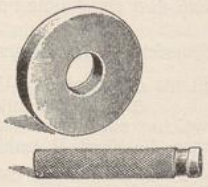
Die Genauigkeit entſpricht bei ſorgfältigem Gebrauch auf ebenen Straßen etwa der einer Längenmeſſung mit Meßlatten; in beſonderen Fällen, z. B. auf Eiſenbahnſchienen, iſt eine größere Genauigkeit erreichbar; auf unebenem Boden im Gelände iſt das Inſtrument zu genauen Meſſungen ungeeignet, immerhin aber für manche Zwecke, z. B. generelle Meſſungen auf Reiſen, mit Vorteil verwendbar. Genauigkeitsangaben ſ. in [2]—[4].

Literatur: Die beim Art. Geodäſie genannten Lehrbücher, beſonders [1] Bauernfeind, Elemente der Vermeſſungskunde. — [2] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2. — [3] Zeitſchr. d. Oeſterr. Arch.- u. Ingen.-Vereins 1875, S. 45 (Tinter). — [4] Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen 1877, S. 241 (Schlebach) und S. 333 (Lorber). *(† Reinhertz) Hillmer.*

Meßrädchen, ſ. Rektifizierinſtrumente.

Meßringe, ſ. Meßwerkzeuge.

Meßſcheibe, genau geſchliffene Stahlſcheibe (ſ. die Figur), dient zum Kontrollieren der in Werkſtätten benutzten Toleranzrachenlehren (ſ. Meßwerkzeuge), wozu zwei ſich um die zugelaſſene Toleranz unterſcheidende Scheiben notwendig ſind, ferner als Vergleichsmaße zum Einſtellen von Taſtern, Schublehren, Mikrometern und andern Meßinſtrumenten. *A. Widmaier.*



Meßſchnüre, ſ. Längenmeßinſtrumente.

Meßtiſch, Meßtiſchaufnahme. I. Der Meßtiſch (menſula, Menſel), ein Zeichentiſch T (Fig. 1), der auf einem Stativ S über einem Meſſungspunkte horizontal aufgeſtellt werden kann. Durch ein Lineal L mit der Abſehvorrichtung aa können die Richtungslinien nach andern Meſſungspunkten

unmittelbar auf den Zeichentiſch aufgezeichnet werden. Die Hauptteile des Meßtiſches ſind das Stativ mit dem Stativkopf, die Zeichenplatte und das Lineal mit der Abſehvorrichtung, entweder ein Diopterlineal oder eine Kippregel.

1. **Stativ und Stativkopf.** Das ſtabil konſtruierte Stativ oder Dreibein trägt den Stativ- oder Meßtiſchkopf. Dieſer muß der Zeichenplatte eine feſte Unterlage geben, außerdem aber eine bequeme Horizontierung, Verſchiebung und Drehung der Platte zur ſicheren Zentrierung und Orientierung der Zeichnung über den Meſſungspunkten geſtatten. Durch mehrfache Verbeſſerungen dieſes wichtigen Inſtrumentteiles ſind im Laufe der Zeit verſchiedene Meßtiſchkonſtruktionen entſtanden. Es ſind zur Anwendung gekommen: Kugelgelenk-, Dreifuß-, Stellplatten- und Keilkopfhorizontierung, Verſchiebung auf dem Stativ und Schlittenbewegung auf dem Schiebekreuz, Drehung um Vertikalachſen und Ringdrehung. Dabei ſind verſchiedene Arten der Feinbewegung verwendet, gezahntes Rad mit Schraube ohne Ende, Integral- und Differentialſchrauben, Zentral- und Ringklemmen mit Mikrometerſchrauben u. ſ. w. Auf die Einzelheiten dieſer verſchiedenartigen Anordnungen kann hier nicht eingegangen werden. Es mögen nur genannt werden die älteren und neueren Konſtruktionen von Reichenbach, darunter der Glockentiſch, die von Ertel, Bauernfeind [2], Geyer [2], [3] und Jähns ſowie die verſchiedenen Konſtruktionen der preußiſchen Landesaufnahme, wie die älteren Modelle von Baumann und die Stative von Breithaupt, Modell 1874 und 1875 [4]—[7]. Fig. 2 zeigt das ſogenannte deutſche Normalſtativ von Breithaupt, Fig. 3 ein Modell von Ertel [8].

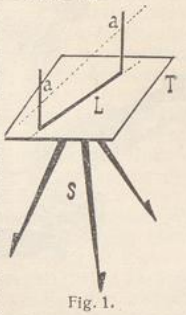


Fig. 1.

2. Die **Zeichenplatte**, das Tiſchblatt oder die Planchette, iſt ein quadratförmiges Reißbrett von 40—60 cm Seitenlänge. Damit ſie ſich durch Witterungseinflüſſe nicht verzieht, wird ſie aus parkettartig zuſammengeleimten, feinfaſerigen Holztafeln ſorgfältig hergeſtellt. Auf die Platte wird mit geſchlagenem Eiweiß gutes Zeichenpapier, am beſten Whatman, überall glatt aufliegend aufgeſpannt. Die durch die Meßtiſchaufnahme entſtehende Karte, das Meßtiſchblatt, iſt das einzige Dokument der ganzen Meſſung. Sorgfältige Schonung und Schutz gegen Witterungseinflüſſe durch eine Schutzdecke ſind daher geboten. Beim Gebrauch wird die Platte nach einer Doſen- oder einer Kreuzlibelle horizontal geſtellt.

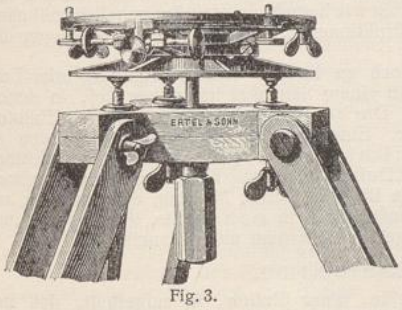


Fig. 3.

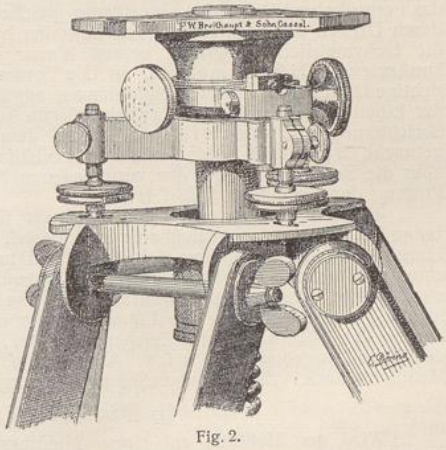


Fig. 2.

3. **Diopterlineal** und **Kippregel.** Nach dieſen beiden Inſtrumenten werden die Richtungslinien auf das Meßtiſchblatt gezeichnet. Das Diopterlineal oder die dioptriſche Regel iſt die einfachſte Vorrichtung. Es eignet ſich nur für geometriſche Meſſungen. Durch Okularſpalt oder Lochreihe und Objektivfaden (ſ. Diopter) wird eine lotrechte Abſehebene gewonnen. Die Ziehkante des Lineals liegt in dieſer Ebene; eine geringe Abweichung iſt unſchädlich (Fig. 1). — Ende des 18. Jahrhunderts trat an Stelle des Diopterlineals das Perſpektivlineal oder die Fernrohrkippregel. Die Kippregel einfachſter Form (ſ. die ſchematiſche Fig. 4) iſt ein Lineal L, das eine Säule S trägt. An der Säule iſt eine Kippachſe k gelagert. Ein rechtwinklig zur Kippachſe ſtehendes Zielfernrohr F kann um dieſe ſo gekippt werden, daß die Abſehebene durch die Linealkante geht. Zur Lotrechtſtellung der Abſehebene dient eine auf der Kippachſe oder parallel zu dieſer am Fuße der Säule oder auf dem Lineal angebrachte Röhrenlibelle. — Wird das Fernrohr der einfachen Kippregel mit Diſtanzfäden (ſ. Diſtanzmeſſer) ausgerüſtet, ſo erhält man die diſtanzmeſſende Kippregel; kommt ein Höhenkreis oder Höhenbogen mit der zugehörigen Röhrenlibelle hinzu, ſo entſteht die tachymetriſche oder Univerſalkippregel. — Die Verwendung von diſtanzmeſſenden Schrauben (ſ. Diſtanzmeſſer) iſt wegen der verhältnismäßig unſicheren Aufſtellung der Kippregel auf dem Meßtiſch nicht zu empfehlen. — Die einfache Kippregel dient nur zu rein geometriſchen Meſſungen, die tachymetriſche Kippregel zur Meßtiſchtachymetrie bezw. Topographie.

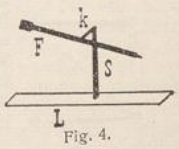


Fig. 4.

Die Kippregeln, namentlich die tachymetriſchen, zeigen im einzelnen manche Abweichungen, beſonders in bezug auf die Anordnung des Höhenkreiſes und der Libellen. Zur

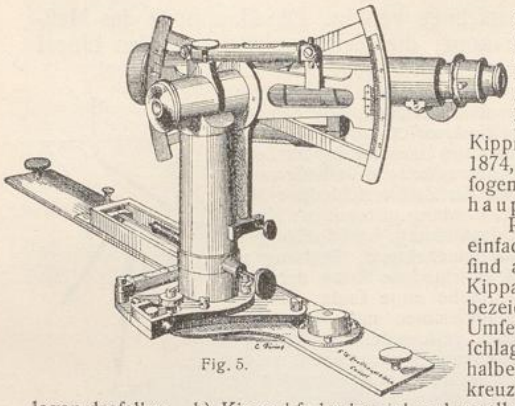


Fig. 5.

Orientierung iſt meiſtens eine Kaſtenbuſſole auf dem Lineal angebracht. Als weſentlichſte Konſtruktionen ſind zu erwähnen diejenigen von Reichenbach, Ertel, Geyer [1]—[3], ferner die verſchiedenen Modelle der preußiſchen Landesaufnahme, wie die däniſche Kippregel, die Breithauptſche und die Modelle 1874, 1875 und 1882 [4]—[6]. — Fig. 5 zeigt die ſogenannte deutſche Normalkippregel von Breithaupt.

Prüfung der Kippregel. Die bei der einfachen Kippregel zu ſtellenden Anforderungen ſind a) Abſehlinie des Fernrohrs rechtwinklig zur Kippachſe. Prüfung durch Anzielen eines ſcharf bezeichneten Punktes, Ziehen der Richtungslinie, Umſetzen der Kippregel an der Linie, Durchſchlagen des Fernrohrs und Berichtigung der halben ſich zeigenden Abweichung an den Fadenkreuzſchrauben. Bei umlegbarem Fernrohr Umlegen desſelben. b) Kippachſe horizontal und parallel zur Achſe der Richtlibelle bezw. zur Linealfläche. *α*) Iſt eine Reiterlibelle auf der Kippachſe vorhanden, ſo Parallelſtellen der Libellenachſe und Kippachſe durch Umſetzen der Libelle (ſ. d.), Horizontieren derſelben und danach Einſtellen der Richtlibelle. *β*) Bei feſter Libelle Kippen an einem Lotfaden und Anziehen der Achſenſchraube, bis der Lotfaden beim Kippen in allen Punkten durch das Fadenkreuz gedeckt erſcheint, oder Herabloten eines hochgelegenen Punktes in zwei Fernrohrlagen, Anziehen der Achſenſchraube, bis der hochgelegene und der mittlere untere Lotpunkt beim Kippen am Fadenkreuz erſcheinen; danach Einſtellen der Richtlibelle. c) Parallelität von Abſehlinie und Ziehkante des Lineals. Es genügt, wenn dieſe Forderung inſoweit erfüllt iſt, daß die Zielungen durch das Fernrohr und längs der Linealkante gleichzeitig einen Punkt treffen. Berichtigung eventuell durch Drehen der Tragſäule, wozu zuweilen beſondere Vorrichtungen angebracht ſind. — Für die tachymetriſche Kippregel kommt hinzu: d) Beſtimmung und Prüfung der Diſtanzmeſſerkonſtanten (ſ. Diſtanzmeſſer). e) Die Forderung, daß der Höhenkreis in einer Fernrohrlage richtige Höhenwinkel bezw. Zenitdiſtanzen angibt. Die Prüfung iſt abhängig von der Anordnung der Libellen und Nonien. Die zweckmäßigſte Anordnung iſt die mit Alhidadenlibelle. Ueber die Berichtigung ſ. Höhenwinkel. Iſt auf dem Fernrohr eine ſogenannte Nivellierlibelle angebracht, ſo ſoll deren Achſe parallel zur Abſehlinie ſein wie beim Nivellierinſtrument. Einzelheiten über die Berichtigung bei den verſchiedenen Konſtruktionen ſ. [1] und [4]—[7]. — Wegen der Prüfung der Orientierbuſſole ſ. Buſſole.

4. Als **Zubehör** zum Meßtiſchapparat iſt noch zu nennen eine Lotgabel oder Lotzange, d. i. ein zuſammenlegbarer Holzwinkel. An einem Schenkel hängt ein Lot, in deſſen Linie eine Marke des andern Schenkels fallen muß. Die Vorrichtung dient zum ſcharfen Einloten eines Meßtiſchpunktes über einem Geländepunkte. Eine Prüfung erfolgt durch Abloten in zwei Lagen. Andre Zubehörſtücke ſind eine Anſchlagnadel (ſ. d.) oder eine Anſchlagſchneide zum Anſchieben des Lineals, ferner eine Doſen- oder eine Kreuzlibelle zur Horizontierung des Tiſches und die Zeichenhilfsmittel, wie Bleiſtift, Nadel, Maßſtab, der zuweilen auf dem Lineal angebracht iſt, u. ſ. w. Alles dies wird aufgehoben in einer Taſche, dem ſogenannten Meßtiſchbeſteck. Zur diſtanzmeſſenden Kippregel gehört außerdem die Diſtanzlatte.

II. Die Meßtiſchaufnahme.

Wird der Meßtiſch auf einem Meſſungspunkte, einer Station, ſo aufgeſtellt, daß bei horizontaler Tiſchplatte der zugehörige Punkt der Zeichnung genau lotrecht über dem Feldpunkte ſich befindet und im Fernrohr diejenigen Zielpunkte eingeſtellt erſcheinen, an deren Bilder die Linealkante angelegt wird, ſo iſt er zentriert und orientiert. Zentrierung und Orientierung müſſen mit Unterſtützung der Orientierbuſſole, der Lotgabel und der Anſchlagnadel durch Verſchieben der Platte auf dem Stativ und durch Drehen und Feinbewegung ſcharf hergeſtellt werden.

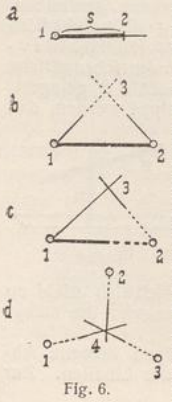


Fig. 6.

1. **Die Punktbeſtimmung.** a) Wenn auf dem genau orientierten Meßtiſch das Lineal ſcharf an den Bildpunkt angelegt und gleichzeitig der zu beſtimmende Punkt mit dem Fernrohr eingeſtellt wird, ſo ergibt die am Lineal ausgezogene Linie die Richtungslinie oder den Rayon an. Wird die Entfernung *s* gemeſſen und mit dem Maßſtab in der entſprechenden Verjüngung eingetragen (Fig. 6, *a*), ſo iſt der neue Punkt 2 beſtimmt oder ſtationiert; er kann wieder als Meßtiſchſtation dienen. In der Meßtiſchpraxis wird das Verfahren bezeichnet als Viſieren und Meſſen oder Rayonnieren und Meſſen. Bei der diſtanzmeſſenden Kippregel tritt an Stelle der unmittelbaren Meſſung die Diſtanzmeſſung. b) Auf zwei Meßtiſchſtationen 1 und 2 werden die Richtungslinien nach einem dritten Punkt 3 gezogen; der Strahlenſchnitt beſtimmt die Lage des Punktes (Fig. 6, *b*), Vorwärtseinſchneiden auch Vorwärtsabſchneiden oder Viſieren und Schneiden, Rayonnieren und Schneiden. c) Auf einer Meßtiſchſtation 1 wird die Richtungslinie nach 3 gezogen; der Meßtiſch wird nach 3 gebracht und nach 3—1 orientiert; 2 wird angezielt, und durch den Schnitt von 3—1 und 3—2 wird der Neupunkt 3 beſtimmt (Fig. 6, *c*), Seitwärtseinſchneiden oder Seitwärtsabſchneiden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

d) Eine Station 4 wird dadurch beſtimmt, daß der Meßtiſch auf derſelben aufgeſtellt und der Schnitt der Strahlen von 4—1, 4—2 u. ſ. w. nach den gegebenen Punkten 1, 2 u. ſ. w. hergeſtellt wird (Fig. 6, *d*), Rückwärtseinſchneiden. Die Löſung kann entweder auf direktem Wege geſchehen durch Auftragen der beſtimmenden Richtungen auf Pauspapier und Einpaſſen in das Punktſyſtem oder nach vorläufiger Orientierung und Annahme eines genäherten Punktes durch Richtungslinien nach dieſem Punkte hin. Falls der Punkt nicht innerhalb der Zeichnungsgenauigkeit richtig iſt, entſteht eine fehlerzeigende Figur, aus der auf die Lage des endgültigen Punktes nach beſtimmten Regeln geſchloſſen werden kann (Lehmanns Satz und Theorie der proportionalen Perpendikel). Endlich kann der Punkt mit mechaniſchen Hilfsmitteln wie dem Einſchneidezirkel (ſ. d.) ermittelt werden. In der Praxis wird meiſtens die Methode der genäherten Orientierung und Punktbeſtimmung aus der fehlerzeigenden Figur angewendet (ſ. Rückwärtseinſchneiden). e) Auf einer neu zu beſtimmenden Station wird der Meßtiſch aufgeſtellt und nach der Buſſole genau orientiert; ein ſcharf bezeichneter gegebener Punkt wird angezielt, die Richtungslinie gezogen und die Entfernung wird beſtimmt und eingetragen. Dieſes Verfahren, der Lattenüberſchlag, iſt bei kurzen Abſtänden und zuverläſſiger Buſſolenangabe praktiſch ſehr bequem [4].

2. Handelt es ſich um eine **Meſſung geringen Umfangs**, z. B. die Aufmeſſung einer geometriſchen Figur, etwa eines Vielecks, ſo wird in der Regel unterſchieden: a) Polarmethode. Innerhalb der aufzumeſſenden Figur wird der Meßtiſch in einer geeigneten Station, dem Pol, aufgeſtellt, und nach dem unter 1 a genannten Verfahren werden die übrigen Eckpunkte beſtimmt. b) Baſismethode. Von den beiden Endpunkten einer paſſend gelegenen und gut zu meſſenden Standlinie aus werden die übrigen Eckpunkte durch Vorwärtseinſchneiden (ſ. 1 b) beſtimmt. c) Umfangs-, Polygonalmethode. Die Figur wird als Polygonzug durch Aufſtellung auf allen Eckpunkten und Meſſung der Strecken beſtimmt. Das Verfahren iſt umſtändlich, bietet aber durch Abſchluß auf den Anfangspunkt oder einen andern gegebenen Punkt eine Probe. Weiteres hierüber in [1].

3. **Die Meßtiſchaufnahme im großen.** a) Geometriſche Spezialmeſſung. Der Meßtiſchaufnahme im großen, insbeſondere zur Landesaufnahme, muß eine Triangulierung (ſ. d.) zugrunde gelegt werden. Die Triangulation wird entweder, wie z. B. bei einer Gemarkungsvermeſſung, auf Grund einer Baſismeſſung auf dem Meßtiſch graphiſch unter Anwendung der verſchiedenen Methoden des Einſchneidens oder mit dem Theodolit ausgeführt. Durch Auftragen der aus der Theodolitmeſſung berechneten geographiſchen oder rechtwinkligen Koordinaten (ſ. d.) erhält man auf jedem Meßtiſchblatt einer Landesaufnahme eine Anzahl von Stationen. Nach dieſen werden die für die Einzelaufnahme noch erforderlichen Meßtiſchſtationen durch Vorwärts-, Seitwärts- und Rückwärtseinſchneiden oder auch durch die Polygonalmethode u. ſ. w. beſtimmt. Für die Einzelaufnahme kommen hierbei beſonders in Betracht: Viſieren und Schneiden, die hauptſächlichſte Methode der älteren öſterreichiſchen Kataſtervermeſſung, Viſieren und Meſſen mit der diſtanzmeſſenden Kippregel, die hauptſächlichſte Methode der bayriſchen Landesvermeſſung [9], oder weitgehende Anwendung der unmittelbaren Längenmeſſung auf Grund der graphiſch beſtimmten und abgeſteckten Hauptlinien, die ältere Parallelmethode der württembergiſchen Landesvermeſſung [9]. b) Für die topographiſche Meßtiſchaufnahme wird die vollſtändige tachymetriſche Kippregel mit Diſtanzfäden und Höhenkreis erforderlich. Das Verfahren entſpricht dem vorſtehend angegebenen unter Hinzunahme der tachymetriſchen Höhenmeſſung nach gegebenen Höhenfeſtpunkten (ſ. Tachymetrie). Die gewonnenen Höhenzahlen werden unmittelbar in das Meßtiſchblatt eingetragen; danach werden die Horizontalkurven entworfen. Dieſes Verfahren iſt z. B. dasjenige der topographiſchen Aufnahme der preußiſchen Landesaufnahme, ſpeziell dargeſtellt in [4] oder auch [5]—[7]. Bei den älteren topographiſchen Meßtiſchaufnahmen iſt eine ſpezielle tachymetriſche Höhenmeſſung nicht zur Anwendung gekommen (ſ. a. Topographie).

4. **Bedeutung der Meßtiſchaufnahme.** Der Meßtiſch wurde durch Prätorius in Altdorf (mensula praetoriana) mit Beginn des 17. Jahrhunderts allgemein bekannt. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts war er beſonders in Deutſchland und Oeſterreich eins der wichtigſten geometriſchen Inſtrumente. Für die Kartographie brachte die Ausbreitung der Meßtiſchaufnahme einen weſentlichen Fortſchritt mit ſich. Geſtützt auf die Triangulierung, erleichterte die Meßtiſchaufnahme den Schritt von den mit Buſſole, Quadrant, Meßſchnur und Schrittmaß gewonnenen Landeskrokis (ſ. Kroki) zu einer zuſammenhängenden ſyſtematiſchen Aufnahme. Dieſe erreichte beſonders in den exakten graphiſchen Landesvermeſſungen Bayerns (1808—1837) in 1 : 5000 und Württembergs (1818–1840) in 1 : 2500 ihren Höhepunkt. Nach der erſten Hälfte des 19. Jahrhunderts iſt die Meßtiſchaufnahme in Deutſchland für die Spezialvermeſſungen, insbeſondere die modernen Kataſtervermeſſungen, mehr und mehr in den Hintergrund getreten und in Zukunft für alle Neuaufnahmen ausgeſchloſſen (ſ. Kataſter), während ſie in Oeſterreich auch jetzt noch neben der Linearmethode in Gebrauch iſt (vgl. [10]). Für die topographiſchen Aufnahmen wird ſie ſo lange noch von Bedeutung bleiben, als nicht die durch ſpezielle Höhenmeſſungen vervollſtändigten Ergebniſſe der ſpeziellen Landesvermeſſung zur Herſtellung der topographiſchen Karten zur Verfügung ſtehen (vgl. Landesvermeſſung). Für ſpezielle techniſche Vermeſſungen der Ingenieurpraxis (Eiſenbahnbau) iſt die Meßtiſchaufnahme gegenüber der zahlenmäßigen Tachymetrie (ſ. d.) nur wenig in Betracht gekommen. Für Aufnahmen im Hochgebirge wird neuerdings an Stelle der Meßtiſchtachymetrie vielfach Anwendung von der Photogrammetrie (ſ. d.) gemacht. Die Genauigkeit der Meßtiſchaufnahme iſt weſentlich abhängig von dem Verfahren, den Unterlagen, dem Maßſtab u. ſ. w. Einen Ausdruck für die Genauigkeit findet man in der Angabe, daß ſie derjenigen einer exakten Zeichnung entſpricht, bei welcher der Fehler der Punkte innerhalb $\pm 0{,}1$ mm bleibt und die Richtungsgenauigkeit im günſtigſten Fall etwa durch $\pm 1'$ ausgedrückt werden kann.

Literatur: [1] Der Meßtiſch und die Meßtiſchaufnahme ſind ausführlich behandelt in den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beim Art. Geodäſie unter [4]—[10] genannten Lehr- und Handbüchern, vgl. auch die Literaturangabe zum Art. Geodätiſche Inſtrumente. — [2] Bauernfeind, Elemente der Vermeſſungskunde, Stuttgart 1890, S. 240. — [3] Schmidt, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1893, S. 335. — [4] Vorſchrift für die Topographiſche Abteilung der Landesaufnahme, 2 Hefte, Berlin 1898. — [5] Koßmann-Nicolai, Die Feldkunde und militäriſche Geländedarſtellung, 7. Aufl., Berlin 1904. — [6] v. Rüdgiſch, Inſtrumente und Operationen der niederen Vermeſſungskunſt, Kaſſel 1875. — [7] Schulze, Das militäriſche Aufnehmen, Leipzig und Berlin 1903. — [8] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1887, S. 179. — [9] Jordan-Steppes, Das deutſche Vermeſſungsweſen, Stuttgart 1882, Bd. 2. [10] Finanzminiſterium, Inſtruktion zur Ausführung von Vermeſſungen mit Anwendung des Meßtiſches u. ſ. w., Wien 1907. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Meßtiſchblatt, Bezeichnung für die auf dem Meßtiſch hergeſtellten Karten, insbeſondere diejenigen der topographiſchen Landesaufnahme, welche nach Koordinatenlinien bezw. Gradabteilungen (ſ. Gradabteilungskarte) eingeteilt ſind. Weiteres ſ. Meßtiſch und Karte. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Meßtransformator, ſ. Umformer.

Meſſungsliniennetz, in der Geodäſie, das auf dem Dreiecks- und Polygonnetz gegründete, für exakte Spezialvermeſſungen erforderliche Netz der Meſſungslinien; ſ. Stückvermeſſung. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Meßwerkzeuge finden in Werkſtätten Verwendung zum Meſſen von Längen, Dicken, Weiten, Tiefen und Winkeln bezw. dienen zum Uebertragen dieſer Größen. Die Genauigkeit der Meſſungen und die dadurch bedingte Bauart der Meßwerkzeuge wird je nach der Verſchiedenheit der Arbeitsſtücke, dem Verfahren bei ihrer Herſtellung und dem Zweck ihrer ſpäteren Verwendung verſchieden ausfallen. Wann die genauen und teuern, wann die ungenaueren und billigen Verfahren zweckmäßiger ſind, läßt ſich nur von Fall zu Fall entſcheiden. Die Herſtellung eines Werkſtückes in beſtimmter Form und Größe kann entweder nach den Maßen einer Werkzeichnung oder nach einem entſprechend genau wiederzugebenden (zu kopierenden) Muſterſtücke oder Modell erfolgen. Im erſteren Falle iſt man von der Genauigkeit des benutzten Maßſtabes und der zum Uebertragen der Maße verwendeten Hilfswerkzeuge abhängig, im letzteren Falle nicht.

Maßſtäbe. Zum Feſtſtellen ſolcher Abmeſſungen, die von einer geraden Linie beſtimmt ſind, erſcheint ein gerader Stab (der Maßſtab), der auf einer oder mehreren Kanten entlang die landesübliche Maßteilung trägt, als das geeignetſte Mittel. Der Querſchnitt des Maßſtabes iſt ein rechteckiger, trapezförmiger oder dreieckiger. Als Material für Herſtellung der Maßſtäbe wird benutzt: Eiſen, Stahl, Meſſing, Elfenbein, Holz (Weißbuche, fehr biegſame, aus türkiſchem Buchsbaumholz u. ſ. w.), Glas, Gewebe u. ſ. w. Ueber die zur Herſtellung von Normalmaßen geeigneten Metalle vgl. [1]. Maßſtäbe, die man bequem in der Taſche tragen will, werden mit Gelenken (Scharnieren) zum Zuſammenlegen eingerichtet (Gelenkmaßſtab, Klappmaßſtab, Schmiege) und fehr zweckmäßig mit beſonderen Sperrungen ausgerüſtet, die bei ausgeſtrecktem Stabe die Drehbarkeit der einzelnen Scharniere aufheben. Bewährt iſt in dieſer Richtung die Ausführung von C. Bube in Hannover [2]. Gelenkmaßſtäbe hat man auch noch mit beſonderen Zeigern, Marken und mit Einteilungen verſehen, die graphiſch aufgetragene Funktionen darſtellen (z. B. Sinusfunktion u. ſ. w. beim Schubertſchen Univerſalmaßſtab [2*]). Man kann dann die Glieder des Maßſtabs auch auf Winkel (von z. B. etwa 10—170°) einſtellen, ſo daß es dadurch möglich wird, Polygone aufzureißen, Kreisausſchnitte als Bruchteile des ganzen Kreiſes aufzutragen, Schrägen an Balken auszuſchneiden u. ſ. w. Je nachdem die Maßeinheit der Länge des Maßſtabs ſelbſt entſpricht oder je nachdem das Maß zwiſchen je zwei Marken (Strichen), die etwas von den Enden abſtehen, das Maß enthalten, unterſcheidet man die Maßſtäbe als Endflächen- und als Strichmaße. In der Metallinduſtrie teilt man ferner die Maße noch ein in Normalmaße, die alſo das wirkliche Maß als Länge haben, und in Maßſtäbe mit Schwindmaß, die im Verhältnis der Schwindung gegoſſener Gegenſtände vergrößert ſind.

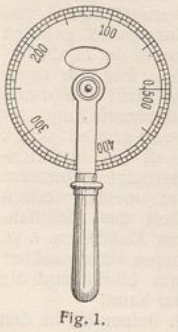


Fig. 1.

Für Meſſungen großer Längen eignet ſich gut das Meßband oder Bandmaß (ſ. d.), das bei bedeutender Länge wenig Raum einnimmt und in ſcheibenförmiger Büchſe aus Metall oder Leder auf einer Spindel aufgerollt iſt (daher auch Rollmaß). Wegen der Biegſamkeit kann man damit auch den Umfang runder Körper leicht meſſen. Die Maßſtäbe können ſowohl durch unmittelbares Anlegen der Teilpunkte des Maßſtabs an die Endpunkte der zu meſſenden Längen benutzt werden, als auch zum mittelbaren Meſſen und Einteilen unter Zuhilfenahme von andern Meßinſtrumenten (Zirkeln, Lehren u. ſ. w.). Befindet ſich zwiſchen den beiden Endpunkten der zu meſſenden Länge eine gerade Fläche, ſo kann die Entfernung gemeſſen werden, indem man ein (meiſt gerändeltes) Rad bekannten Umfangs — ein Meßrad — von einem Endpunkt zum andern rollt und die ganzen Drehungen wie die Bruchteile derſelben zählt. Derartige Rollmaße werden vielfach von Keſſelſchmieden und Schiffswerften zur Ausmittlung von abzuwickelnden Längen u. ſ. w. auch auf nichtebenen Flächen benutzt (Fig. 1).

Das Anlegen des Maßſtabs und unmittelbare Ableſen der Länge bezw. die Benutzung des Meßrads und ſeiner Verwandten iſt nicht immer möglich;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

es muß dann ein mittelbares Meſſen eintreten. Als Hauptmeßwerkzeuge ſind hier anzuführen Zirkel, Taſter, Tiefmaße, Stichmaße, Lehren, Schublehren, Winkel-, Parallelmaße u. a.

Zirkel. Die Anwendung der gewöhnlichen Zirkel zum Meſſen und Einteilen ſowie zum Zeichnen von Kreisbögen und Kreiſen darf als bekannt angenommen werden. In den Werkſtätten kommen folgende verſchiedene Arten zur Anwendung: Gerader Scharnier- oder Spitzzirkel (Fig 2), deſſen beide Schenkel durch ein Gelenk (Scharnier) zuſammenhängen. Die Spitzen ſind entweder mit dem Schenkel aus dem Ganzen gearbeitet oder beſonders eingeſteckt (durch Druckſchrauben gehalten). Die beim Schmieden gebrauchten Zirkel dieſer Gattung nennt man wohl auch Feuerzirkel. Zuweilen macht man die Schenkel ein wenig nach einwärts krumm, damit auch bei etwas großer Oeffnung die Spitzen nicht zu ſchief aufſtehen. Iſt die Aufgabe geſtellt, um ein kreisrundes Loch einen damit konzentriſchen Kreis zu beſchreiben, ſo wird in den einen Fuß eine dicke kegelförmige Spitze geſteckt, die nicht ganz in das Loch einſinkt, oder man körnt bei größeren Bohrungen den Mittelpunkt in einen in das Loch eingeſpreizten Steg an. Um eine beſtimmte Oeffnung des Zirkels längere Zeit ſicher erhalten zu können, wird der eine Schenkel mit einem Kreisbogen verſehen, an den der andre mit einer Klemmvorrichtung (Druckſchraube, Keil, Exzenter u. ſ. w.) feſtgehalten wird. Einen neueren derartigen Bogenzirkel in Hommelſcher Ausführung zeigt Fig. 3. Federzirkel (Fig. 4). Die Schenkel hängen miteinander durch eine bogenförmige Feder zuſammen, die ſtrebt, den Zirkel bis zum äußerſten Grade zu öffnen; eine Schraube iſt mit dem einen Schenkel verbunden, die Mutter drückt gegen den andern. Früher war die Schraube (wie der Bogen bei den Bogenzirkeln) gekrümmt, jetzt ſchließt man die gerade Schraube drehbar an den Schenkel an und gibt der Mutter eine Unterlagſcheibe *R* mit Kugelſtützung nach innen. Fig. 5 zeigt eine neue Ausbildung der Stellmutter *m* für raſch ausführbare Verſtellung. Stangenzirkel (Fig. 6). Er wird da angewendet, wo man ſehr großer Oeffnung bedarf, und auch dann, wenn zur Herſtellung genauer Einteilungen eine ſenkrechte Stellung der Spitzen unerläßlich iſt. Um den Abſtand der beiden Spitzen genau regeln zu können, iſt die eine meiſt durch eine Mikrometerſchraube zum Verſtellen eingerichtet.

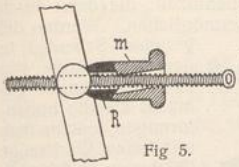


Fig 5.

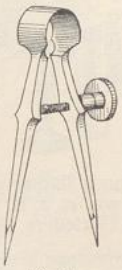
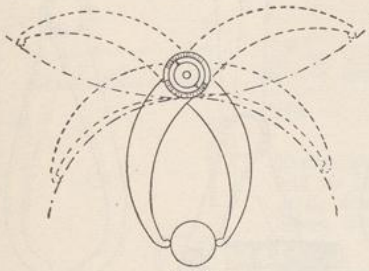

Fig. 4.


Fig. 3.


Fig 2.


Fig. 8.

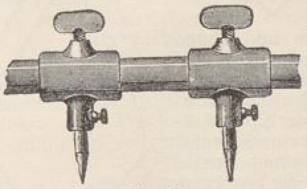

Fig. 6.


Fig. 7.

Von den Meßwerkzeugen, die mit Fühlflächen ausgerüſtet ſind, ſollen der Reihe nach beſchrieben werden ſolche, deren Fühlflächen an Hebeln ſich befinden, ſodann ſolche, deren Fühlflächen geradlinig verſchoben werden, und endlich ſolche mit feſten Fühlflächen. Die erſte Gruppe läßt ſich unter dem Sammelnamen Taſter zuſammenfaſſen.

Taſter (Taſtzirkel, Greifzirkel) [3]. Um bei der Verarbeitung von Zylindern und andern teils runden, teils nichtrunden Körpern die Dicke derſelben zu meſſen, gebraucht man Zirkel mit ſtark einwärts gekrümmten Schenkeln und ſtumpfen Enden (Dickzirkel, Fig. 7). Uebrigens ſind dies teils Scharnierzirkel mit oder ohne Bogen und Feinſtellung, teils Federzirkel. Ein kleiner Federdickzirkel (zum Meſſen der Triebe, Triebachſen u. ſ. w.) wird von den Uhrmachern als Triebmaß bezeichnet; hierbei ſind die Schenkel ſelbſt als Federn ausgebildet. Man hat die Greifzirkel auch ſo konſtruiert [4], daß ſich bei kleinen Schenkellängen große Kreiſe ihrem Durchmeſſer nach aus drei Punkten beſtimmen laſſen. Die Benutzung läßt Fig. 8 ohne weiteres erkennen; der Taſter kann ſowohl für gewölbte wie für hohle Flächen benutzt werden. Mit dem einen Schenkel iſt eine Marke feſt verbunden, die auf der empiriſch hergeſtellten Kreisteilung des andern Schenkels die Ableſung des Kreisdurchmeſſers geſtattet. Auch Schublehren und Tiefenmeſſer hat man in dieſer Weiſe umkonſtruiert (vgl. z. B. Fig. 17). Doppelte Dickzirkel ſind ſolche, deren Schenkel die Geſtalt eines S haben und in der Mitte durch ein Scharnier miteinander verbunden ſind, ſo daß das Werkzeug in ganz geſchloſſenem Zuſtande die Form der Ziffer 8 darbietet; die beiden Enden geben ſtets einerlei Oeffnung. Auch kann, während man mit dem einen Schenkelpaar eine Dicke mißt, das Maß an dem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zweiten Paare beobachtet werden in Fällen, wo die Geſtalt des Arbeitsſtückes eine Verrückung des Zirkels beim Abziehen unvermeidlich macht. Zuweilen ſind an ſolchen doppelten Zirkeln die Schenkel der einen Seite gerade, die andern gebogen (vgl. Fig. 9). Auch hier kann man — wie Fig. 9 zeigt — Maßſtäbe anbringen, um die Weite direkt ableſen zu können, bezw. kann man Mikrometerſchrauben zur Feinmeſſung und Feinſtellung benutzen, die dann durch Auskuppeln ein raſches Verſtellen ermöglichen. Werden die geraden Schenkel in dem Verhältniſſe von 22:7 (π) länger gemacht als die bogenförmigen, ſo kann man mit dieſem Werkzeuge (Röhren- oder auch Rohrzirkel) bequem die Abwicklung von Röhren u. ſ. w. beſtimmen; er wird in dieſer Form von den Klempnern gebraucht. Für feinere Meſſungen wird die Schenkelüberſetzung noch ſtärker gemacht; Fig. 10 zeigt ein derartiges Werkzeug, das ſogenannte Zehntelmaß, wie es z. B. von den Uhrmachern zum genauen Meſſen geringer Dicken, wie von Uhrfedern, feinen Drähten u. ſ. w., gebraucht wird. Da

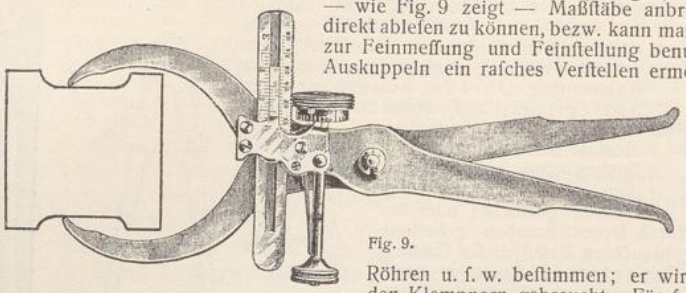


Fig. 9.

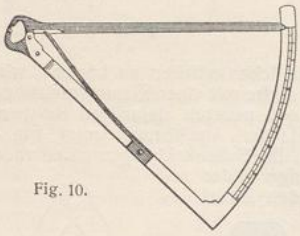


Fig. 10.

es auch zum Meſſen und Unterſuchen der zarten Zapfen der Räderwellen auf ihre gleichmäßige Dicke hin dient, wird es auch als Zapfenzirkel, Zapfen- oder Spindelmaß bezeichnet. Der eine Schenkel wird wohl auch mit einem Nonius ausgerüſtet, der dann die bequemen Ableſungen von Unterteilungen an der Gradleiter des andern Schenkels geſtattet, bezw. wird die Bewegung auf ein Zeigerwerk in ſehr ſtarker Ueberſetzung übertragen (Mikrometertaſter).

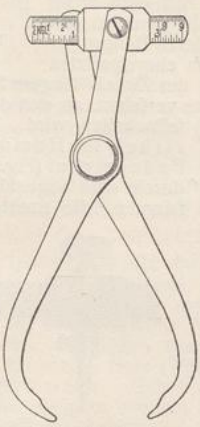


Fig. 12.

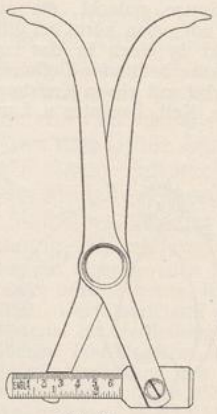


Fig. 13.



Fig. 11.

Lochzirkel, Hohlzirkel, Lochtaſter, Tanzmeiſter [6] haben die Beſtimmung, den Durchmeſſer von Höhlungen feſtzuſtellen. Die einfachen Hohlzirkel beſtehen aus zwei durch ein Scharnier verbundenen Schenkeln, deren äußerſte Enden auswärtsgebogen und ſtumpf ſind. Höhlungen, die im Innern ſich erweitern, können damit nicht gemeſſen werden; für ſolche Fälle verlängert man die Schenkel jenſeits des Scharniers und verbindet mit einer der Verlängerungen einen Gradbogen oder einen empiriſch geteilten Maßſtab, auf dem der andre als Zeiger ſich bewegt. Ein einfacher Dickenzirkel wird ohne weiteres als Hohlzirkel brauchbar, wenn man ſeine bogenförmigen Schenkel um das Scharnier dergeſtalt dreht, daß die Enden derſelben nicht gegeneinander, ſondern auseinander ſehen. In Fig. 11—13 iſt ein ſolcher Greifzirkel für Loch- und Dickenmeſſung (D.R.G.M. Nr. 14076, Gebr. Reber in Eßlingen) wiedergegeben, der in ſeiner zuſammengeklappten Form (Fig. 11) bequem in den Taſchen zu tragen iſt. Auch die Hohlzirkel werden als Federzirkel, mit Feinſtellung, mit ſtarken Ueberſetzungen u. ſ. w. ausgeführt. Für beſtimmte Zwecke kann es von Vorteil ſein, die Taſtſchuhe des Taſters beide nach einer Richtung hin abzubiegen [7].

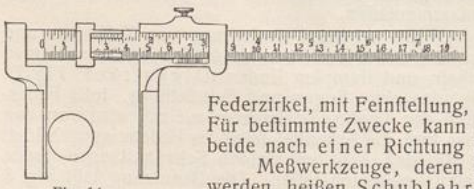


Fig. 14.

Meßwerkzeuge, deren Fühlflächen geradlinig verſchoben werden, heißen Schublehren, Schraublehren, Meßmaſchinen, Tiefenmaße, beſondere Ausführungen der Stichmaße.

Schublehren, Schieblehren [8]. Die Bauart der Schublehren entſpricht jener der Stangenzirkel; die eine Fühlfläche iſt meiſt feſt mit einem Maßſtabe verbunden, die zweite wird parallel mit ſich ſelbſt auf demſelben verſchoben. Fig. 14 gibt eine Schublehre mit Schleppſchieber und Nonius wieder, deren Gebrauch ohne weiteres einleuchten dürfte, während Fig. 15 eine ſogenannte Präziſionsſchublehre darſtellt, bei welcher eine durch Schraube betätigte Feinſtellung vorgeſehen iſt. Die nach oben gerichteten Schenkel ſind ausgekröpft, damit man auch über vorſtehende Teile (Knöpfe u. ſ. w.) hinweg zu meſſen vermag, während die nach unten

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gerichteten Schenkel derartig abgefetzt find, daß man ihre Schnäbel außen zu Lochmeffungen benutzen kann. Um die Kerndurchmeffer von Gewinden meffen zu können, werden die Schnäbel wohl befonders fcharfkantig geformt. Die Feftftellung des beweglichen Schenkels kann durch Federreibung, Schraube, Keil- oder Exzenterftellvorrichtungen erfolgen. Die Schmiede verwenden zur Feffhaltung von gleichzeitig zwei Maßen vielfach eine Doppelfchublehre, welche in der Mitte einen feften Schenkel und rechts und links davon z. B. einen beweglichen Schenkel hat. Auch beide Schenkel hat man beweglich ge-

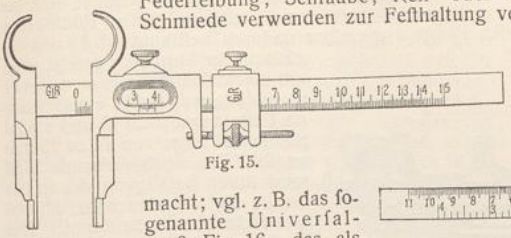


Fig. 15.

macht; vgl. z. B. das fogenannte Univerfalmaß Fig. 16, das als Schieblehre, Lochmaß, Stangenzirkel, Anfchlag-, Kreuz- und Keilbahnwinkel gebraucht werden kann.

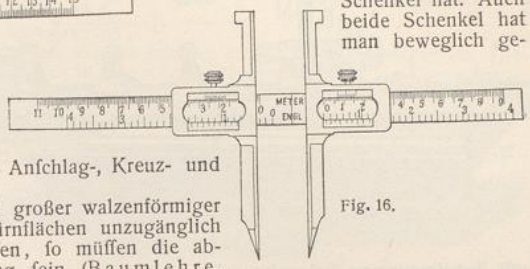


Fig. 16.

Will man den Durchmeffer fehr großer walzenförmiger Körper (z. B. von Bäumen), deren Stirnflächen unzugänglich find, mit der Schublehre direkt meffen, fo müffen die abftehenden Schenkel entfprechend lang fein (Baumlehre, Baummaß, Gabelmaß); um fie für den Transport weniger fperrig zu machen, führt man die Schnäbel nach innen herein klappbar und den Maßftab aus zwei ineinander fchiebbaren Teilen aus (Bauart Bube-Hannover), oder aber man benutzt in analoger Art wie bei Fig. 8 eine befondere Durchmefferteilung (Fig. 17).

Das Pfeilermaß der Uhrmacher ift eine Schublehre, bei welcher der geführte Schenkel mittels einer durch ihn hindurch gehenden Schraubenfpindel bewegt wird.

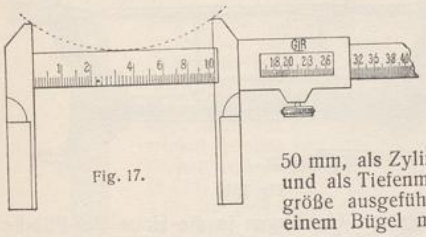


Fig. 17.

Der F. Fifcherfche Dickenmeffer (Piknometer) [10], bei dem die Bewegung eines Meßkeiles (f. weiter unten) auf ein Zeigerwerk übertragen wird, kann gleichfalls zu den Schublehren gerechnet werden. Er eignet fich insbefondere zur Dickenmeffung für Papier u. dergl.

Schraublehren [11]. Diefe Werkzeuge find als Dickenmeffer bis zu einer Meßgrenze von 50 mm, als Zylinderftichmaße (f. weiter unten) jedoch bis 2500 mm und als Tiefenmaße (f. weiter unten) wieder mit befchränkter Meßgröße ausgeführt. Die Dickenmeffer (Fig. 18) beftehen aus einem Bügel mit einer feftgefchraubten und einer beweglichen Fühlfläche, die mit der Mikrometerfchraube in Verbindung ift, deren Teildrehungen entweder durch die Einteilung einer Rohrhülfe, einer Trommel oder einer Teilfcheibe angezeigt werden, während die vollen Drehungen, der Steigung der Mikrometerfchraube entfprechend, auf der Skala an der Bügelhülfe abgelefen werden können. Unterabteilungen der Trommeldrehung werden in neuerer Zeit durch einen Nonius angezeigt, und dadurch, daß man die allzu feinen Teilungen zu vermeiden

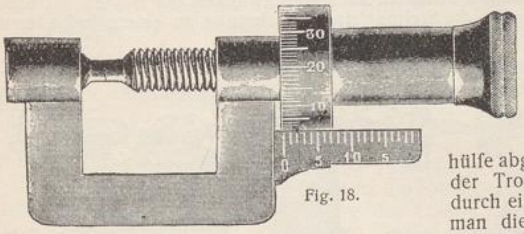


Fig. 18.

fucht und auch der Mikrometerfchraube eine größere Steigung gibt (Differenzfchraube), ftrebt man nicht nur eine größere Dauer, fondern auch eine leichtere Ablefung bei demfelben Teilungsgrad an. Auch den Hauptfeind diefer Meßvorrichtungen, den toten Gang der Meßfchraube, fucht man mit allen Hilfsmitteln zu befeitigen.

Um bei ftarken Ueberfetzungen den Druck nicht zu groß werden zu laffen, bezw. um die Meffungen immer bei einem beftimmten Drucke auszuführen, vollführt man den Antrieb der Mikrometerfchraube unter Zuhilfenahme einer regelbaren Reibungskupplung (Gefühlsfchraube). Befondere Ausführungsarten von Schraublehren vgl. [11].

Zu den Schraublehren gehören auch die Feinmeßmafchinen, bei welchen die Endflächenmeffung benutzt wird. Das bereits von Beffel empfohlene Verfahren der Endflächenmeffung, in welcher die Beobachtung fich hauptfächlich auf die Empfindung der Gefühlsnerven gründet, ift auch für die Feinarbeiten (zur Herftellung von Lehren u. f. w.) höchft bedeutungsvoll und läßt fich mit einfacheren Hilfsmitteln fchärfer durchführen als die Strichmeffung. Das Endmeßverfahren in höchfter Vollendung auch durchgeführt zu haben ift ein großes Verdienft des Mafchinenbauers Sir Jofeph Whitworth, welcher in feiner Meßmafchine [12] eine Schraubenlehre gefchaffen hat, die ein fehr genaues Meffen unter beftimmtem Druck geftattet. Whitworth beobachtet den Druck mittels der entftehenden Reibung, die durch eine langfam finkende Fühlplatte geregelt wird.

Feinmeßmafchinen dienen nicht nur zum Vergleich von Werkftück und Lehre, fondern auch zur Anfertigung der Lehre mit genauer Beziehung auf die Maßeinheit. Die Mafchine von Pratt & Whitney (Fig. 19) trägt auf ihrem Bette zwei Docken, D_1 D_2. Docke D_1 ift als

feſtgeſtellt zu betrachten, Docke D_2 iſt durch eine feine und grobe Einſtellung verſchiebbar, erſtere iſt bei *f* angedeutet, letztere erfolgt von Hand aus nach Lüftung der Klemmen, welche in der Figur weggelaſſen ſind. Jede Docke trägt einen Bolzen mit ſtumpfer, zur Ebene des Bettes genau ſenkrechter Endfläche. Beide polierten Endflächen ſind ſo genau parallel, daß ſie ſich, wenn D_2 an D_1 geſchoben wird, vollkommen berühren. Zwiſchen dieſen Endflächen wird der zu meſſende Körper gefaßt, deſſen Länge *l* mittelbar dadurch beſtimmt wird, daß ſie zunächſt in Vergleich geſetzt wird mit einem Maßſtabe *m m*, welcher gleichfalls wagerecht etwas tiefer am Bette angebracht iſt und die zu meſſende Länge von 25 zu 25 mm angibt. Das übrigbleibende Maß wird durch Betätigung der an der Docke D_2 angebrachten Mikrometerſchraube *s* beſtimmt. Die Meſſung zerfällt in zwei Teile und wird in folgender Weiſe durchgeführt. Die Docke D_2 wird, nachdem die Meßſchraube und ihr Teilkopf *t* auf Null geſtellt ſind, an D_1 zuerſt von Hand aus, hierauf

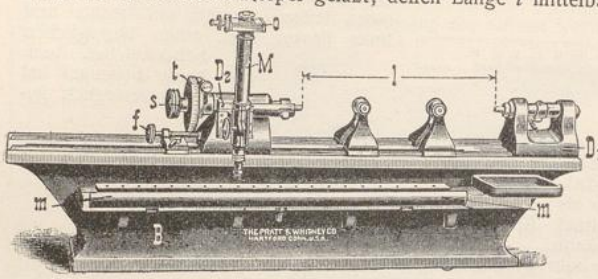


Fig. 19.

mit Benutzung von Schraube *f* ſo angeſchoben, daß ſich die Endflächen der Bolzen mit dem richtigen Drucke berühren und dann das Fadenkreuz des Mikroſkopes *M* durch Benutzung des Okularmikrometers *o* auf den Nullſtrich der Maßſtabteilung eingeſtellt. Hierauf wird D_2 um die beiläufige Menge (nach 25 mm) des zu meſſenden Stückes nach auswärts geſchoben, bis das Fadenkreuz mit dem gewünſchten Teilſtrich ſtimmt und D_2 feſtgeſtellt

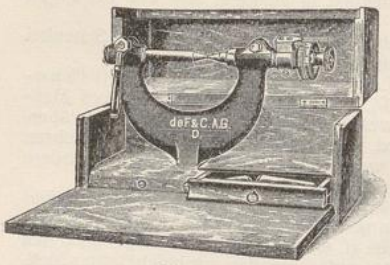


Fig. 19a.

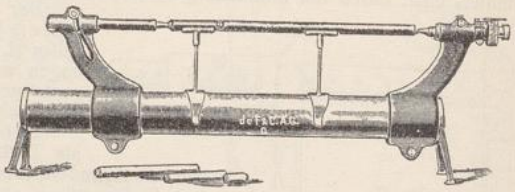


Fig. 19b.

iſt; ſodann wird das zu meſſende Stück auf geeigneten Unterlagen in die Höhe der Pflöcke gebracht und durch Betätigung der Schraube *s* das zu Meſſende zwiſchen die Bolzen mit dem richtigen Drucke geklemmt. Darauf lieſt man die Stellung der Meßſchraube an einem beſonderen

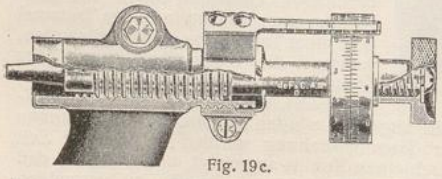


Fig. 19c.

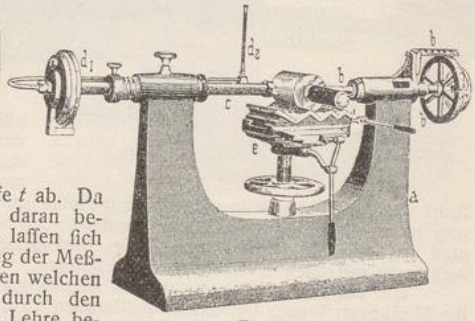


Fig. 19d.

in $^1/_2$ mm geteilten Maßſtabe und am Teilkopfe *t* ab. Da die Schraube $^1/_2$ mm Steigung hat und die daran befeſtigte Scheibe *t* in 500 Teile geteilt iſt, ſo laſſen ſich $^1/_{1000}$ mm ableſen. Die überaus zarte Berührung der Meßflächen erzielt man mittels Hilfsbacken, zwiſchen welchen ſich eine winzige, glasharte, zylindriſche, durch den Druck einer leichten Spiralfeder feſtgehaltene Lehre befindet. Dank der eigenartigen Beſchaffenheit dieſer äußerſt empfindlichen Einrichtung erzielt man eine ſofortige gleichmäßige Berührung der Meßflächen, ſowohl bei der Einſtellung auf Null als beim Einbringen irgend eines andern Längenmaßes. Fig. 19a zeigt eine amerikaniſche Feinmeßmaſchine in Schraublehrenform, wie ſie von de Fries & Co. in Düſſeldorf in den Handel gebracht wird, Fig. 19b eine ſolche in Stangenzirkelform und Fig. 19c den Querſchnitt des Kopfes der beiden. Die Maſchinen ſind zum Nehmen von Außenmaßen beſtimmt und genügen bezüglich ihrer Genauigkeit allen Anſprüchen, die in der modernen Maſchinenpraxis geſtellt werden. Ohne weitere Berechnungen läßt ſich mittels dieſer Maſchine bis zu $^1/_{100}$ mm und, wenn mit Noniuseinrichtungen verſehen, bis zu $^1/_{1000}$ mm ableſen. Das Spindelgewinde iſt auf der Tragſeite flach, auf der andern koniſch und bewirkt ſo einen Ausgleich bei etwa eintretendem Verſchleiß; die Maßſtange iſt in einem ſolchen Winkel zum Teilrade angeordnet, daß ein Irrtum beim Ableſen eines Maßes gänzlich ausgeſchloſſen iſt. Die Gleichmäßigkeit des Druckes zwiſchen den Angriffspunkten wird dadurch gewährleiſtet, daß die ränderierte Mutter durch die Reibung einer einſtellbaren Schraubenfeder feſtgehalten wird.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Soll die Maschine über 25 mm messen, so geschieht die Einstellung mit Hilfe von Normalstichmaßen, die mit Gummi überzogen sind, wodurch Längenunterschiede, die durch die Handwärme entstehen können, vermieden werden. In Fig. 19d ist eine Reineckersche Feinmeßmaschine dargestellt, bei der sich ein bestimmter Druck unter Benutzung einer Dosenfühlplatte und eines Standrohres einstellen läßt. Die Meßspindel mit dem Teilrade ist bei *b* in dem Hauptgestelle *a* gelagert, *c* ist der Einstellzylinder mit dem Fühlbolzen, d_1 das Membrangehäuse mit der Leitung nach dem Haarröhrchen d_2. Der Tisch *e* dient zur Aufnahme der schwereren zu messenden Körper und läßt ein Einstellen nach drei zueinander senkrechten Richtungen zu. Die zum Vergleich dienenden Endmaße werden auch hier zum Schutz gegen Rost und Handerwärmung in der Mitte mit Gummiüberzügen versehen. — Schraublehren finden ferner ausgedehnte Verwendung als Stichmaße [13], zum Messen des inneren Durchmessers von Dampfzylindern, Röhren u. s. w. Fig. 20 zeigt ein solches für kleinere Weiten, für größere Maße werden sie zum Schieben und Schrauben ausgeführt. Fig. 21 verdeutlicht ein einfacheres Zylindermaß, welches nur zum Schieben eingerichtet ist. Der Hohlkörper trägt den Nonius; die Einsatzstange, die im unteren Teil der Figur für sich dargestellt ist, trägt den Maßstab und ist nach Bedarf auswechselbar. Dieses Stichmaß kann unter Umständen auch als Tiefenmaß gebraucht werden.



Fig. 20.

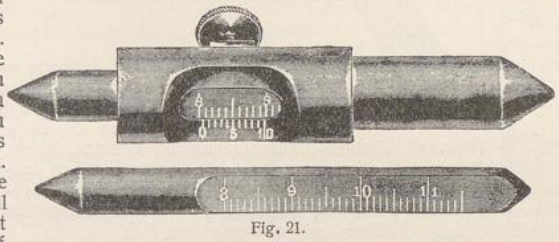
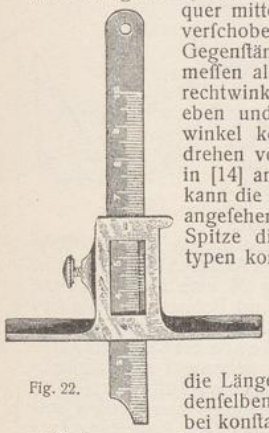


Fig. 21.

Ein vielfach benutztes Tiefenmaß (auch Ausdrehwinkel, Lochwinkel, Schubwinkel genannt) hat die Gestalt eines rechtwinkligen Kreuzes (Fig. 22), in dem ein Lineal quer mitten durch den Anschlag gesteckt ist und nach Erfordernis verschoben werden kann. Bei Gefäßen und andern hohlen Gegenständen kann mit diesem Werkzeug sowohl die Tiefe gemessen als auch untersucht werden, ob die Wand der Höhlung rechtwinklig gegen die Oberfläche steht und ob der Boden völlig eben und mit der Oberfläche parallel ist. Der Name Ausdrehwinkel kommt von der Anwendung des Instruments beim Ausdrehen von Höhlungen. Mannigfache Abänderungen finden sich in [14] angegeben. Als ein Tiefenmaß mit Mikrometerschraube kann die sogenannte Matrizensonde oder der Justierpunkt angesehen werden, die mittels einer nach unten zu schraubenden Spitze die Tiefe der Matrizen für die Gußformen der Schrifttypen kontrollieren läßt.

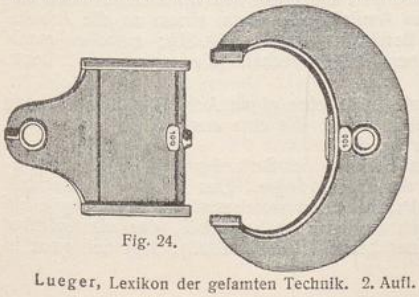

Fig. 22.

In analoger Weise, wie man den Taster zur Bestimmung eines Kreisdurchmessers durch Angabe des Winkels zweier gleichlangen Sehnen benutzen kann (vgl. Fig. 8), oder die Schublehre, indem man für eine konstante Pfeilhöhe des Bogens die Länge der Sehne ermittelt (vgl. Fig. 17), kann man für denselben Zweck einen Tiefenmesser benutzen, indem man bei konstanter Spannweite die betreffende Pfeilhöhe des Bogens mißt bezw. an der empirischen Teilung des Lineals direkt den Durchmesser des Kreises (der gewölbten oder hohlen Fläche) abliest [15].



Fig. 23.

In neuerer Zeit, wo die Arbeitsteilung namentlich in der Massenerzeugung außerordentlich weit getrieben ist, finden die Meßwerkzeuge mit festen Fühlflächen, die sogenannten Lehren, die ausgedehnteste Anwendung, und zwar dergestalt, daß für Vollkörper Hohlkörper und für Höhlungen Vollkörper als Lehren dienen (vgl. Blechlehre oder Blechklinke, Bd. 2, S. 52, und Drahtlehre, Bd. 3, S 32). Am verbreitetsten sind im Maschinenbau wegen der ausgedehnten Benutzung der am leichtesten genau herzustellenden zylindrischen Voll- und Hohlkörper die Lehrbolzen und Lochlehren (Kaliber und Kaliberringe) [16].


Fig. 24.

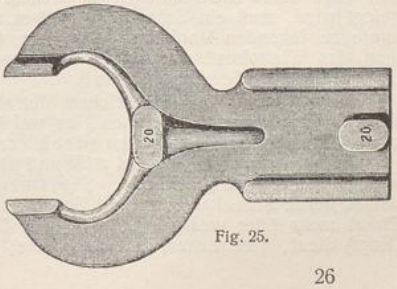


Fig. 25.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Am empfehlenswertesten sind in bezug auf Genauigkeit die gehärteten Lehrringe und Lehrbolzen aus Gußstahl (Fig. 23); weniger genau, doch im Betriebe sehr handlich und bequem sind die offenen Lehren oder Loch- und Tasterlehren, sogenannte Klinken aus Gußstahl (Fig. 24 und 25); am wenigsten sind gußeiserne Lehrringe und Lehrbolzen der unvermeidlichen Abnutzung wegen anzuraten. Die Sätze werden gegenwärtig von 5—200 mm in jeder gewünschten Abstufung geliefert. Um das Gewicht für die großen Lehrbolzen abzumindern, wird der Bolzenkörper nicht nur ausgespart, sondern außerdem noch aus einem spezifisch leichten Metall (z. B. Aluminiumlegierung) hergestellt, während der Mantelkörper des Lehrbolzens und die Futterbüchse des Ringes aus Gußstahlrohr gefertigt, gehärtet und geschliffen wird. (Auf diese Normalkaliber hat H. Hommel in Mainz Musterschutz erhalten.)



Fig. 29.


Fig. 27.



Fig. 26.

Mit Rücksicht auf die Reibung und das Schmiermaterial gibt man bei der Herstellung der zusammenarbeitenden Paare nach der Lehre etwas Spielraum. Um hierbei nicht von der Erfahrung der Arbeiter abhängig zu sein, werden für diesen Zweck auch besondere Differenzlehren (Doppel-, Zwiefel-, Toleranzkaliber) benutzt, bezw. hat man die Lehren mit nachstellbaren Flächen ausgerüstet [16*]. Auch zur Bestimmung der Maßdifferenz warm aufgezogener Teile hat man besondere Meßwerkzeuge angegeben [17].


Fig. 28.


Fig. 30.

Für das Messen sehr geringer Dicken benutzt man die sogenannten Meßringe. Sie werden aus an den Enden abgerundeten Drahtstücken durch Biegen derselben hergestellt; ihre genaue Weite gibt man ihnen durch vorsichtiges Hämmern nach Maßgabe häufiger Versuche an mustergültigen Dicken. Zur Bestimmung von Lochweiten benutzt man ferner den Meßkeil (auch Differentiallochlehre genannt, Kalibersstab, Kalibermaß, weil man in Gewehrfabriken die Weite der Läufe damit mißt), Fig. 26.

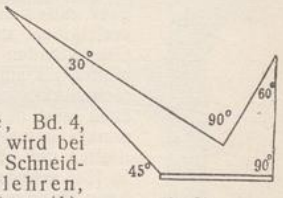


Fig. 31.

Die im Art. Gewindelehre, Bd. 4, S. 490, durch Fig. 1 dargestellte Form wird bei Herstellung der Gewindebohrer und Schneidkluppen benutzt (Normalgewindelehren, Normalmutterlehren nach Whitworth). Bei der Herstellung der Schrauben verwendet man dagegen vielfach die in Fig. 27 wiedergegebene Form; die Schlitze dienen zur Abmessung der äußeren Durchmesser der zu schneidenden Schrauben, die Löcher entsprechen der Kernstärke und dienen gleichzeitig zum Einpassen der Lochbohrer, während Fig 28 eine Mutterlehre verdeutlicht, wie solche für Abmessungen der Schlüsselbreite, Höhe und Bohrung der Muttern sowie Stärke des Bolzens und Höhe des Bolzenkopfes bestimmt ist. Für Kontrolle der Gewindeform und der Steigung werden die durch Fig. 2 in Gewindelehre erkennbaren Arten von Schablonen benutzt, auch für das Schleifen der Gewindestähle gebraucht man ähnliche Lehren eine Spiralbohrerschleiflehre gibt Fig. 29 wieder. Auch die Richtplatte [18] und Richtschiene können als hier aufzuzählende Lehren zur Erzeugung von Ebenen aufgefaßt werden, wie man anderseits zur Prüfung zusammengesetzterer Profile (wie Radreifen u.s.w.) besondere Meßwerkzeuge (Tyresprofile) konstruiert [19].

Winkelmaße [20]. Die Winkelmaße der Metallarbeiter bestehen meist aus Metall (Stahl, Eisen), die der Holzarbeiter aus Holz.

Das gewöhnliche oder eigentliche Winkelmaß, auch Winkelhaken oder schlechtweg Winkel genannt, welches als aus zwei rechtwinklig aneinander gefügten Linealen bestehend angesehen werden kann, dient teils zum Prüfen rechtwinkliger Kanten, überhaupt zur Untersuchung, ob zwei benachbarte Flächen unter rechtem Winkel zueinander liegen (wobei man den inneren Winkel desselben an die Arbeit legt), teils zur Prüfung einspringender rechter Winkel, wozu man es mit feinen äußeren Rändern anschlägt, teils um Linien rechtwinklig gegen den Rand eines Arbeitsstückes zu ziehen. Im letzteren Falle, wo das Winkelmaß flach aufgelegt wird, muß ein Schenkel desselben mit einem Anschlage (d. h. einem an die Arbeitskante zu legenden Vorsprunge) versehen sein (Anschlagwinkel, Fig. 30); zuweilen macht man das Winkelmaß doppelt, so daß es die Form eines T erhält (Kreuzwinkel bezw. doppelter Anschlagwinkel).

Ein Winkelhaken, an welchem der eine Schenkel um seine eigne Achse drehbar ist, kann dazu dienen, von zwei Flächen, an welche er gelegt wird, die eine aus einem Punkte nach allen Richtungen zu bestreichen (drehbarer Winkel [21]).

Andre als rechte Winkel mißt und überträgt man mittels des Schrägmessers, Schrägwinkels, Schrägmodels, Stellwinkels, der Schmiege. Das ist ein Winkelmaß, dessen beide Schenkel durch ein Scharnier verbunden sind und welches sich demnach wie ein Zirkel mehr oder weniger öffnen läßt. Gewöhnlich ist der eine Schenkel, der als Anschlag (Kopf) dient, viel dicker, und der andre, ein dünnes Lineal (Zunge, Blatt), legt sich ganz in

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

einen Spalt des erſteren, wenn das Werkzeug geſchloſſen wird. Man hat auch ein doppeltes Schrägmaß von der Geſtalt eines T, wobei das Scharnier mitten in dem Anſchlage liegt (hierher gehört das ſogenannte Kreuzmaß der Schriftgießer).

Das Gehrmaß dient, um den halben rechten Winkel (Gehrung = 45°, ſ. d.) und folglich auch deſſen Ergänzungswinkel (135°) anzuzeichnen. Man gibt dem Gehrmaße mehrerlei Geſtalten. Am einfachſten gleicht es einem Winkelmaße bis auf den Umſtand, daß die beiden Schenkel ſtatt des Winkels von 90° einen Winkel von 135° bilden. Oft verlängert man den Anſchlag über den Scheitel hinaus, ſo daß das Werkzeug ungefähr die Form eines T erhält (enthält alſo dann beide Winkel 45° und 135°). Manchmal wird dagegen der Anſchlag ſo abgekürzt, daß er in der Breite gar nicht, vielmehr nur in der Dicke über das Blatt vorſpringt.

Die Achtkante (gebraucht beim Zuſammenſetzen von Hölzern zum Achteck) iſt dem Gehrmaße ganz ähnlich, nur in den Winkeln davon verſchieden, welche (ſtatt 45° und 135°) hier $67\frac{1}{2}$ und $112\frac{1}{2}$° ſind. Die Sechskante (oder der Sechskantwinkel, auch von den Metallarbeitern bei der Herſtellung der Muttern benutzt) hat den Winkel von 120°.

In ſogenannten Univerſalwinkeln vereinigt man noch mehr Winkel (Fig. 31).

Feine, zu ſehr genauer Arbeit beſtimmte Schrägwinkel verſieht man mit einem in Grade geteilten Bogen oder Halbkreis, um die vorſchriftsmäßige Stellung zu erleichtern; man verſieht ſie auch mit Schraube ohne Ende, durch deren ſanfte und langſame Bewegung die Einſtellung auf das ſchärfſte bewirkt werden kann [22].

Werkzeuge zur Vertikalſtellung ſ. Bleilot, Senkel, zur Horizontalſtellung ſ. Grubeninſtrumente, Libelle, Nivellieren.

Parallelmaße. Oft iſt es notwendig, gerade Linien parallel zu einer Kante des Arbeitsſtückes zu ziehen. Die Entfernungen mittels des Zirkels abzumeſſen und dann die Linien nach dem Lineale mit dem Linienreißer zu ziehen iſt weitläufig und oft mit Ungenauigkeiten verbunden. Auf einer Röhre, überhaupt auf einem Zylinder kann zum Ziehen einer Linie parallel mit deſſen Achſe das gewöhnliche Lineal nicht leicht und feſt in der gehörigen Richtung angelegt werden. Man verſieht es daher für dieſen Zweck mit einer Anſchlagleiſte, welche ſich an dem Lineal entlang parallel erſtreckt und mit der Fläche des letzteren einen (meiſt rechten) Winkel bildet, der beim Gebrauche einen Bogen der Zylinderkrümmung umfaßt; auf dieſe Weiſe entſteht das ſogenannte Rohrmaß, die Rohrlehre [23]. S. a. Lineale.

Im übrigen bedient man ſich des Parallelmaßes (Parallelreißers, Streichmaßes, Reißmaßes) [24] zu dem eingangs genannten Zweck. Ein einfaches Streichmaß für Metall ſtellt Fig. 32 dar. In dem Anſchlage *a* iſt ein Stäbchen (Riegel) *b* verſchiebbar, kann aber mittels der geſpaltenen, kegelförmig geſtalteten Schraube *c* feſtgeklemmt werden. Das linksſeitige Ende des Riegels trägt die Reißnadel oder den Reißhaken, welcher die Linie einreißt, wenn der Anſchlag an die Kante des Arbeitsſtückes gelegt und längs derſelben fortgeführt wird.

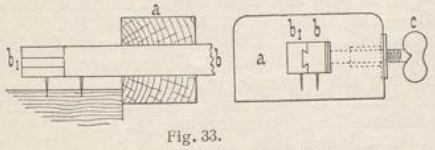


Fig. 33.

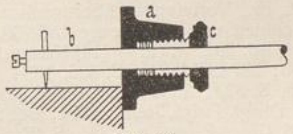


Fig. 32.

Das gewöhnliche doppelte Streichmaß der Tiſchler beſteht aus einem flachen, vierſeitigen Holzſtücke (Anſchlag, Kopf), in welchem durch quadratiſche Löcher zwei zueinander parallele Stäbchen (Riegel) verſchiebbar ſind, die mittels eines Keiles (einer Schraube oder ſonſtigen Klemmvorrichtung) in der ihnen gegebenen Stellung feſtgeſtellt werden können. Jeder Riegel trägt an einem Ende, auf der von dem andern Riegel abgekehrten Fläche, eine kurze und ſcharfe, ſtählerne Spitze, mit der die Linie angeriſſen wird, während man den Anſchlag längs der Kante des Arbeitsſtückes hinführt. Zwei Riegel hat das Inſtrument zu größerer Bequemlichkeit, wenn etwa zwei verſchiedene Entfernungen der Reißſpitze von dem Anſchlage abwechſelnd gebraucht werden, wozu man ſonſt entweder zwei Streichmaße haben oder die Stellung des einen oft ändern und wieder ändern müßte.


Fig. 34.

Man hat ferner Streichmaße, mit welchen zwei Linien zu gleicher Zeit angeriſſen werden können, z. B. um Zapfenlöcher vorzuzeichnen (Zapfenſtreichmaß, Fig. 33). In Ausnahmefällen benutzt man auch das Streichmaß zur Erzeugung ſolcher Linien, welche in ihrem ganzen Verlaufe gleichen Abſtand von einer nicht geraden Kante haben.

Das Streichmaß wird zum Schneidmodel, wenn man die Reißnadel durch ein Meſſer erſetzt; es iſt als ſolches geeignet, Streifen dünnen Holzes oder Leders abzuſchneiden oder die Begrenzung leichter Vertiefungen (für ſogenannte eingelegte Arbeit) einzuſchneiden.

Das ſtehende Streichmaß (Fig. 34) beſteht aus einem ſcheibenförmigen Fuße mit ebener Bodenfläche, einer davon — rechtwinklig gegen jene Bodenfläche — ſich erhebenden feſten Stange und einer an letzterer verſchiebbaren Hülſe, durch welche unter rechtem Winkel gegen die Stange eine lange Reißnadel geſteckt wird. Die Reißnadel trägt in der Regel an beiden Seiten Spitzen und iſt auf einer Seite abgekröpft, ſo daß man innerhalb gewiſſer Grenzen es auch als doppeltes Streichmaß gebrauchen kann. Die feine Einſtellung des ſtehenden Streichmaßes findet

nicht selten durch Vermittlung ähnlicher Vorrichtungen ſtatt, wie ſie bei den Stangenzirkeln gebräuchlich ſind [25]. Die ſenkrechte Stange wird mitunter mit Maßteilung verſehen, um ſo beſtimmte Maße leicht einſtellen zu können. — Iſt nun die Aufgabe, auf einem Arbeitsſtücke parallel zu einer gegebenen Fläche Linien vorzuzeichnen, ſo legt man dasſelbe mit dieſer Fläche auf eine vollkommen ebene gußeiſerne Platte (Richtplatte), ſtellt auf letztere das Streichmaß mit ſeiner Fußfläche und führt es längs des Arbeitsſtückes hin. Eine andre, ſehr nützliche Anwendung dieſes Werkzeuges iſt die zum Anzeichnen von Punkten (Vorzeichnen, Pointieren). Der Arbeiter ſitzt vor der großen Richtplatte, die mittels der Waſſerwage horizontal geſtellt iſt. Er erhält nun den zu fertigenden Gegenſtand gegoſſen oder im Rohen gearbeitet und mit einer angehobelten Ebene (Richtebene) verſehen, mit welcher derſelbe auf die Platte geſetzt wird. Er lieſt ſodann die Maſſe des Stückes von der Arbeitszeichnung ab. Auf der Platte ſteht vertikal ein Maßſtab; an dieſen rückt er das ſtehende Streichmaß hin, ſtellt deſſen Spitze auf das abgeleſene Maß ein, ſchiebt das Werkzeug an die entſprechende Stelle vor das Arbeitsſtück und markiert auf letzterem (durch einen leichten Schlag gegen das hintere Ende der Reißnadel) einen Punkt. So entſteht nach und nach eine Reihe von Leitpunkten, deren Verbindung die auszuarbeitende Geſtalt gibt, und die alſo bei der Verarbeitung als Richtſchnur dienen. Weiteres über Vorzeichnen vgl. [26].

Die im vorſtehenden Artikel gegebenen Figuren ſind zum großen Teile den Preisverzeichniſſen der Werkzeugfabriken H. Hommel in Mainz, Gebr. Reber in Eßlingen und J. E. Reinecker in Chemnitz entnommen.

Literatur: Karmarſch-Fiſcher, Handbuch der mechan. Technologie, Leipzig 1887, Bd. 1, S. 1—147; Pregél, Die Feinmeſſung im Maſchinenweſen in Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 292, S. 1, 34, 57, 79; Uſher-Elfes, Moderne Arbeitsmethoden im Maſchinenbau, Berlin 1896; Grimſhaw-Elfes, Praktiſche Erfahrungen im Maſchinenbau, Berlin 1897; Möller, Paul, Meſſen und Prüfen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 1076; Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde. — [1] Dingl. Polyt. Journ. 1895, Bd. 295, S. 71. — [2] D.R.P. Nr. 14289. — [2*] Dingl. Polyt. Journ. 1897, Bd. 305, S. 96. — [3] Ebend. 1893, Bd. 289, S. 150; 1894, Bd. 292, S. 41. — [4] Notizbl. d. Hann. Gewerbever. 1845, Bl. 2; Mitt. d. Gewerbever. f. Hannover 1856, S. 321; 1862, S. 23. — [5] Hommels Preisbuch Nr. 1656; Taſter für die Wandſtärken ſehr langer Röhren: Engineering, März 1868, S. 209. — [6] Dingl. Polyt. Journ. 1893, Bd. 289, S. 150; 1894, Bd. 292, S. 40; 1896, Bd. 299, S. 144; 1896, Bd. 299, S. 144; 1905, Bd. 320, S. 304. — [7] Uſher-Elfes, a. a. O., S. 7. — [8] Karmarſch-Fiſcher, a. a. O., S. 36; Dingl. Polyt. Journ. 1893, Bd. 289, S. 49; 1894, Bd. 292, S. 57; Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen 1899, S. 11. — [9] D.R.P. Nr. 72257 von Gebr. Reber. — [10] Dingl. Polyt. Journ. 1877, Bd. 223, S. 365; Karmarſch-Fiſcher, a. a. O., S. 25. — [11] Dief., a. a. O., S. 40; v. Hoyer, Lehrbuch der Technologie, 3. Aufl., Wiesbaden 1897, Bd. 1, S. 64; Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 292, S. 60. — [12] Whitworths Meßmaſchine, deutſch von Schröter, Jena 1879; Pregél, Die Feinmeſſung im Maſchinenweſen in Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 292, S. 80 f.; fernere Konſtruktionen, ebend. 1879, Bd. 233, S. 278; 1885, Bd. 255, S. 226; 1907, Bd. 322, S. 91; Kick, Fr., Vorleſungen über mechan. Technologie, Leipzig und Wien 1898; Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1898/99, S. 256/57. — [13] Dingl. Polyt. Journ. 1893, Bd. 289, S. 51; 1894, Bd. 292, S. 79. — [14] Karmarſch-Fiſcher, a. a. O., S. 37; Dingl. Polyt. Journ. 1855, Bd. 138, S. 90; 1874, Bd. 211, S. 332, 1894, Bd. 292, S. 79. — [15] Mitteil. d. Gewerbever. für Hannover 1856, S. 323; 1864, S. 137; v. Hoyer, Handbuch der Technologie, 3. Aufl., Bd. 1, S. 66. — [16] Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 292, S. 58; Prechtls Encyklopädie, Artikel Lehre, Bd. 9. — [16*] Uſher-Elfes, a. a. O., S. 21. — [17] Grimſhaw-Elfes, Maſchinenbau, S. 123. — [18] Pfaff in Eiſenztg. 1889, Bd. 10, Nr. 1 u. a.; Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 292, S. 36. — [19] Ebend. 1894, Bd. 292, S. 59. — [20] Karmarſch-Fiſcher, a. a. O., Bd. 1, S. 55; v. Hoyer, Handbuch der mechan. Technologie, 3. Aufl., Bd. 1, S. 69. — [21] Polyt. Zentralbl. 1857, S. 661. — [22] Karmarſch-Fiſcher, a. a. O., Bd. 1, S. 56 ff.; Dingl. Polyt. Journ. 1893, Bd. 289, S. 153; 1894, Bd. 292, S. 38. — [23] Prechtls Technolog. Encyklopädie, Bd. 9, S. 526; D.R.P. Nr. 17803. — [24] Prechtls Technolog. Encyklopädie, Bd. 8, S. 565; Bd. 9, S. 521; Karmarſch-Fiſcher, a. a. O., Bd. 1, S. 663. — [25] Dingl. Polyt. Journ. 1870, Bd. 197, S. 309; 1885, Bd. 257, S. 504; 1894, Bd. 292, S. 36. — [26] Karmarſch-Fiſcher, a. a. O., Bd. 1, S. 668; Uſher-Elfes, Moderne Arbeitsmethoden im Maſchinenbau, Berlin 1896.

E. Müller.

Meßzirkel, ſ. Drehlatte und Längenmeßinſtrumente.

Meta, kegelförmiger Zielſtein in römiſchen Circusanlagen (ſ. Bd. 2, S. 467).

Metachromotypie, ſ. Abziehbilder.

Metallacke, ſ. Spirituslacke.

Metallbarometer, ſ. Aneroid und Federbarometer.

Metallbearbeitung, Metallverarbeitung erfolgt auf Grund der verſchiedenen Eigenſchaften der Metalle und bezweckt (ganz allgemein) eine Aenderung der Form oder der Feſtigkeitseigenſchaften oder der Oberflächenbeſchaffenheit der Metalle bezw. der aus ihnen hergeſtellten Arbeitsſtücke.

Im nachſtehenden ſind die hauptſächlichſten Arbeitsverfahren in Hinſicht auf gewiſſe Eigenſchaften der Metalle zuſammengeſtellt. — Es erfolgt die Bearbeitung auf Grund der

a) Schmelzbarkeit beim Gießen (ſ. Eiſengießerei, Bd. 3, S. 351); Löten (ſ. S. 190); Schweißen, autogenes (ſ. d.);

b) Dehnbarkeit beim Biegen (ſ. Bd. 1, S. 784); Bördeln (ſ. Bd. 2, S. 133); Drücken (ſ. Bd. 3, S. 147); Falzen (ſ. Bd. 3, S. 597); Kümpeln (ſ. Bd. 5, S. 733); Nieten (ſ. d.); Planieren (ſ. d.); Polieren (ſ. d.); Prägen (ſ. d.); Preſſen (ſ. d.); Punzen (ſ. d.); Richten (ſ. d.); Schmieden (ſ. d.); Sieken (ſ. d.); Stanzen (ſ. Prägen); Treiben (ſ. d.); Walzen (ſ. d. und Kalthämmern, Kaltwalzen, Bd. 5, S. 308); Ziehen (ſ. d.);

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

c) Trennbarkeit beim Ausräumen (ſ. Räumnadel); Ausreiben (ſ. Reibahle); Bohren (ſ. Bd. 2, S. 179); Drehen (ſ. Bd. 3, S. 86); Feilen (ſ. Bd. 3, S. 669); Fräſen (ſ. Bd. 4, S. 147 f.); Gravieren (ſ. Bd. 4, S. 618); Guillochieren (ſ. Bd. 4, S. 672); Hobeln (ſ. Bd. 5, S. 67); Lochen (ſ. S. 178); Meißeln (ſ. S. 359); Sägen (ſ. d.); Schaben (ſ. d.); Scheren, Schneiden (ſ. Scheren); Schleifen, Schmirgeln (ſ. Schleifen); Stanzen (ſ. d. und Lochen); Stoßen (ſ. d.); Zifelieren (ſ. d.);

d) Legierungsfähigkeit beim Legieren (ſ. Legierung, S. 115); Einſetzen, Oberflächenhärten (ſ. Einſetzen, Bd. 3, S. 249, und Härten, Bd. 4, S. 743).

e) Adhäſion beim Emaillieren (ſ. Bd. 3, S. 441); Löten (ſ. S. 190); Plattieren (ſ. d.); Schweißen (ſ. d.); Verbleien (ſ. d.); Vergolden (ſ. d.); Verkupfern (ſ. d.); Vernickeln (ſ. d.); Verſilbern (ſ. d.); Verſtählen (ſ. Schweißen); Verzinken (ſ. d.); Verzinnen (ſ. d.);

f) Möglichkeit der Zuſtandsänderung beim Anlaſſen (Nachlaſſen, Abduzieren, Bd. 1, S. 220); Härten (ſ. Bd. 4, S. 743).

g) chemiſchen Reaktionsfähigkeit beim Aetzen (ſ. Bd. 1, S. 98); Brünieren (ſ. Bd. 2, S. 360); Färben (ſ. Metallfärbung, S. 406); Inoxydieren (ſ. Bd. 5, S. 198); Mattieren (ſ. Mattbrennen, S. 336); Schneiden (ſ. d. und Cöln-Müſener Schmelzverfahren, Bd. 2, S. 474); Weißſieden (ſ. d.). *A. Widmaier.*

Metallbronzen, ſ. Bronzefarben.

Metalldach (ſ. Blechdach, Bd. 2, S. 47), aus großen Blechtafeln auf Holzſchalung in mannigfacher Weiſe ausgeführte Dachdeckung. Nach dem verwendeten Material unterſcheidet man: a) das Zinkdach (ſ. d.), b) das Eiſen- bezw. Wellblechdach (ſ. d.), c) das Kupferdach (ſ. d.), d) das Bleidach (ſ. d.). *Weinbrenner.*

Metalldruck, ſ. v. w. Bronzedruck, Golddruck u. ſ. w.

Metalldrücken, ſ. Blechbearbeitung, Drücken.

Metalle. Die chemiſchen Elemente laſſen ſich bei allgemeinſter Betrachtung ihrer Eigenſchaften in zwei große Gruppen ſondern, in die Metalle und in die Nichtmetalle oder Metalloide (ſ. d.). Obgleich zwiſchen beiden Körperklaſſen keine ſcharfe Grenze beſteht, ſo zeigen ſie dennoch in ihrem Geſamtcharakter einen ausgeprägten Gegenſatz.

Man kann im allgemeinen als Metalle diejenigen Elemente definieren, die in phyſikaliſcher Hinſicht (mit Ausnahme des Queckſilbers) bei gewöhnlicher Temperatur feſte, wenig flüchtige, undurchſichtige Körper ſind, einen eigentümlichen Glanz, den ſogenannten Metallglanz, und meiſtens eine weißgraue Farbe beſitzen. Nur Calcium, Strontium, Baryum, Gold und Kupfer ſind lebhafter gefärbt. In Pulverform ſind faſt alle Metalle ſchwarz. Die Metalle ſind meiſt gute Leiter der Wärme und Elektrizität, geſchmeidig und dehnbar, ſo daß ſie ſich hämmern, zu Blechen walzen und zu Draht ausziehen laſſen. Eiſen, Platin und Palladium ſind ferner ſchweißbar. Dagegen gibt es Metalle, wie Wismut, Arſen, Antimon, die ſehr ſpröde ſind und ſich daher leicht pulvern laſſen. Die meiſten Metalle kriſtalliſieren in Formen des regulären Syſtems; nur einige, die in ihrem Charakter auf der Grenze zwiſchen Metallen und Metalloiden ſtehen, ſind nicht regulär, ſo Wismut und Antimon hexagonal, Zinn quadratiſch. Die ſpezifiſchen Gewichte ſind ſehr verſchieden und ſchwanken von 0,59—22,4; diejenigen Metalle, deren ſpez. Gew. unter 5 iſt, werden Leichtmetalle, die übrigen Schwermetalle genannt. Das leichteſte Metall iſt das Lithium, 0,59, die ſchwerſten ſind das Iridium und das Osmium, 22,4. Alle Metalle ſind ſchmelzbar; die Schmelztemperaturen liegen innerhalb weiter Grenzen; Platinmetalle verflüſſigen ſich erſt in der Knallgasflamme. Die Schmelzpunkte der wichtigſten Metalle ſind die folgenden: Queckſilber — 39°, Kalium + 62,5°, Natrium 97°, Zinn 232°, Wismut 269°, Blei 327°, Zink 419°, Aluminium 660°, Silber 962°, Gold 1064°, Kupfer 1084°, Gußeiſen 1150°, Schmiedeeiſen 1500°, Platin 1775°, Iridium 2200°. Je leichter ſchmelzbar, um ſo leichter flüchtig iſt auch das Metall; ſo ſiedet Queckſilber bei 357°, Kalium gegen 670°, Natrium bei 742°, Zink gegen 1600°. Alle Metalle verdampfen ſchließlich in der Hitze der Knallgasflamme oder des elektriſchen Ofens. Was die chemiſchen Eigenſchaften anlangt, ſo verbinden ſich die Metalle im allgemeinen leicht mit den Metalloiden, beſonders mit den Halogenen Fluor, Chlor, Brom und Jod ſowie mit Sauerſtoff und Schwefel zu meiſt ſehr beſtändigen und wohlcharakteriſierten Verbindungen. Untereinander vermögen die Metalle ſich ebenfalls zu vereinigen zu Körpern, die von den Ausgangsſubſtanzen wenig verſchieden ſind und Legierungen (ſ. d.) genannt werden. Unter dieſen nehmen die Amalgame (ſ. d.), die Vereinigung der Metalle mit Queckſilber, eine beſondere Stelle ein. Schließlich können die Metalle auch mit Waſſerſtoff zuſammentreten. Jedoch ſind die entſtehenden Subſtanzen feſte Körper, von denen ſich einige wie Legierungen verhalten. In der Tat beſitzt in chemiſcher Beziehung der Waſſerſtoff durchaus metalliſchen Charakter. Arſen- und Antimonwaſſerſtoff ſind dagegen gasförmige Verbindungen, dem mehr metalloiden Charakter dieſer beiden Elemente entſprechend. Die Metalle vereinigen ſich direkt mit den Halogenen zu ſalzartigen Verbindungen von großer Beſtändigkeit, ſie zerſetzen, wie das Kalium, Natrium, Baryum, das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur oder, wie das Magneſium, erſt in der Siedehitze, ſie löſen ſich in Säuren auf, zum Teil unter Entwicklung von Waſſerſtoff unter Bildung von Salzen, wie Zink in Schwefelſäure unter Bildung von Zinkvitriol, zum Teil unter Entbindung von andern Gaſen, wie Kupfer in Schwefelſäure unter Bildung von Kupfervitriol und Entbindung von ſchwefliger Säure. Bei der Elektrolyſe dieſer Salze in geſchmolzenem oder gelöſtem Zuſtand wird das Metall bezw. ein ſekundäres Umwandlungsprodukt desſelben ſtets an der Kathode abgeſchieden. Die Metalle ſind daher im allgemeinen elektropoſitiv. Je

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach der Größe ihrer Verwandtſchaft zum Sauerſtoff oxydieren ſie ſchon bei gewöhnlicher Temperatur an feuchter Luft. So können Kalium, Natrium, Baryum u. ſ. w. nur unter Luftabſchluß, z. B. unter Petroleum, als Metalle bewahrt werden, ſo verlieren Kupfer, Zink, Blei ihren Glanz, das Eiſen roſtet, das Mangan zerfällt zu einem Pulver. Andre Metalle, wie Magneſium, Aluminium, oxydieren erſt bei höherer Temperatur, Silber, Gold und Platin überhaupt nicht. Man bezeichnet dieſe drei Metalle daher wohl auch als edle Metalle, die übrigen als unedle. Die durch dieſen Oxydationsprozeß oder auf andre Weiſe entſtehenden Oxyde löſen ſich zum Teil in Waſſer, wie Natrium- oder Calciumoxyd, zu ſtark baſiſchen Hydroxyden oder in Säuren unter Bildung derſelben Salze, die auch durch Einwirkung der Metalle auf die Säuren entſtehen. Die Oxyde bezw. Hydroxyde der Metalle ſind demnach — im allgemeinen wenigſtens — baſiſcher Natur und löſen ſich in Säuren auf unter Bildung von Salzen. Im allgemeinen beſitzen immer die Leichtmetalle die größere chemiſche Energie, ſie oxydieren leichter, bilden ſtark baſiſche Oxyde und überhaupt Verbindungen, welche in Waſſer leicht löslich ſind. Die Schwermetalle ſind weniger energiſch, ſie oxydieren ſich ſchwerer, liefern weniger baſiſche Oxyde und dieſe wie die Schwefelverbindungen ſind in Waſſer unlöslich. Schließlich verbinden ſich die Metalle auch noch mit Schwefel zu ſogenannten Sulfiden, die durch Waſſer nicht, wohl aber durch Säuren unter Entwicklung von Schwefelwaſſerſtoff zerſetzt werden. Die Metalle kommen nur ſelten als ſolche (in gediegenem oder reguliniſchem Zuſtand) in der Natur vor, Queckſilber, Silber, Gold, Platin, meiſtenteils in Form ihrer Verbindungen als Silikate, Karbonate, Sulfate, Oxyde, Sulfide. Die natürlich vorkommenden Verbindungen der Schwermetalle beſitzen meiſtens Metallglanz und werden Erze genannt.

Nach ihrer ſyſtematiſchen Zuſammengehörigkeit teilt man für ſpezielle Zwecke die Metalle in einzelne Untergruppen ein; ſo in die Alkalimetalle Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium und Caeſium, in die Erdalkalimetalle, zu denen Baryum, Strontium, Calcium zählen, in die Erdmetalle, wozu Aluminium und Chrom gerechnet werden. Doch ſind dieſe Einteilungen ſtets willkürlich nach dem Standpunkte, von dem aus ſie vorgenommen werden. Die einzige ſich natürlich ergebende Einteilung der Metalle, wie der Elemente überhaupt, iſt nach dem periodiſchen Syſtem der Elemente; ſ. a. Metalloide. *(W. Kerp) Rathgen.*

Metallfadenlampe, neuere Konſtruktion der elektriſchen Glühlampe (ſ. d. Bd. 4, S. 576), bei welcher der bisher übliche Kohlefaden durch einen Faden aus ſchwer ſchmelzbarem Metall (Osmium, Tantal, Zirkon, Wolfram, Molybdän) erſetzt iſt, um hierdurch eine beſſere Oekonomie zu erzielen. (Vgl. Bd. 4, S. 578.) Nachdem ſeit Ende der 1890er Jahre die Osmiumlampe der Auergeſellſchaft und ſeit 1903 die Tantallampe der Firma Siemens & Halske mit einer Oekonomie von 1,5—1,7 Watt vielfache Verbreitung gefunden hatten, kamen im Laufe des Jahres 1907 eine Reihe weiterer Metallfadenlampen in den Handel, bei denen ein Leuchtfaden aus Zirkon, Wolfram oder Molybdän oder aus Miſchungen dieſer Metalle verwendet wird und die nur ca. 1 Watt für die Kerzenſtärke verbrauchen, gegen $3^1/_2$ Watt bei der alten Kohlefadenlampe, was eine Stromerſparnis von ca. 70 % bedeutet. Der Spannungsbereich geht bereits bis zu 250 Volt; die Lebensdauer bis zu 1000 Brennſtunden. Hierher gehören z. B. folgende Fabrikate: Osramlampe (Auergeſellſchaft, Berlin), Z-Lampe (Zirkon-Glühlampenwerk, Berlin), „Juſt"-Wolframlampe (Bayriſche Glühlampenfabrik, Augsburg-Lechhauſen), „Sirius"-Kolloidlampe (Pintſch, Berlin), ferner die Metallfadenlampen der Bergmann-Elektrizitätswerke, Berlin, und der Allgemeinen Elektrizitätsgeſellſchaft, Berlin. Neuerdrngs hat man auch den Kohlefaden durch ſtarkes Glühen (bis 3700° C.) widerſtandsfähiger gegen hohe Temperaturen gemacht und Glühlampen mit ſolchen „metallifierten" Kohlefäden hergeſtellt, die nur 2,2 Watt pro Kerze verbrauchen bei 500 Stunden Lebensdauer.

Literatur: [1] Elektrotechniſche Zeitſchr., Berlin 1906. — [2] Ebend. 1907. — [3] Journal für Gasbeleuchtung, München 1906. — [4] Ebend. 1907. — [5] Hoppe, Annalen der Elektrotechnik, Leipzig 1906. — [6] Ebend. 1907. *Holzt.*

Metallfärbung, die Technik zur Veränderung der Farbe von Metallgegenſtänden.

Die Metallfärbung geſchieht teils aus künſtleriſchen und äſthetiſchen Rückſichten, teils zum Schutz der Oberfläche, um dieſe in ihrem urſprünglichen Zuſtand zu erhalten, teils zur Vortäuſchung, als ob der Gegenſtand aus einem edleren Metall beſtände. Man erreicht den Zweck entweder durch Veränderung der Oberflächenſchicht, und zwar in der Regel auf chemiſchem Wege (chemiſche Metallfärbung) oder durch Aufbringen einer ganz dünnen, farbigen Schicht, was auf chemiſchem Weg durch Eintauchen des Gegenſtands in eine Löſung, aus der ſich hierbei eine farbige chemiſche Verbindung ausſcheidet und auf dem Gegenſtand niederſchlägt (Eintauch-, Anſiede- oder Kontaktverfahren) oder auf galvaniſchem Weg (galvaniſche Metallfärbung oder Metallochromie, Galvanochromie, ſ. Bd. 4, S. 245) oder auf mechaniſchem Weg durch Aufbringen von Farbſchichten, Aufreiben von Bronzepulvern (ſ. Bronzieren, Bd. 2, S. 314) u. ſ. w. (mechaniſche Metallfärbung) geſchehen kann. S. a. Anlaßfarben, Bd. 1, S. 220; Aetzen, Bd. 1, S. 98; Brünieren, Bd. 2, S. 360.

Literatur: [1] Buchner, Georg, Die Metallfärbung und deren Ausführung, 3. Aufl., Berlin 1906. — [2] Ledebur, A., Handbuch der mechaniſch-metallurgiſchen Technologie, 3. Aufl., Braunſchweig 1905. — [3] Karmarſch, K., Handbuch der mechaniſchen Technologie, 6. Aufl., bearbeitet von H. Fiſcher, Bd. 2, Leipzig 1888. *A. Widmaier.*

Metallfarben, eigentlich alle aus Metallen (Kupfer, Chrom, Eiſen u. ſ. w.) hergeſtellten farbigen, zu Anſtrichzwecken dienenden Verbindungen; gewöhnlich aber bezeichnet man als Metallfarben aus Metalloxyden (Eiſenmennige, Eiſenrot, Zinkgrün u. ſ. w.) die mit trocknendem Oel abgeriebenen, zum Anſtrich von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Metallen (Eisenkonstruktionen) dienenden fertigen Farben. Diamantfarbe, Panzerschuppenfarbe, Rostschutzfarbe u. s. w. sind Metallfarben. *Andés.*

Metallgaze, -gewebe, s. Metalltuch, Sichterei.

Metallin, trockenes Schmiermittel für Zapfenlager, in England und Frankreich vielfach angewendet, eine graphitähnliche, in der Härte dem Blei nur wenig nachstehende Masse, die beim Erhitzen nicht schmilzt, einen teerartigen Geruch aushaucht und sich beim Erkalten hinsichtlich der Konsistenz nur wenig verändert.

Unter dem Mikroskop lassen sich verschiedene Körper unterscheiden: Graphitblättchen, Metallpartikel und amorphe weiße Körper; die chemische Untersuchung ergab: 4,98% Paraffin, 18,89% Kohlenstoff, 6,44% Kieselsäure, 3,96% Kalk, 1,99% Magnesia, 3,94% Eisenoxyd, 2,53% Tonerde, 32,40% Blei, 20,07% Zink, 1,55% Zinn und 2,75% Kupfer. *Andés.*

Metalliquepapier (Kreide- und Elfenbeinpapier), s. Papiersorten.

Metallisieren, s. Zündwaren.

Metallkarbide, s. Karbide.

Metallkörner, s. Bronzefarben, Bd. 2, S. 312.

Metallkomposition, im Maschinenbau die zum Ausgießen von Lagerschalen dienenden Lagerweißmetalle (s. Lagermetalle, S. 58).

Metallochromie, s. Metallfärbung.

Metallöle, s. v. w. flüssige Chloride.

Metallographie, befaßt sich mit der Beschreibung der Konstitution der Metallegierungen und der zu ihrer Erforschung dienenden Methoden. Zur Untersuchung des Kleingefüges dient ein Mikroskop, das den besonderen Zwecken (Lichtzuführung von oben und kurzgefaßte Objektive) angepaßt ist. Soll das Gefüge abgebildet werden, so wird das Mikroskop mit einer Kamera zur Aufnahme des Gefügebildes versehen.

In einzelnen Fällen gibt auch schon die Betrachtung der Bruchfläche sowie die Beobachtung der geätzten Schliffe (s. unten) mit bloßem Auge weitgehende Aufschlüsse. Zur Vornahme der mikroskopischen Untersuchung müssen die zu untersuchenden Stücke (mit Hilfe von Sägen, Feilmaschinen oder Drehbänken) mit einer ebenen Fläche versehen, geschliffen und poliert werden. Das Schleifen geschieht auf rotierenden Scheiben, auf die bestes Schmirgelpapier verschiedener Körnung (Nr. 3 bis 0000) geleimt wird (auf den groben, aus Holz bestehenden Scheiben trocken, auf den feinsten, aus Metall bestehenden unter Zugabe von Terpentinöl). Um das namentlich beim Schleifen auf gröberen Papieren leicht auftretende Erhitzen der Proben, womit Gefügeänderungen verbunden sein können, zu verhindern, ist häufiges Eintauchen der Schleifprobe in Wasser notwendig und starkes Aufdrücken derselben zu vermeiden. Auf das Feinschleifen kommt das Polieren der vorher sorgfältig entfetteten Schlifflächen auf einer mit Tuch bezogenen Scheibe mit naß aufgetragenem Polierrot (Juwelierrot, Eisenoxyd oder geschlämmter Tonerde) für harte Metalle, namentlich Eisen und Stahl; bei Kupfer und feinen Legierungen leistet die im Handel käufliche Putzpomade mit nachfolgender Verwendung von bayrischem Kalk, welche je auf besonderen Scheiben zu verwenden sind, gute Dienste. Bei gewissen Legierungen genügt nach dem Schleifen schon das einfache Polieren, um die Gefügebestandteile verschiedener Härte erkennen zu lassen. Gewöhnlich muß jedoch durch besondere Verfahren das Gefüge erst sichtbar gemacht werden. Hierfür kommt in Betracht:

1. Reliefpolieren: Man poliert mit sehr wenig geschlämmtem feinsten Juwelierrot auf elastischer Unterlage (Gummi, Pergament), wobei die härteren Gefügebestandteile stehen bleiben und die weicheren weggenommen werden.

2. Erwärmen des Schliffs (Anlassen): Man erhält hierdurch unter Umständen eine Trennung der Gefügebestandteile auf Grund der Verschiedenartigkeit der auftretenden Anlaßfarben.

3. Aetzpolieren: Man poliert auf einer elastischen Unterlage wie beim Reliefpolieren unter Anwendung von Chemikalien, wie einer Lösung von Süßholzextrakt, Ammoniumnitrat, Ammoniakwasser u. a.

4. Aetzen: Man behandelt die polierten, sorgfältig entfetteten (Eintauchen in Benzin, Aether, Alkohol) Schliffe mit Aetzmitteln, wie konzentrierte und stark verdünnte Salpetersäure, 4prozentige Pikrinsäure in Alkohol, Salzsäure in Alkohol, Jodtinktur, Kupferammoniumchlorid, Natriumpikrat, konzentrierte Kalilauge, Ammoniak und Kupferammonoxyd u. a. Infolge der verschiedenen Widerstandsfähigkeit der Gefügebestandteile gegen ein Aetzmittel wird eine Auflösung des Gefüges erzielt, oder es treten bestimmte Färbungen und Reaktionen oder beides zugleich auf.

5. Aetzen mit gleichzeitiger Anwendung des elektrischen Stroms [6], [8].

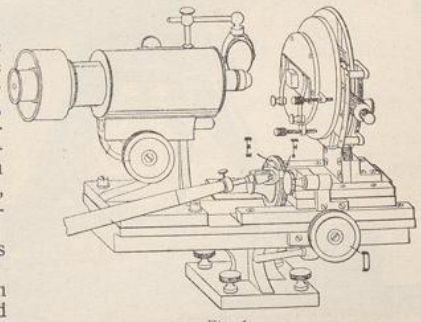


Fig. 1.

Von den zu metallographischen Untersuchungen verwendeten Mikroskopkonstruktionen sind die bekanntesten:

a) Das Mikroſkop (Stativ) von Martens (Fig. 1, C. Zeiß, Jena) mit horizontaler optiſcher Achſe (durch die Schraube *D*) grober oder (durch die Mikrometerſchraube *E*) feiner Einſtellung des Objekttiſchs. Die Mikrometerſchraube *E*, deren Teilung eine Verſchiebung des Tiſches um 0,005 mm abzuleſen geſtattet, wird von Hand oder unter Vermittlung eines Hookeſchen Gelenks und des Triebs *F* mit Hilfe einer Stange von der Mattſcheibe der photographiſchen Einrichtung (ſ. unten) aus bewegt. Der Objekttiſch iſt drehbar und kann in zwei zueinander ſenkrechten Richtungen bewegt werden. Zur genauen Einſtellung des Objekts ſenkrecht zur optiſchen Achſe des Mikroſkops iſt der Objekttiſch mit Hilfe zweier Juſtierſchrauben einſtellbar. Dieſe Einſtellbarkeit kann entbehrt werden, wenn das Probeſtück ſo auf einen Objektträger aufgekittet wird, daß die geſchliffene Fläche der Unterlage parallel iſt; in einfacher Weiſe läßt ſich dies unter Verwendung eines mit parallelen Endflächen verſehenen, die Schleifprobe umfaſſenden Rings durch Auflegen der Schlifffläche und des Rings auf eine Glasplatte, Aufbringen von Modellierwachs auf die Schleifprobe und Andrücken des Objektträgers (Glasplatte) gegen die obere Fläche des Rings erzielen. Sehr kleine Objekte werden in Spannrähmchen mit Schrauben feſtgehalten. Der Objektträger wird mit einer Federklammer auf dem Objekttiſch befeſtigt. — Die Beleuchtung von Metalliſchliffen erfolgt durch auffallendes Licht. Bei genügend großem Objektabſtand kann entweder ein beweglicher Spiegel oder ein dünnes Planglas Verwendung finden, welche vor dem Mikroſkop ſo aufgeſtellt werden, daß das ſenkrecht zur Achſe auffallende Tages- oder Lampen-(elektriſches Bogen-, Kalk-, Gasglüh-, Petroleum-)licht auf das Objekt und von dieſem in das Mikroſkop reflektiert wird. Bei den ſtärkeren Trockenſyſtemen und bei den homogenen Immerſionen (ſ. Mikroſkop) verwendet man dagegen zur Beleuchtung den Vertikalilluminator (Fig. 2), der zwiſchen Tubus *T* und Objektiv *O* eingeſchaltet wird, und auf deſſen kleines Prisma *P* die Lichtſtrahlen der Beleuchtungsvorrichtung gerichtet werden, die an deſſen Hypotenuſenfläche total reflektiert werden und durch das Objektiv zum Objekt gelangen. — Die Beleuchtungsvorrichtung beſteht aus der Lichtquelle (ſ. oben) in Verbindung mit einer optiſchen Bank. Zur Abſorption der

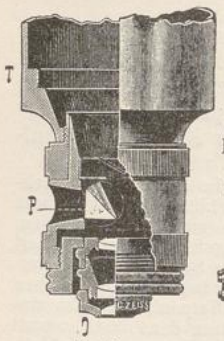
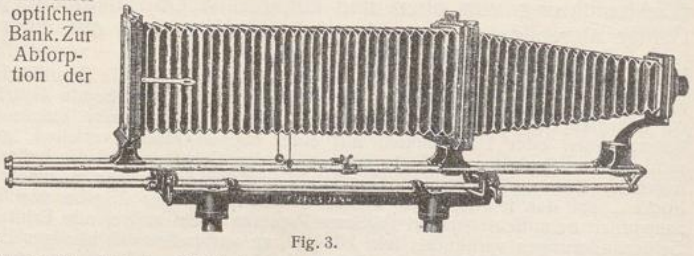
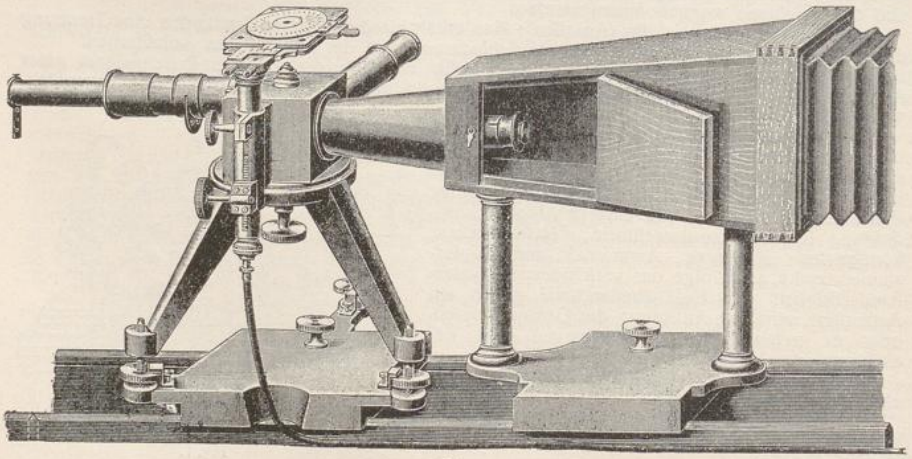


Fig. 2.


Fig. 3.

langwelligen „Wärmeſtrahlen“ wird eine Waſſerkammer und bei ſtärkeren Vergrößerungen oder wenn nur Strahlen von beſtimmter Wellenlänge, alſo einfarbiges (monochromes) Licht zur Anwendung kommen ſollen, ein ſogenanntes Lichtfilter (Gefäß mit gefärbter Flüſſigkeit oder eine farbige Glasſcheibe) eingeſchaltet. Zur Abblendung der Randſtrahlen und zur Vertiefung der Bilder dienen Irisblenden. — Die zum Martensſchen Apparat gehörige mikrophotographiſche Kamera (Fig. 3) ruht auf einem aus Stangen gebildeten Schlitten, um ſie bei einer Aufnahme raſch an das Mikroſkop heranzuſchieben bezw. bei ſubjektiver Beobachtung zu entfernen. Kamera und Mikroſkop ſind lichtdicht durch Verſchlußtrichter miteinander verbunden.

b) Das Mikroſkop von Le Chatelier, Fig 4 (Vertreter P. F. Dujardin & Co in Düſſeldorf) beſitzt eine ſenkrechte optiſche Achſe mit nach oben gekehrtem Objektiv; durch


Fig. 4.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

diese Anordnung fällt die Paralleleinstellung des Objekts (s. oben) weg und auch umfangreiche Objekte können mit Hilfe dieses Mikroskops untersucht werden. Das Okular ist horizontal angeordnet. Der Objektivträger ist (durch Zahnstange) grob und (durch Mikrometerschraube) fein einstellbar. Zur Einstellung von der Mattscheibe aus ist eine biegsame Welle vorhanden.

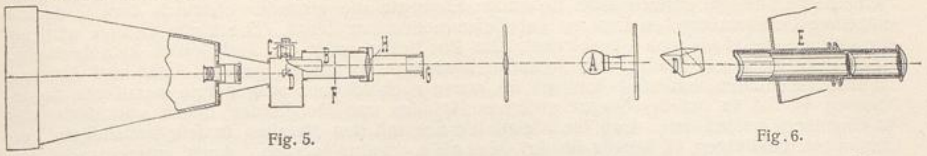


Fig. 5. Fig. 6.

Die von der Lichtquelle *A* (Fig. 5) ausgehenden Lichtstrahlen werden mit Hilfe einer optischen Bank auf das Prisma *B* geleitet, von diesem axial durch das Objektiv reflektiert, vom Objekt zurückgeworfen, treffen die Hypotenusenfläche des Prismas *D* und gelangen zum Okular *E* (Fig. 6). Soll photographiert werden, so wird das Prisma *D* um 90° um seine vertikale Achse gedreht und die Strahlen treffen dann die photographische Platte. Zwischen Prisma *D* und Platte befindet sich ein Zeißsches Projektionsokular.

Anwendung findet die Metallographie zur Untersuchung des Gefüges, Ermittlung von fremden Bestandteilen (z. B. Schlackeneinschlüssen) und örtlichen Verschiedenheiten in der Zusammensetzung von Metallen und Legierungen (wie sie z. B. durch Saigerung [s. d.], beim Einsatzhärten [s. d.] hervorgerufen werden), zur Feststellung des Einflusses mechanischer (Walzen, Schmieden u. s. w.) und thermischer (Erwärmen, Ausglühen, Ablöschen u. s. w.) Behandlung sowie chemischer Einwirkung auf das Gefüge und die Eigenschaften eines Materials, zur Feststellung von Schweiß- und Lötnähten und der Art der Schweißung und Lötung, zur Kontrolle bei der Aufstellung der Zustandsdiagramme (s. d.) von Legierungen [14], [15]. S. a. Eisen (Bd. 3, S. 266), Mikroskop, Mikroskopische Untersuchungen, Photographie.

Literatur: [1] Goerens, Paul, Einführung in die Metallographie, Halle a. S. 1906. — [2] Ruer, Rud., Metallographie in elementarer Darstellung, Hamburg und Leipzig 1907. — [3] Mitteilungen aus dem eisenhüttenmännischen Institut der Kgl. Technischen Hochschule Aachen, Halle a. S 1906. — [4] Osmond, Mikrographische Analyse der Eisenkohlenstofflegierungen, Halle 1906. — [5] Heyn, E., Die Metallographie im Dienste der Hüttenkunde, Freiberg 1903. — [6] Charpy, G., Étude microscopique des alliages métalliques, Paris 1901. — [7] Behrens, Das mikroskopische Gefüge der Metalle und Legierungen, Hamburg und Leipzig 1894. — [8] Le Chatelier, La technique de la métallographie microscopique, Paris. — [9] Hiorns, A. H., Métallographie (traduit et augmenté par E. Bazin), Paris. — [10] Mitteilungen aus den Kgl. techn. Versuchsanstalten in Berlin, 1899, S. 73 (Martens, A., und Heyn, E., Ueber die Mikrophotographie im auffallenden Licht und über die mikrophotographischen Einrichtungen der Kgl. mech.-techn. Versuchsanstalt in Charlottenburg). — [11] Ebend., 1891, S. 278 (Martens, A., Die mikrophotographische Ausrüstung der Kgl. mech.-techn. Versuchsanstalt). — [12] Le Chatelier, Examen métallographique des fers, aciers et fontes, Rapport de la section de métallurgie du congrès international de Liège 1905. — [13] v. Jüptner, Lehrbuch der Siderologie, Leipzig 1900–04. — [14] Heyn, E., Ueber die Nutzanwendung der Metallographie in der Eisenindustrie, „Stahl und Eisen", Düsseldorf 1906, S. 850. — [15] Guillet, L., Die industrielle Verwertung der Metallmikroskopie, Le Génie Civil 1907, S 123–126. — [16] Ders., Etude industrielle des alliages métalliques, Paris 1906. — [17] Goerens, P., Ueber die Vorgänge bei der Erstarrung und Umwandlung von Eisenkohlenstofflegierungen und deren Beobachtung auf metallographischem Wege, Halle 1907. — Fortlaufend über die Fortschritte der Metallographie berichten die Zeitschriften: The Metallographist, Boston, Mass. U.S.A. (bis 1904 erschienen); The Iron and Steel Magazine (bis 1905 erschienen); Journal of the Iron and Steel Institute; Berichte des internationalen, des deutschen und des französischen Verbands für die Materialprüfungen der Technik; Revue de métallurgie, Paris; „Metallurgie", Halle a. S.; „Stahl und Eisen", Düsseldorf. — Zahlreiche Literaturnachweise für Einzelartikel sind in dem Jahrbuch für das deutsche Eisenhüttenwesen, Düsseldorf 1900–04, und in der „Stahl und Eisen" beiliegenden vierteljährlich erscheinenden Literaturübersicht enthalten.

A. Widmaier.

Metallographie, ein von N. Zach in München erfundenes graphisches Verfahren, von Zeichnungen, die mit Nadel oder Stift direkt auf Metallplatten ausgeführt waren, für den Buchdruck geeignete, den Holzschnitt ersetzende Druckplatten herzustellen.

Metalloide (Nichtmetalle), diejenigen chemischen Elemente, welche nach Abzug der Metalle übrigbleiben.

Nach der Einteilung des periodischen Systems sind dies die folgenden Gruppen von Elementen:

I. Bor	II. Kohlenstoff Silicium	III. Stickstoff Phosphor (Arsen) (Antimon)	IV. Sauerstoff Schwefel Selen Tellur	V. Fluor Chlor Brom Jod

Wie man sieht, zählen zu den Metalloiden Gase, wie Stickstoff, Sauerstoff, Chlor, feste Körper, wie Schwefel, Phosphor, Jod, und schließlich das flüssige Brom. Hieraus ergibt sich, daß von einer vergleichenden Uebersicht ihrer physikalischen Eigenschaften nicht gesprochen werden kann. In chemischer Beziehung kann man die Metalloide als diejenigen Elemente definieren,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche mit dem Waſſerſtoff und einer Reihe von einwertigen Kohlenwaſſerſtoffgruppen flüchtige Verbindungen einzugehen vermögen, deren Sauerſtoffverbindungen (Oxyde) im allgemeinen als Anhydride von Säuren zu betrachten ſind und ſich dementſprechend mit Waſſer zu Säuren vereinigen, deren Schwefelverbindungen meiſt durch Waſſer zerſetzt werden. In der obengegebenen Reihenfolge ſind die untereinander ſtehenden Elemente die einander chemiſch ähnlichen; die einzelnen Gruppen ergeben ſich aus der Zuſammenſtellung ſelbſt. Die fünfte Gruppe wird als die Gruppe der Halogene bezeichnet. Das Bor beſitzt unter den Metalloiden kein Analogon. Nach ihrer Fähigkeit, flüchtige Waſſerſtoffverbindungen zu liefern, gehören Arſen und Antimon zu den Metalloiden, anderſeits beſitzen ſie, wenn auch ſchwach ausgeprägte metalliſche Eigenſchaften, ſo daß ſie auf der Grenze zwiſchen Metallen und Metalloiden ſtehen und demgemäß in Klammern geſetzt ſind. Daß die Metalloide ſich mit den Metallen zu ſehr beſtändigen Verbindungen vereinigen, iſt bereits im Art. Metalle erwähnt worden. Auch untereinander vermögen die Metalloide zu mehr oder weniger unbeſtändigen Verbindungen zuſammenzutreten, zu denen daher die reaktionsfähigſten Subſtanzen, welche die Chemie überhaupt kennt, wie Chlorphosphor, Chlorſtickſtoff, die Oxyde des Stickſtoffs, Phosphors, Schwefels, die Chlorſäuren u. ſ. w., gehören. *(W. Kerp) Rathgen.*

Metallpackung, ſ. Liderung.

Metallpulver, ſ. Bronzefarben, Bd. 2, S. 312, Naturkupfer.

Metallſchlägerei, die Herſtellung der Blattmetalle (ſ. d.).

Metallſeife (Silberſeife), Putzmittel für Metalle, ein Gemiſch aus Kreide, Seife und Engliſch Rot oder Ocker.

Metalltuch, ein in der Regel aus feinem Meſſingdraht hergeſtelltes Gewebe.

Es wird als Sieb in verſchiedenen Gewerben und Induſtrien, namentlich auch in der Papierfabrikation (ſ. d.), und zwar in der Langformmaſchine als endloſes über Walzen geführtes Sieb angewendet, wie dies ähnlich bei den in der Textilinduſtrie häufig verwendeten ſogenannten Zuführtüchern der Fall iſt.

In der Müllerei wird vielfach auch Stahldrahtgewebe, meiſt verzinnt, oder Phosphorbronzegewebe verwendet. Die Numerierung läuft etwa von 4 bis 200. Es entſpricht:

Feindrähtiges verzinntes Stahldrahtgewebe Nr.	18	24	30	40	50	54	70	80	85
Seidengaze Nr.	0000	000	00	0	1	2	3	4	5

Arndt.

Metallüberzug, ſ. Metallfärbung.

Metallurgie, Metallgewinnung, Hüttenkunde, die Lehre von den Metallen, ihren Eigenſchaften, den chemiſchen Prozeſſen und den mechaniſchen Einrichtungen für die Gewinnung — das Ausbringen — der Metalle aus ihren Erzen und für die weitere Verarbeitung der gewonnenen Rohmetalle auf Handelswaren durch Gießen, Walzen u. ſ. w. Die geſamten hüttenmänniſchen Arbeiten werden als Hüttenweſen, die dazu erforderlichen Oefen und in Gebäulichkeiten untergebrachten Anlagen als Hüttenwerke bezeichnet.

Betreffs der hüttenmänniſchen Gewinnung der einzelnen Metalle ſei auf die einſchlägigen Einzelartikel, wie Blei, Eiſen u. ſ. w., und auf Aufbereitung, Gebläſe, Gebläſemaſchinen, Gießerei, Walzwerke verwieſen. Hier ſollen nur einige allgemeine Punkte der metallurgiſchen Vorgänge erörtert werden. Die Metalle kommen ſelten im gediegenen Zuſtande, meiſt als chemiſche Verbindungen, als Erze vor (ſ. Metalle). Die Gewinnung der Metalle geſchieht entweder auf trockenem oder auf naſſem Wege, und die hierzu erforderliche chemiſche Arbeit ſowie die zum Schmelzen nötige Wärme wird entweder von den Brennſtoffen oder als Elektrizität geliefert. Maßgebend für die Gewinnungsart der einzelnen Metalle auf trockenem Wege in den Schmelzöfen ſind weſentlich ihr Schmelzpunkt und ihr Siedepunkt. So werden die leicht verdampfenden Arſen, Zink, Kadmium durch Reduktion mit Kohle und darauffolgende Deſtillation, Eiſen, Kupfer, Nickel u. ſ. w. aber durch Ausſchmelzen gewonnen. Die meiſten Erze erfordern, bevor ſie in den Schmelzofen gelangen, eine Vorbereitung. Entweder müſſen ſie an der Luft „abliegen“ oder „verwittern“ oder ſie werden unter Luftabſchluß oder unter Luftzutritt erhitzt, „gebrannt“ oder „geröſtet“. Durch das Abliegen werden Letten, Ton u. ſ. w. durch den Regen fortgewaſchen oder eingeſprengter Schwefelkies zu Eiſenvitriol oxydiert und dann auf dieſelbe Weiſe fortgeſchafft. Das Brennen bezweckt die Auflockerung der Erze und Entfernung flüchtiger Beſtandteile, wie Waſſer, Kohlenſäure, bituminöſer Stoffe. Durch das Röſten wird ſchließlich eine höhere Oxydation oder eine Umwandlung der Sulfide in Oxyde bewirkt, indem der Schwefel, z. B. der Zinkblende, zu ſchwefliger Säure verbrennt, welche ſich verflüchtigt und zur Gewinnung von Schwefelſäure aufgefangen wird. Zur zweckmäßigeren Verhüttung, z. B. zur Bildung einer erforderlichen Schlacke, werden häufig arme Erze mit reicheren vermiſcht. Man bezeichnet das als Gattieren, Maſchen, Miſchen, Möllern. Auch gibt man gewiſſe Stoffe zu, welche Zuſchläge oder Flüſſe genannt werden und durch Schlackenbildung die Abſcheidung des nutzbaren Beſtandteils aus dem Erz begünſtigen bezw. die Schlacke leichtflüſſig machen und dadurch die Anſammlung des Metalls befördern ſollen. Man unterſcheidet Röſtzuſchläge (Kohle, gebrannter Kalk, Kochſalz) und Schmelzzuſchläge (Quarz, eine Reihe von Silikaten, Flußſpat, Kalkſtein, Pottaſche, Soda, Borax, Glauberſalz, Salpeter, ferner Zink [zur Gewinnung des Silbers aus Werkblei], Arſen [zur Anreicherung von Nickel und Kobalt in Speiſen] u. ſ. w.). Als Flußmittel wirken Flußſpat, Borax, Kochſalz ſowie verſchiedene Schlackenſorten. Das Vermengen der Erze mit den Zuſchlägen heißt Möllern und das Aufgeben in den Ofen Beſchicken, die Menge der Beſchickung, welche innerhalb einer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gewiſſen Zeit verarbeitet wird, die Schicht. Die Erzeugniſſe der Hüttenprozeſſe heißen Hüttenprodukte. Dieſe ſind 1. Metalle, deren Reinheitsgrad bei den Edelmetallen mit fein (Feinſilber, Feingold), bei unedeln Metallen mit gar oder roh (Garkupfer, Roheiſen) bezeichnet wird. Weiter gereinigte Metalle heißen raffiniert. 2. Hüttenerzeugniſſe, welche durch Einwirkung der Zuſchläge aus den Erzen entſtanden ſind, wie Hartblei, Roheiſen, Spiegeleiſen, Stahl. 3. Zwiſchenprodukte, entweder Legierungen wie Werkblei, Tellerſilber, Schwarzkupfer oder ſogenannte Steine (Schwefelkupfer), Speiſen (Arſennickel), ſchließlich 4. Abfälle. Die hauptſächlichſten Abfälle ſind die Schlacken, welche ſich aus den Beimengungen der Erze oder aus den Zuſchlägen und Flüſſen ſtets bilden und den wichtigen Zweck haben, die ſich ausſcheidenden Metallteilchen durch Umhüllung vor Oxydation durch die Gebläſeluft zu ſchützen und durch ihre Leichtſchmelzbarkeit, ihr geringeres ſpezifiſches Gewicht und ihre chemiſche Indifferenz gegen die Metalle deren Anſammlung zu befördern. Alles andre ſ. unter Schlacken. Daneben treten Gichtſtaub, Ofenbrüche u. ſ. w. auf. 5. Gaſe und Dämpfe (Verbrennungsgaſe), die, weil aus der Gicht entweichend, gewöhnlich Gichtgaſe genannt werden und als Brennſtoff oder Kraftgas dienen; ferner ſchweflige Säure, die den Rohſtoff der Schwefelſäuredarſtellung bildet, und arſenige Säure, welche durch Verdichtung gewonnen wird. — Ueber die Anwendung der Elektrizität in der Metallurgie ſ. Aluminium, Magneſium, Kupfer, Zink, Nickel und Elektrometallurgie.

Literatur: Kerl, Handbuch der metallurg. Hüttenkunde, 4. Aufl., Freiberg 1861—1865; Derſ., Grundriß der allgemeinen Hüttenkunde, 2. Aufl., Leipzig 1879; Derſ., Grundriß der Metallhüttenkunde, 2. Aufl., Leipzig 1881; Balling, Die Metallhüttenkunde, Berlin 1885; Schnabel, Lehrbuch der allgemeinen Hüttenkunde, 2. Aufl., Berlin 1903; Derſ., Handbuch der Metallhüttenkunde, 2. Aufl., Berlin 1901. *Beckert.*

Metamerie, ſ. Iſomerie.

Metamorphismus, die Erſcheinung, nach der ein vorhandenes Geſtein durch eine geologiſche Urſache, die von der erfolgten urſprünglichen Bildung desſelben unabhängig iſt, eine derartige Veränderung erfährt, daß ein wohlcharakteriſierter neuer Geſteinstypus entſteht.

Die Veränderungen ſind chemiſcher, mineraliſcher und ſtruktureller Natur. Rein chemiſche Veränderungen durch Einwirkung der Atmoſphärilien, alſo Verwitterung und Zerſetzung, werden nicht als metamorphe Erſcheinungen angeſehen. Wird ein Geſtein von einem noch in ſchmelzflüſſigem Zuſtand befindlichen Magma berührt, ſo erzeugt letzteres durch ſeine Wärme, durch die Dauer der Einwirkung und die Größe ſeines Volumens Veränderungen am erſteren, deren Größe von der ſtoffilichen Beſchaffenheit, der Wärmeleitungsfähigkeit und ſeinem Volumen abhängt. Dieſe Umbildung nennt man Kontaktmetamorphismus. Die Veränderungen ſind teils kauſtiſche (Brennen, Fritten, Schmelzen des vom Magma berührten Geſteins, z. B. bei Schiefertonen, Sandſteinen), teils Neubildungen von Mineralien auf chemiſchem Wege bei der Berührung von Kalkſteinen durch kieſelſäurereiche Magmen (Bildung von Kalkſilikaten), teils molekulare Umlagerungen eines Geſteins ohne weſentliche ſtoffliche Veränderung, z. B. Ueberführung von dichten in körnigen Kalkſtein, Verkokung oder Graphitiſierung von Kohle. Geraten Bruchſtücke eines Geſteins in ein Magma hinein, ſo daß ſie von ihm ganz umhüllt werden, dann ſind die Kontakterſcheinungen ſtärker als bei einſeitiger Berührung.

Als Dynamometamorphismus bezeichnet man diejenigen Umänderungen, welche durch Gebirgsdruck, durch Preſſung, Stauchung, Verquetſchung, Auswalzung, Reibung, Zertrümmerung erzeugt werden. Die Geſteine erleiden hierbei in ihrer Konſiſtenz und Gleichförmigkeit Veränderungen, welche die einzelnen Gemengteile nach Geſtalt, Elaſtizitätsverhältniſſen und in ihrem gegenſeitigen Zuſammenhang treffen; ein gleichmäßig körniger Granit kann in ein geſchiefertes, gneisartiges Geſtein umgewandelt werden. Neben den rein mechaniſchen Wirkungen äußern ſich auch noch andre durch den Einfluß der bei den mechaniſchen Veränderungen frei werdenden Wärme. Sie erzeugt in Verbindung mit vorhandenen Löſungsmitteln unter hohem Druck auch chemiſche Veränderungen, ähnlich denjenigen des Kontaktmetamorphismus.

Literatur: Zirkel, F., Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl.; Leipzig 1893, I, 572, 583, 603; Reyer, E., Theoretiſche Geologie, Stuttgart 1888; Weinſchenk, E., Allgemeine Geſteinskunde, Freiburg i. B. 1902. *Leppla.*

Metanilgelb, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 624.

Metaxa (lat.), Bezeichnung für Rohſeide im römiſchen Zeitalter.

Metazentrum eines Schiffes iſt der Schnittpunkt der Auftriebsrichtung bei einer kleinen Neigung des Schiffes mit der vertikalen Schwimmachſe desſelben bei aufrechter Lage; es bildet ein charakteriſtiſches Merkmal bei Neigungen um die horizontale Längenachſe des Schiffes zur Beurteilung der Stabilität des Schiffes und heißt dann Breiten- oder Lateralmetazentrum, oder bei Neigungen um die horizontale Querachſe zur Beurteilung der Trimmlage des Schiffes und heißt dann Längen- oder Longitudinalmetazentrum [1], [3], [4].

Die Lage des Metazentrums bei den einzelnen Neigungen hängt von der Form des Schiffes ab. Denkt man ſich dasſelbe von der aufrechten Lage aus allmählich um die Längsachſe mehr und mehr geneigt, ſo entſpricht jeder einzelnen Neigung ein beſtimmter Verdrängungs- oder Formſchwerpunkt $F_0 F_1 F_2 F_3 F_4$ (Fig. 1), welche ſich zu einer beſonderen Kurve, der F-Kurve, vereinigen laſſen. Die den einzelnen Neigungen entſprechenden Schwimmebenen oder Waſſerlinienflächen hüllen eine zylindriſche Kernfläche — W-Fläche — ein, während die

aufeinander folgenden Normalen zur F-Kurve, welche zu den entſprechenden Schwimmebenen ſenkrecht ſtehen, ſich in den Punkten $m_0\, m_1\, m_2\, m_3$ ſchneiden, welche die metazentriſche Kurve oder die Evolute der F-Kurve bilden. Der Verlauf dieſer Kurve, ob anſteigend oder abfallend, läßt erkennen, ob die Entfernung des Metazentrums von der F-Kurve bei Neigung des Schiffes größer oder kleiner wird. Die Schnittpunkte der Auftriebsrichtungen oder Normalen zur F-Kurve mit der vertikalen Schwimmachſe bei der aufrechten Lage $M_0\, M_1\, M_2\, M_3$ geben das jeweilige Metazentrum wieder. Für den Verlauf der F-Kurve ſind die Schiffsformen innerhalb des Neigungsgürtels, d. h. zwiſchen Wind und Waſſer, von Einfluß; ihre Geſtalt ſchwankt zwiſchen einer Parabel, Hyperbel, Ellipſe und einem Kreis. In letzterem Fall ſchneiden ſich alle Auftriebsrichtungen in deſſen Mittelpunkt und ſtellt derſelbe für alle Neigungen das unveränderliche Metazentrum dar [4]—[7]. Es ſei in Fig. 2 $A\,D\,B$ der Querſchnitt des Schiffes in aufrechter Lage, $A_1\,D\,B_1$ derſelbe in der um den Winkel $A\,O\,A_1 = \varphi$ geneigten Lage. Dadurch, daß in der geneigten Lage das Keilſtück $A\,O\,A_1$ von dem Volumen v und mit dem Schwerpunkt γ nach $B\,O\,B_1$ mit dem Schwerpunkt γ_1 verlegt wird, findet auch eine Wanderung des Deplacementsſchwerpunktes (Formſchwerpunktes) C nach C_1 ſtatt, und zwar iſt $\overline{C\,C_1} : \overline{\gamma\,\gamma_1} = v : \text{Deplacement}$ (ſ. d.). Iſt nun G der Syſtemſchwerpunkt des Schiffes, ſo kann das Gewicht desſelben $= P$ durch dieſen Punkt ſenkrecht nach unten wirkend gedacht werden, während bei der Neigung der Auftrieb $Q = P$ durch den Deplacementsſchwerpunkt C_1 normal zur Schwimmebene nach oben wirkt. Der Punkt M, in welchem die Richtungslinie des Auftriebes die Symmetrieebene des Schiffes, d. h. die durch C ſenkrecht zur Konſtruktionswaſſerlinie gerichtete Ebene $D\,C\,O$ ſchneidet, heißt das Metazentrum.

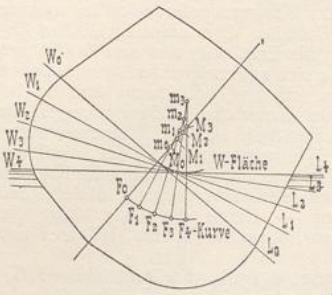


Fig. 1.

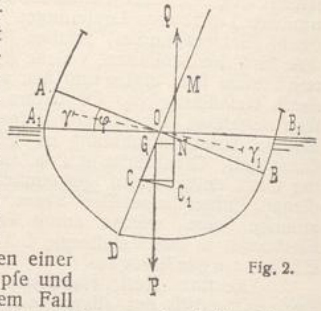


Fig. 2.

Iſt $G\,N \perp C_1\,M$, ſo ergibt ſich ein Kräftepaar $\overline{G\,N} \cdot P$ bezw. $G\,\overline{N} \cdot Q = \overline{G\,M} \cdot \sin\varphi \cdot P$, welches in dem vorliegenden Fall das Beſtreben hat, das Schiff in die aufrechte Lage zurückzudrehen.

Die Strecke $G\,M$ wird die metazentriſche Höhe genannt. Dieſelbe beſtimmt ſich aus der Entfernung der Punkte M und G vom Deplacementsſchwerpunkt C des Schiffes bei aufrechter Lage und iſt demnach $G\,M = C\,M - C\,G = r - a$. Das Stabilitätsmoment iſt daher $= P(r-a)\sin\varphi$. In dieſer Formel laſſen ſich die Gleichgewichtslagen des Schiffes nach den relativen Werten von r und a wie folgt klarſtellen: Für $a < r$ iſt $r - a$ poſitiv. Der Syſtemſchwerpunkt G liegt unter dem Metazentrum M, es iſt ſtabiles Gleichgewicht vorhanden; für $a > r$ iſt $r - a$ negativ, G liegt über M, das Gleichgewicht iſt ein labiles; für $a = r$ iſt $r - a = 0$. G und M fallen zuſammen, der Gleichgewichtszuſtand iſt indifferent. Das Metazentrum iſt daher der Grenzpunkt, bis zu welchem der Syſtemſchwerpunkt aufſteigen kann, ohne das Schiff unſtabil zu machen.

Das Stabilitätsmoment läßt ſich nun als Differenz der Momente $P\,r\sin\varphi - P\,a\sin\varphi$ darſtellen, in welcher $P\,r\sin\varphi$ das Stabilitätsmoment der Form des Schiffes bildet (es hängt von der Form des eingetauchten Schiffsteiles ab) und $P\,a\sin\varphi$ das Stabilitätsmoment des Gewichtes ausdrückt (es hängt von der durch die Verteilung der Gewichte bedingten Lage des Syſtemſchwerpunktes ab). Die Formſtabilität iſt meiſt poſitiv, die Gewichtsſtabilität vermindert oder vermehrt die Formſtabilität, je nachdem G über oder unter C liegt.

Die Formſtabilität hängt von der Größe des Wertes $C\,M$ ab. Für kleine Neigungen, bei welchen der in der Nähe der Schwimmebene befindliche Schiffsteil als Rotationskörper angeſehen werden kann, iſt $C\,M = \overline{C\,C_1}\,\dfrac{\sin(90 - \varphi/2)}{\sin\varphi} = \dfrac{\overline{C\,C_1}}{2\sin\varphi/2}$.

Da ferner $C\,C_1 = \dfrac{\overline{\gamma\,\gamma_1}\,v}{\text{Deplacement}}$, ſo iſt $C\,M = \dfrac{v\,\overline{\gamma\,\gamma_1}}{2\sin\varphi/2\ \text{Deplacement}}$. Mit $v = \varphi/2 \int y^2\,dx$ — y die halbe Schiffsbreite und x die Schiffslänge — und $\overline{\gamma\,\gamma_1} = 2 \cdot {}^4/_3\,\dfrac{\sin\varphi/2}{\varphi}\,y$, findet man $v\,\overline{\gamma\,\gamma_1} = {}^4/_3 \sin\varphi/2 \int y^3\,dx$ und ſomit: $C\,M = \dfrac{{}^2/_3 \int y^3\,dx}{\text{Deplacement}}$ [2], [4]—[7].

$C\,M$ variiert daher in direktem Verhältnis mit dem Trägheitsmoment der Schwimmebene, bezogen auf die Längsachſe und im umgekehrten Verhältnis mit dem Deplacement. Wird die Schwimmebene $= 0$, d. h. taucht der Schiffskörper ganz ein, ſo wird $C\,M = 0$, d. h. die Formſtabilität iſt verloren gegangen. Iſt L die Schiffslänge, B die Schiffsbreite, T der mittlere Tiefgang, δ der Deplacementskoeffizient, d. h. Deplacement $= L\,B\,T\,\delta$, und K ein Koeffizient für das Trägheitsmoment $L\,B^3$, ſo iſt: $C\,M = \dfrac{K\,L\,B^3}{L\,B\,T\,\delta} = \dfrac{K\,B^2}{\delta\,T}$.

K/δ ſchwankt für Schiffe mittlerer Schärfe zwiſchen 0,09 und 0,1, für volle Schiffe zwiſchen 0,08 und 0,09, und man kann hiernach $C\,M$ für den Entwurf angenähert beſtimmen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Gewichtsſtabilität hängt von der Größe des Wertes CG ab, welche ſich allein nach der Verteilung der Gewichte an Bord der Höhe nach regelt. Im allgemeinen kann man die Lage des Syſtemſchwerpunkts G in der Konſtruktionswaſſerlinie annehmen, ſo daß alſo G über C liegt. Nur für Segeljachten mit Bleikiel wird G unter C liegen, während für Unterſeeboote, die im untergetauchten Zuſtand keine Formſtabilität beſitzen, G unter C liegen muß. Als Vergleichswert für die Stabilität bietet die Größe GM, welche die metazentriſche Höhe für kleine Neigungen darſtellt, einen guten Anhalt. Die Größe derſelben hat für die Stabilität und die Seeeigenſchaften der Schiffe großen Wert; zu geringes GM bringt Gefahren des Kenterns mit ſich, zu großes GM macht das Schiff zu ſteif und erzeugt heftige Bewegungen. Es ergeben ſich hieraus für die einzelnen Schiffsklaſſen nachſtehende praktiſche Werte für GM:

Alte Segelfregatten	2,20 m	Aviſos	0,45—1,0 m
Alte Schraubenfregatten und Korvetten	1,2—1,5 „	Kanonenboote	0,45—0,8 „
Aeltere Panzerſchiffe	1,2—2,1 „	Torpedoboote	0,3 —0,5 „
Monitors	2,1—4,3 „	Transatlantiſche Dampfer	0,1 —0,3 „
Neuere ungetakelte Panzerſchiffe	0,8—1,2 „	Fracht- und Handelsdampfer	0,45—0,9 „
Panzerdeckkreuzer	0,8—1,0 „	Segelſchiffe	0,8 —1,0 „
Ungeſchützte Kreuzer	0,5—0,8 „	Schleppdampfer	0,45—0,6 „
		Flußſchiffe	0,3 —0,5 „

Literatur: [1] Neudeck, Leitfaden für den Unterricht im Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Lutſchaunig, V., Theorie des Schiffes, Trieſt 1879. — [3] White, W. H., A manual of naval architecture, London 1900. — [4] Krieger, Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [5] Pollard und Dudebout, Théorie du navire, Paris 1890—94. — [6] Doyère, Géometrie du navire, Paris 1894. — [7] Guyou, Théorie du navire, Paris 1894. *T. Schwarz.*

Meteorite, Meteorſteine, Mondſteine, Aerolithe, kosmiſche Körper, welche in Klumpen- oder Staubform, zumeiſt unter ſtarkem Geräuſch und in erhöhter Temperatur auf die Erde niederfallen.

Ihre Beſchaffenheit ähnelt vielfach irdiſchen Geſteinen, jedenfalls fehlen in ihnen nicht-irdiſche chemiſche Elemente. Die Steinmeteoriten beſtehen aus Feldſpat, Augit, Olivin, Enſtatit, Bronzit, Quarz, Tridymit, Magnetit, Chromeiſen, Magnetkies, Graphit u. ſ. w.; die Eiſenmeteorite aus Schwefeleiſen, Eiſenchlorür, Nickeleiſen. Außerdem trifft man noch Schwefelcalcium, Phosphor-, Chrom- und andre Verbindungen in den Meteoriten. Die Außenfläche der Meteorite wird oft von einer ſchwarzen, glasartigen Rinde gebildet, welche narbenartige Vertiefungen zeigt. Die Größe reicht bis zu 7000 kg. Ihre Herkunft wird zerfallenen und aufgelöſten Kometen zugeſchrieben.

Literatur: Cohen, E., Meteoritenkunde, Stuttgart 1894; Wülfing, Die Meteoriten, Tübingen 1897. *Leppla.*

Meteorograph, ſ. Regenmeſſer, Regiſtrierapparate.

Meteorologie, die Wiſſenſchaft von der Atmoſphäre, ihrem Zuſtande und den ihr innewohnenden Vorgängen.

Der Luftdruck, die Temperatur der Luft, wie auch, mit dieſer im Zuſammenhang, der Gewäſſer und des Erdbodens, die Feuchtigkeit der Luft, die Bewegung der Luft, die Hydrometeore, die elektriſchen und optiſchen Erſcheinungen der Atmoſphäre bilden den Gegenſtand ihrer Forſchung. Die Ermittlung der phyſikaliſchen Urſachen und zumal die analytiſche Darſtellung des Zuſammenwirkens der verſchiedenen Elemente bei dem Zuſtandekommen der jeweiligen Witterung ſtellen eine weſentliche Aufgabe dar. Als praktiſches Ziel verfolgt ſie die Vervollkommnung der Wettervorherſage und der Sturmprognoſe zum Wohle der Schiffahrt. Eine Zuſammenfaſſung der meteorologiſchen Beobachtungen für größere oder kleinere Gebiete der Erde und deren Erläuterung durch die Lehren der theoretiſchen Meteorologie iſt Gegenſtand der Klimatologie. Beſondere Aufgaben ſtellen ſich die maritime Meteorologie in der Erforſchung der atmoſphäriſchen Vorgänge über den Ozeanen, die auch die Meeresſtrömungen in ihren Bereich zieht, und die forſtliche wie die Agrarmeteorologie, welche die Wechſelbeziehungen zwiſchen der Vegetation und den meteorologiſchen Elementen aufſucht. — Erſt die Einführung geeigneter Inſtrumente verlieh der Meteorologie den Charakter einer Wiſſenſchaft; für ihre Entwicklung war es dann nötig, daß an die Stelle der Einzelbeobachtungen die feſten meteorologiſchen Stationen traten, die heute faſt über die ganze Erde ausgebreitet ſind. Die Arbeiten von A. v. Humboldt, Dove, Kämtz und Maury waren grundlegend für die Meteorologie; einen ſpäteren bedeutenden Fortſchritt bedeutete das Bariſche Geſetz (ſ. d.) über die Beziehung zwiſchen Wind und Luftdruckverteilung. An die Stelle der Verwertung von Mittelwerten trat die ſynoptiſche Methode, die Unterſuchung des Einzelfalles, wodurch die Grundlage zur Wetterprognoſe geſchaffen wurde, mittels Abſtraktion aus der Fülle von Einzelfällen. Vielfachen Erfolg hat die phyſikaliſch-mathematiſche Behandlung der Vorgänge in der Atmoſphäre aufzuweiſen, wenn auch das größte Problem, die analytiſche Darſtellung der Bewegung der Atmoſphäre, noch keine befriedigende Löſung hat finden können, da die Rechnung nur bei Einführung von vereinfachenden Annahmen durchführbar iſt. Da die meteoriſchen Vorgänge in den unteren Schichten der Atmoſphäre in hohem Grade von dem Zuſtande und den Bewegungen der höheren Luftſchichten abhängen, ſo ſtellt deren Erforſchung heute eine wichtige Aufgabe der Meteorologie dar, deren Löſung durch möglichſt allgemeine Beobachtung der Wolken, genaue Ermittlung ihrer Höhen, Zugrichtung und Geſchwindigkeit ſowie durch die Verwendung von teils bemannten, teils unbemannten Ballons und von Drachen, die mit Regiſtrierapparaten verſehen ſind, ſowie von Ballons, deren Beobachtung vom Erdboden aus nur zur Ermittlung der Bewegung der Luft, zumal in den höchſten Schichten, dient, in Angriff

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

genommen iſt. Dieſen Zweig der Meteorologie, der die Zuſtände und Vorgänge in der Atmoſphäre zum Gegenſtand hat, bezeichnet man neuerdings als Aerologie. — Neben den Einzelbeobachtungen, die in den meteorologiſchen Jahrbüchern der Zentralſtellen, zum Teil in extenso, zum Teil zu Mittelwerten verarbeitet, publiziert werden, ſammelt ſich in den ſynoptiſchen täglichen Wetterkarten der Zentralſtellen ein Schatz von Material an, das der weiteren Bearbeitung harrt.

Literatur: Eine vollſtändige Zuſammenſtellung der deutſchen meteorologiſchen Literatur bis 1881 gibt Hellmann, Repertorium der deutſchen Meteorologie, Leipzig 1883; Mann, A., Die moderne Meteorologie (aus dem Engliſchen, Braunſchweig 1882); Scott, Elementare Meteorologie (deutſch, Leipzig 1884); Sprung, Lehrbuch der Meteorologie, Hamburg 1885; Ferrel, Recent advances in meteorology, Waſhington 1886; Mohn, Grundzüge der Meteorologie, 5. Aufl., Berlin 1898; Bebber, van, Lehrbuch der Meteorologie, Stuttgart 1890; Trabert, Meteorologie, 2. Aufl., Leipzig 1901; Waldo, Elementary Meteorology for High Schools and Colleges, New York 1896; Mazelle, Meteorologia ed Oceanografia, Fiume 1898; Hildebrandsſon und Teiſſerenc de Bort, Les bases de la météorologie dynamique, Paris 1898; Angot, Traité élémentaire de météorologie, Paris 1899; Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 1. Aufl., Leipzig 1901; 2. Aufl., 1905; Woeikof, Meteorologie, Petersburg 1904 (in ruſſiſcher Sprache); Trabert, Meteorologie und Klimatologie, Leipzig-Wien 1905; Davis, Elementary meteorology, Boſton 1894. — Maritime Meteorologie: Maury, Physical geography of the sea, 2. Aufl., London 1873; Bogoslawski, G. v., und Krümmel, O., Handbuch der Ozeanographie, Stuttgart 1884 und 1887; Sugny, de, Eléments de météorologie nautique, Paris 1890; Haus, Grundzüge der Ozeanographie und maritimen Meteorologie, Wien 1891; Deutſche Seewarte, Segelhandbuch für den Atlantiſchen Ozean, 2. Aufl., Hamburg 1899, mit Atlas, 2. Aufl., Hamburg 1902; Segelhandbuch für den Indiſchen Ozean, Hamburg 1892, mit Atlas 1891; Segelhandbuch für den Stillen Ozean, Hamburg 1897, mit Atlas 1896; Köppen, Grundlinien der maritimen Meteorologie, Hamburg 1899. — Forſtliche Meteorologie: Ebermayer, Die phyſikaliſchen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden, Aſchaffenburg 1873; Hamberg, De l'influence des forêts sur le climat de la Suède, 5 Teile, Stockholm 1885, 1889, 1896; Liburnau, Lorenz v., Reſultate forſtlich-meteorolog. Beobachtungen u. ſ. w., 2 Teile, Wien 1890 und 1892.

Großmann.

Meteorologiſche Stationen finden ſich heute in mehr oder weniger dichtmaſchigem Netz über alle Kulturſtaaten verbreitet, teils auch von dieſen in ihren Kolonien oder an andern Orten der Erde unterhalten. Ihre Aufgabe iſt es, die meteorologiſchen Beobachtungen, die ſich im allgemeinen über Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Himmelsbedeckung, Windrichtung und -ſtärke und Niederſchlagsmenge erſtrecken, auszuführen und dieſe nebſt genauen Aufzeichnungen über die Zeit des Auftretens und die Art der Hydrometeore (Nebel, Tau, Reif, Regen, Schnee, Gewitter u. ſ. w.) der Zentralſtelle zur weiteren Bearbeitung zuzuſenden — teils nach beſtimmten Zwiſchenräumen, teils aber telegraphiſch ſofort nach der Beobachtung, falls eine Station bei der Konſtruktion der ſynoptiſchen täglichen Wetterkarten berückſichtigt wird.

Je nach der Vollſtändigkeit der Ausrüſtung der Beobachtungsſtation und der Mannigfaltigkeit der Beobachtungen unterſcheidet man Stationen erſter bis vierter Ordnung ſowie Regen-, Gewitterſtationen u. ſ. w. Während die Beobachtungen an Stationen erſter und zweiter Ordnung in dem oben angegebenen Umfang angeſtellt werden und außerdem die Stationen erſter Ordnung mit einem beſonderen Normalbarometer ſowie mit Regiſtrierapparaten, wenigſtens für Luftdruck, Temperatur, Windrichtung und -geſchwindigkeit, Niederſchläge und Sonnenſchein, ausgerüſtet ſind, iſt der Umfang der Beobachtungen auf Stationen niederer Ordnung ein mehr beſchränkter und erſtreckt ſich zum Teil nur auf Temperatur und Niederſchläge. Der Meſſung der Niederſchläge allein dienen die Regenſtationen, die ungleich dichter verbreitet ſein müſſen, da die Größe der Niederſchläge von Ort zu Ort ſtärkeren Aenderungen ausgeſetzt iſt als die übrigen Elemente. Zum Studium der Gewittererſcheinungen werden außerdem beſonders zahlreich noch Gewitterſtationen unterhalten, die nach feſt vereinbartem Schema Beobachtungen über die Gewitter anſtellen und zum Teil noch mit Regenmeſſern ausgerüſtet ſind. Normalbeobachtungsſtationen erſter Ordnung befinden ſich in Deutſchland in Hamburg auf der Seewarte, in Potsdam, München, Dresden, Stuttgart, Karlsruhe, Bremen, Magdeburg und Aachen; außerdem ſind die Beobachtungsſtationen zweiter Ordnung der Seewarte, die längs der Küſte errichtet ſind, wie noch eine Zahl andrer Stationen zweiter Ordnung mit Regiſtrierapparaten für Luftdruck und Wind und zum Teil auch für Temperatur, Niederſchlag und Sonnenſchein verſehen.

Eine beſondere Art von Stationen ſtellen die Sturmwarnungsſtellen der deutſchen Seewarte längs der deutſchen Küſte dar, die weſentlich zur Zeit von Stürmen Beobachtungen über Wind und Wetter anſtellen. Die Beobachtungen werden auf den meteorologiſchen Stationen erſter bis vierter Ordnung und ebenſo die Regenmeſſungen an den Regenſtationen zu beſtimmten Terminen ausgeführt. Aufgabe der Zentralſtelle des Beobachtungsnetzes iſt es, durch jährliche Inſpektion der Stationen die Güte der Inſtrumente zu kontrollieren und insbeſondere deren Korrektionen mittels Reiſeinſtrumenten immer von neuem feſtzuſtellen. Der Zentralſtelle fällt auch die Bearbeitung der Beobachtungen und deren Veröffentlichung zu, ſo daß ſolche meiſt mit einem größeren Perſonal ausgerüſtet ſind.

Den Aufgaben der forſtlichen und der Agrarmeteorologie dienen die forſtlichen meteorologiſchen Stationen wie auch die agrar-forſtlichen Stationen, die letzteren meiſt mit den Agrikulturverſuchsanſtalten verbunden. Die forſtlichen meteorologiſchen Stationen beſtanden in Deutſchland zunächſt aus je zwei Parallelſtationen, die eine im Walde und die andre außerhalb desſelben,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nahe dem Waldrande, im Freien gelegen — nach dem Vorgang von Ebermayer. Um die Frage nach dem Einfluſſe des Waldes auf das Klima (außerhalb desſelben!) zu löſen, richtete Hamberg in Schweden je drei Parallelſtationen ein, eine im Walde unter den Bäumen, eine andre innerhalb einer Waldlichtung und eine dritte auf waldfreiem Gebiete, in größerer Entfernung vom Walde. In Oeſterreich wurden von Lorenz v. Liburnau die forſtlichen meteorologiſchen Stationen als Radialſtationen eingerichtet, indem dieſe ſo ausgewählt wurden, daß ſie den Wald, in verſchiedenen Abſtänden radienartig angeordnet, umgeben und mit Stationen im Waldinnern korreſpondieren (vgl. Meteorologie). Seit 1900 beſtehen in Preußen beſondere Stationen, um den Einfluß des Waldes auf die Niederſchläge feſtzuſtellen.

Literatur: Bericht über die Verhandlungen des erſten internationalen Meteorologenkongreſſes zu Rom 1879, Hamburg 1880, und des internationalen meteorologiſchen Komitees in Bern 1880 (Hamburg 1881), in Kopenhagen 1882 (Hamburg 1884), in Paris 1885 (Hamburg 1887), und in Zürich 1888 (Hamburg 1889). — Die in Deutſchland tätigen meteorologiſchen Stationen ſind zu erſehen aus dem Anhang „Geſamtinhalt des Deutſchen meteorologiſchen Jahrbuchs“, der ſich in den meteorologiſchen Jahrbüchern der Deutſchen Seewarte „Meteorologiſche Beobachtungen in Deutſchland u. ſ. w., Beobachtungsſyſtem der Deutſchen Seewarte“ vorfindet. *Großmann.*

Meteorſtahl, ſ. v. w. Nickelſtahl, ſ. Eiſenlegierungen.

Meteorſtein, ſ. v. w. Meteorit (ſ. d.).

Meter (m), die Einheit des Längenmaßes im metriſchen Syſtem (ſ. d.).

Die Generalkonferenz der Internationalen Meterkonvention ſetzte 1889 feſt, daß an Stelle des Mêtre des archives das internationale Meterprototyp (ſ. Maß- und Gewichtsweſen) als Einheit des Längenmaßes anzuſehen ſei. Dieſes Prototyp beſteht in einem Stabe in X-förmigem Querſchnitt, der aus einer Legierung von 90 Teilen Platin mit 10 Teilen Iridium hergeſtellt iſt. In ſeiner neutralen Schicht, d. h. in derjenigen Ebene, die gleichlaufend mit der Fußebene durch die Schwerpunkte der Querſchnitte gelegt iſt, enthält der Stab eine Teilung, und das Meter wird durch den Abſtand gebildet, den die beiden Endſtriche der Teilung unter Vorausſetzung einer horizontalen Lagerung des Stabes zeigen, wenn das Prototyp die Temperatur des bei dem Barometerdruck von 760 mm ſchmelzenden Eiſes beſitzt. Das internationale Prototyp iſt alſo jetzt „das Meter“, unabhängig von der Genauigkeit, mit der man ſpäterhin die Abmeſſungen der Erde feſtſtellen wird. Bei der Verteilung der nationalen Prototype erhielt Deutſchland das Meter Nr. 18. Dieſes hat unter den dargeſtellten Umſtänden die Länge: Nr. 18 = 1 m − 1,μ0 ± 0,μ1. — Seine Ausdehnung wurde zwiſchen 0 und 37,6 der internationalen Waſſerſtoffſkala beſtimmt zu: $\alpha = 10^{-9}(8591 + 1{,}70\,t)$, ſo daß die Gleichung des Stabes lautet: Urmaß Nr. 18 = 1 m − 1,μ0 + 8,642 t + 0,00100 t^2 ± 0,μ2. Von dem Meter ſind die Einheit des Flächenmaßes — das Quadratmeter — und die Einheit des Raummaßes — das Kubikmeter — abgeleitet.

Literatur: Méchain et Delambre, Base du système métrique décimal; Travaux et mémoires du bureau international des poids et mesures, Bd. 7 ff.; Wiſſenſchaftliche Abhandlungen der Kaiſerlichen Normaleichungskommiſſion, Bd. 1. *Plato.*

Meterkerze (Lux), ſ. Gasbeleuchtung. Bd. 4, S. 271.

Meterkilogramm, ſ. Arbeit, Bd. 1, S. 267.

Meterkonvention, ſ. Eichordnung, Metriſches Syſtem.

Metertonne (mt) = 1000 Kilogramm-Meter.

Methan (Methylwaſſerſtoff, Grubengas, Sumpfgas), das niedrigſte Glied aus der Reihe der Grenzkohlenwaſſerſtoffe oder Paraffine C_nH_{2n+2} (ſ. Paraffine), die einfachſte geſättigte Verbindung zwiſchen Kohlenſtoff und Waſſerſtoff und demgemäß nach CH_4 zuſammengeſetzt.

Das Methan iſt ein farb- und geruchloſes, brennbares Gas vom ſpez. Gew. 7,98 ($H = 1$). Seine kritiſche Temperatur beträgt −82°, der kritiſche Druck 55 Atmoſphären. Verflüſſigt, ſiedet es bei −155°. Bei −185° wird es feſt. Es brennt mit ſchwachleuchtender, gelblicher Flamme. Mit Sauerſtoff oder atmoſphäriſcher Luft gemengt, explodiert es beim Anzünden äußerſt heftig; die für die Exploſion günſtigſten Bedingungen ſind Miſchungen von 1 Vol. Methan auf 6—16 Vol. Luft, die Verbrennungsprodukte Waſſerdampf und Kohlenſäure. Mit 2 Vol. Chlor gemengt, explodiert es im direkten Sonnenlicht unter Abſcheidung von Kohle und Bildung von gasförmiger Salzſäure. Das Methan entſteht bei vielen Zerſetzungsprozeſſen organiſcher Subſtanzen, daher iſt es im Leuchtgas enthalten und entwickelt ſich in Sümpfen (Sumpfgas) und in Kohlenflözen (Grubengas), in welchen es mit Luft gemengt die ſchlagenden Wetter bildet. In den Petroleumdiſtrikten, ſo in Baku und Pennſylvanien, entſtrömt es in großen Mengen der Erde und wird in Amerika daher zu Heizzwecken verwendet (ſ. Naturgas unter Brennſtoffe), desgleichen in Nordholland. Künſtlich entſteht es beim Leiten von Schwefelkohlenſtoffdampf und Schwefelwaſſerſtoffgas über glühendes Kupfer oder durch Reduktion von Tetrachlorkohlenſtoff mit Natriumamalgam und Waſſer. Dargeſtellt wird es durch Erhitzen von geſchmolzenem Natriumacetat mit Natronkalk (ſ. a. Aethan).

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organiſchen Chemie, 3. Aufl., Leipzig und Hamburg 1893, Bd. 1, S. 100 ff.; Hollemann, Lehrbuch der anorgan. Chemie, 2. Aufl., Leipzig 1903, und andre Lehrbücher der Chemie. *Bujard.*

Methode der kleinſten Quadrate, ein Verfahren zur Ermittlung der wahrſcheinlichſten Werte von Größen aus Beobachtungsergebniſſen und der Genauigkeitsmaße für die letzteren ſowie für die daraus abgeleiteten Größen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. **Ausgleichungsrechnung.** Werden zur Beſtimmung irgend welcher Größen Beobachtungen angeſtellt, ſo begnügt man ſich in der Regel nicht damit, nur ſo viele Beobachtungen zu machen, wie zur einfachen, nicht verſicherten Beſtimmung der geſuchten Größen erforderlich ſind, ſondern man führt weitere überſchüſſige Beobachtungen aus, einerſeits um die Ergebniſſe gegen grobe Fehler (ſ. Fehlertheorie, 1.) zu ſichern, anderſeits um die Genauigkeit der aus den Beobachtungsergebniſſen folgenden Werte zu vergrößern. Alsdann iſt die Aufgabe zu löſen, die Beobachtungsergebniſſe derart auszugleichen, daß die geſuchten Größen als einheitliches Endergebnis aus ſämtlichen vorliegenden Beſtimmungen ſo gewonnen werden, daß jedes Beobachtungsergebnis dabei ſeiner Genauigkeit entſprechend berückſichtigt wird. Dieſe Aufgabe iſt nach dem allgemeinen Ausgleichungsprinzip zu löſen, die geſuchten Größen ſo zu beſtimmen, daß die aus ihnen endgültigen Werten folgenden Werte der beobachteten Größen möglichſt wenig von den Beobachtungsergebniſſen abweichen. Bezeichnen $x, y, z \ldots$ die endgültigen Werte der geſuchten Größen, $L_1, L_2, L_3, \ldots L_n$ die dieſen entſprechenden ausgeglichenen Werte der beobachteten Größen und $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots \lambda_n$ die Beobachtungsergebniſſe, ſo ſind die endgültigen Werte $x, y, z, \ldots$ alſo derart zu beſtimmen, daß die gewöhnlich als Beobachtungsfehler bezeichneten Abweichungen $v_1 = L_1 - \lambda_1$, $v_2 = L_2 - \lambda_2$, $v_3 = L_3 - \lambda_3, \ldots v_n = L_n - \lambda_n$ möglichſt klein werden. Das zur Beſtimmung ſolcher endgültigen Werte einzuſchlagende Verfahren richtet ſich nach der Genauigkeit, die für die ausgeglichenen Werte verlangt wird, und nach der Art der vorliegenden Aufgabe.

2. **Graphiſche und analytiſche Löſung.** In manchen Fällen werden die Beobachtungsergebniſſe am zweckmäßigſten im richtigen Zuſammenhange graphiſch dargeſtellt und die geſuchten Größen aus dieſer Darſtellung entnommen. Wenn z. B. die Stand- und Teilungskorrektion eines Federbarometers beſtimmt werden ſoll, ſo werden am zweckmäßigſten die Unterſchiede zwiſchen den gleichzeitigen Ableſungen an einem Queckſilber- und dem Federbarometer als Ordinaten zu den Ableſungen am Federbarometer als Abſziſſen aufgetragen und danach eine gerade oder gebogene Linie geſucht, die ſich den Endpunkten der Ordinaten möglichſt gut anpaßt. Die Ordinaten dieſer Linie geben dann für jeden Strich der Teilung die ausgeglichenen Werte der geſuchten Korrektionen. In ähnlicher Weiſe können auch die rechtwinkligen Koordinaten x, y eines durch Vorwärtseinſchneiden von mehr als zwei gegebenen Punkten aus beſtimmten trigonometriſchen Punktes in der Weiſe beſtimmt werden, daß die beobachteten Richtungen in richtiger Lage zueinander und zu den gegebenen Punkten in großem Maßſtabe graphiſch dargeſtellt werden. Die einzelnen Richtungen werden ſich dann in der Regel nicht in einem Punkte ſchneiden, ſondern eine Schnittfigur bilden, worin der als endgültig anzunehmende Punkt nach Schätzung beſtimmt oder durch Konſtruktion gefunden werden kann. Ferner können auch die Koordinaten aller Schnittpunkte je zweier Richtungen nach elementaren Formeln berechnet und aus den ſo erlangten Koordinatenwerten durch Mittelbildung endgültige Koordinatenwerte für den zu beſtimmenden Punkt abgeleitet werden u. ſ. w.

In allen Fällen können dann aus den endgültigen Werten der zu beſtimmenden Größen die dieſen entſprechenden Werte der beobachteten Größen abgeleitet und durch Vergleichung dieſer letzteren Werte mit den Beobachtungsergebniſſen die beſtehen gebliebenen Widerſprüche zwiſchen beiden oder, mit andern Worten, die übriggebliebenen Beobachtungsfehler feſtgeſtellt werden. Für einen vorwärts eingeſchnittenen Punkt ergeben ſich z. B. aus den Koordinaten $x_1\, y_1,\ x_2\, y_2, \ldots x_n\, y_n$ der gegebenen Punkte $P_1, P_2 \ldots P_n$ und aus den als endgültig angenommenen Koordinaten $x\, y$ des neu beſtimmten Punktes die dieſen entſprechenden Richtungen $R_1, R_2, \ldots R_n$ und durch Vergleichung mit den beobachteten Richtungen $r_1, r_2, \ldots r_n$ die übriggebliebenen Beobachtungsfehler $v_1 = R_1 - r_1$, $v_2 = R_2 - r_2, \ldots v_n = R_n - r_n$.

Je kleiner nun die übriggebliebenen Beobachtungsfehler in ihrer Geſamtheit ſind, deſto beſſer paſſen ſich die aus den endgültigen Werten der zu beſtimmenden Größen abgeleiteten Werte der beobachteten Größen den Beobachtungsergebniſſen an und als deſto beſſer iſt die Beſtimmung der endgültigen Werte der geſuchten Größen oder als deſto zweckmäßiger iſt die Wahl der geſuchten Unbekannten anzuerkennen. Deshalb ſind außer einfachen graphiſchen Verfahren **Rechenverfahren** aufgeſtellt worden, die ſolche Werte der Unbekannten liefern, für welche die übrigbleibenden Fehler in ihrer Geſamtheit möglichſt klein werden. Laplace ſtellte 1792 gelegentlich der Entſcheidung der Frage, ob die vorhandenen Gradmeſſungen ſich mit einem elliptiſchen Meridian vereinbaren laſſen, ein ſolches Verfahren für eine Unbekannte auf nach dem Prinzip, daß erſtens die Summe der Fehler gleich Null und daß zweitens die Summe der Abſolutwerte der Fehler ein Minimum ſei [1]. Sodann ſtellte Karl Friedrich Gauß im Jahre 1795 das Verfahren auf, wonach diejenigen Werte der geſuchten Größen gefunden werden, wofür die Summe der Quadrate der übrigbleibenden Fehler ein Minimum wird. Das Verfahren wurde zuerſt 1805 von Legendre unter dem Namen „Methode der kleinſten Quadrate“ [2] und dann auch 1809 von Gauß [3], [5] veröffentlicht. In mehreren folgenden Abhandlungen [4], [5] hat Gauß das Verfahren weiterentwickelt und neu begründet und u. a. auch auf zwei wichtige geodätiſche Aufgaben angewendet, nämlich auf die Beſtimmung der wahrſcheinlichſten Werte der Koordinaten eines durch Rückwärtseinſchneiden beſtimmten trigonometriſchen Punktes und auf die Ausgleichung der Fehler in Dreiecksnetzen. Seitdem iſt die Methode der kleinſten Quadrate praktiſch fortgeſetzt weiterentwickelt worden, und gegenwärtig wird keine wichtigere aſtronomiſche oder geodätiſche Maßbeſtimmung mehr ohne Anwendung der Methode der kleinſten Quadrate ausgeführt [8]—[23]. Die theoretiſche Entwicklung der Methode der kleinſten Quadrate iſt von Czuber [24] überſichtlich mit vollſtändigen Literaturangaben dargeſtellt.

Das Prinzip und das Rechnungsverfahren der Methode der kleinſten Quadrate kann in einfacher Weiſe dargelegt werden für den Fall, daß zur Beſtimmung einer Größe direkte gleich genaue Meſſungen derſelben vorgenommen ſind. Alsdann folgt aus den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ergebniſſen der Meſſungen $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$ der wahrſcheinlichſte (plauſibelſte) Wert der gemeſſenen Größe, indem zunächſt die wahrſcheinlichſten (plauſibelſten) Fehler der Meſſungen $v_1, v_2, \ldots v_n$ durch die Fehlergleichungen

$$\left.\begin{array}{l} v_1 = x - \lambda_1 \\ v_2 = x - \lambda_2 \\ \cdots\cdots \\ v_n = x - \lambda_n \end{array}\right\} \text{ als Funktion der zu beſtimmenden Größe } x \text{ dargeſtellt, dieſe Fehlergleichungen quadriert } \left\{\begin{array}{l} v_1 v_1 = x^2 - 2x\lambda_1 + \lambda_1\lambda_1 \\ v_2 v_2 = x^2 - 2x\lambda_2 + \lambda_2\lambda_2 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ v_n v_n = x^2 - 2x\lambda_n + \lambda_n\lambda_n \end{array}\right.$$

und in der Summe dieſer Gleichungen $[vv] = nx^2 - 2x[\lambda] + [\lambda\lambda]$ die Quadratſumme der wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler als Funktion der zu beſtimmenden Größe x erhalten wird. Hierauf ergibt ſich der wahrſcheinlichſte Wert von x, wofür die Fehlerquadratſumme $[vv]$ ein Minimum werden ſoll, indem der Ausdruck für $[vv]$ nach x differenziert, der Differentialquotient $\frac{\partial [vv]}{\partial x} = 2nx - 2[\lambda]$ gleich Null geſetzt und die damit erhaltene Gleichung $2nx - 2[\lambda] = 0$ nach x aufgelöſt wird, wonach $x = \frac{[\lambda]}{n} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots \lambda_n}{n}$ = dem einfachen arithmetiſchen Mittel der Beobachtungsergebniſſe $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_n$ folgt. Wird der erhaltene Wert $x = \frac{[\lambda]}{n}$ in die Fehlergleichungen eingeſetzt, ſo ergibt ſich als Summe derſelben $[v] = n\frac{[\lambda]}{n} - [\lambda] = 0$, wonach die Summe der wahrſcheinlichſten Fehler $v_1, v_2, \ldots v_n$ gleich Null ſein muß, was eine Probe für die richtige Bildung des wahrſcheinlichſten Wertes x ergibt.

Die Methode der kleinſten Quadrate iſt aber nicht beſchränkt auf die Bildung der wahrſcheinlichſten Werte der zu beſtimmenden Größen und der Beobachtungsfehler ſowie auf die Aufſtellung von Proben für die richtige Bildung der Rechnungsergebniſſe, ſondern ſie liefert weiter auch die Genauigkeitsmaße für die Beobachtungsergebniſſe und für die daraus abgeleiteten Größen. In dem behandelten einfachen Fall, wo die Beobachtungsergebniſſe $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_n$ gleich genau ſind, ergibt ſich mit dem für alle Ergebniſſe gleichen Gewicht p und mit der Anzahl $n-1$ der überſchüſſigen Beobachtungen nach der allgemeinen Formel $\mathfrak{m} = \pm\sqrt{\frac{[pvv]}{n-q}}$ für den mittleren Fehler der Gewichtseinheit (ſ. Fehlertheorie, 2.) $\mathfrak{m} = \pm\sqrt{p}\sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$ und für den mittleren Fehler eines jeden der gleich genauen Beobachtungsergebniſſe

$$m = \pm\mathfrak{m}\sqrt{\frac{1}{p}} = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}.$$

Ferner ergibt ſich für den wahrſcheinlichſten Wert der geſuchten Größe $x = \frac{1}{n}(\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots \lambda_n)$ nach den Regeln der Fehler- und Gewichtsfortpflanzung (ſ. Fehlertheorie, 5.) der mittlere Fehler

$$M = \pm m\sqrt{\frac{1}{n}} = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} \quad \text{und das Gewicht } P = np.$$

Die nach der Methode der kleinſten Quadrate zu löſenden Aufgaben ſind nun zwar häufig nicht ſo einfach wie der behandelte Fall, im weſentlichen bleibt das Verfahren aber immer gleich, und für die verſchiedenen Arten der Aufgaben ſind vollſtändig durchgebildete Verfahren aufgeſtellt.

3. Für **direkte Beobachtungen,** wobei die Beobachtungsergebniſſe lediglich zur Beſtimmung der direkt gemeſſenen Größe einer Linie, eines Winkels, eines Gewichtes u. ſ. w. dienen ſollen, iſt nur noch der Fall zu berückſichtigen, daß die Beobachtungsergebniſſe nicht gleiches Gewicht, ſondern die ungleichen Gewichte $p_1, p_2, \ldots p_n$ haben. Dann iſt bei Bildung der Fehlerquadratſumme das Quadrat einer jeden Fehlergleichung mit dem Gewicht $p_1, p_2 \ldots p_n$ zu multiplizieren und $[pvv]$ in der gleichen Weiſe zu behandeln wie $[vv]$ in dem einfachſten Falle. Während nach 2. der wahrſcheinlichſte Wert x der beobachteten Größe aus den gleich genauen Beobachtungsergebniſſen $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$ erhalten wird, indem man den Durchſchnitt oder das einfache arithmetiſche Mittel von $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$ bildet nach:

$$x = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \ldots \lambda_n}{n} = \frac{[\lambda]}{n}, \qquad 1.$$

ſo iſt aus den ungleich genauen Beobachtungsergebniſſen $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_n$ mit den Gewichten $p_1, p_2, \ldots p_n$ das allgemeine arithmetiſche Mittel zu bilden nach:

$$x = \frac{p_1\lambda_1 + p_2\lambda_2 + \ldots p_n\lambda_n}{p_1 + p_2 + \ldots p_n} = \frac{[p\lambda]}{[p]}. \qquad 2.$$

Durch Vergleichung des wahrſcheinlichſten Wertes x mit den einzelnen Beobachtungsergebniſſen ergeben ſich die wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler v_1, v_2 und v_n nach:

$$v_1 = x - \lambda_1, \quad v_2 = x - \lambda_2, \ldots v_n = x - \lambda_n, \qquad 3.$$

womit ſich für die richtige Bildung von x die Probe ergibt, daß bei gleich genauen Beobachtungen

$$[v] = v_1 + v_2 + \ldots v_n = 0 \qquad 4.$$

und bei ungleich genauen Beobachtungen

$$[pv] = p_1v_1 + p_2v_2 + \ldots p_nv_n = 0 \qquad 5.$$

ſein muß. Mit dem Gewicht p der gleich genauen Beobachtungen oder den Gewichten $p_1, p_2, \ldots p_n$ der ungleich genauen Beobachtungen ſowie der Quadratſumme $[vv] = v_1v_1 + v_2v_2 + \ldots v_nv_n$ oder $[pvv] = p_1v_1v_1 + p_2v_2v_2 + \ldots p_nv_nv_n$ der wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler folgen dann als Genauigkeitsmaße

a) der mittlere Fehler der Gewichtseinheit (ſ. Fehlertheorie, 2.)

$$\mathfrak{m} = \pm\sqrt{p}\sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \text{ oder } \mathfrak{m} = \pm\sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}}, \qquad 6.$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

b) die mittleren Fehler der Beobachtungsergebniſſe $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$

$$m = \pm \mathfrak{m} \sqrt{\frac{1}{p}} = \pm \sqrt{\frac{[v\,v]}{n-1}} \text{ oder } m_1 = \pm \mathfrak{m} \sqrt{\frac{1}{p_1}},\ m_2 = \pm \mathfrak{m} \sqrt{\frac{1}{p_2}}, \ldots m_n = \pm \mathfrak{m} \sqrt{\frac{1}{p_n}}, \quad 7.$$

c) das Gewicht des aus allen Beobachtungsergebniſſen gewonnenen wahrſcheinlichſten Wertes x der beobachteten Größe

$$P = n\,p \text{ oder } P = p_1 + p_2 + \ldots p_n = [p], \quad 8.$$

und d) der mittlere Fehler des wahrſcheinlichſten Wertes x der beobachteten Größe

$$M = \pm \mathfrak{m} \sqrt{\frac{1}{P}} = \pm \sqrt{\frac{[v\,v]}{n\,(n-1)}} \text{ oder } M = \pm \mathfrak{m} \sqrt{\frac{1}{P}} = \pm \sqrt{\frac{[p\,v\,v]}{[p]\,(n-1)}}, \quad 9.$$

wobei die linksſtehenden Formeln für gleich genaue Beobachtungen, die rechtsſtehenden Formeln für ungleich genaue Beobachtungen gelten.

4. In vielen Fällen können aber die zu beſtimmenden Größen nicht direkt beobachtet werden, vielmehr werden Stücke beobachtet, welche die Kenntnis der zu beſtimmenden Größen vermitteln. Zur Beſtimmung der Koordinaten x und y eines trigonometriſchen Punktes werden z. B. die Richtungen $r_1, r_2, \ldots r_n$ zwiſchen dieſem Punkte und andern gegebenen Punkten beobachtet, und die beobachteten Richtungen müſſen dann die Beſtimmung der geſuchten Koordinaten vermitteln. Für ſolche Fälle iſt das Verfahren für **vermittelnde Beobachtungen** aufgeſtellt. Bei dieſem Verfahren ſind zuerſt die Beziehungen zwiſchen den wahren Werten der beobachteten Größen $(\lambda_1), (\lambda_2), \ldots (\lambda_n)$ und den wahren Werten der zu beſtimmenden Größen $(x), (y), (z), \ldots$ durch Gleichungen

$$1. \begin{cases} (\lambda_1) = F_1\,((x), (y), (z), \ldots), \\ (\lambda_2) = F_2\,((x), (y), (z), \ldots), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ (\lambda_n) = F_n\,((x), (y), (z), \ldots) \end{cases}$$

darzuſtellen, welche die mathematiſche Grundlage für das weitere Verfahren bilden. Hiernach ergibt ſich für die wahrſcheinlichſten Werte der beobachteten Größen $L_1, L_2, \ldots L_n$ und die wahrſcheinlichſten Werte $x, y, z, \ldots$ der zu beſtimmenden Größen

$$2. \begin{cases} L_1 = F_1\,(x, y, z, \ldots), \\ L_2 = F_2\,(x, y, z, \ldots), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ L_n = F_n\,(x, y, z, \ldots) \end{cases}$$

und für die wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler als Abweichung zwiſchen $L_1, L_2, \ldots L_n$ und den Beobachtungsergebniſſen $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n$

$$3. \begin{cases} v_1 = L_1 - \lambda_1, \\ v_2 = L_2 - \lambda_2, \\ \cdots\cdots\cdots \\ v_n = L_n - \lambda_n. \end{cases}$$

Die Gleichungen 2. und 3. bilden zuſammen die Fehlergleichungen, wodurch die wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler als Funktion der wahrſcheinlichſten Werte der zu beſtimmenden Größen dargeſtellt werden.

Die wahrſcheinlichſten Werte $x, y, z, \ldots$ ſind dann ſo zu beſtimmen, daß die unter Berückſichtigung der Gewichte der Beobachtungsergebniſſe $p_1, p_2, \ldots p_n$ gebildete Quadratſumme der wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler $[p\,v\,v] = p_1 v_1 v_1 + p_2 v_2 v_2 + \ldots p_n v_n v_n$ ein Minimum wird. Dieſe Beſtimmung kann aber in der Regel nicht ohne weiteres ausgeführt werden, vielmehr müſſen meiſtens zunächſt Näherungswerte $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, \ldots$ ermittelt und dann die kleinen Aenderungen $d\mathfrak{x}, d\mathfrak{y}, d\mathfrak{z}, \ldots$ beſtimmt werden, womit nach

$$4. \begin{cases} x = \mathfrak{x} + d\mathfrak{x}, \\ y = \mathfrak{y} + d\mathfrak{y}, \\ z = \mathfrak{z} + d\mathfrak{z}, \\ \cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

die wahrſcheinlichſten Werte $x, y, z, \ldots$ erhalten werden.

Den Näherungswerten der zu beſtimmenden Größen $\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, \ldots$ entſprechen die Näherungswerte der beobachteten Größen

$$5. \begin{cases} \mathfrak{l}_1 = F_1\,(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, \ldots), \\ \mathfrak{l}_2 = F_2\,(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, \ldots), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ \mathfrak{l}_n = F_n\,(\mathfrak{x}, \mathfrak{y}, \mathfrak{z}, \ldots), \end{cases}$$

woraus durch Hinzufügung der den Aenderungen $d\mathfrak{x}, d\mathfrak{y}, d\mathfrak{z}, \ldots$ entſprechenden kleinen Werte $d\mathfrak{l}_1, d\mathfrak{l}_2, \ldots d\mathfrak{l}_n$ auch die wahrſcheinlichſten Werte der beobachteten Größen

$$6. \begin{cases} L_1 = \mathfrak{l}_1 + d\mathfrak{l}_1, \\ L_2 = \mathfrak{l}_2 + d\mathfrak{l}_2, \\ \cdots\cdots\cdots \\ L_n = \mathfrak{l}_n + d\mathfrak{l}_n \end{cases}$$

erhalten werden.

Werden in die Fehlergleichungen 2. und 3. für die wahrſcheinlichſten Werte $x, y, z, \ldots$ $L_1, L_2, \ldots L_n$ die Näherungswerte und deren kleinere Aenderungen geſetzt und bei den danach vorzunehmenden einfachen Umformungen die abkürzenden Bezeichnungen

$$a_n = \frac{\partial F_n}{\partial \mathfrak{x}},\ b_n = \frac{\partial F_n}{\partial \mathfrak{y}},\ c_n = \frac{\partial F_n}{\partial \mathfrak{z}}, \ldots \text{ und } f_n = \mathfrak{l}_n - \lambda_n$$

eingeführt, ſo ergeben ſich die umgeformten Fehlergleichungen

$$7. \begin{cases} d\mathfrak{l}_1 = a_1\,d\mathfrak{x} + b_1\,d\mathfrak{y} + c_1\,d\mathfrak{z} + \ldots, \\ d\mathfrak{l}_2 = a_2\,d\mathfrak{x} + b_2\,d\mathfrak{y} + c_2\,d\mathfrak{z} + \ldots, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ d\mathfrak{l}_n = a_n\,d\mathfrak{x} + b_n\,d\mathfrak{y} + c_n\,d\mathfrak{z} + \ldots, \end{cases} \qquad 8. \begin{cases} v_1 = f_1 + d\mathfrak{l}_2, \\ v_2 = f_2 + d\mathfrak{l}_2, \\ \cdots\cdots\cdots \\ v_n = f_n + d\mathfrak{l}_n. \end{cases}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Durch Einſetzung der in 7. gegebenen Werte für $dl_1, dl_2, \ldots dl_n$ in 8., Quadrierung der damit erhaltenen Gleichungen und Summierung ergibt ſich die Quadratſumme der wahrſcheinlichſten Beobachtungsfehler

$$9.\quad [pvv] = [pff] + 2[paf]d\mathfrak{x} + [paa]d\mathfrak{x}^2 + 2[pab]d\mathfrak{x}d\mathfrak{y} + 2[pac]d\mathfrak{x}d\mathfrak{z} + \ldots,$$
$$+ 2[pbf]d\mathfrak{y} + [pbb]d\mathfrak{y}^2 + 2[pbc]d\mathfrak{y}d\mathfrak{z} + \ldots,$$
$$+ 2[pcf]d\mathfrak{z} + [pcc]d\mathfrak{z}^2 + \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

woraus ſich nach den Regeln für die Beſtimmung eines Maximums oder Minimums für diejenigen Werte von $d\mathfrak{x}, d\mathfrak{y}, d\mathfrak{z} \ldots$, wofür $[pvv]$ ein Minimum wird, die End- oder Normalgleichungen

$$10.\quad \left\{\begin{array}{l} [paa]d\mathfrak{x} + [pab]d\mathfrak{y} + [pac]d\mathfrak{z} + \ldots [paf] = 0 \\ [pab]d\mathfrak{x} + [pbb]d\mathfrak{y} + [pbc]d\mathfrak{z} + \ldots [pbf] = 0 \\ [pac]d\mathfrak{x} + [pbc]d\mathfrak{y} + [pcc]d\mathfrak{z} + \ldots [pcf] = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \begin{array}{c}\text{oder}\\ \text{in ver-}\\ \text{einfachter}\\ \text{Schreib-}\\ \text{weiſe}\end{array} \left\{\begin{array}{l} (1)\ \mathfrak{a}_1 d\mathfrak{x} + \mathfrak{b}_1 d\mathfrak{y} + \mathfrak{c}_1 d\mathfrak{z} + \ldots \mathfrak{f}_1 = 0 \\ (2)\ \mathfrak{b}_1 d\mathfrak{x} + \mathfrak{b}_2 d\mathfrak{y} + \mathfrak{c}_2 d\mathfrak{z} + \ldots \mathfrak{f}_2 = 0 \\ (3)\ \mathfrak{c}_1 d\mathfrak{x} + \mathfrak{c}_2 d\mathfrak{y} + \mathfrak{c}_3 d\mathfrak{z} + \ldots \mathfrak{f}_3 = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

oder in einer namentlich für größere Normalgleichungen geeigneten Form:

$d\mathfrak{x}$	$d\mathfrak{y}$	$d\mathfrak{z}$	...	
$[paa]$	$[pab]$	$[pac]$	...	$d\mathfrak{x} + [paf] = 0$
	$[pbb]$	$[pbc]$	...	$d\mathfrak{y} + [pbf] = 0$
		$[pcc]$	...	$d\mathfrak{z} + [pcf] = 0$
			...	.....

oder

$d\mathfrak{x}$	$d\mathfrak{y}$	$d\mathfrak{z}$	...	
$\mathfrak{a}_1$	$\mathfrak{b}_1$	$\mathfrak{c}_1$	...	$d\mathfrak{x} + \mathfrak{f}_1 = 0$
	$\mathfrak{b}_2$	$\mathfrak{c}_2$	...	$d\mathfrak{y} + \mathfrak{f}_2 = 0$
		$\mathfrak{c}_3$	...	$d\mathfrak{z} + \mathfrak{f}_3 = 0$
			...	.....

ergeben. Beim Leſen dieſer letzteren Schemas ſind die an den linken Ecken zuſammenſtoßenden vertikalen und horizontalen fetten Linien zu verfolgen, und ſind bei Verfolgung der vertikalen fetten Linien die rechts neben der vertikalen feinen Linie ſtehenden Unbekannten, bei Verfolgung der horizontalen fetten Linien die über der horizontalen feinen Linie ſtehenden Unbekannten zu den gelefenen Faktoren hinzunehmen.

Aus $[paa]$, $[pab]$, $[pac]$, ... $[pbb]$, $[pbc]$, ... $[pcc]$, ... $[paf]$, $[pbf]$, $[pcf]$, ... ergeben ſich die einfacheren Bezeichnungen $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{b}_1$, $\mathfrak{c}_1$, ... $\mathfrak{b}_2$, $\mathfrak{c}_2$, ..., $\mathfrak{c}_3$, ... $\mathfrak{f}_1$, $\mathfrak{f}_2$, $\mathfrak{f}_3$, ..., indem $[p\ ]$ abgeworfen, der letzte Buchſtabe durch den entſprechenden deutſchen erſetzt und für den mittleren Buchſtaben $a, b, c \ldots$ der Index 1, 2, 3 ... geſetzt wird [23]. Bei dem Verfahren für bedingte und vermittelnde bedingte Beobachtungen (ſ. 5.) ergeben ſich ganz ähnliche Normalgleichungen.

Die Auflöſung der Normalgleichungen wird in der Regel wie folgt ausgeführt:

	$d\mathfrak{x}$	$d\mathfrak{y}$	$d\mathfrak{z}$	...	
(1) = (I)	$+[aa]$	$+[ab]$	$+[ac]$	...	$+[af] = 0$
(2) $-\frac{[ab]}{[aa]}$ (I)	$+[ab]$ $-[ab]$	$+[bb]$ $-\frac{[ab]}{[aa]}[ab]$	$+[bc]$ $-\frac{[ab]}{[aa]}[ac]$	...	$+[bf] = 0$ $-\frac{[ab]}{[aa]}[af] = 0$
(II)		$+[bb.1]$	$+[bc.1]$	...	$+[bf.1] = 0$
(3) $-\frac{[ac]}{[aa]}$ (I)	$+[ac]$ $-[ac]$	$+[bc]$ $-\frac{[ac]}{[aa]}[ab]$	$+[cc]$ $-\frac{[ac]}{[aa]}[ac]$	... ...	$+[cf] = 0$ $-\frac{[ac]}{[aa]}[af] = 0$
$-\frac{[bc.1]}{[bb.1]}$ (II)		$+[bc.1]$ $-[bc.1]$	$+[cc.1]$ $-\frac{[bc.1]}{[bb.1]}[bc.1]$	... ...	$+[cf.1] = 0$ $-\frac{[bc.1]}{[bb.1]}[bf.1] = 0$
(III)			$+[cc.2]$	...	$+[cf.2] = 0$
.....	.....	.....	.....	...	.....

oder

	$d\mathfrak{x}$	$d\mathfrak{y}$	$d\mathfrak{z}$	...	
(1) = (I)	$+\mathfrak{a}_1$	$+\mathfrak{b}_1$	$+\mathfrak{c}_1$	...	$+\mathfrak{f}_1 = 0$
(2) $-\frac{\mathfrak{b}_1}{\mathfrak{a}_1}$ (I)	$+\mathfrak{b}_1$ $-\mathfrak{b}_1$	$+\mathfrak{b}_2$ $-\frac{\mathfrak{b}_1}{\mathfrak{a}_1}\mathfrak{b}_1$	$+\mathfrak{c}_2$ $-\frac{\mathfrak{b}_1}{\mathfrak{a}_1}\mathfrak{c}_1$	... ...	$+\mathfrak{f}_2 = 0$ $-\frac{\mathfrak{b}_1}{\mathfrak{a}_1}\mathfrak{f}_1 = 0$
(II)		$+\mathfrak{B}_2$	$+\mathfrak{C}_2$	...	$+\mathfrak{F}_2 = 0$
(3) $-\frac{\mathfrak{c}_1}{\mathfrak{a}_1}$ (I)	$+\mathfrak{c}_1$ $-\mathfrak{c}_1$	$+\mathfrak{c}_2$ $-\frac{\mathfrak{c}_1}{\mathfrak{a}_1}\mathfrak{b}_1$	$+\mathfrak{c}_3$ $-\frac{\mathfrak{c}_1}{\mathfrak{a}_1}\mathfrak{c}_1$	... ...	$+\mathfrak{f}_3 = 0$ $-\frac{\mathfrak{c}_1}{\mathfrak{a}_1}\mathfrak{f}_1 = 0$
$-\frac{\mathfrak{C}_2}{\mathfrak{B}_2}$ (II)		$-\mathfrak{C}_2$	$-\frac{\mathfrak{C}_2}{\mathfrak{B}_2}\mathfrak{C}_2$	...	$-\frac{\mathfrak{C}_2}{\mathfrak{B}_2}\mathfrak{F}_2 = 0$
(III)			$+\mathfrak{C}_3$	...	$+\mathfrak{F}_3 = 0$
.....	.....	.....	.....	...	.....

Zur Vereinfachung iſt hier und in den folgenden beiden Abſätzen das Gewicht p in den [ ] überall weggelaſſen, und die Unbekannten $d\mathfrak{x}, d\mathfrak{y}, d\mathfrak{z}, \ldots$ der Gleichungen ſind nur einmal oben in jeder Spalte hingeſetzt. Die Bedeutung der abkürzenden Bezeichnungen $[bb \cdot 1]$, $[bc \cdot 1]$, ... $[bf \cdot 1]$, $[cc \cdot 2]$, ... $[cf \cdot 2]$, ... [4] und $\mathfrak{B}_2$, $\mathfrak{C}_2$, ... $\mathfrak{F}_2$, $\mathfrak{C}_3$, ... $\mathfrak{F}_3$, ... [23] iſt aus der Entwicklung ohne weiteres zu erkennen. Bei der rechneriſchen Durchführung der Auflöſung können alle Werte, deren Bezeichnungen links von den eingetragenen Doppellinien ſtehen, weggelaſſen werden.

Die Gleichungen (I), (II), (III), ... ſind die reduzierten Normalgleichungen, woraus die Unbekannten folgen nach

$$\left.\begin{array}{l} \ldots\ldots\ldots\ldots \\ d\mathfrak{z} = \ldots - \frac{[cf \cdot 2]}{[cc \cdot 2]} \\ d\mathfrak{y} = -\frac{[bc \cdot 1]}{[bb \cdot 1]} d\mathfrak{z} \ldots - \frac{[bf \cdot 1]}{[bb \cdot 1]} \\ d\mathfrak{x} = -\frac{[ab]}{[aa]} d\mathfrak{y} - \frac{[ac]}{[aa]} d\mathfrak{z} \ldots - \frac{[af]}{[aa]} \end{array}\right\} \text{ oder } \left\{\begin{array}{l} \ldots\ldots\ldots\ldots \\ d\mathfrak{z} = \ldots - \frac{\mathfrak{F}_3}{\mathfrak{C}_3} \\ d\mathfrak{y} = -\frac{\mathfrak{C}_2}{\mathfrak{B}_2} \ldots - \frac{\mathfrak{F}_2}{\mathfrak{B}_2} \\ d\mathfrak{x} = -\frac{\mathfrak{b}_1}{\mathfrak{a}_1} d\mathfrak{y} - \frac{\mathfrak{c}_1}{\mathfrak{a}_1} d\mathfrak{z} \ldots - \frac{\mathfrak{f}_1}{\mathfrak{a}_1} \end{array}\right.$$

Zur Probe für die richtige Berechnung der Unbekannten werden bei der Auflöſung der Normalgleichungen die Summen

$$-\frac{[af]}{[aa]}[af] - \frac{[bf \cdot 1]}{[bb \cdot 1]}[bf \cdot 1] - \frac{[cf \cdot 2]}{[cc \cdot 2]}[cf \cdot 2] \ldots \text{ und } \Big\}\text{oder}\Big\{ -\frac{\mathfrak{f}_1}{\mathfrak{a}_1}\mathfrak{f}_1 - \frac{\mathfrak{F}_2}{\mathfrak{B}_2}\mathfrak{F}_2 - \frac{\mathfrak{F}_3}{\mathfrak{C}_3}\mathfrak{F}_3 \ldots \text{ und}$$
$$+[af]d\mathfrak{x} + [bf]d\mathfrak{y} + [cf]d\mathfrak{z} + \ldots \qquad f_1 d\mathfrak{x} + f_2 d\mathfrak{y} + f_3 d\mathfrak{z} + \ldots$$

gebildet, welche einander gleich ſein müſſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine weitere durchgreifende und Schritt für Schritt wirkende Probe für die Zahlenrechnung wird ferner gewonnen, indem aus den Faktoren $a, b, c \ldots$ und den Abweichungen f der umgeformten Fehlergleichungen die Größen

$$s_1 = -(a_1 + b_1 + c_1 + \ldots f_1),$$
$$s_2 = -(a_2 + b_2 + c_2 + \ldots f_2),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$s_n = -(a_n + b_n + c_n + \ldots f_n)$$

gebildet und die Zahlenwerte $s_1, s_2, \ldots s_n$ in gleicher Weiſe in der Rechnung mitgeführt werden, wie die Zahlenwerte $f_1, f_2, \ldots f_n$, wonach ſowohl bei der Bildung der Faktoren der Normalgleichungen wie auch bei der Auflöſung der Normalgleichungen die Summe der Faktoren Zeile für Zeile gleich Null ſein muß.

In manchen Fällen kann das Verfahren vereinfacht werden, indem aus den umgeformten Fehlergleichungen zunächſt reduzierte Fehlergleichungen und aus dieſen direkt reduzierte End- oder Normalgleichungen mit weniger zu beſtimmenden Unbekannten gebildet werden [23], § 30.

Der mittlere Fehler m der Gewichtseinheit ergibt ſich aus $[p\,v\,v]$, der Anzahl n der beobachteten Größen und der Anzahl q der zu beſtimmenden Größen nach

$$11.\quad \mathrm{m} = \pm\sqrt{\frac{[p\,v\,v]}{n-q}}$$

und die mittleren Fehler $m_1, m_2, \ldots m_n$ der Beobachtungsergebniſſe nach

$$12.\quad m_1 = \pm\,\mathrm{m}\sqrt{\frac{1}{p_1}},\quad m_2 = \pm\,\mathrm{m}\sqrt{\frac{1}{p_2}},\quad \ldots m_n = \pm\,\mathrm{m}\sqrt{\frac{1}{p_n}}.$$

Werden aus den Gleichungen (Gewichtsgleichungen)

$$13\,\mathrm{a}.\quad \begin{cases} [p\,a\,a]\,Q_{11} + [p\,a\,b]\,Q_{12} + [p\,a\,c]\,Q_{13} + \ldots = 1, \\ [p\,a\,b]\,Q_{11} + [p\,b\,b]\,Q_{12} + [p\,b\,c]\,Q_{13} + \ldots = 0, \\ [p\,a\,c]\,Q_{11} + [p\,b\,c]\,Q_{12} + [p\,c\,c]\,Q_{13} + \ldots = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \end{cases}$$

$$13\,\mathrm{b}.\quad \begin{cases} [p\,a\,a]\,Q_{21} + [p\,a\,b]\,Q_{22} + [p\,a\,c]\,Q_{23} + \ldots = 0, \\ [p\,a\,b]\,Q_{21} + [p\,b\,b]\,Q_{22} + [p\,b\,c]\,Q_{23} + \ldots = 1, \\ [p\,a\,c]\,Q_{21} + [p\,b\,c]\,Q_{22} + [p\,c\,c]\,Q_{23} + \ldots = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots; \end{cases}$$

$$13\,\mathrm{c}.\quad \begin{cases} [p\,a\,a]\,Q_{31} + [p\,a\,b]\,Q_{32} + [p\,a\,c]\,Q_{33} + \ldots = 0, \\ [p\,a\,b]\,Q_{31} + [p\,b\,b]\,Q_{32} + [p\,b\,c]\,Q_{33} + \ldots = 0, \\ [p\,a\,c]\,Q_{31} + [p\,b\,c]\,Q_{32} + [p\,c\,c]\,Q_{33} + \ldots = 1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

durch Auflöſung die Zahlenwerte von $Q_{11}, Q_{22}, Q_{33}, \ldots$ genommen, ſo folgen für die wahrſcheinlichſten Werte der zu beſtimmenden Größen $x, y, z, \ldots$ die Gewichte $P_x, P_y, P_z, \ldots$ nach

$$14.\quad \frac{1}{P_x} = Q_{11},\quad \frac{1}{P_y} = Q_{22},\quad \frac{1}{P_z} = Q_{33},\ \ldots$$

und die mittleren Fehler $M_x, M_y, M_z, \ldots$ nach

$$15.\quad M_x = \pm\,\mathrm{m}\sqrt{\frac{1}{P_x}},\quad M_y = \pm\,\mathrm{m}\sqrt{\frac{1}{P_y}},\quad M_z = \pm\,\mathrm{m}\sqrt{\frac{1}{P_z}},\ \ldots$$

5. Aber auch wenn Größen durch direkte oder vermittelnde Beobachtungen beſtimmt ſind, können die Ergebniſſe ſolcher Beſtimmungen häufig noch nicht als die endgültigen Werte angenommen werden, weil dieſe Ergebniſſe noch **weitere Bedingungen** erfüllen und deshalb weiter ausgeglichen werden müſſen. Wenn z. B. die drei Winkel eines Dreiecks direkt beobachtet worden ſind, ſo müſſen die Beobachtungsergebniſſe noch ausgeglichen oder verbeſſert werden, damit ſie den theoretiſchen Sollbetrag erfüllen. Oder wenn z. B. die Richtungen auf den Punkten eines trigonometriſchen Netzes aus den beobachteten Winkeln nach dem Verfahren für vermittelnde Beobachtungen beſtimmt ſind, ſo müſſen auch dieſe noch weiter verbeſſert werden, damit ſie den aus dem Zuſammenhang des trigonometriſchen Netzes entſpringenden mathematiſchen Bedingungen genügen. Im erſteren Falle iſt das Verfahren für direkte bedingte Beobachtungen (ſ. 6.), im zweiten Falle das Verfahren für vermittelnde bedingte Beobachtungen (ſ. 7.) innezuhalten.

6. Das Verfahren für direkte bedingte oder kurzweg **bedingte Beobachtungen** iſt alſo beiſpielsweiſe anzuwenden, wenn die beobachteten Winkel eines Dreiecksnetzes die Bedingungen erfüllen müſſen, daß die Winkel auf jedem Punkte zuſammen gleich 360°, in jedem Dreieck gleich 180° + ſphäriſcher Exzeß ſind u. ſ. w. — Die Anzahl der notwendig zu erfüllenden Bedingungen iſt gleich der Anzahl der vorliegenden überſchüſſigen Beſtimmungen der beobachteten und der aus den Beobachtungsergebniſſen zu beſtimmenden Größen, ſo daß z. B. in einem Dreieck, deſſen drei Seiten und drei Winkel beobachtet ſind, wofür alſo drei überſchüſſige Beſtimmungen vorliegen, auch drei Bedingungen erfüllt werden müſſen. Die Bedingungen, welche die wahrſcheinlichſten Werte der beobachteten Größen I, II, III, IV ... zu erfüllen haben, werden durch Bedingungsgleichungen dargeſtellt in der Form

$$1.\quad \begin{cases} F_a\,(\mathrm{I, II, III, IV}\ldots) = S_a, \\ F_b\,(\mathrm{I, II, III, IV}\ldots) = S_b, \\ F_c\,(\mathrm{I, II, III, IV}\ldots) = S_c, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

worin $S_a, S_b, S_c \ldots$ die zu erfüllenden Sollbeträge ſind. Die Beobachtungsergebniſſe 1, 2, 3, 4 ... genügen in der Regel den Bedingungsgleichungen nicht genau, vielmehr liefern ſie nach

$$2.\quad \begin{cases} F_a\,(1, 2, 3, 4\ldots) = \Sigma_a, \\ F_b\,(1, 2, 3, 4\ldots) = \Sigma_b, \\ F_c\,(1, 2, 3, 4\ldots) = \Sigma_c, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

die Beobachtungsergebniſſe Σa, Σb, Σc ... für die Sollbeträge, deren Abweichungen von den Sollbeträgen

$$3.\quad \begin{cases} fa = Sa - \Sigma a, \\ fb = Sb - \Sigma b, \\ fc = Sc - \Sigma c, \\ \cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

die auszugleichenden Widerſprüche bilden. Dieſe Widerſprüche müſſen durch die den Beobachtungsergebniſſen 1, 2, 3, 4 ... beizufügenden Verbeſſerungen (1), (2), (3), (4) ... gehoben werden, aus welcher Forderung ſich nach 1 und 3 die umgeformten Bedingungsgleichungen oder Verbeſſerungsgleichungen

$$4.\quad \begin{cases} a_1(1) + a_2(2) + a_3(3) + a_4(4) + \ldots = fa, \\ b_1(1) + b_2(2) + b_3(3) + b_4(4) + \ldots = fb, \\ c_1(1) + c_2(2) + c_3(3) + c_4(4) + \ldots = fc, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

ergeben, worin $a_n = \frac{\partial Fa}{\partial n}$, $b_n = \frac{\partial Fb}{\partial n}$, $c_n = \frac{\partial Fc}{\partial n}$, ... iſt.

Die Verbeſſerungen (1), (2), (3), (4), ... ſind nun ſo zu beſtimmen, daß ſie erſtens den umgeformten Bedingungsgleichungen 4. genügen und daß zweitens die mit Berückſichtigung der Gewichte p_1, p_2, p_3, p_4, ... der Beobachtungsergebniſſe gebildete Quadratſumme der Verbeſſerungen

$$5.\quad [p(n)(n)] = p_1(1)(1) + p_2(2)(2) + p_3(3)(3) + p_4(4)(4) + \ldots$$

ein Minimum wird. Dieſe beiden Forderungen werden erfüllt, wenn die Verbeſſerungen nach den Korrelatengleichungen

$$6.\quad \begin{cases} (1) = \frac{a_1}{p_1} ka + \frac{b_1}{p_1} kb + \frac{c_1}{p_1} kc + \ldots, \\ (2) = \frac{a_2}{p_2} ka + \frac{b_2}{p_2} kb + \frac{c_2}{p_2} kc + \ldots, \\ (3) = \frac{a_3}{p_3} ka + \frac{b_3}{p_3} kb + \frac{c_3}{p_3} kc + \ldots, \\ (4) = \frac{a_4}{p_4} ka + \frac{b_4}{p_4} kb + \frac{c_4}{p_4} kc + \ldots. \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

mit den ſich aus den Normal- oder Endgleichungen

$$7.\quad \begin{cases} \left[\frac{a\,a}{p}\right] ka + \left[\frac{a\,b}{p}\right] kb + \left[\frac{a\,c}{p}\right] kc + \ldots = fa, \\ \left[\frac{a\,b}{p}\right] ka + \left[\frac{b\,b}{p}\right] kb + \left[\frac{b\,c}{p}\right] kc + \ldots = fb, \\ \left[\frac{a\,c}{p}\right] ka + \left[\frac{b\,c}{p}\right] kb + \left[\frac{c\,c}{p}\right] kc + \ldots = fc, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

ergebenden Zahlenwerten der Korrelaten ka, kb, kc, ... berechnet werden.

In den fehr oft vorkommenden Fällen, wo in einem Teil der umgeformten Bedingungsgleichungen 4. die Koeffizienten der Verbeſſerungen ſämtlich $+1$ ſind, können die reduzierten Normal- oder Endgleichungen (ſ. 4.) direkt aus reduzierten Bedingungs- und Korrelatengleichungen gebildet werden [23], § 50.

Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit ergibt ſich aus der Quadratſumme $[p(n)(n)]$ der Verbeſſerungen und der Anzahl r der Bedingungen, die gleich der Anzahl der überſchüſſigen Beobachtungen iſt, nach

$$8.\quad m = \pm\sqrt{\frac{[p(n)(n)]}{r}}$$

und die mittleren Fehler m_1, m_2, m_3, m_4, ... der unverbeſſerten Beobachtungsergebniſſe 1, 2, 3, 4, ..., deren Gewichte p_1, p_2, p_3, p_4, ... ſind, nach

$$9.\quad m_1 = \pm m\sqrt{\frac{1}{p_1}},\quad m_2 = \pm m\sqrt{\frac{1}{p_2}},\quad m_3 = \pm m\sqrt{\frac{1}{p_3}},\quad m_4 = \pm m\sqrt{\frac{1}{p_4}}, \ldots$$

Das Gewicht P_L und der mittlere Fehler M_L der verbeſſerten Werte der beobachteten Größen oder irgend einer Funktion

$$10.\quad L = \varphi(\mathrm{I}, \mathrm{II}, \mathrm{III}, \mathrm{IV}, \ldots)$$

dieſer Werte wird mit den Differentialquotienten $l_n = \frac{\partial \varphi}{\partial n}$ und den ſich aus den Uebertragungsgleichungen

$$11.\quad \begin{cases} \left[\frac{a\,a}{p}\right] ra + \left[\frac{a\,b}{p}\right] rb + \left[\frac{a\,c}{p}\right] rc + \ldots \left[\frac{a\,l}{p}\right] = 0, \\ \left[\frac{a\,b}{p}\right] ra + \left[\frac{b\,b}{p}\right] rb + \left[\frac{b\,c}{p}\right] rc + \ldots \left[\frac{b\,l}{p}\right] = 0, \\ \left[\frac{a\,c}{p}\right] ra + \left[\frac{b\,c}{p}\right] rb + \left[\frac{c\,c}{p}\right] rc + \ldots \left[\frac{c\,l}{p}\right] = 0, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

ergebenden Zahlenwerten der Uebertragungskoeffizienten ra, rb, rc, ... nach

$$12.\quad \begin{cases} L_1 = l_1 + a_1 ra + b_1 rb + c_1 rc + \ldots, \\ L_2 = l_2 + a_2 ra + b_2 rb + c_2 rc + \ldots, \\ L_3 = l_3 + a_3 ra + b_3 rb + c_3 rc + \ldots, \\ L_4 = l_4 + a_4 ra + b_4 rb + c_4 rc + \ldots, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und

$$13.\quad \frac{1}{P_L}=\left[\frac{LL}{p}\right]=\frac{L_1L_1}{p_1}+\frac{L_2L_2}{p_2}+\frac{L_3L_3}{p_3}+\frac{L_4L_4}{p_4}+\ldots,$$

ſowie

$$14.\quad M_L=\pm m\sqrt{\frac{1}{P_L}}\ \text{erhalten.}$$

7. Das Verfahren für vermittelnde Beobachtungen mit Bedingungsgleichungen oder **bedingte vermittelnde Beobachtungen** wird meiſtens bei der Berechnung von Hauptdreiecksnetzen angewendet, indem die Ausgleichungsrechnung ſo geführt wird, daß die auf den einzelnen Standpunkten beobachteten Winkel oder Richtungen als vermittelnde Beobachtungen behandelt und daß die endgültigen Werte der Winkel und Richtungen unter Berückſichtigung der ſich aus dem Zuſammenhang des ganzen Dreiecksnetzes ergebenden Bedingungen beſtimmt werden. In dieſen und ähnlichen andern Fällen ergeben ſich dann nach dem Verfahren für vermittelnde Beobachtungen (ſ. 4.) die umgeformten Fehlergleichungen:

$$1.\quad \begin{cases} v_1=a_1\,d\xi+b_1\,d\eta+c_1\,d\zeta\ldots+f_1,\\ v_2=a_2\,d\xi+b_2\,d\eta+c_2\,d\zeta\ldots+f_2,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ v_n=a_n\,d\xi+b_n\,d\eta+c_n\,d\zeta\ldots+f_n \end{cases}$$

und nach dem Verfahren für bedingte Beobachtungen (ſ. 5.) die umgeformten Bedingungsgleichungen:

$$2.\quad \begin{cases} A_1\,d\xi+A_2\,d\eta+A_3\,d\zeta+\ldots-f_A=0,\\ B_1\,d\xi+B_2\,d\eta+B_3\,d\zeta+\ldots-f_B=0,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Wird dann nach den Gleichungen 1. die Quadratſumme gebildet und dieſer die Summe der mit den Korrelaten $-2K_A$, $-2K_B$, ... multiplizierten Gleichungen 2. hinzugefügt, ſo iſt

$$3.\quad \begin{cases} [p\,v\,v]=[p\,a\,a]\,d\xi^2+2[p\,a\,b]\,d\xi\,d\eta+2[p\,a\,c]\,d\xi\,d\zeta+\ldots+2[p\,a\,f]\,d\xi\\ \qquad\qquad +[p\,b\,b]\,d\eta^2\quad +2[p\,b\,c]\,d\eta\,d\zeta+\ldots+2[p\,b\,f]\,d\eta\\ \qquad\qquad\qquad\qquad +[p\,c\,c]\,d\zeta^2\quad +\ldots+2[p\,c\,f]\,d\zeta\\ \qquad\qquad\qquad\

(§ 32 nach Schreiber, Ueber die Anordnung von Horizontalwinkelbeobachtungen auf der Station, Zeitfchr. für Vermeffungswefen 1878) und diefe entweder als unmittelbare Beobachtungsergebniffe in die weiteren Rechnungen eingeführt oder nach dem Verfahren für vermittelnde bedingte Beobachtungen (f. 7.) weiterbehandelt werden. Die Winkel- und Seitenausgleichung erfolgt nach dem Verfahren für vermittelnde Beobachtungen, indem die wahrfcheinlichften Werte der Koordinaten der trigonometrifchen Punkte entweder für das ganze Netz gemeinfchaftlich oder für einzelne Teile des Netzes getrennt aus den gegebenen Richtungen oder Winkeln abgeleitet werden [20], Bd. 1, § 15, oder nach dem Verfahren für bedingte Beobachtungen, indem die Winkelgleichungen für alle voneinander unabhängigen gefchloffenen Dreiecke und Polygone und die Seitengleichungen für alle voneinander unabhängigen, eine überfchüffige Seitenbeftimmung enthaltenden Teile des Dreiecksnetzes (Zentralfyfteme) aufgeftellt, diefen noch die Bedingungsgleichungen für etwa vorhandene Anfchlüffe an gegebene und unverändert beizubehaltende Dreiecksfeiten hinzugefügt und alle Bedingungsgleichungen zufammen weiterbehandelt werden [19], [20].

Literatur: [1] Laplace, Traité de mécanique céleste, tome second, an VII (1802), première partie, livre III, art. 40. — [2] Legendre, in einem Anhang der „Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes", 6. März 1805. — [3] Gauß, Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientium, Libri II sectio III. — [4] Derf., Disquisitio de elementis ellipticis Palladis ex oppositionibus annorum 1803, 1804, 1805, 1807, 1808, 1809, 25. Nov. 1810; Beftimmung der Genauigkeit der Beobachtungen, 1806; Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae, pars prior 1821, pars posterior 1823; Anwendung der Wahrfcheinlichkeitsrechnung auf eine Aufgabe der praktifchen Geometrie, 1822; Supplementum theoriae combinationis erroribus minimis obnoxiae, 1826. — [5] Abhandlungen zur Methode der kleinften Quadrate von Karl Friedr. Gauß, in deutfcher Sprache herausgegeben von A. Börfch und P. Simon, Berlin 1887. — [6] Laplace, Théorie analytique des probabilités, Paris 1809, 1812, 1820, 1847. — [7] Encke, Ueber die Methode der kleinften Quadrate, Anhang der Jahrg. 1834, 1835, 1836 des Berliner Aftronom. Jahrb. — [8] Beffel, Unterfuchungen über die Bahn des Olbersfchen Kometen, Abhandl. der Berliner Akademie der Wiffenfchaften, mathem. Klasse 1812—13, S. 119; Fundamenta astronomiae 1818, S. 18—21; Unterfuchungen über die Wahrfcheinlichkeit der Beobachtungsfehler, Aftronom. Nachr., Bd. 15, Nr. 358 und 359; Gradmeffung in Oftpreußen von Beffel und Bayer, 1838. — [9] Hagen, Grundzüge der Wahrfcheinlichkeitsrechnung, Berlin 1837, 1867, 1882. — [10] Gerling, Die Ausgleichungsrechnungen der praktifchen Geometrie oder die Methode der kleinften Quadrate mit ihren Anwendungen für geodätifche Aufgaben, Hamburg und Gotha 1843. — [11] Zech, Einladung zur akadem. Feier des Geburtsfeftes des Königs von Württemberg, nebft einer Abhandlung zur Methode der kleinften Quadrate, Tübingen 1857. — [12] Dienger, Die Ausgleichung der Beobachtungsfehler nach der Methode der kleinften Quadratfummen, Braunfchweig 1857. — [13] Sawitfch, Die Anwendung der Wahrfcheinlichkeitstheorie auf die Berechnung der Beobachtungen und geodätifchen Meffungen oder die Methode der kleinften Quadrate, Petersburg 1857, deutfch von Lais, Mitau 1863. — [14] Airy, G. B., On the algebraical and the numerical theory of errors of observations and the combination of observations, Cambridge 1861. — [15] v. Freeden, Die Praxis der Methode der kleinften Quadrate, Braunfchweig 1863. — [16] Hanfen, Von der Methode der kleinften Quadrate im allgemeinen und ihrer Anwendung auf die Geodäfie, Abhandl. der mathem.-phyfikal. Klaffe der Kgl. Sächf. Gefellfch. der Wiffenfch., Bd. 8, 1868; Fortgefetzte geodät. Unterfuchungen, beftehend in zehn Supplementen zur Abhandlung von der Methode der kleinften Quadrate u. f. w. und Entwicklung eines neuen veränderten Verfahrens zur Ausgleichung eines Dreiecksnetzes u. f. w., ebend. Bd. 9, 1871. — [17] Andrä, Däniſche Gradmeffung, Kopenhagen 1867 und 1872. — [18] Helmert, Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinften Quadrate mit Anwendungen auf die Geodäfie, Phyfik und Theorie der Meßinftrumente, Leipzig und Berlin 1907. — [19] Jordan, Tafchenb. der prakt. Geometrie, 1. Teil, Stuttgart 1873, und Handb. der Vermeffungskunde, Bd. 1, Stuttgart 1877, 1888, 1895, 1904. — [20] Jordan und Steppes, Das deutfche Vermeffungswefen, Stuttgart 1882 (überfichtliche Darftellung der Entwicklung der Dreiecksnetzausgleichung). — [21] Vogler, Grundzüge der Ausgleichungsrechnung, Braunfchweig 1883. — [22] Koppe, Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinften Quadrate in der prakt. Geometrie, Nordhaufen 1885. — [23] Koll, Die Theorie der Beobachtungsfehler und die Methode der kleinften Quadrate mit ihrer Anwendung auf die Geodäfie und die Waffermeffungen, Berlin 1893, 1901. — [24] Czuber, Theorie der Beobachtungsfehler, Leipzig 1891. — [25] Weinftein, Handb. der phyfikal. Meßbeftimmungen, Bd. 1, Berlin 1886. — [26] Herz, Wahrfcheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung, Leipzig 1900. — [27] Gauß, Die trigonometrifchen und polygonometrifchen Rechnungen in der Feldmeßkunft, Berlin 1876, Halle/S. 1893, 1906. — [28] Franke, Dreiecksnetze vierter Ordnung, München 1871, und Technifche Anleitung zu den trigon. Netz- und Koordinatenrechnungen, München 1889.

Otto Koll.

Methyläther, das niedrigfte Glied aus der Reihe der einfachen Aether, deren wichtigfter Vertreter der Diäthyläther oder gewöhnliche Aether ift. Der Methyläther $(CH_3)_2O$ ift ein Gas, welches fich bei etwa -21^0 zu einer Flüffigkeit kondenfiert, und wird durch Erhitzen von Methylalkohol mit Schwefelfäure am Rückflußkühler und Durchleiten des entftehenden Gafes durch Natronlauge gewonnen (vgl. Aether, Bd. 1, S. 92).

Literatur: Schmidt, Pharm. Chemie, organ. Teil, Braunfchweig 1901.

Bujard.

Methylalkohol, f. Holzgeift.

Methylamine, übelriechende, organifche Verbindungen, die fich vom Ammoniak ableiten.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Man unterscheidet Mono-, Di- und Trimethylamine. Die letzteren beiden Verbindungen kommen in der Heringslake vor und finden als Zusätze zu Fischködern Verwendung. *Mezger.*

Methylchlorid, s. Chlormethyl.

Methylenblau, s. Farbstoffe, künstliche organische, Bd. 3, S. 628.

Methylgrün, -violett, s. Farbstoffe, künstliche organische, Bd. 3, S. 631.

Methyljodid (Jodmethyl, Monojodmethan) CH_3J, farblose, beim Aufbewahren sich bräunende Flüssigkeit vom Siedepunkt 48° C, erhalten durch Destillation von amorphem Phosphor, Holzgeist und Jod, dient zur Erzeugung methylierter Teerfarben und zur Synthese organischer Verbindungen. *Bujard.*

Metochinon, s. Metol.

Metol, auch Satropol genannt, ein photographisches Entwicklerpräparat. Es ist schwefelsaures Methylparamidophenol $\left(C_6H_4\begin{cases}OH\\NH\\CH_3\end{cases}\right)_2 \cdot H_2SO_4$. Der Eintritt der Methylgruppe in die NH_2-Gruppe des Paramidophenol bewirkt Zunahme der entwickelnden Kraft. Metol wird mit Natriumsulfit und Soda oder Pottasche gemischt und gibt gute, haltbare Rapidentwickler für photographische Bromsilbergelatineplatten, z. B.: 1000 ccm Wasser, 15 g Metol, 120 g kristallisiertes Natriumsulfit, 150 g kristallisierte Soda, 1,5 g kristallisiertes Bromkalium werden der Reihenfolge nach gelöst; zum Entwickeln verdünnt man 30 ccm der angegebenen Lösung mit 30—60 ccm Wasser. Sehr beliebt sind Gemische des Metol mit Hydrochinon, die kräftiger als die einzelnen Bestandteile wirken; es entsteht eine Verbindung beider, die man Metochinon nennt. Eine gangbare Vorschrift für haltbaren Metol-Hydrochinonentwickler ist: 500 ccm Wasser, 5 g Hydrochinon, 2,5 g Metol, 80 g kristallisiertes Natriumsulfit, 100 g Pottasche, 7,5 g Bromkalium. Zum Gebrauche wird dieser konzentrierte Entwickler mit 4—5 Teilen Wasser verdünnt. Aehnliche, jedoch stärker verdünnte Entwicklergemische geben auch gute Resultate beim Entwickeln von Chlorbromsilber-Diapositivplatten für Projektionszwecke (vgl. Eder, Rezepte und Tabellen für Photographie, 7. Aufl., Halle a. S. 1908). *J. M. Eder.*

Metope, s. Säulenordnung.

Metrisches Gewindesystem, s. Gewinde, Schraubensysteme.

Metrisches System, ursprünglich ein natürliches Maßsystem. Es ist hervorgegangen aus den Vorschlägen einer 1791 eingesetzten französischen Kommission, der Borda, Lagrange, Laplace, Monge und Condorcet angehörten. Nach deren späterhin etwas abgeänderten Festsetzungen wird die Einheit der Länge — Meter wurde sie genannt — gebildet durch den zehnmilliontenTeil des Viertels eines Erdmeridians; sie wird dargestellt durch einen Stab, der bei der Temperatur des schmelzenden Eises seine richtige Länge hat. Die Einheit der Masse sollte diejenige Menge reinen Wassers im Zustande seiner größten Dichte (+ 4° C.), gewogen im luftleeren Raume, sein, die in einem Würfel enthalten ist, dessen Seite dem zehnten Teil des Meters gleich ist. Die Masseneinheit wurde als Kilogramm bezeichnet.

Die Länge des Meters wurde auf Grund der Messungen eines Meridianbogenstückes zwischen Dunkerque und Barcelona, die Méchain und Delambre vornahmen, in Verbindung mit den 50 Jahre früher in Peru durch Bouguer und Lacondamine ausgeführten entsprechenden Arbeiten zu 443,296 Pariser Linien ermittelt. Hiernach wurde die Masse eines Kubikdezimeters reinen Wassers größter Dichte durch Lefèvre-Gineau festgestellt. Die Ergebnisse der langwierigen Untersuchungen wurden von van Swinden und Tralles abgeleitet und sind in dem von Delambre redigierten dreibändigen Werke „Base du système métrique décimal" niedergelegt. Am 12. Juli 1799 wurden dem französischen Staatsarchiv ein Platinstab und ein Platinzylinder als Verkörperungen des Meters und des Kilogramms übergeben. Dieses mètre des archives und kilogramme des archives wurden zu Grundeinheiten des metrischen Systems erklärt.

Hiermit war der unmittelbare Anschluß der Längeneinheit an die Abmessungen des Erdkörpers und mit ihm das ursprüngliche metrische System schon aufgegeben. Eine weitere Abänderung erfuhr dieses, als der Zusammenhang zwischen der Längeneinheit und der Gewichts-(Massen-)Einheit aufgehoben und durch die Bestimmung ersetzt wurde, daß das Meter die Einheit der Länge, das Kilogramm aber die Einheit der Masse bilden solle (vgl. Meter und Kilogramm). Endlich wurden noch die alten Verkörperungen der beiden Einheiten im Jahre 1889 durch die neuen internationalen Prototype ersetzt (s. Meter und Kilogramm).

Ein Hauptvorteil des metrischen Systems besteht darin, daß es auf keines der alten Landessysteme zurückgreift, indessen hätte dieser Vorzug allein ihm kaum eine allgemeine Verbreitung verschafft, wenn nicht sein streng systematischer, auf das Dezimalsystem fußender Aufbau hinzuträte. Für Länge wie für Masse sind die Vielfachen durch aufeinander folgende Multiplikation, die Unterabteilungen durch aufeinanderfolgende Division mit 10 gebildet. Bei den Bezeichnungen bildet für die Länge das Meter, für die Masse das Gramm die Grundlage; die Vielfachen werden durch Vorsetzung griechischer, die Teile durch Vorsetzung lateinischer Zahlwörter benannt.

Schon bald nach Ingebrauchnahme des Archivmeters und des Archivkilogramms zeigte sich, daß man in der Wahl des Materials nicht glücklich gewesen war, da das Platin sich als zu weich erwies, auch war der Querschnitt des Meters zu schwach. Die hieraus sich ergebenden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Uebelſtände wurden immer größer, je mehr Staaten das metriſche Syſtem einführten. Auch erwies es ſich als ein Uebelſtand, daß die Prototype in den Händen einer einzelnen Nation ſich befanden. Auf Drängen insbeſondere der preußiſchen Akademie der Wiſſenſchaften wurde daher am 20. Mai 1875 zur internationalen Einigung und zur Vervollkommnung des metriſchen Syſtems die internationale Meterkonvention abgeſchloſſen, an der ſich Deutſchland, Oeſterreich-Ungarn, Belgien, Braſilien, die Argentiniſche Konföderation, Dänemark, Spanien, die Vereinigten Staaten von Amerika, die Franzöſiſche Republik, Italien, die Republik Peru, Portugal, Rußland, Schweden und Norwegen, die Schweizeriſche Eidgenoſſenſchaft, die Türkei und die Republik Venezuela beteiligten. Später traten Serbien, Rumänien, Großbritannien, Japan, Mexiko und Kanada bei, während Braſilien und die Türkei zurückgetreten ſind.

Auf Grund der Konvention wurde mit dem Sitze in Sevre (Pavillon de Breteuil) ein internationales Maß- und Gewichtsbureau begründet, deſſen Hauptaufgabe in der Aufbewahrung der internationalen Prototype des Meters und des Kilogramms und in der Vergleichung und Beglaubigung der neuen nationalen Prototype mit den internationalen beſteht. Das internationale Bureau ſteht unter der Leitung und Aufſicht eines internationalen Komitees für Maß und Gewicht, das ſeinerſeits unter der Autorität einer aus Delegierten aller vertragſchließenden Regierungen zuſammengeſetzten Generalkonferenz für Maß und Gewicht geſtellt iſt. Präſident des internationalen Komitees iſt zurzeit der frühere Direktor der Berliner Sternwarte Förſter. *Plato.*

Metropolitankirche, ſ. v. w. erzbiſchöfliche Kirche oder Mutterkirche in den Hauptſtädten.

Mettlacher Platten, auf trockenem Wege geformte, bis zur Sinterung gebrannte, in der Maſſe gefärbte Tonplatten mit einfarbiger oder gemuſterter Oberfläche.

Dieſelben beſtehen aus zwei Maſſeſchichten, von welchen die obere in feinerer Vorbereitung das Muſter erhält, während die untere, in ſtärkerer Lage hergeſtellt, als Füllmaſſe dient. Bei der Herſtellung wird die fein zerkleinerte Maſſe von Hand in Formen geſchüttet, die unter Preßſtempel geſchoben werden, welche das Tonpulver ſtark zuſammenpreſſen; zur Bewegung der Preßſtempel wird hydrauliſcher Druck benutzt. Für die Anfertigung gemuſterter Platten werden Schablonen verwendet, welche mit farbig brennenden Tonen gebrannt werden; die Schablonen werden vor der Preſſung der Platten aus dem eingegebenen Tonpulver herausgezogen. S. Tonwaren. *Dümmler.*

Metze, ehemaliges Hohlmaß, in Preußen = 3,435 l, Sachſen = 6,499 l. — Metzen (Süddeutſchland) in Bayern = 37,06 l, Oeſterreich = 61,5 l, Budapeſt 79,99 l, Preßburg 53,29 l. *Plato.*

Mexicans, Baumwollzeuge, ſ. Weberei.

Mezzanin, ſ. v. w. Halbgeſchoß (ſ. d.).

Mezzotinto, ſ. Kupferſtecherkunſt.

Mezzotintodruck, von F. Bruckmann A.-G. in München angewendetes Schnellpreſſen-Heliogravüreverfahren; ſ. Intagliodruck. *A. W. Unger.*

Mg, chemiſches Zeichen für Magneſium; mg, amtliche Abkürzung für Milligramm.

Miargyrit (Silberantimonglanz, Schwefelantimonſilber) $AgSbS_2$ (36,73 % *Ag*, 41,50 % *Sb*, 21,77 % *S*).

Kriſtalliſiert monoklin; meiſt derb und eingeſprengt. Dunkelgrau bis eiſenſchwarz, undurchſichtig, metallartiger Diamantglanz. Strich kirſchrot. Mild. Härte 2—2½. Spez. Gew. 5,18—5,25. Leicht ſchmelzbar ſelbſt im Glasrohr unter Entwicklung von ſchwefliger Säure; mit Soda auf Kohle geſchmolzen gibt er zuletzt ein Silberkorn. Löslich in Salpeterſäure mit Hinterlaſſung von Schwefel und Antimonoxyd. Kalilauge zieht Schwefelantimon aus. Mit andern Silbererzen vergeſellſchaftet, aber nicht häufig. Wird auf Silber verhüttet. *Leppla.*

Michio di Seravezza, ſ. v. w. Marmor, ſ. Kalkſtein.

Micouiteſeide, ſ. Souplieren der Seide.

Midoline, ſ. Schriftarten.

Miete (lat. meta), ſ. v. w. Heufeimen oder Dieme (ſ. d.).

Mignonfaſſung, Bezeichnung für kleine Glühlampenfaſſungen.

Mika, ſ. v. w. Glimmer (ſ. d.).

Mikanit, aus abgeſpaltenem Glimmer mittels Kleben (Schellack oder Iſolierlack) und Preſſen hergeſtellte Glimmerplatte für Iſolationszwecke.

Mikrobien, kleinſte pflanzliche oder tieriſche Lebeweſen (Bakterien, ſ. d.).

Mikrofarad, ſ. Maßſyſtem, abſolutes, S. 329.

Mikrographie, ſ. v. w. Metallographie (ſ. d.) unter Verwendung des Mikroſkops.

Mikroklin, ſ. Feldſpat.

Mikrolithe, winzig kleine, nur mit ſtarker mikroſkopiſcher Vergrößerung erkennbare Einſchlüſſe meiſt unbeſtimmbarer Natur in andern Mineralien.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mikrometer, Inſtrumente zum Meſſen kleiner Größen jeder Art. Die hier in Betracht kommenden Einrichtungen dienen dazu, kleine Strecken auf Maßſtäben, auf Winkelteilungen oder im Geſichtsfeld von Mikroſkopen, Fernrohren u. dergl. noch genauer anzugeben, als es durch einfache Schätzung geſchehen kann.

Je nach dem Gebrauch des Mikrometers hat man eine ſehr große Zahl verſchiedener Konſtruktionen erdacht, die ſowohl prinzipiell als auch konſtruktiv verſchieden ſind. Handelt es ſich um das Meſſen von Unterabteilungen von Maßſtäben oder Kreisteilungen, ſo verwendet man dazu die Einrichtungen des Vernier oder Nonius (denn das iſt ſtreng genommen auch ein Mikrometer) oder die des Schraubenableſemikroſkops*). Sollen kleine Strecken (Winkel) im Geſichtsfeld optiſcher Inſtrumente, namentlich im Fernrohr, gemeſſen werden, ſo benutzt man Netze von Spinnfäden oder Strichnetze auf Glas gezogen. Zu einer Meſſung iſt es dann erforderlich, die Diſtanzen der einzelnen Fäden oder Striche in Winkelmaß zu kennen, dieſe Werte erhält man aus Durchgängen von Sternen, die dem Pol naheſtehen, oder auch durch Meſſung mittels eines Theodoliten oder dergl. Zu einer weſentlich vollkommneren Einrichtung wird ein ſolches Mikrometer durch Hinzufügung eines ſogenannten beweglichen Fadens. Dieſes iſt ein Faden, der durch eine Schraube äußerſt nahe über die ſogenannten feſten Fäden um mittels dieſer Schraube (Mikrometerſchraube) meßbare Strecken hinweggeführt werden kann. Solche Mikrometer, die bei größeren Inſtrumenten auch zwei zueinander ſenkrechte Syſteme von feſten und beweglichen Fäden haben können, nennt man Schraubenmikrometer. Iſt ein ſolches Schraubenmikrometer noch meßbar um die Achſe des Fernrohres (Abſehnslinie) drehbar, ſo können mittels desſelben nicht nur lineare Entfernungen in zwei aufeinander ſenkrechten Koordinaten (Rektaſzenſion und Deklination), ſondern auch die Polarkoordinaten eines Objektes in Bezug auf ein andres (Entfernung und Poſitionswinkel) direkt gemeſſen werden.

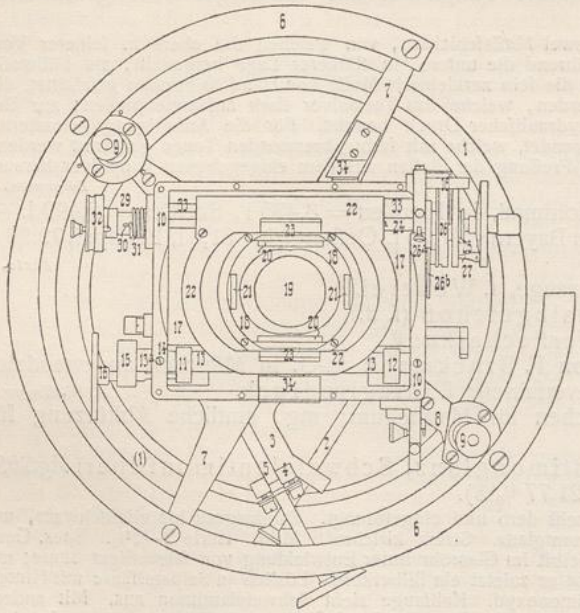


Fig. 1.

Zur Erläuterung der Einrichtung eines vollkommenen Schraubenmikrometers mag Fig. 1 dienen, die ein Repſoldſches Poſitionsmikrometer in ſchematiſcher Darſtellung zeigt, nachdem die Okulardecke abgenommen iſt. An der Grundplatte, die das Mikrometer mit dem Okularauszug des Fernrohrs verbindet, iſt zunächſt der Poſitionskreis 1 befeſtigt; derſelbe trägt auf einem Silberſtreifen die Gradteilung, welche die Drehung und damit den Poſitionswinkel (d. h. den Winkel zwiſchen Stundenkreis und Verbindungskreis der beiden Objekte) zu meſſen geſtattet. An dem Klemmring 2, der die Drehung hemmt, iſt der Arm 3 befeſtigt; dieſer trägt das Lager 4 der Schraube 5, die mit ihrem Gewinde die Bewegung in Poſition vermittelt. Die Lupen 9 dienen zur Ableſung des Poſitionskreiſes. Mit den Speichen 7 und 8 in feſter Verbindung ſteht eine Platte, welche die beiden Anſätze 11 und 12 trägt; letztere ragen durch Ausſparungen in den Boden des eigentlichen Mikrometerkaſtens 10 hinein und nehmen in Durchbohrungen den Zylinder 13 auf, der darin in ſehr exakter Führung gleiten kann. Derſelbe iſt durch die Schraube 14 mit dem Kaſten feſt verbunden und ragt mit dem Ende 13a über denſelben hinaus, wo der Anſatz 15 befeſtigt iſt. In dieſem hat wiederum die Schraube 16 ihr Muttergewinde, während ſie durch die Wand des Mikrometerkaſtens frei hindurchgehend ſich mit dem dünneren Ende auf den Anſatz 11 der Grundplatte ſtützt; durch ſie iſt alſo eine Bewegung des ganzen Mikrometers gegen die Grundplatte, gegen die der erſtere mittels einer ſtarken Feder angedrückt wird, möglich. Die untere Platte 17 des Mikrometerkaſtens trägt in ihrer Mitte einen ovalen Ring 18 mit ſo großer Oeffnung, daß auch bei ſtarker Verſchiebung die aus dem Fernrohr kommenden Lichtſtrahlen noch frei hindurchgehen können. Der Ring iſt oben plan abgeſchliffen und dient zur Aufnahme der ſogenannten feſten Fäden (ſie werden mit Schellack oder Wachs auf den ſchiefen Facetten 20 und 21 in der durch feine Linien vorher markierten Anordnung, die je

*) Früher ſind auch ſogenannte Transverſal-Teilungen und Maßſtäbe zu dieſem Zweck benutzt worden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach dem Gebrauch des Mikrometers verſchieden gewählt wird, befeſtigt). Der an ſeiner einen Längskante mit einer nach unten gerichteten Verſtärkung verſehene Rahmen 22 trägt an ſeinen beiden Facetten 23 die beweglichen Fäden; er iſt oben ganz genau plan geſchliffen, und dieſe Ebene, auf der die beweglichen Fäden aufliegen, fällt faſt genau mit der Ebene der feſten Fäden zuſammen, ſo daß die erſteren gerade noch ohne zu berühren über die letzteren hinweggeführt werden können. Dieſe Bewegung geſchieht mittels der Mikrometerſchraube 24, die auf der rechten Seite den Kaſten 10 frei durchſetzt und außerhalb desſelben die Zähltrommeln trägt, und zwar 25 für die ganzen Umdrehungen und 26 für die Bruchteile derſelben (Hundertſtel direkt und Tauſendſtel durch Schätzung); die Uebertragung wird durch die Räder 26a und 26b vermittelt; die Ableſung geſchieht an dem Index 28. Am linken Ende ruht dieſe Schraube auf der Stirnfläche eines Stahlzylinders, der bei 29 gelagert iſt und mittels des Dornes 30 und der Feder 31 in ſeiner Lage geſichert iſt. Eine Bewegung des Zylinders kann im Umfange einer Umdrehung durch die Schraube mit geteilter Trommel 32 bewirkt werden, damit die Koinzidenzſtellen zwiſchen feſten und beweglichen Fäden zur Elimination etwa vorhandener periodiſcher Fehler der Mikrometerſchraube verändert werden können.

Andre Arten von Mikrometern ſind ſolche mit feſtſtehender Meßvorrichtung, wie die Ringmikrometer, Rhomben- und Kreuzſtabmikrometer. Dieſe haben den Vorzug, daß man damit Beobachtungen im dunkeln Geſichtsfelde ausführen kann, während bei allen Fäden- oder Strichmikrometern wegen der Feinheit der letzteren irgendeine Beleuchtung entweder dunkler Fäden im hellen Felde oder heller Fäden im dunkeln Geſichtsfelde erforderlich iſt. Ringmikrometer können bei allen Inſtrumenten mit Vorteil angewendet werden; das heute aber viel häufiger gebrauchte Kreuzſtabmikrometer eignet ſich nur für parallaktiſch aufgeſtellte Inſtrumente.

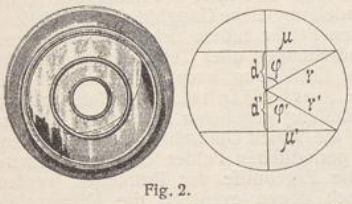


Fig. 2.

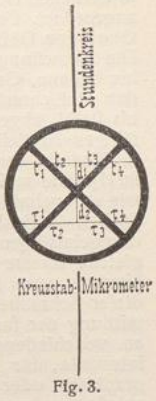


Fig. 3.

Fig. 2 ſtellt ein Fraunhoferſches Ringmikrometer dar. Die Meſſung damit geſchieht in der Weiſe, daß man die Ein- und Austrittszeiten zweier Geſtirne an den Ring beobachtet ($t_1\,t_2\,t_3\,t_4$ bezw. $\tau_1\,\tau_2\,\tau_3\,\tau_4$). Die damit gewonnenen Sehnenlängen geſtatten, einmal die Durchgangszeit durch den Stundenkreis des Mittelpunktes und anderſeits den kürzeſten Abſtand (d und d') der ſcheinbaren Bahn des Geſtirnes vom Mittelpunkt zu beſtimmen, ſobald man den angulären Durchmeſſer r des Ringes (hier den mittleren Durchmeſſer zwiſchen innerer und äußerer Kante) kennt. Es iſt nämlich dann der Rektaſzenſionsunterſchied der beiden Geſtirne $\Delta\alpha$ und ihr Deklinationsunterſchied $\Delta\delta$ durch die nachſtehenden Ausdrücke leicht zu berechnen:

$$\Delta\alpha = {}^1/_4\,[(t_4 + t_1) - (\tau_4 + \tau_1) + (t_3 + t_2) - (\tau_3 + \tau_2)],$$

$$\Delta\delta = r\,[\cos A \cos B - \cos A_1 \cos B_1],$$

wo

$$\sin A = \frac{\mu + \mu^1}{2r};\ \sin B = \frac{\mu - \mu^1}{2r},$$

$$\sin A_1 = \frac{\mu_1 + \mu_1{}^1}{2r};\ \sin B_1 = \frac{\mu_1 - \mu_1{}^1}{2r}$$

und die bezw. Werte von μ und μ_1 die halben Verweilungszeiten aus den äußeren bezw. inneren Antritten an die Kanten des Ringes bedeuten.

Wählt man an Stelle des Ringes das Kreuzſtabmikrometer (Fig. 3), ſo geſtaltet ſich die Rechnung viel einfacher, da die halbe Verweilungszeit direkt gleich dem Abſtande des Weges des Geſtirnes vom Kreuzungspunkt der beiden Lamellen iſt. Eine weitere ſehr wichtige Art der Mikrometer ſind die Doppelbildmikrometer und darunter wieder das meiſtbenutzte die des Objektivheliometers. Dazu iſt der Art. „Doppelbildmikrometer“ zu vergleichen; dahin gehören auch die Wellmannſchen Mikrometer. Für alle bei aſtronomiſchen Beobachtungen benutzten Mikrometer müſſen bei der Auswertung der Reſultate auch die Wirkungen der Refraktion und Parallaxe ſowie bei bewegten Geſtirnen (Planeten und Kometen) auch die der Eigenbewegung berückſichtigt werden. Dieſerhalb muß aber hier auf die Lehrbücher der ſphäriſchen Aſtronomie, die ſchon mehrfach genannt wurden, verwieſen werden.

Literatur: Das erſte Schraubenmikrometer hat Gascoigne etwa um 1640 benutzt, dann folgten Auzout und Picard; die weſentlichſten Vervollkommnungen gab dem Inſtrumente Fraunhofer und heute werden von vielen mechaniſchen Präziſionswerkſtätten gute Schraubenmikrometer angefertigt. In neueſter Zeit hat man die ſogenannten unperſönlichen Mikrometer nach Repſold beſonders an Durchgangsinſtrumenten (ſ. d.) eingeführt. Das Ringmikrometer iſt angeblich von Lacaille zuerſt in Form der Geſichtsfeldblende des Fernrohres angewendet worden. Im Anfang des 19. Jahrhunderts hat beſonders der Bremer Arzt W. Olbers ſehr viele und gute Kometenbeobachtungen damit angeſtellt. — Mikrometer, bei denen die Beugungserſcheinungen der Lichtſtrahlen zur Meſſung ſehr kleiner Planeten- oder Mondſcheiben benutzt werden, hat Bigourdan in Paris (Bulletin astronomique) angegeben. Beſchreibungen der verſchiedenſten Arten von Mikrometern befinden ſich in: Carl, Ph., Prinzipien der aſtronom. Inſtrumente. Ueber die Beleuchtung des Geſichtsfeldes iſt zu vergleichen Littrow, K. v., Wiener Sitzungsberichte, Bd. 20 1856 und Bd. 40 1860. Die Theorie des Kreis- bezw. Ringmikrometers gibt zunächſt Beſſel in Zachs Monatl. Korreſp., Bd. 20; wieder abgedruckt in Beſſels Abhandlungen, herausgegeben von Engelmann, Leipzig 1876. Die außerordentlich

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

große Literatur über Mikrometer zu aſtronomiſchem Gebrauch findet ſich zuſammengetragen in Ambronn, L., Handbuch der aſtronom. Inſtrumentenkunde, Bd. 2, S. 503 ff., daſelbſt ſind faſt alle Mikrometerkonſtruktionen abgebildet; außerdem aber gibt Theorie und Gebrauch der Mikrometer in geradezu klaſſiſcher Behandlung mit vielen Abbildungen E. Becker in ſeiner Monographie über Mikrometer, Sonderabdruck aus „Handwörterbuch der Aſtronomie", Breslau 1899. *Ambronn.*

Mikrometerſchrauben dienen vornehmlich an aſtronomiſchen und geodätiſchen Inſtrumenten (ſ. d.) zur Ausführung und Meſſung feiner Bewegungen, als Feinbewegungs- oder Feinmeßſchrauben.

Je nach der Anordnung des Inſtruments iſt die Mutter oder die Schraube durch Lagerung gegen eine Stützfläche feſt oder beweglich angebracht (ſ. Mikrometer ſowie die betreffenden Inſtrumente). Die für die Lagerung der Schrauben und zur Vermeidung des toten Ganges erforderlichen Gegenfedern ſind in der Verlängerung der Schraubenachſe oder ſymmetriſch hierzu angeordnet. Feinbewegungsſchrauben, die zwei Gewinde tragen, nennt man bei gleichlaufenden Gewinden Differentialſchrauben, bei entgegengeſetzt laufenden Integralſchrauben. — Die Abmeſſungen der Mikrometerſchrauben ſind etwa: Durchmeſſer 3—5 mm, Ganghöhe 0,25 bis 0,5 mm, Gewinde ſcharfgängig, Gewindetiefe gleich Ganghöhe, Abflachung gleich $^1/_8$. An den Meßſchrauben iſt zentriſch eine Trommel angebracht, ſo daß Teile der Umdrehungen, etwa bis 0,001, abgeleſen werden können. — Die Mikrometerſchrauben bedürfen einer äußerſt ſorgfältigen Herſtellung und Prüfung. Ueber Apparate zur Herſtellung von Mikrometerſchrauben, die Theorie derſelben und Mittel zur Vermeidung der Konſtruktionsfehler iſt eingehend berichtet in [1]. Die weſentlichſten Fehler der Mikrometerſchrauben ſind: 1. Fehler der Schrauben ſelbſt, wie unregelmäßige Schraubenlinie, koniſche Form der Spindel, ungleiche Ganghöhen, exzentriſche Spitze; 2. Fehler der Lagerung. Die daraus entſtehenden Fehler äußern ſich, abgeſehen von unregelmäßigen Abweichungen, darin, daß gleiche Umdrehungen oder Teile derſelben nicht gleiche lineare Fortbewegungen erzeugen; ſie ſind ihrer Entſtehung nach entweder mit den Umdrehungen fortſchreitende oder wiederkehrende (periodiſche). Die Unterſuchung dieſer Schraubenfehler beſteht im weſentlichen in der Meſſung gegebener Intervalle. Zur Ermittlung der fortſchreitenden Fehler mißt man Intervalle, die vollen Umdrehungen entſprechen, an verſchiedenen Schraubenſtellen, zur Ermittlung der periodiſchen Fehler dagegen kleinere Intervalle, für die nur Teilumdrehungen nötig ſind. Die Ergebniſſe der Prüfungen werden graphiſch oder numeriſch in Tabellen ausgedrückt, nach denen eventuell die Mikrometerableſungen zu verbeſſern ſind. Weiteres über die Prüfung der Mikrometerſchrauben ſ. [2]—[4]. — Für den zuverläſſigen Gang der Mikrometerſchrauben iſt von beſonderer Wichtigkeit, daß ſie jederzeit vor Verunreinigung geſchützt und ſchwach geölt werden. Die Reinigung geſchieht mit einer feinen Bürſte und einem weichen Lederlappen. Bei Feinmeſſungen darf die Drehung nur ſtets in gleichem Sinne bezw. in geeigneter Abwechſlung erfolgen. Weiteres über die Anwendung ſ. Mikrometer.

Literatur: [1] Zeitſchr. für Inſtrumentenkunde 1881, Reichel, Urſache der periodiſchen Fehler, S. 14; Regulierung von Patronen, S. 51; Neuerzeugung vorgeſchriebener Steigungen, S. 73; 1883, Apparate zur Anfertigung von Mikrometerſchrauben, Bamberg S. 238, Wanſchaff S. 350, Leman S. 427; 1884, S. 166, Wanſchaff desgl.; 1893, S. 217, Schröder, Herſtellung genauer Mikrometerſchrauben; 1894, S. 381, Werther, Theorie zur Anfertigung von Mikrometerſchrauben. — [2] Ebend. 1881, S. 149, 229, 250, 397, Weſtphal, Ueberſicht über die Ergebniſſe von Unterſuchungen über Mikrometerſchrauben; 1902, S. 246, 269, Roſenberg, Zuſammenſtellung und Vervollſtändigung der Rechnungsformeln für die Beſtimmung der periodiſchen Fehler von Mikrometerſchrauben. — [3] Ebend. 1891, S. 41, 83 und Aſtronom. Nachr. 1890, Nr. 2996 und 2997, Knorre, Unterſuchungen über Mikrometerſchrauben. — [4] Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen 1887, S. 545. (†) *Reinherts) Hillmer.*

Mikron = 0,001 Millimeter (Zeichen: μ).

Mikroorganismen, ſ. Bakterien.

Mikrophon, ſ. Telephonie.

Mikroſkop, optiſcher Apparat zur Erzeugung vergrößerter virtueller Bilder kleiner Gegenſtände.

Ueber das ſogenannte einfache Mikroſkop, die Lupe, welches für ſchwächere Vergrößerungen verwendet wird, ſ. Lupe. — Das zuſammengeſetzte Mikroſkop beſteht ähnlich dem Fernrohr aus Okular und Objektiv, ſeine Geſamtvergrößerung iſt das Produkt der Einzelvergrößerungen der beiden Teile. Die Verteilung der Geſamtleiſtung auf zwei durch ein Rohr verbundene Teile liefert außer dem Hauptvorteil ſtarker Vergrößerung und reiner, von den Fehlern der chromatiſchen und ſphäriſchen Aberration möglichſt befreiter Bilder noch den Nebenvorteil bequemer Handhabung ohne die Notwendigkeit, das Auge dem Objekt auf kleinſte Entfernung zu nähern. Unter den verſchiedenſten Formen der Anordnung der Teile des Inſtrumentes iſt die gewöhnlichſte die mit ſenkrechtem Rohr, in welches oben das Okular eingeſteckt, unten das Objektiv eingeſchraubt werden kann, wobei mehrere Okulare und ebenſo mehrere Objektive zur Auswahl zur Verfügung ſtehen können, letztere mittels Revolvervorrichtung bequem auswechſelbar. Unter dem Objektiv befindet ſich der horizontale Objekttiſch mit federnden Klemmen, um die das transparente Objekt tragende Glasplatte feſtzuhalten. In gröberer und zugleich mittels Mikrometerſchraube in feinerer Weiſe läßt ſich das Rohr auf und ab ſchieben und die Entfernung des Objektes vom Objektiv regulieren. Mittels des unten drehbaren Beleuchtungsſpiegels, bei nichttransparenten Objekten durch Beleuchtung mittels einer Linſe von vorn, bei Anwendung ſtärkerer Objektive mittels des Abbeſchen Beleuchtungsapparats, bei nächtlicher Beobachtung wohl auch mittels der Mikroſkopierlampe von W. Koch,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche durch einen gekrümmten Glasſtab das Licht unter das Objekt leitet, wird das zerſtreute Himmelslicht oder Lampenlicht nach oben geworfen durch den durchbrochenen Tiſch und auf das Objekt konzentriert, wobei durch engere und weitere Blenden, die ſich unmittelbar unter dem Tiſche beliebig auswechſeln laſſen, der Lichtkreis mehr oder weniger begrenzt wird. Sehr bequem iſt die Irisblende, ein Mechanismus mit einer größeren Zahl im Ring geſtellter, ſichelförmiger Blechſtreifen, die je nach der Einſtellung durch Drehen einen größeren oder kleineren Kreis in ihrer Mitte frei laſſen.

Die Funktion des Objektivs iſt diejenige einer Konvexlinſe ſehr kleiner Brennweite, welche von dem wenig außer Brennweite befindlichen Objekt auf der andern Seite ein verkehrtes, vergrößertes, reelles Bild entwirft, ein Bild, das bei mikrophotographiſchen Aufnahmen auf die photographiſche Platte entworfen werden kann. Die Funktion des Okulars iſt diejenige einer Lupe, welche dem Auge ein vergrößertes virtuelles Bild dieſes erſten reellen Bildes in Sehweite entwirft. Beide aber, Objektiv und Okular, ſind Linſenſyſteme, welche die Fehler der Aberration möglichſt vermeiden, achromatiſch und aplanatiſch ſind. Erſteres beſteht aus einem Syſtem kleiner einzeln aus Flint- und Crownglaslinſen zuſammengeſetzter achromatiſcher Linſen, letzteres aus zwei in geeigneter Entfernung (gleich dem arithmetiſchen Mittel der beiden Brennweiten, als Bedingung entgegengeſetzt gleicher Farbenzerſtreuung) voneinander gefaßter Plankonvexlinſen. Bei dem Okular von Huygens, auch kampaniſches Okular genannt, ſind die beiden konvexen Linſenſeiten dem Objektiv zugekehrt, bei dem von Ramsden einander zugekehrt. Die größere, dem Auge abgekehrte Linſe, die Kollektivlinſe, könnte noch zum Objektiv gerechnet werden, inſofern ſie vor Bildung des reellen Objektivbildes eingeſchaltet iſt und das reelle Bild, durch die Wirkung dieſer Linſe verändert, erſt im Innern des Okulars entſteht. An dem Orte dieſes Bildes, bei Fernrohren der Ort des Fadenkreuzes, kann zugleich eine zu mikroſkopiſchen Meſſungen dienende feine Teilung auf Glas eingeſchoben werden, das Okularmikrometer. Seit dem Jahre 1886 fertigt die optiſche Werkſtätte von C. Zeiß in Jena auf Grund der Berechnungen von Abbe und mittels Linſen aus Flußſpat und den neuen Jenenſer Gläſern als Objektive die ſogenannten Apochromate, Linſenſyſteme aus zehn verſchiedenen Linſen zuſammengeſetzt, und die zugehörigen Kompenſationsokulare, wobei die Aberrationen in Objektiv und Okular nicht in jedem Teile für ſich, ſondern gemeinſam zur Ausgleichung gebracht ſind. Das Mikroſkop hat dadurch in Beziehung auf Vergrößerungsſtärke (bis 3000fach), Begrenzungsvermögen (Definition) und Abbildungsvermögen (Unterſcheidungsvermögen kleiner Details) eine außerordentliche Vervollkommnung erreicht.

Da die Leiſtungsfähigkeit weſentlich bedingt iſt durch die Größe des von einem Punkte des Objekts ausgehenden Strahlenbüſchels, das zur Erzeugung des Bildes brauchbare Strahlen liefert, ſo iſt ein Maß für die Leiſtungsfähigkeit die brauchbare numeriſche Apertur, das Produkt aus dem Sinus des halben Oeffnungswinkels dieſes Büſchels und dem Brechungsindex des das Objekt umgebenden Mittels. Dieſe Apertur wird durch die Brechung des Lichtes über dem das Objekt begrenzenden Deckgläschen ſehr beſchränkt, falls die Strahlen vom Deckglas durch Luft in die Frontlinſe des Objektivs übertreten müſſen; ſie wird weſentlich erhöht durch Zwiſchenbringen einer ſtärker brechenden Subſtanz zwiſchen Frontlinſe und Deckglas (Immerſionsſyſteme), wie Waſſer oder noch beſſer Zedernholzöl, das mit dem Glas gleichen Brechungsindex hat. Während für Trockenſyſteme die brauchbare Apertur unter dem Werte 1 bleibt, erreicht dieſelbe für Immerſionsſyſteme Werte bis zu 1,2 bei Waſſerimmerſion und bis 1,35 bei Oelimmerſion.

Für die Theorie des Mikroſkops verweiſen wir auf die eingehende Behandlung in [1] und die daſelbſt beſonders S. 246 gegebene Literaturüberſicht aus älterer und neuerer Zeit. In betreff der für beſondere Zwecke dienenden Konſtruktionen auf [2], wo S. 706 das Sonnenmikroſkop, S. 850 das Demonſtrationsmikroſkop mit horizontal zu haltendem Tubus, S. 860 das Kathetometermikroſkop, S. 861 das Polariſationsmikroſkop mit Nicolſchen Prismen vor dem Objektiv und hinter dem Okular, S. 865 das Kriſtalliſationsmikroſkop, S. 867 ein für photographiſche Aufnahmen eingerichtetes Mikroſkop beſchrieben und abgebildet ſind. Ebenda finden ſich auch Bezugsquellen und Preiſe der Mikroſkope angegeben. Ueber Weiteres vgl. [3], [4]. Wir verweiſen ferner auf die illuſtrierten Kataloge der optiſchen Werkſtätten von C. Zeiß in Jena, W. und H. Seibert in Wetzlar, E. Leitz in Wetzlar, C. Reichert in Wien, Paul Wächter in Berlin u. a. S. a. Mikroſkopiſche Unterſuchungen.

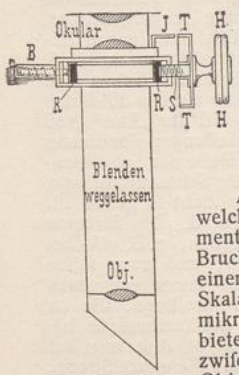


Fig. 1.

Literatur: [1] Czapski, Theorie der optiſchen Inſtrumente, 2. Aufl., Leipzig 1904 (aus Winkelmann, Handbuch der Phyſik, Bd. 6, 1. Hälfte. — [2] Frick-Lehmann, Phyſikaliſche Technik, II, 6. Aufl., Braunſchweig 1895. — [3] Dippel, Das Mikroſkop, Bd. 1: Allg. Mikroſkopie, 2. Aufl., Braunſchweig 1882. — [4] Kaiſer, W., Die Technik des modernen Mikroſkops, 2. Aufl., Wien 1905; Zeitſchr. f. angewandte Mikroſkopie. *Aug. Schmidt.*

Ableſemikroſkop nennt man ein optiſch einfach konſtruiertes Mikroſkop, welches dazu dient, bei aſtronomiſchen, geodätiſchen und phyſikaliſchen Inſtrumenten mit Längen oder Winkelteilungen noch bequem und ſicher geringe Bruchteile dieſer Teilungen abzuleſen. Entweder ſind dieſe Mikroſkope mit einem einfachen Schraubenmikrometer oder auch wohl nur mit einer feinen Skala im Fokus als ſogenannte Schätzmikroſkope ausgerüſtet. Die Schraubenmikroſkope, welche die genaueſten Ableſungsvorrichtungen für Teilungen darbieten, beſtehen aus gewöhnlichem Objektiv und Okular (Fig. 1), nur iſt zwiſchen beide an derjenigen Stelle, an welcher das Bild der Teilung vom Objektiv erzeugt wird, ein Kaſten eingeſchaltet, welcher die Meßvorrichtung

enthält. Dieſe beſteht aus einem einfachen Schraubenmikrometer (ſ. Mikrometer), in welchem aber die feſten Fäden fehlen. Es iſt in dem Kaſten, welcher in Fig. 2 nach neuer Konſtruktion nach Abnahme des Okulardeckels dargeſtellt iſt, ein gut geführter Schlitten *R* mittels der Schraube *S* beweglich. Dieſer trägt meiſt ein Fädenpaar ſenkrecht zur Bewegungsrichtung, welches um etwa das Zwei- bis Dreifache der Breite der Teilſtriche auseinander ſteht. Zwiſchen dieſe Fäden werden beim Ableſen der Teilung die Striche ſo eingeſtellt, daß auf beiden Seiten derſelben noch ſchmale Lichtlinien bleiben. Auf dieſe Weiſe wird die Einſtellung viel genauer, als wenn man z. B. einen einzelnen Faden mit den Teilſtrichen zur Deckung bringen wollte. Auch das früher häufig angewendete Andreaskreuz wird jetzt für dieſe Zwecke wohl nie mehr benutzt. Die Mikrometerſchraube hat einmal ihre Führung in dem Kaſten, durch den ſie an der Schmalſeite frei hindurchgeht, anderſeits aber ſtützt ſie ſich mit einer genau laufenden harten Spitze auf das glasharte Prisma *W*, deſſen vordere Fläche genau plan ſein und ſenkrecht zur Schraubenachſe ſtehen ſoll. Dreht man die Schraube rechts herum, ſo würde ſie den Schlitten mit den Fäden auch ſicher nach rechts fortbewegen, da ſie in dem Schlitten ihr Muttergewinde hat; nach der entgegengeſetzten Richtung würde aber der Schlitten nicht folgen Deshalb ſind eine oder auch zwei Federn (Fig. 2) ſo angebracht, daß ſie ſtets beſtrebt ſind, den Schlitten nach links zu ziehen, wodurch die Spitze der Schraube ſicher gegen das Prisma *W* angedrückt wird und dort bei jeder Bewegung der Schraube einen Stützpunkt findet. — Die Ableſemikroſkope ſind nun meiſt ſo eingerichtet, daß eine oder zwei oder auch zweieinhalb oder fünf Umdrehungen der Schraube der Fortbewegung der Fäden um ein Intervall der Teilung entſprechen. Die auf die Schraubenſpindel aufgeſetzte eingeteilte Trommel *T* mit dem Griff *Q* geſtattet dann, die Fortbewegung der Fäden zu meſſen. Denkt man ſich z. B., daß die Teilung von zehn zu zehn Bogenminuten ausgeführt ſei und eine Umdrehung der Schraube dieſem Intervall entſpreche, ſo kann man durch Einteilung der Trommel in 60 Teile noch 10″ direkt und 1″ durch Schätzung ableſen. Die Bezifferung der Trommelteilung iſt dann ſo eingerichtet, daß von je ſechs zu ſechs Teilſtrichen die Minuten 1, 2, 3 . . . angeſchrieben ſind. Außer den Fäden iſt im Geſichtsfeld des Mikroſkops noch eine Marke (Rechen, Loch in einer Platte oder eine Einkerbung) angebracht, welche den eigentlichen Nullpunkt des Mikroſkops darſtellt; werden die Fäden genau auf dieſe Marke geſtellt, ſo ſoll man an der Trommel Null ableſen; dieſe Null gilt dann als Ausgangspunkt der Meſſung. Bewegt man nämlich das Fadenpaar von dieſer Stellung aus nach dem nächſt vorhergehenden Teilſtrich, ſo iſt offenbar dieſe durch die Schraube mit Teiltrommel gemeſſene Strecke zur Bezifferung dieſes Teilſtriches noch hinzuzufügen, um die der Meſſung entſprechende Ableſung auf der Teilung zu erhalten.

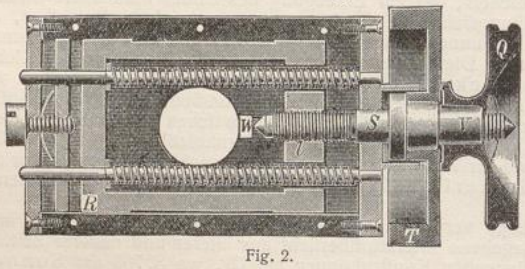


Fig. 2.

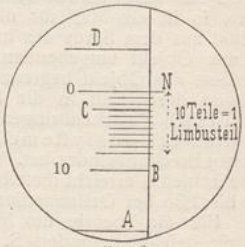


Fig. 3.

Die Bezifferung auf der Schraubentrommel muß aus dieſem Grunde ſtets ſo angeordnet ſein, daß ſie wächſt, wenn man die Fäden von dem höher bezifferten nach dem niedriger bezifferten Teilſtrich führt. Dieſer Beobachtungsmodus ſetzt voraus, daß tatſächlich eine beſtimmte Anzahl von Umdrehungen der Schraube einem Teilintervall entſpricht. Das iſt aber nicht immer genau der Fall, d. h. das Mikroſkop iſt nicht genau „abgeſtimmt“. Um dieſen Fehler, den man „Run“ oder auch „Gang“ der Schraube nennt, auf einfachſte Weiſe zum größten Teile aus der Meſſung zu eliminieren, pflegt man bei dieſer nicht nur den der Nullmarke vorhergehenden, ſondern auch den nachfolgenden Strich der Teilung einzuſtellen; das Mittel aus beiden Ableſungen gibt dann ſchon ein ziemlich richtiges Reſultat, wenn der „Run“ nicht zu groß iſt. Würde ſich z. B. die Nullmarke zwiſchen den Strichen 250° 20′ und 30′ befunden haben und man hätte bei der Einſtellung der Fäden auf den 20′-Strich 3′ 22″ und bei der auf den 30′-Strich 3′ 26″ erhalten, ſo würde die tatſächliche Ableſung lauten 250° 23′ 24″. — Iſt der „Run“ groß oder handelt es ſich um die äußerſte Genauigkeit, dann muß aus vielen Meſſungen der Betrag des Runs beſtimmt und eine Korrektionstafel dafür angefertigt werden. An Stelle der Schraubenmikroſkope verwendet man jetzt häufig bei kleineren Inſtrumenten ſogenannte Schätzmikroſkope, da die Ableſung an dieſen erheblich einfacher, allerdings auch bei weitem nicht ſo genau iſt. Der Anblick des Geſichtsfelds eines ſolchen Mikroſkops iſt z. B. der der Fig. 3. Die ſtärkeren Striche mögen den durch das Mikroſkop vergrößerten Limbusteilen entſprechen, z. B. alſo bei einem kleinen Inſtrument von 12—15 cm Teilkreisdurchmeſſer $^1/_3{}^\circ$ bedeuten, und zwar ſollen *A, B, C, D* reſp. entſprechen 113° 0′, 113° 20′, 113° 40′, 114° 0′; die etwas feiner gezogenen Striche ſind eine feine Teilung auf einem Deckgläschen im Fokus des Mikroſkops, die im gleichen Sinne oder im entgegengeſetzten Sinne (ſo z. B. in Fig. 3) wie die Limbusteile bezifferт iſt. *N* ſei alſo der Strich, welcher die Einſtellung des Inſtruments angibt, d. h. man hat das Intervall *C N* zu meſſen; das Strichmikrometer iſt nun ſo einzurichten, daß die ganze Strecke genau einem Limbusteil entſpricht und in zehn gleiche Teile zerlegt iſt, deren Wert alſo je 0,1 Limbusteil, im vorſtehenden Beiſpiel 2′ beträgt; durch Schätzung an dem Strich kann man

auf 0′,2 ableſen: an dem Strich *C* hat man 2,8 Teile, und es iſt $CN = 2^p,8 = 5',6 = 5'\,36''$, die Ableſung lautet 113° 45′ 36″. Die Ableſung iſt ſehr bequem und raſch, wenn die Striche der Teilung genügend fein ſind; oft ſind die Striche in Spitzen ausgezogen, was aber nicht immer als förderlich für die Genauigkeit zu betrachten iſt, da es nicht leicht iſt, die Spitzen der feinen Striche ſo zu ziehen, daß jene der Mitte dieſer genau entſprechen und auch von untereinander gleichem Ausſehen ſind. Die genaue Abſtimmung des Mikroſkops auf die Teilung iſt bei dieſer Art noch wichtiger als bei dem Schraubenmikroſkop, da bei der notwendigen Beſchränkung des Strichmikrometers auf nur ein Intervall der Teilung keine Fehlerelimination möglich iſt.

Literatur: Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 5. Aufl., Stuttgart 1897, S. 179 und S. 198 ff.; Herr-Tinter, Lehrbuch der ſphäriſchen Aſtronomie, Wien 1887, S. 231 ff.; Bohn, Ueber die Berichtigung des Ableſemikroſkops für Teilungen, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1884, Bd. 4, S. 87; vgl. a. Ambronn, L., Handbuch der aſtr. Inſtrumentenkunde, Bd. 1, S. 130 ff. *Ambronn.*

Mikroſkopiſche Unterſuchungen. Mit der Tatſache, daß ein vollſtändiges Erkennen eines Naturkörpers erſt durch die Aufſchließung ſeines inneren Baues, d. i. durch das Studium ſeiner Elementarorgane und deren Entwicklung und durch die Feſtſtellung der Aufgaben und Verrichtungen dieſer Elementarorgane, gegeben iſt, ward auch eine neue Methode — die mikroſkopiſche Unterſuchung — geſchaffen, welche die Möglichkeit bot, die in der Praxis, in Induſtrie und Technik verwendeten organiſierten Naturkörper auf ihre Intenſität und Qualität zu prüfen und ſie ſcharf und genau auseinander zu halten.

Während man ſich früher meiſt mit der Wiedergabe der äußerlich ſichtbaren Eigenſchaften (exomorphe Beſchreibung) begnügen mußte, konnte nun mit Zuhilfenahme des Mikroſkops durch die endomorphe Beſchreibung bei der Geſetzmäßigkeit und Unwandelbarkeit des anatomiſchen Baues mit derſelben Sicherheit, wie ſie die chemiſche Reaktion für die Analyſe der Stoffe beſitzt, die Diagnoſtik organiſierter Rohſtoffe geſtellt werden. Die mikroſkopiſche Unterſuchung iſt heute für viele Gebiete, in deren Bereich die Verwendung ſolcher Körper fällt, ebenſo unerläßlich wie die chemiſche, mit dieſer wohl gleichberechtigt und in vielen Fällen überhaupt die einzige, die verläßliche Reſultate liefert. Die Pharmakognoſie hat zuerſt den Wert dieſer Methode erkannt und wendet ſie mit den größten Erfolgen an. Ebenſo iſt ſie auch für die techniſche Rohſtoffkunde unentbehrlich geworden. Die Nahrungs- und Genußmittel des Pflanzenreiches (ſowie auch die meiſten des Tierreiches), die wichtigſten Rohſtoffe der Textilinduſtrie, die Faſern, die Hölzer, Rinden und Wurzeln, viele tieriſche Rohſtoffe ſind in den meiſten Fällen, insbeſondere im zerkleinerten Zuſtande, nur durch die mikroſkopiſche Unterſuchung zu identifizieren, und ein jedem Laien einleuchtendes Beiſpiel liefert die Stärke, deren zahlreiche Handelsſorten, der chemiſchen Zuſammenſetzung nach nahezu gleich, in den techniſch-phyſikaliſchen Eigenſchaften oft ſehr verſchieden, einzig und allein nur mit dem Mikroſkop unterſchieden werden können.

Nur wenige Objekte, wie z. B. die Stärke, können ohne weitere Behandlung der direkten mikroſkopiſchen Beobachtung unterworfen werden. Es iſt nämlich nur dasjenige Objekt hierzu tauglich, welches genügende Transparenz beſitzt, da die wiſſenſchaftlich brauchbare Unterſuchung nur mit durchfallendem Lichte arbeitet. Von vielen Objekten müſſen daher genügend dünne Plättchen dargeſtellt und, wo es nötig iſt, dieſelben durch Behandlung mit geeigneten Medien aufgehellt, geklärt werden (vgl. Geſteine, Bd. 4, S. 448). Zum Nachweiſe verſchiedener Gewebeformen oder beſtimmter Inhaltskörper muß deren chemiſche Reaktionsfähigkeit, bezw. deren Vermögen, Farbſtoffe aufzuſpeichern, geprüft werden. Auch die Größenverhältniſſe ſpielen eine ſehr wichtige Rolle. Abgeſehen von den vorbereitenden Arbeiten (in Plättchen ſchneiden oder ſchleifen, aufklären, aufquellen, entfärben u. ſ. w.) kann man die mikroſkopiſchen Unterſuchungen in drei Abteilungen gliedern: 1. Die mikroſkopiſche Analyſe; 2. die mikrometriſche Beſtimmung; 3. die mikrochemiſche Prüfung und die Verſuche über Verhalten in höheren Temperaturen. Einen beſonderen Zweig dieſer Unterſuchungen bilden die Arbeiten mit den niederſten Organismen, den Schizomyceten oder Spaltpilzen, die ſich zu einer neuen, höchſt umfangreichen Wiſſenſchaft, der Bakteriologie, verdichtet haben.

In den folgenden Literaturangaben ſind einige der wichtigſten Werke angegeben, welche in das Studium der Mikroſkopie einführen und die praktiſche Anwendung derſelben dartun. Es muß aber beſonders hervorgehoben werden, daß zum vollſtändigen, vor groben Irrtümern bewahrenden Verſtändnis derſelben es unumgänglich nötig iſt, die Grundlehren der beſchreibenden Naturwiſſenſchaften, ſo namentlich der Morphologie, Anatomie und Phyſiologie der Pflanzen, zu kennen und die Mühe des Studiums derſelben, welches durch vorzügliche Lehrbücher (von Luerſſen, Frank, Schenk, Strasburger, Warming, Wieſner u. a.) ohnedies ſehr erleichtert wird, nicht zu ſcheuen.

Literatur: Allgemeines, Leitfaden u. ſ. w.: Wieſner, Einleitung in die techniſche Mikroſkopie, Wien 1867; Frey, H., Das Mikroſkop und die mikroſkopiſche Technik, Leipzig 1873; Exner, S., Leitfaden bei der mikroſkopiſchen Unterſuchung tieriſcher Gewebe, Leipzig 1873; Flückiger, Grundlagen der pharmazeutiſchen Warenkunde, Berlin 1873; Strasburger, E., Das botaniſche Praktikum, 4. Aufl., Jena 1902 (auch für den techn. Mikroſkopiker wertvoll); Derſ., Das kleine botaniſche Praktikum für Anfänger, 5. Aufl., Jena 1904; Zimmermann, Leitfaden der wiſſenſchaftlichen Mikroſkopie, Leipzig und Wien 1895; Flückiger und Tſchirch, Grundlagen der Pharmakognoſie, Berlin 1885; Vogl, A., Mikroſkopiſche Unterſuchungen in Dammers Lexikon der Verfälſchungen, Leipzig 1886; Tſchirch, Angewandte Pflanzenanatomie, Wien 1889; Behrens, Leitfaden der botan. Mikroſkopie, Braunſchweig 1890; Hanauſek, T. F., Lehrbuch der techniſchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mikrofkopie, Stuttgart 1901 (dasfelbe Werk ins Engliſche überſetzt und bedeutend erweitert von A. L. Winton, New York 1907); Möller, J., Leitfaden der mikrofkopiſch-pharmakognoſtiſchen Uebungen, Wien 1901; Vogl, A., Kommentar zur 7. Aufl. der Oeſterr. Pharmaz., allgem. 3. Teil, Wien 1892; Giltay, Sieben Objekte unter dem Mikrofkop, Leyden 1893 (für den Anfänger höchſt empfehlenswert); Bachmann, O., Leitfaden zur Anfertigung mikrofkopiſcher Dauerpräparate, 2. Aufl., München 1896. — Ueber Mikrochemie, Tinktion u. ſ. w. nebſt den vorgenannten: Vogl, A., Vorleſungen über mikrofkopiſche Unterſuchungsmethoden, Zeitſchr. d. Allg. Oeſterr. Apoth.-Ver. 1866; Paulſen, A., Botan. Mikrochemie, aus dem Däniſchen von C. Müller, Kaſſel 1881; Tſchirch, Mikrochemiſche Reagentien im Dienſte der techniſchen Mikrofkopie, Arch. d. Pharm. 1882, S. 801; Behrens, Hilfsbuch zur Ausführung mikrofkopiſcher Unterſuchungen im botan. Laboratorium, Braunſchweig 1883; Gierke, Färberei zu mikrofkopiſchen Zwecken; Zeitſchr. f. wiſſenſch. Mikrofkopie 1884, S. 62; Ehrlich, Krauſe, Moſſe, Roſin u. Weigert, Encyklopädie der mikrofkopiſchen Technik mit beſonderer Berückſichtigung der Färbelehre, Berlin und Wien 1903 ff.; Behrens, Tabellen zum Gebrauche bei mikrofkopiſchen Arbeiten, Braunſchweig 1887; Nickel, Die Farbenreaktionen der Kohlenſtoffverbindungen, 2. Aufl., Berlin 1890; Moliſch, Grundriß einer Hiſtochemie der pflanzlichen Genußmittel, Jena 1891. — Ueber Nahrungs- und Genußmittel, Stärke, techn. Drogen, Holz u. ſ. w.: Vogl, A., Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche, Wien 1872; Derſ., Die wichtigſten vegetabiliſchen Nahrungs- und Genußmittel, Berlin-Wien 1889; Wieſner, Rohſtoffe des Pflanzenreiches, 2. Aufl., 2 Bde., Leipzig 1900 und 1903; Moeller, J., Das Holz, Kaſſel 1883; v. Hoehnel, Fr., Die Stärke und die Mahlprodukte, Kaſſel 1882; Hanauſek, T. F., Die Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche, Kaſſel 1884; Schimper, A. F. W., Anleitung zur mikrofkopiſchen Unterſcheidung der Nahrungs- und Genußmittel, 2. Aufl., Jena 1900; Greeniſh, The microscopical examination of foods and drugs, a practical introduction of the methods adopted in the microscopical examination of foods and drugs, in the entire, crushed and powdered states, London 1903; Moeller, J., Mikrofkopie der Nahrungs- und Genußmittel, 2. Aufl., Berlin 1905; dasſelbe Werk ins Engliſche überſetzt von A. L. Winton, New York 1906; Meyer, A., Die Grundlagen und die Methoden für die mikrofkopiſche Unterſuchung von Pflanzenpulvern; eine Einführung in die wiſſenſchaftl. Methoden der mikrofkopiſchen Unterſuchungen von Gewürzen, pflanzlichen Arzneimitteln, Nahrungsmitteln u. ſ. w., Jena 1901; Tſchirch und Oeſterle, Anatomiſcher Atlas der Pharmakognoſie und Nahrungsmittelkunde, Leipzig 1900; Koch, L., Die mikrofkopiſche Analyſe der Drogenpulver, Berlin 1900 ff.; Koch, L., Einführung in die mikrofkopiſche Analyſe der Drogenpulver, Berlin 1906. — Ueber Faſern: Wieſner, Rohſtoffe; v. Hoehnel, F., Mikrofkopie der techn. verwendeten Faſerſtoffe, 2. Aufl., Wien 1905; außerdem enthalten Dammers Lexikon der Verfälſchungen und die Realencyklopädie der geſamten Pharmazie zahlreiche einſchlägige Artikel.

T. F. Hanauſek.

Mikrofpektrofkop, ſ. Spektralanalyſe.

Mikroſtruktur bezeichnet das mit Hilfe des Mikrofkops ſichtbare Gefüge (Kleingefüge) der Materialien, ſ. a. Metallographie.

Mikrotaſimeter nannte Ediſon einen auf kleinſte Druckänderungen reagierenden Apparat, geeignet für mikrothermometriſche Meſſungen.

Ein eingeſpanntes Hartgummiſtäbchen verſtärkt durch feine Dehnung beim Erwärmen den Kontakt zweier Metallplatten, ſo daß ein zwiſchen beiden Platten übergehender Strom an einem Galvanometer einen verſtärkten Ausſchlag erzeugt. Eine Abbildung des Apparates ſ. bei Frick-Lehmann, Phyſikaliſche Technik, II, Braunſchweig 1895, S. 608.

Aug. Schmidt.

Mikrotom, Vorrichtung zur Herſtellung von Serien aufeinander folgender feinſter, gleichdünner Scheiben (ſogenannter „Schnitte“) aus gefrorenem oder ſonſtwie gehärtetem Material zum Zwecke der mikrofkopiſchen Unterſuchung.

Das an dem Mikrotom befeſtigte Material wird durch eine Mikrometerſchraube bewegt, während ein mit freier Hand (Handmikrotom) oder auf wagerechter Schlittenbahn (Schlittenmikrotom) geführtes Raſiermeſſer Schnitte von beliebiger Dicke (bis $^1/_{200}$ mm Dicke) abnimmt. Gute Mikrotome liefern Auguſt Becker in Göttingen, Böcker in Wetzlar, R. Jung in Heidelberg, Katſch in München, Leitz in Wetzlar, Reichert in Wien, Schanze in Leipzig, R. Süß in Marburg, Vérick in Paris, A. Wichmann in Hamburg, Zeiß in Jena.

Literatur: Strasburger, E., Das botaniſche Praktikum, 4. Aufl., Jena 1902, S. 36 ff.; Zimmermann, A., Die botaniſche Mikrotechnik, Tübingen 1892, S. 30 ff.; vgl. ferner die verſchiedenen Jahrgänge der Zeitſchr. für wiſſenſchaftl. Mikrofkopie.

Milaneſtuhl, ſ. Diagonalſtuhl.

Milaneſware, ſ. Wirkerei.

Milchbehandlung, -erhitzer, -kühler, -prüfung, -zentrifugen, ſ. Molkerei; vgl. a. Nahrungsmittelkontrolle.

Milchkaſein, ſ. Eiweißſtoffe und Kaſein.

Milchſäure, eine organiſche Säure der Zuſammenſetzung $C_3H_6O_3$, welche in zwei optiſch aktiven und in der racemiſchen oder inaktiven Modifikation bekannt iſt. Die racemiſche oder inaktive Modifikation ſtellt die gewöhnliche oder Gärungsmilchſäure dar, welche auch als Aethylidenmilchſäure oder — ihrer Konſtitution entſprechend — als α-Oxypropionſäure bezeichnet wird und deren Formel daher $CH_3 \cdot CH(OH) \cdot COOH$ zu ſchreiben iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Gärungsmilchſäure bildet einen in Waſſer, Alkohol und Aether löslichen Sirup und, waſſerfrei hergeſtellt nach dem Verfahren von Krafft (1896), eine hygroſkopiſche Kriſtallmaſſe, die bei + 18° C ſchmilzt, und iſt optiſch inaktiv; ihre chemiſchen Reaktionen bieten kein techniſches Intereſſe. Die Säure entſteht durch die ſogenannte Milchſäuregärung von Milchzucker, Rohrzucker, Gummi und Stärke, welche durch ein beſonderes Ferment (ſ. d.), den Milchſäurebazillus, hervorgebracht wird. (Ueber die Bedingungen dieſer Gärung ſ. Gärung, Bd. 4, S. 234.) Die Milchſäure iſt daher in vielen ſauer gewordenen Subſtanzen enthalten, wie in ſauern Branntweinmaiſchen und Bierwürzen, in der ſauern Milch, im Sauerkraut, in ſauern Gurken, ebenſo im Magenſaft. Das Gerinnen der Milch beruht auf der Umwandlung des Milchzuckers in Milchſäure, welche aus dem Kaſeinnatron das Kaſein frei macht. Dieſes ſcheidet ſich aus: die Milch gerinnt. Die von dem ausgeſchiedenen Kaſein abfiltrierte Flüſſigkeit, die ſauern Molken, enthalten die Milchſäure, die entſprechend gewonnen werden kann. Dargeſtellt wird die Gärungsmilchſäure entweder durch Gärung von Zucker mit Käſe oder nach dem Vorſchlage von Kiliani durch Erhitzen von Traubenzucker, Rohrzucker oder Invertzucker mit Natronlauge oder mit Aetzbaryt (2—3 Teile) und Waſſer auf 160°, oder ſchließlich nach dem Verfahren von Jaquemin aus Malzaufguß, welcher bei 50° hergeſtelit und dann zum Sieden erhitzt wird. Die Würze wird noch mit geklärtem Rübenſaft und Calciumkarbonat verſetzt und dann rein gezüchtetes Milchſäureferment eingeimpft. Die Gärung geht in Bottichen, welche mit Leinwand dicht überſpannt ſind oder ſonſt eine Vorrichtung beſitzen, damit filtrierte Luft in genügender Menge zutreten kann, bei 45° vor ſich. Die nach beendeter Operation noch vorhandenen Eiweißſtoffe werden durch Tannin gefällt und die Milchſäure in Form ihres Calciumſalzes durch Eindampfen und Kriſtalliſation gewonnen. Die milchſauern Salze, namentlich das Antimonſalz, dienen in der Färberei als Beizen. Vermittelſt Kriſtalliſation mit Strychnin läßt ſich die inaktive Gärungsmilchſäure in die beiden optiſch aktiven Komponenten trennen, indem das *l*-milchſaure Strychnin auskriſtalliſiert. Die *r*-Milchſäure iſt identiſch mit der ſogenannten Fleiſch- oder Paramilchſäure, welche in verſchiedenen tieriſchen Organen und namentlich in der Muskelflüſſigkeit enthalten iſt und am bequemſten aus Fleiſchextrakt gewonnen wird. Iſomer mit der Gärungs- oder Aethylidenmilchſäure iſt ſchließlich noch die Aethylenmilchſäure, Hydrakrylſäure oder β-Oxypropionſäure $OHCH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$. Einige Salze der Milchſäure finden Anwendung in der Heilkunde, die Milchſäure ſelbſt ebenfalls. Eine techniſch reine Milchſäure dient Färbereizwecken.

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig 1893, 3. Aufl., Bd. 1, S. 552 ff.; Schmidt, Pharm. Chemie, organ. Teil, Braunſchweig 1901. *Bujard.*

Milchſchleuder, -ſeparator, -zentrifuge, ſ. Molkerei.

Milchzucker, ſ. Kohlehydrate, Bd. 5, S. 548.

Mild, diejenige Art des Zuſammenhanges (Kohärenz oder Tenacität) der Mineralien, bei der dieſe mittels einer Meſſerſchneide leicht zu Pulver geſchabt werden können, ohne daß größere Stückchen abſpringen. Solche Mineralien ſind z. B. Speckſtein und Kupferglanz. Die Gegenſätze ſind ſpröde und geſchmeidig. *Treptow.*

Militärbeförderung auf Eiſenbahnen. Für jedes Land iſt ein weſentliches Erfordernis der Kriegsbereitſchaft, daß für den Kriegsfall die ausgiebige, einheitliche, zweckmäßige Benutzung der Eiſenbahnen zur Beförderung der Truppen nebſt ihrer Ausrüſtung ſowie der Verpflegungsmittel, der Munition u. ſ. w. ſchon in Friedenszeiten ſichergeſtellt wird. Dies kann geſchehen durch Konzeſſionsbedingungen der Eiſenbahnen, durch Uebereinkommen der Regierung mit den Eiſenbahnen oder (am vollkommenſten) durch geſetzliche Beſtimmungen.

Das Staatsbahnſyſtem erleichtert durch die einheitlichen Einrichtungen, das gleichmäßig geſchulte Perſonal und die ſtraffe Organiſation außerordentlich die Geſtaltung und Durchführung der Militärbeförderung im Kriege. Eine Militärbeförderung auf Eiſenbahnen findet aber auch im Frieden ſtatt bei Truppenübungen, bei Verlegungen von Truppenkörpern, bei Verſetzungen, beim Eintritt, bei der Beurlaubung und der Entlaſſung der Mannſchaften, bei der Beſchaffung von Ausrüſtungsgegenſtänden, Munition u. ſ. w. Auch dieſe Beförderung bedarf bei ihrer Eigenart beſonderer, von der Handhabung der Ziviltransporte abweichender Regelung, die gewöhnlich und am zweckmäßigſten zuſammen mit derjenigen der Militärbeförderung im Kriege erfolgt, indem ſo die Militärbeförderung im Frieden diejenige im Kriege vorbereitet.

In Deutſchland*) haben nach Art. 47 der Reichsverfaſſung ſämtliche Eiſenbahnverwaltungen den Anforderungen der Reichsbehörden bezüglich der Benutzung der Eiſenbahnen zum Zwecke der Verteidigung Deutſchlands unweigerlich Folge zu leiſten und insbeſondere das Militär und alles Kriegsmaterial zu gleichen ermäßigten Sätzen zu befördern. Dieſe Verpflichtungen ſind weiter ausgeführt in den beiden Geſetzen über die Kriegsleiſtungen und über die Naturalleiſtungen für die bewaffnete Macht im Frieden ſowie in den dazu ergangenen Ausführungsverordnungen. Auf Grund dieſer Beſtimmungen iſt die Militäreiſenbahnordnung erlaſſen, deren Teil I aus der Militärtransportordnung und dem Militärtarif beſteht, während Teil II die Beſtimmungen betreffend Ausrüſtung und Einrichtung von Eiſenbahnwagen für Militärtransporte, die Vorſchrift über Hergabe von Perſonal und Material der Eiſenbahnverwaltungen an die Militärbehörde und die Inſtruktion betreffend Kriegsbetrieb und Militärbetrieb der Eiſenbahnen

*) Es würde zu weit führen, hier ebenſo auf die Einrichtungen andrer Länder einzugehen, die beiſpielsweiſe in Frankreich den deutſchen ſehr ähnlich ſind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

enthält. Im Kriegsfalle wird das ganze Eiſenbahngebiet im Rücken des Heeres (deutſche Eiſenbahnen und etwa in Beſitz genommene ausländiſche Bahnen) in zwei Sondergebiete geſchieden. Das eine umfaßt die Eiſenbahnen auf dem Kriegsſchauplatze und in deſſen Nähe. Auf dieſem wird der ſogenannte Kriegsbetrieb eingerichtet, während die übrigen Bahnen im ſogenannten Friedensbetriebe verbleiben. Grenzpunkte zwiſchen beiderlei Strecken bilden die unter Umſtänden mit dem Fortſchreiten des Heeres zu verſchiebenden „Uebergangsſtationen". Auf dieſen ſollen etwaige beim Kriegsbetrieb entſtandene Unregelmäßigkeiten ihre Grenze und Ausgleichung finden. Wird der Betrieb einer im Kriegsbetriebe befindlichen Eiſenbahn durch die Militäreiſenbahnbehörden übernommen, ſo geht er in den „Militärbetrieb" über.

Das deutſche Eiſenbahnnetz iſt für die militäriſche Benutzung, abweichend von den Verwaltungsbezirken, in zurzeit 22 Betriebsbezirke (Linien) geteilt. Für jede beſteht eine Linienkommandantur, die den Verkehr zwiſchen den vorgeſetzten Militäreiſenbahnbehörden und den im Gebiete der Linie den Betrieb führenden Eiſenbahnverwaltungen vermittelt. Letztere verbleiben beim Friedensbetriebe in ihrer Tätigkeit. Nach Bedarf wirken als Organe der Linienkommandanturen Bahnhofskommandanten. Die Linienkommandanturen unterſtehen im Frieden dem Chef der Eiſenbahnabteilung des preußiſchen Großen Generalſtabs, an deſſen Stelle im Krieg der Chef des Feldeiſenbahnweſens tritt. Die Einheitlichkeit in der Benutzung der Eiſenbahnen zur Militärbeförderung wird erreicht durch Zuſammenwirken der dieſen Militäreiſenbahnbehörden vorgeſetzten Zentralmilitärbehörden*) mit dem Reichseiſenbahnamt, das in dieſem Sinne Zentralzivilbehörde des Eiſenbahnweſens iſt. Außerdem hat zugleich die Reichspoſt- und -telegraphenverwaltung ihre Intereſſen wahrzunehmen. Die Intendanturen wirken bei der Ausführung und Vorbereitung beſonderer Einrichtungen für Militärtransporte mit und ſind zugleich Anweiſungs- und Zahlſtellen für die an die Eiſenbahnen zu zahlenden Vergütungen.

Militärtransporte beſtehen aus Offizieren und Mannſchaften nebſt Ausrüſtung und Pferden ſowie Kranken oder aus Pferden, mit oder ohne Ausrüſtung, und Schlachtvieh oder aus Militärgut. Zu den Mannſchaftstransporten gehören auch Einzelreiſen von Mannſchaften vom Feldwebel abwärts gegen Löſung von Militärfahrkarten bei Einberufungen, Beurlaubungen u. ſ. w., ferner auch Reiſen andrer Perſonen, auf die der Militärtarif Anwendung findet (ſo Krankenpfleger u. ſ. w.). Die Militärtransporte werden in Kriegs- und Friedenszeiten mit den Zügen des öffentlichen Verkehrs befördert, ſoweit dieſe ausreichen, andernfalls mit beſonderen Militärzügen, und zwar in erſter Linie mit Militärbedarfszügen und Militärſonderzügen. Laſſen ſich zu Kriegszeiten die Militärtransporte mit den Zügen des öffentlichen Verkehrs und mit den zwiſchengeſchalteten Militärbedarfszügen und Militärſonderzügen nicht mehr bewirken, genügt auch die zeitweiſe Beſchränkung, Vereinfachung oder Ausſetzung der Züge des öffentlichen Verkehrs nicht, ſo wird der Militärfahrplan in Kraft geſetzt. Dieſer wird auf Grund einer Durchſchnittsgeſchwindigkeit von 22,5 km/Stunde (einſchließlich der kleinen Aufenthalte) aufgeſtellt und entſpricht mit der Geſamtzahl der darin aufgeführten mit gleicher Geſchwindigkeit und in regelmäßigen Abſtänden verkehrenden Züge der vollen Leiſtungsfähigkeit der einzelnen Strecken und der Anſchlußbahnen. Von dieſer vollen Leiſtungsfähigkeit läßt ſich mit Rückſicht auf die Uebergänge nach andern Anſchlußbahnen ſowie auf Unregelmäßigkeiten praktiſch nur ein mehr oder weniger großer Teil ausnutzen. Nach Schmiedecke [1], S. 32, können für einen Maſſenbetrieb auf eingleiſiger Bahn 15 Züge, auf zweigleiſiger 30 Züge als mittlere Tagesleiſtung gelten.

Die Militärzüge haben eine größte Stärke von 110 Achſen, halbe Militärzüge eine ſolche von 56 Achſen. Der Lokomotivdienſt wird im Frieden und ebenſo im Kriege, ſolange der Militärfahrplan nicht in Kraft iſt, von den Eiſenbahnverwaltungen geregelt. Zur Durchführung des Militärfahrplans wird die Lokomotivverteilung von den Militäreiſenbahnbehörden im ganzen geregelt. Die Wagengeſtellung geſchieht auch im Kriege, ſoweit möglich, durch die Eiſenbahnverwaltungen ſelbſtändig. Nötigenfalls erfolgt im Kriege der Wagenausgleich unter Mitwirkung und nach Anordnung der Militäreiſenbahnbehörden.

Eigenart und Umfang der Militärtransporte bedingen Berückſichtigung bei der Anordnung der für den allgemeinen Verkehr dienenden Eiſenbahnanlagen, außerdem aber Erweiterungen und Ergänzungen der feſten und beweglichen Anlagen, die in Friedenszeiten teils ausgeführt, teils ſo vorbereitet werden, daß ſie im Falle einer Mobilmachung ſogleich in Benutzung genommen werden können. Hierher gehören namentlich die Einrichtung der Wagen und die Vorhaltung der Ausrüſtungsgegenſtände (Bänke, Vorlegebäume, Schutzbretter, Laternen u. ſ. w.) zu Zwecken der Militärbeförderung (auch die Einrichtung der Sanitätszüge), die Einrichtung von Ladeſtellen, die Einrichtungen zur Verpflegung (Verpflegungs-, Marketenderei- und Tränkſtationen), die Einrichtungen für den Etappendienſt (Etappenanfangsorte, Sammelſtationen, Etappenhauptorte mit zugehörigen Krankenſammelſtellen). Zu Zwecken der Landesverteidigung werden auch unter Umſtänden beſondere Bahnen ſchon zu Friedenszeiten erbaut, namentlich um für den Aufmarſch möglichſt viele voneinander unabhängige Bahnlinien zur Verfügung zu haben. Der Bau und die Wiederherſtellung von Eiſenbahnen und von Feldbahnen im Kriege geſchieht durch die Eiſenbahntruppen (ſ. Verkehrstruppen).

Literatur: [1] Schmiedecke, Die Verkehrsmittel im Kriege, Berlin 1906. — [2] Scholz (in Rölls Encyklop. S. 2400), Militärbeförderung auf Eiſenbahnen. — [3] Budde, Die franzöſiſchen Eiſenbahnen im deutſchen Kriegsbetriebe 1870/71, Berlin 1903. — [4] Cauer, Betrieb und Verkehr der Preußiſchen Staatsbahnen, Berlin 1897, I, S. 48 ff. — [5] Zahlreiche Dienſtvorſchriften (vgl. [1], wo auch weitere Literaturangaben). *Cauer.*

Militärſchule, ſ. Kadettenhaus.

Militärtelegraph, ſ. v. w. Kriegstelegraph (ſ. d.).

Militärtransportwagen, ſ. Eiſenbahnwagen und Militärbeförderung.

*) Hierbei kommen auch die bayriſchen Reſervatrechte in Betracht.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Militärzüge, f. Militärbeförderung.

Millefiori, Arbeiten aus farbigen Glasſtäben und verbindender ungefärbter Grundmaſſe: Petinet-, Faden-, Filigrangläſer u. ſ. w.; ſ. a. Kunſtgewerbe.

Milleniumlicht, ſ. Gasglühlicht.

Millerit (Haarkies, Nickelkies, Schwefelnickel) *NiS* (64,45 % *Ni*, 33,55 % *S*).

Kriſtalliſiert hexagonal rhomboedriſch in meiſt dünnen, haarförmigen Prismen. Meſſinggelb, zuweilen bunt angelaufen. Die dünnen Kriſtalle ſind leicht zerbrechlich und ſpröd. Metallglänzend. Härte 3½. Spez. Gew. 5,26—5,30. Beim Erhitzen im Glasrohr entweicht ſchweflige Säure. Leicht ſchmelzbar unter Spritzen zu einer magnetiſchen Kugel. Löſt ſich in Salpeterſäure mit grüner Farbe. Mit Schwefelkies und Kupferkies oft vergeſellſchaftet und deren Benutzung zur Nickelgewinnung bedingend. *Leppla.*

Milliampèremeter, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche.

Milligramm = 0,001 Gramm (Zeichen: mg).

Milliliter = 0,001 Liter (Zeichen: ml).

Millimeter = 0,001 Meter (Zeichen: mm).

Millimeterpapier, ſ. Zeichnen, techniſches.

Millons Reagens, eine Löſung von Merkurinitrat, die ſalpetrige Säure enthält; ſie liefert mit Eiweißkörpern eine rote Färbung und dient daher als Reagens auf dieſe. *Mezger.*

Millotrad, ſ. Waſſermotoren.

Mimetesit (teilweiſe Grünbleierz), Mineral, arſenſaures und Chlorblei, $3PbAs_2O_8 + PbCl_2$ (74,96 % *PbO*, 23,20 % As_2O_5, 2,39 % *Cl*), zuweilen kalkhaltig.

Kriſtalliſiert hexagonal; auch derb und erdig. Farblos, honiggelb oder grünlichgelb, auch grau; fett- bis diamantglänzend, durchſcheinend. Muſchelig bis uneben brechend. Härte 3½—4. Spez. Gew. 7,1—7,3. Schmelzbar vor dem Lötröhr; in der Reduktionsflamme, unter Entwicklung von Arſendämpfen, metalliſches Blei gebend. Löslich in Salpeterſäure und Kalilauge. Wird mit andern Bleierzen auf Blei verhüttet. *Leppla.*

Minaret, ſchlanker, turmartiger Bau an Moſcheen (ſ. d.), oben mit einer Galerie, von der aus der Muezzin die Gebetſtunden abruft.

Minargent (frz., Halbſilber), neuſilberähnliche, hämmerbare Legierung aus 100 Teilen Kupfer, 70 Teilen Nickel, 5 Teilen Wolfram und 1 Teil Aluminium.

Mindermaſchine, eine Vorrichtung am Wirkſtuhle zum Vermindern der Warenbreite; ſ. Wirkerei.

Mindernadel, ein zugeſpitztes und zu kurzem Haken aufgebogenes Drahtſtäbchen, welches der Wirker zum Ab- und Aufhängen der Maſchen am Wirkſtuhle benutzt; ſ. Wirkerei.

Mine, ſ. Bohr- und Sprengarbeit, Seeminen.

Minenpulver, ſ. Sprengſtoffe.

Minenzündung, ſ. Bohr- und Sprengarbeit, Seeminen.

Mineral, ein feſter oder flüſſiger, einheitlicher, d. h. nach ſeinen chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften in jedem Teilchen gleichmäßiger Naturkörper von einer beſtimmten, in einer Formel ausdrückbaren chemiſchen Zuſammenſetzung. Künſtliche Produkte und Geſteine ſind keine Minerale; Naturkörper von ſchwankender chemiſcher Zuſammenſetzung werden als Mineralgemenge, Aggregate oder auch als Foſſilien betrachtet.

Den höchſten Ausdruck der Selbſtändigkeit (Individualität) eines Minerales erblickt man im natürlichen Kriſtall. Neben den kriſtalliſierten Mineralen kennt man auch amorphe, z. B. flüſſige und glasartige. Als phyſikaliſche Eigenſchaften, die zur Unterſcheidung der Minerale dienen, ſind zu nennen:

1. Spaltbarkeit und Kohärenz. In verſchiedenen Richtungen beſitzen die kriſtalliſierten Minerale verſchiedenen Widerſtand (Kohärenz) gegen mechaniſche Trennung oder Teilung. Der größte Widerſtand fällt mit der geringſten Spaltbarkeit zuſammen. Die Beſtimmung der Lage der Spaltungsflächen und Spaltung ſelbſt erfolgt nach den Kriſtallflächen. Hierbei iſt es keineswegs notwendig, daß die Spaltflächen tatſächlich als Kriſtallflächen an jedem Kriſtall vorhanden ſind, ſie können auch fehlen; der Kalkſpat ſpaltet ſtets nach den Flächen des Rhomboeders, gleichviel, ob dieſe am Kriſtall vorhanden ſind oder nicht. Die Zahl der Spaltungsrichtungen bei einem Mineral iſt klein und bleibt unter der Zahl der Kriſtallflächen zurück; drei Spaltungsrichtungen ſind ſchon eine ſeltene Erſcheinung. Die Spaltbarkeit iſt höchſt vollkommen (Kohärenz höchſt gering) beim Kaolin, Glimmer, Gips, Antimonglanz, ſehr vollkommen beim Flußſpat, Kalkſpat, Baryt, Hornblende, vollkommen bei Augit, Kryolith, unvollkommen bei Granat, Quarz oder ſehr unvollkommen bei den meiſten Mineralen. Gleitflächen unterſcheiden ſich von Spaltungsflächen dadurch, daß ihnen parallel eine Verſchiebung ermöglicht iſt; ſie fallen mit den Spaltflächen nicht zuſammen. Bruchflächen der Minerale entſtehen durch gewalt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

same Zertrümmerung vorzugsweise bei unvollkommen oder gar nicht spaltenden Mineralen, besonders bei den amorphen. Das Aussehen (glatt, splitterig, erdig) und die Form der Bruchfläche (muschelig, eben) sind für die Erkennung und Unterscheidung der Minerale wichtig.

2. Härte (vgl. Bd. 4, S. 737).

3. Elastizität. Sie ist in den amorphen Mineralen nach allen Richtungen gleich, bei kristallisierten jedoch nur in den kristallographisch gleichen Richtungen (vgl. Kristallisation). Die Beziehungen zur Kohärenz sind noch unbekannt.

4. Dichte oder spezifisches Gewicht ist für die Unterscheidung der Mineralien von großer Wichtigkeit (vgl. Bd. 2, S. 742 ff.).

5. Brechung und Polarisation des Lichtes (s. Licht und Polarisation).

6. Glanz, der Grad der Reflektion des zerstreuten Lichtes an der Oberfläche in Verbindung mit einem Teil des aus dem Innern des Minerals gebrochenen und reflektierten Lichtes. Man bezeichnet den Glanz nach dem Glanz bekannter Gegenstände: Metallglanz bei vollkommen undurchsichtigen Mineralen, relativ vollkommene Reflexion; Diamantglanz bei vollkommen durchsichtigen, starke Lichtbrechung und Farbenzerstreuung zeigenden Mineralen (Diamant, Weißbleierz u. s. w.); Glasglanz bei meist durchsichtigen, nichtmetallischen Mineralen; Fettglanz wie bei mit Oel überzogenen Körpern (Schwefel); Perlmutterglanz bei sehr dünn spaltbaren, blätterigen, durchsichtigen bis durchscheinenden Mineralen vielfach von Totalreflexion an feinen Blätterdurchgängen herrührend (Glimmer, Gips); Seidenglanz Schimmern von feinfaserigen Mineralen infolge von Reflexion und Brechung an den einzelnen Fasern (Asbest).

7. Farbe. Sie ist den Mineralen zum Teil eigen (Metallen, Metalloxyden und Metallsalzen), zum Teil durch fremde Beimengungen verursacht. Als färbende Mittel treten zumeist die eigenfarbigen Metalle und deren Verbindungen auf.

8. Strichfarbe, sichtbar an dem Pulver des Minerals, z. B. wenn es auf einem nichtglasierten Porzellan gerieben wird. Die Strichfarbe ist vielfach von der Eigenfarbe verschieden, z. B. beim Schwefelkies, Eisenglanz u. s. w.

9. Phosphoreszenz (s. Lumineszenz), erzeugt durch Lichtbestrahlung (Insolation), Erwärmung, Elektrizität oder mechanische Einwirkung.

10. Thermische Eigenschaften, ihr Verhalten teils gegen Wärmestrahlung, teils gegen Wärmeleitung und bei Ausdehnung durch Wärme. Letztere steht in engster Beziehung zu den Elastizitäts- und Lichtbrechungsverhältnissen.

11. Elektrizität. Das Leitungsvermögen richtet sich ebenfalls nach den Elastizitätserscheinungen. Gleiche kristallographische Richtungen und gleiche Stellen verhalten sich gegen Pyroelektrizität gleich in bezug auf Vorzeichen und Intensität der Erregung.

12. Magnetismus, nur bei wenigen eisenhaltigen Mineralen zu beobachten.

Die chemischen Eigenschaften der Minerale hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, Konstitution und Verhalten gegen Reagenzien sind für ihre Klassifikation von besonderer Wichtigkeit, vor allem seit die Abhängigkeit der kristallographischen und Elastizitätsverhältnisse von der chemischen Konstitution erkannt wurde. Die qualitative Prüfung der chemischen Zusammensetzung erfolgt, von den rein chemischen Methoden abgesehen, vielfach noch durch Feststellung des Verhaltens vor dem Lötrohr (im leuchtenden, kohleführenden Teil der Flamme Sauerstoff entziehend oder reduzierend, im nichtleuchtenden blauen Teil der Flamme Sauerstoff zuführend oder oxydierend), im Glaskolben (zur Beobachtung flüchtiger Stoffe und des Wassergehaltes), auf Kohle (durch Erhitzung in der Lötrohrflamme zur Feststellung flüchtiger Substanzen nach dem Geruch, zur Erkennung der Schmelzbarkeit). — Die Vorgänge, welche zur Bildung der Minerale führen, sind durchweg chemischer Natur. Man faßt sie in folgende Abteilungen zusammen:

1. Sublimation. Die Minerale bilden sich durch Auskristallisation aus Gasen, vornehmlich bei Exhalationen der Vulkane (Fumarolen, Solfataren u. s. w.) oder unterirdisch brennender Kohlenflöze, ferner bei der Zersetzung des Schwefelkieses. Die Bildung erfolgt meist durch das Einwirken zweier Gase aufeinander (z. B. durch Einwirkung von Eisenchloridgasen auf Wasserdampf bildet sich Eisenglanz). Auch Silikate können durch Einwirkungen von Metalldämpfen auf gasartige Kieselsäure entstehen. Nur ein geringer Teil der Minerale kommt durch Sublimation zustande.

2. Aus Schmelzfluß entstehen wohl durch Auskristallisation die größten Mineralmassen. Aus feurigflüssigen Magmen vergangener und heutiger Eruptionen kristallisiert beim Erstarren eine größere Anzahl von Silikaten (Augit, Hornblende, Feldspate, Glimmer, Nephelin, Olivin u. s. w.), dann Erze (Magnet- und Titaneisen), Phosphate (Apatit), Oxyde (Quarz), Titanate (Titanit) u. a. aus, und zwar die schwerschmelzbaren zuerst. Stärkere Verzögerung der Erstarrung und langsames Erkalten vergrößert die Zahl der sich ausscheidenden Mineralverbindungen und auch den Umfang der Kristalle. Rasches Erkalten liefert amorphes Glas und weniger Kristalle.

3. Aus wässeriger Lösung kommt die größte Zahl von Mineralen durch Verdunstung des Wassers zustande. So werden Steinsalz, Kalisalze, Gips, Vitriole durch Abscheidung aus verdunstendem Meerwasser gebildet. Kohlensaurer Kalk (Kalkspat und Aragonit) kristallisieren aus kohlensäurehaltigem Wasser, wenn die Kohlensäure entweichen kann. Kieselsinter entsteht aus warmem Wasser der Geiser, sobald dieses so weit erkaltet, daß es die Kieselsäure nicht mehr in gelöstem Zustand erhalten kann. Eine große Menge Minerale kommt durch Einwirkungen verschiedener wässeriger Lösungen aufeinander zustande, z. B. der Vivianit durch Einwirkung einer Lösung kohlensauern Eisenoxyduls auf eine Lösung von phosphorsauerm Kalk. Schwefelkies entsteht durch Reduktion einer Eisenvitriollösung durch organische Substanz. Vornehmlich Gangminerale bilden sich auf wässerigem Wege (Erze, Zeolithe).

4. Auf organischem Wege, und zwar als Umwandlungsprodukte von Pflanzen und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

deren Ausfcheidungen (Harze), fowie von tierifchen Reften, werden eine Reihe von natürlichen Formen des Kohlenftoffs und deffen Verbindungen gebildet (Kohlen, Kohlenwafferftoffe, Bernftein).

5. Durch Einwirkung von feurigflüffigen Magmen auf andre Gefteine, vornehmlich durch Hitzewirkung in Verbindung mit einer durch hohen Druck gefteigerten Löfungskraft des Waffers und vorhandener Gafe werden die fogenannten Kontaktminerale erzeugt (z. B. durch Einwirkung kiefelfaurer Magmen auf Kalkftein entfteht Kalkgranat, Augit, Wollaftonit u. f. w.).

6. Durch Umwandlung andrer Minerale. Unter dem Einfluß der Atmofphärilien gehen durch Zerfetzung vorhandener Minerale und Gefteine, alfo aus wäfferiger Löfung, neue hervor, zumeift aber auch auf kompliziertem Weg durch Wechfelwirkung verfchiedener Löfungen. Hierher gehören die durch fogenannte Verwitterung entftehenden fekundären Minerale in Gefteinen (Kalkfpat, Kaolin, chloritifche und ferpentinartige Aggregate, Quarz, Eifenoxydul, Eifenoxyde fowie deren Hydrate u. f. w.).

7. Auf künftlichem Weg hat man eine große Zahl von Mineralen dargeftellt und damit für diefe den Beweis der Möglichkeit geliefert, daß die Mineralbildung ähnliche Wege eingefchlagen haben kann.

Das Vorkommen der Minerale ift durch die Art ihrer Bildung bedingt. Außer den als Gefteinbildner auftretenden kennt man in erfter Linie folche als Ausfüllungen von Spalten und Klüften in Gefteinen (Mineral- und Erzgänge), dann von unregelmäßigen drufen- und mandelförmigen Hohlräumen in Gefteinen. Die in Gängen angeordneten Minerale unterliegen in ihrer gegenfeitigen Verknüpfung gewiffen Regeln der Paragenefis und Sukzeffion, z. B. Wismutglanz ift zumeift mit Kupferkies verknüpft und jünger als diefer. Ueber Verwitterung der Minerale vgl. Umwandlung. — Die Einteilung erfolgt in erfter Linie nach der chemifchen Konftitution als demjenigen Faktor, von welchem die andern Eigenfchaften abhängen. Man unterfcheidet: 1. Elemente, 2. Haloidverbindungen, 3. Schwefelverbindungen, 4. Oxyde und Hydroxyde, 5. Borate, 6. Karbonate und Nitrate, 7. Titanate, Zirkoniate und Thorate, 8. Silikate, 9. Tantalate und Niobate, 10. Phosphate, Arfeniate, Vanadinate, 11. Wolframiate und Molybdate, 12. Chromate, 13. Sulfate, 14. organifche Verbindungen.

Literatur. Lehr- und Handbücher: Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie, 14. Aufl., Leipzig 1901; Hintze, Handbuch der Mineralogie (erfchienen ift Bd. 2, Silikate), Leipzig 1889—96; Tfchermak, Lehrbuch der Mineralogie, 5. Aufl., Wien 1897; Bauer, M., Lehrbuch der Mineralogie, 2. Aufl., Berlin 1904; Klockmann, Lehrbuch der Mineralogie, Stuttgart 1904; Baumhauer, Kurzes Lehrbuch der Mineralogie, Freiburg i. B. 1884; Hornftein, Kleines Lehrbuch der Mineralogie, 5. Aufl., Kaffel 1898; Dana, J., The fyftem of mineralogy, 6. Aufl., New York 1892; Lapparent, A. de, Cours de minéralogie, 2. Aufl., Paris 1890; Groth, Tabellarifche Ueberficht der einfachen Minerale, nach ihren kriftallographifch-chemifchen Beziehungen geordnet, 4. Aufl., Braunfchweig 1898. — Zur Beftimmung der Minerale: Weisbach, A., Tabellen zur Beftimmung der Minerale nach ihren äußeren Kennzeichen, 5. Aufl., Leipzig 1900; Haushofer, Leitfaden für Mineralbeftimmung, Braunfchweig 1892; Fuchs, Anleitung zum Beftimmen der Minerale, 4. Aufl., Gießen 1898; Kobell-Oebbeke, v., Tafeln zur Beftimmung der Minerale, 13. Aufl., München 1894; Huffak, Anleitung zum Beftimmen der gefteinbildenden Minerale, Leipzig 1885. — Chemifche Mineralogie: Brauns, R., Chemifche Mineralogie, Leipzig 1896; Rammelsberg, Die chemifche Natur der Minerale, fyftematifch zufammengeftellt, Berlin 1886; Derf., Handbuch der Mineralchemie, 2. Aufl., Leipzig 1875, Ergänzungen 1886 und 1895; Dölter, Allgemeine chemifche Mineralogie, Leipzig 1890; Koninck, de, Traité de chimie analytique minérale, Paris 1894; Landauer, Die Lötrohranalyfe, 2. Aufl., Berlin 1881; Plattner, Die Probierkunft mit dem Lötrohr, 5. Aufl., Leipzig 1877.

Leppla.

Mineralbifter, f. v. w. Braunfteinbraun (f. d.).

Mineralblau (Bergblau, Bremerblau, Bremergrün, Caffelerblau, Fingerhutblau, Hamburgerblau, Kalkblau, Kupferblau, Mineralgrün, Neubergblau, Neuwiederblau, Steinblau), eigentlich aus Kupferoxydhydrat beftehende bläulichgrüne oder grünlichblaue Farben von hoher Feuerbeftändigkeit, für welche aber auch häufig mit Pariferblau verfetzte Kupferoxydhydrate und ein Füllmittel enthaltende Fabrikate abgegeben werden.

Bremerblau, Bremergrün, Kupferblau, Caffelerblau beftehen aus Kupferoxydhydrat, befitzen alle Nachteile der Kupferverbindungen, alfo Empfindlichkeit gegen Schwefelwafferftoff und Schwefeldioxyd, fo daß fie in kurzer Zeit fchwarz werden; in Oel find fie unverwendbar, werden unter Bildung von ölfauerm Kupferoxyd mißfarbig; malt man mit Bremergrün auf nichttrockene Mauern, fo wird die Malerei in kurzer Zeit fleckig u. f. w. Trotzdem benutzt man beide Farben noch ziemlich häufig. Reines Bremergrün wird aus eifenfreiem Kupfervitriol durch Verfetzen einer Löfung mit fchwacher Aetzkalilauge bis zu fchwach alkalifcher Reaktion, Auswafchen, um Kupferfulfat zu entfernen, und Behandeln mit fchwacher Kalilauge, Auswafchen und Trocknen hergeftellt. Neuwiederblau, Neubergblau, Kalkblau, Steinblau find Gemenge von Kupferoxydhydrat mit Pariferblau und Gips, Mineralblau, Hamburgerblau, Fingerhutblau dasfelbe, häufig aber auch nur mit Tonerde vermifchtes Parifer- oder Berlinerblau. Alle diefe Farben finden ihrer Giftigkeit halber befchränkte Verwendung. Sie werden felten in Pulver-, meift in Form von Würfeln (Bremerblau) oder kleinen platten Zeltchen, durch Preffen des feuchten Farbebreies erhalten, in den Handel gebracht.

Andés.

Mineralgelb (Caffelergelb), f. Bleifarben; auch f. v. w. Raufchgelb (f. Auripigment).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mineralgerberei, Herſtellung von Leder aus tieriſcher Haut unter Zuhilfenahme von Gerbmaterialien aus dem Mineralreiche; ſ. Leder, S. 105.

Mineralgrün, engliſches, erbſengrüne Farbe mit einem Stich ins Blaue, ſehr gut deckend, wird durch Schwefelwaſſerſtoff geſchwärzt und aus 4 Teilen Scheelſchem Grün, 4 Teilen durch Pottaſche aus Kupfervitriol ſiedend gefälltem kohlenſauerm Kupferoxyd, 1 Teil Bleizucker, 12 Teilen Bleiweiß und 6 Teilen Beizblau hergeſtellt; ſ. a. Mineralblau. *Andés.*

Mineralindigo, ſ. v. w. Molybdänblau (ſ. d.)

Mineralifcher Turpith, ſ. Merkurgelb.

Mineralkermes, ſ. Antimonſulfide.

Mineralöle, die durch trockene Deſtillation des Stein- oder Braunkohlenteers oder des Ozokerits gewonnenen Oele, wie Photogen, Solaröl, Paraffinöl u. ſ. w. Als erſtes Deſtillationsprodukt erhält man Rohöl, ſpäter geht es in Paraffinöl über. Das Rohöl wird durch konzentrierte Natronlauge von den Phenolen befreit, hierauf die etwa noch vorhandenen Brandharze durch konzentrierte Schwefelſäure zerſtört und das ſo behandelte Oel gut ausgewaſchen. Die ſauern Produkte, welche durch Natronlauge den Mineralölen entzogen werden können, werden als Kreoſot (ſ. d.) bezeichnet. Man trennt nun das Leichtöl vom Rohſolaröl durch Deſtillation in eiſernen Blaſen über freiem Feuer; der Rückſtand, welcher beim Erkalten erſtarrt, iſt die ſogenannte Paraffinmaſſe. Durch Behandeln des Leichtöls mit Schwefelſäure und Rektifizieren wird Benzinöl und Photogen (Hydrokarbür, Schieferöl, Turfol, Mineralöl) erhalten und das letztere durch wiederholte Deſtillation gereinigt. Photogen iſt ein Gemiſch von Kohlenwaſſerſtoffen, waſſerhell bis weingelb; ſpez. Gew. 0,800—0,815, Siedepunkt bei 145—150° C. Es iſt ein Löſungsmittel für Fette, Harze, Kautſchuk und findet auch als Leuchtſtoff Verwendung. Je geringer das ſpezifiſche Gewicht bei hohen Siedepunkten, um ſo beſſer iſt das Produkt. Das waſſerhelle, erſt ſpäter gelb werdende, durchdringend riechende Solaröl dient ebenfalls als Leuchtſtoff. Es iſt dickflüſſiger als Photogen; ſpez. Gew. 0,885—0,895, Siedepunkt 175—200° C. Die am wenigſten flüchtigen Kohlenwaſſerſtoffe im Teer ſtellen das Paraffinöl (Schmieröl, Gasöl) dar. Es dient als Schmiermittel (vgl. Schmierung) und zur Darſtellung von Leuchtgas, iſt gelb bis ſchwärzlich, dickflüſſig, mit fetten Oelen miſchbar; ſpez. Gew. 0,850—0,860. Es ſoll möglichſt wenig Paraffin enthalten, von welchem man es durch ſtarke Abkühlung trennt. Aus dem Zentner Paraffinöl laſſen ſich auf ſehr einfache Weiſe ca. 30 cbm Gas gewinnen, deſſen Leuchtkraft 3—4mal größer iſt als die des Steinkohlenleuchtgaſes.

Literatur: Perutz, Induſtrie der Mineralöle, Wien 1880; Schaedler, Technologie der Fette und Oele der Foſſilien, 2. Aufl., Leipzig 1892. *Deite.*

Mineralogie, die Lehre von den Mineralen (ſ. d.).

Die Entwicklung der Mineralogie im heutigen Sinne nahm ihren Anfang vor etwas mehr als 100 Jahren nach den klaſſifikatoriſchen Arbeiten Linnés vornehmlich durch G. A. Werner und deſſen Schüler. Sie wurde weitergefördert durch die Forſchungen von Hauy, Haidinger, Breithaupt, Dufrénoy, Des-Cloizeaux, Dana, Naumann und in neuerer Zeit durch Rammelsberg, Miller, Mallard, Groth, Klein, Liebiſch u. a. Da die Zahl der Minerale eine beſchränkte iſt (nicht viel über 1000 Arten) und neue nur ſelten gefunden werden, ſo iſt die beſchreibende Mineralogie (Oryktognoſie) zu einem gewiſſen Abſchluß gelangt. Die Forſchungen bewegen ſich daher in den letzten Jahrzehnten vorwiegend im Bereich der Beziehungen zwiſchen den chemiſchen, phyſikaliſchen (Elaſtizität, Optik) und kriſtallographiſchen Eigenſchaften der Minerale.

Literatur: vgl. Mineral; v. Kobell, Geſchichte der Mineralogie von 1650 bis 1860, München 1864. *Leppla.*

Mineralorange (Bleirot), ſ. Mennige.

Mineralpapier, ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 402.

Mineralpurpur, ſ. Eiſenrot.

Mineralſäuren, die anorganiſchen Säuren: Salpeter-, Schwefel-, Salz-, Phosphorſäure u. ſ. w.

Mineralſchwarz, durch Brennen bituminöſer Schiefer- oder Braunkohlen in feuerfeſten Tiegeln unter Luftabſchluß hergeſtellte ſchwarze Körperfarbe, welche heute in vielen Fällen anſtatt Rebenſchwarz geliefert wird. *Andés.*

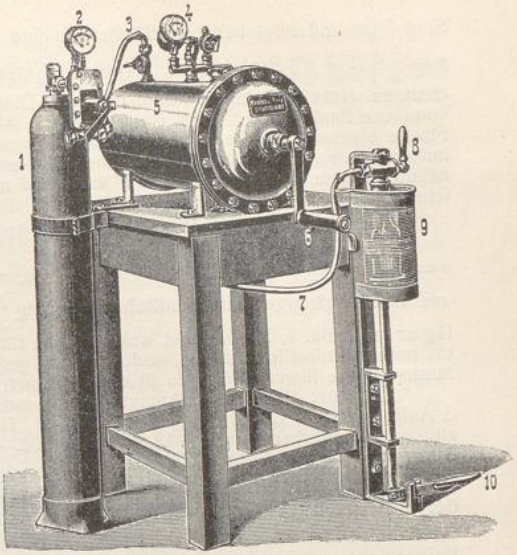
Mineralſpiritus, ſ. Spiritusfabrikation.

Mineralwachs, ſ. v. w. Ceresin (ſ. d.).

Mineralwaſſerfabrikation, die Darſtellung der künſtlichen Mineralwaſſer. Sie erfolgt ſo, daß reinem Waſſer die in Betracht kommenden Salze möglichſt in gelöſter Form zugeſetzt, die Miſchung mit Kohlenſäure unter einem Druck von mehreren Atmoſphären imprägniert und das Waſſer alsdann in Flaſchen gefüllt wird.

Früher wurde vielfach die aus Kalkſteinen mit Mineralſäuren entwickelte Kohlenſäure teils durch eignen Druck, teils mit Hilfe von Pumpen dem Waſſer einverleibt. Dieſe Art der Fabrikation iſt jedoch, ſeit flüſſige Kohlenſäure in Stahlzylindern (ſ. Kohlenſäureflaſchen) leicht und verhältnismäßig billig überall im Handel zu bekommen iſt, verlaſſen. Ein Apparat einfachſter Konſtruktion, bei dem flüſſige Kohlenſäure Verwendung findet, iſt in der Figur S. 439

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



abgebildet. 1 ist die mit flüssiger Kohlensäure gefüllte Stahlflasche, die jederzeit leicht gegen eine frischgefüllte ausgewechselt werden kann; 2 ein Reduzierventil, an dessen Stelle ein Expansionskessel treten kann. Durch die Röhre 3 wird die Kohlensäure in den Behälter 5, der das zu sättigende Wasser bezw. die zu sättigenden Salzlösungen enthält, geleitet und mit den letzteren durch Drehen der Kurbel 6 gemischt; 4 ist ein Manometer; durch die Röhre 7, die mit einem Verschlußhebel 8 versehen ist, wird das Wasser in die Abfüllflaschen geleitet, die mit dem Fußhebel 10 gegen die Ausflußöffnung des Rohres 7 gedrückt werden und zur Vermeidung von Unglücksfällen beim etwaigen Zerspringen einer Flasche mit einem Drahtkorb 9 umgeben sind. Die gefüllten Flaschen werden sofort verschlossen und möglichst kühl gelagert.

Der abgebildete Apparat ist der einfachste Typ; für größere Betriebe werden auch Apparate mit mehreren hintereinander geschalteten Kohlensäureflaschen und Mischgefäßen konstruiert. Vielfach wird auch lediglich reines Wasser in den beschriebenen Apparaten mit Kohlensäure gesättigt und die erforderlichen Salze entweder in Pastillenform jeder einzelnen Flasche vor dem Füllen einverleibt oder aber von der in einem besonderen Gefäß befindlichen Salzlösung durch besonders konstruierte Pumpenapparate in jede einzelne Flasche ein durch Hebeleinstellung genau bestimmbares Quantum eingepumpt. Diese Abfüllvorrichtungen für die Salzlösungen werden dann direkt mit der Abfüllvorrichtung für das kohlensaure Wasser verbunden, so daß jede einzelne Flasche an ein und demselben Platz sowohl die Füllung mit Salzlösung als auch diejenige mit kohlensauerm Wasser erhält. Das verwendete Wasser muß den an Trinkwasser zu stellenden Anforderungen genügen. Die Verzinnung der Innenteile der Apparate muß bleifrei sein. Die zur Nachbildung eines Mineralwassers verwendeten Salze dürfen nur in chemischer Reinheit Verwendung finden. Für die Abfüllung in die verschiedenen existierenden Flaschenarten sind eine Reihe von Apparaten konstruiert, ebenso für die Reinigung und Spülung der Flaschen (vgl. Flaschenspülapparate) und Flaschenverschlüsse.

Für die Lieferung sämtlicher für die Fabrikation von Mineralwassern in Betracht kommenden Maschinen seien u. a. genannt: Kraiß & Friz, Stuttgart, Petersen, Hamburg, und die Sürther Maschinenfabrik, Sürth bei Köln a. Rh. *Mezger.*

Mineralweiß, s. Kreide.

Mineralwolle, die durch Gebläse in Faserform gebrachte Hochofenschlacke, die sowohl als Packung zur Verminderung von Wärmestrahlung als auch als Filtermasse u. s. w. dient. *E. Müller.*

Minette (Glimmertrapp), ein porphyrisches, aus Feldspat (Orthoklas), Hornblende und Magnesiaglimmer (Biotit) bestehendes Eruptivgestein, dessen Einsprenglinge vorwiegend der letztgenannte, seltener Orthoklas bilden.

Die Grundmasse besteht meist aus den drei Hauptgemengteilen. Nebensächlich (aber häufig) sind Quarz, Olivin, Augit, Zirkon u. a., fast nirgends fehlend Magneteisen, Apatit. Die Glimmerblättchen sind häufig parallel gelagert oder flußartig angeordnet. Der chemischen Zusammensetzung nach enthalten die Minetten 45—60 % SiO_2, 10—16 % Al_2O_3, 2—9 % Fe_2O_3 + FeO, 5—11 % CaO, 5—11 % MgO, 3—5 % K_2O, 2—3 % Na_2O. Reichlicher Gehalt an leicht verwitterbarem Glimmer vermindert die Festigkeit dieser Gesteine, die nur einen geringen Widerstand gegen Verwitterung besitzen. Sie zerfallen leicht, sind oft porös und lassen beim Verwittern einen zähen Lehm zurück, in welchem vielfach Quarz und Kalkspat vorhanden sind. Die Minetten bilden meist schmale Gänge im Granit, in kristallinen Schiefern und in den ältesten Formationen (Vogesen, Odenwald, Erzgebirge). Nur glimmerarme Minetten können als Straßenbaumaterial verwendet werden. — Als Minette wird auch ein oolithisches, toniges, phosphorsäurehaltiges Brauneisenerz mit Beimengungen von Eisenoxydulsilikat und -karbonat in der Juraformation (Lias) Lothringens und Luxemburgs bezeichnet. Vgl. Eisenoolith (Bd. 3, S. 368). *Leppla.*

Minima, barometrische, s. Maxima und Minima, barometrische.

Minimalausschalter, s. Ausschalter.

Minimalfläche, eine Fläche, welche eine gegebene Raumkurve (oder einen gebrochenen Linienzug im Raume, z. B. ein windschiefes Viereck) zur Begrenzung hat und unter allen derart begrenzten Flächen die kleinste Oberfläche besitzt.

Die Summe ihrer Hauptkrümmungsradien in jedem Punkt ist Null, d. h. dieselben sind gleich und entgegengesetzt. Die Asymptotenkurven schneiden sich unter rechten Winkeln; die Krümmungslinien teilen die Fläche in kleine Quadrate ein; dasselbe gilt von den Niveau- und Fallinien. Die partielle Differentialgleichung der Minimalflächen ist $(1+q^2)\,r-2\,p\,q\,s+(1+p^2)\,t=0$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sind $F(u)$ und $\Phi(v)$ beliebige Flächen, fo find $x = \frac{1}{2}\int (1-u^2) F(u)\,du + \frac{1}{2}\int (1-v^2)\,\Phi(v)\,dv$; $y = \frac{i}{2}\int (1+u^2) F(u)\,du - \frac{i}{2}\int (1+v^2)\,\Phi(v)\,dv$; $z = \int u F(u)\,du + \int v\,\Phi(v)\,dv$ die Gleichungen einer beliebigen Minimalfläche. Diefelbe ift reell, wenn Φ die zu F konjugierte komplexe Funktion ift. Sind F und Φ dritte Ableitungen algebraifcher Funktionen, fo ift die Fläche algebraifch. Sie kann alsdann die unendlich ferne Gerade nur in Geraden und im imaginären Kugelkreis fchneiden. Die algebraifchen Minimalflächen find mindeftens von der neunten Ordnung (Enneperfche Fläche) und mindeftens von der fünften Klaffe (Hennebergfche Fläche). Spezielle Minimalflächen find: die Scherkfche Schraubenfläche

$$x = -r\cos(\varphi+\alpha) - r^{-1}\cos(\varphi-\alpha);\quad y = -r\sin(\varphi+\alpha) - r^{-1}\sin(\varphi-\alpha);$$

$z = 2\log r\cos\alpha - 2\varphi\sin\alpha$ (wo r und φ Parameter); das Katenoid: $\sqrt{x^2+y^2} = e^{\frac{z}{2}} - e^{-\frac{z}{2}}$ und die flachgängige Schraubenfläche $z = \operatorname{arc\,tg}\frac{y}{x}$. Bei den Plateaufchen Gleichgewichtsfiguren (f. Bd. 4, S. 561), bei welchen eine flüffige Maffe der Wirkung der Schwere entzogen ift, treten Minimalflächen auf, welche durch gegebene Kurven hindurchgehen. Jede auf einer Minimalfläche liegende Gerade ift eine Symmetrieachfe derfelben.

Literatur: [1] Salmon, Analytifche Geometrie des Raumes, deutfch von Fiedler, 2. Teil, 3. Aufl., Anm. 15, Leipzig 1880. — [2] Stahl, H., und Kommerell, N., Die Grundformeln der allgemeinen Flächentheorie, § 12, Leipzig 1893. — [3] Darboux, Leçons sur la théorie générale des surfaces, Bd. 1, Paris 1887.

Wölffing.

Minimalfchartenlafette, Lafetten für Panzertürme oder Panzerkafematten der Küftenartillerie (f. d.), bei welchen, um die Abmeffungen der Pforten oder Scharten möglichft klein zu halten, der Drehpunkt für die Höhen- und Seitenrichtung in der Scharte felbft liegt. *T. Schwarz.*

Minimax, Handfeuerlöfchapparat, der, ähnlich wie die in Bd. 3, S. 779 ff. befchriebenen, mittels Gasdrucks einen Waffer ftrahl auf 8—10 m Entfernung fchleudert.

Das kegelförmig geftaltete, in verfchiedenen Größen aus verbleitem Eifenblech hergeftellte, auf 15—20 Atmofphären Ueberdruck geprüfte Gefäß (f. die Figur) wird mit Waffer, in welchem kohlenfaures Natron gelöft ift, oder — wenn Froftgefahr befteht — mit einer zum Patent angemeldeten froftbeftändigen Flüffigkeit gefüllt. In dem auf der Bafis fitzenden zylindrifchen Metallfeiher befindet fich eine mit Salzfäure oder pulverifierter Säure gefüllte zugefchmolzene Glasröhre, welche, wenn durch den Stoßftift *s* zertrümmert, die fofortige Entwicklung von Kohlenfäure bewirkt, unter deren Preffung die Löfchflüffigkeit in einem mit Handhabe *h* leicht zu leitenden Strahl in das Feuer gelangt, dasfelbe durch Sauerftoffentziehung löfcht und das Wiederentflammen durch Bilden eines Salzniederfchlags erfchwert. Details und befondere Einrichtungen für fpezielle Fälle find aus den Veröffentlichungen der Minimax-Gefellfchaften (Berlin W. 9) zu erfahren.



Minium, f. Mennige.

Minoren, f. Determinanten.

Minuskel, f. Schriftarten.

Minute, als Zeitminute (m) der 60. Teil einer Stunde; als Kreisteil (') $= {}^1/_{60}{}^0$ des in 360 Grade geteilten Kreifes, alfo der 21 600. Teil des Kreisumfanges oder nach der Dezimalteilung des Kreifes $^1/_{10000}$ des Quadranten.

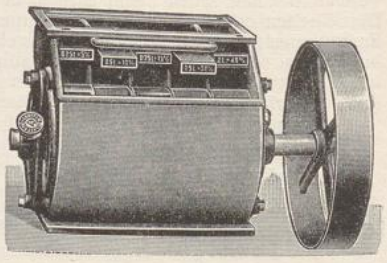
Miocän, Miocänperiode, f. Tertiärformation.

Mirabilit, f. v. w. Glauberfalz (f. d.).

Mirbanöl, f. Riechftoffe, künftliche.

Mire, f. Meridianmarke.

Mifchapparat für Getreide, Vorrichtungen, die fich unter den einzelnen Siloausläufen befinden und durch die man aus den Silozellen verfchiedene, beftimmte Mengen Getreide entnehmen kann (Silofchöpfwerk), um eine Mifchung nach beftimmten Verhältniszahlen zu erhalten.



Sie beftehen entweder aus umlaufenden Scheiben, die auf ihrem Umfange abnehmbare und daher in der Zahl veränderliche Becher tragen, oder aus Zellenrädern, deren Hohlraum durch Abdecken verändert werden kann. Die Figur zeigt eine andre Anordnung von Amme, Giefecke

& Konegen in Braunschweig, bei der sich unter jedem Siloauslauf mehrere Zellenräder befinden, die zu einer umlaufenden Trommel vereinigt sind und deren Zellenzahl oder Zellengröße verschieden ist, indem bei jedem ein andrer Bruchteil des Umfanges abgedeckt oder des Gesamtraumes ausgefüllt ist. Durch Schieber kann man bestimmen, welche dieser Räder Getreide liefern und welche unbenutzt bleiben sollen. In der abgebildeten Vorrichtung sind z. B. fünf Zellenräder angeordnet, von denen das erste 5 %, das zweite 10 %, das dritte 15 %, das vierte 30 % und das fünfte 40 % der Gesamtmenge liefert. Wird der erste und der vierte Schieber gezogen, so liefert der Siloschacht 5 + 30 = 35 % der Mischung, und man kann die übrigen 65 % aus anderen, mit gleichen Vorrichtungen ausgerüsteten Schächten entnehmen. In einer Förderschnecke erfolgt dann die Mischung der verschiedenen Getreidesorten. *Arndt.*

In den keramischen Industrien dienen Mischapparate zur Mischung der zerkleinerten Rohstoffe und zur gleichzeitigen Verteilung des zugesetzten Wassers in der Masse, um letztere zu homogenisieren. Als solche Mischapparate werden Traden, Kollergänge, namentlich aber Tonschneider benutzt (s. Ziegel). *Dümmler.*

Mischen, Mischmaschinen. Die Art und Weise des Mischens fester Körper, um die es sich im nachfolgenden vorzugsweise handelt, hängt neben ihrer Beschaffenheit (grob, fein, trocken, feucht) von der Arbeitsweise (ob periodisch oder kontinuierlich), ferner von der etwa gleichzeitig erforderlichen Zerkleinerung ab.

Ist die Arbeitsweise eine kontinuierliche, so sind in der Regel Vorkehrungen zu treffen, daß die miteinander zu mischenden Substanzen in gleichbleibendem Prozentsatz zur Mischung gelangen. Für diesen Zweck wendet man Füllbehälter an, unter deren Ausflußöffnung Speisewalzen (glatt oder mit Vertiefungen für die Aufnahme einer bestimmten Menge der zu mischenden Substanz versehen), rotierende wagerechte Verteilteller (mit feststehendem Abstreifer) und Rüttelplatten (Rüttelschuhe) (s. Gosse, Bd. 4, S. 598) angebracht werden. — Das Mischen kann erfolgen:

a) durch schichtenweises Aufhäufen der zu mischenden (festen) Materialien und senkrechtes Abstechen, vgl. z. B. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 594;

b) durch Durcheinanderschaufeln der zu mischenden (festen) Materialien von Hand (Durchstechen, Umstechen) oder mit Maschinen. Die hierhergehörigen Maschinen besitzen entweder Schaufeln und ahmen die Handarbeit nach [1] oder sind mit Mischschnecken (Polterschnecken) oder Messerwellen ausgestattet. Die einfachsten Maschinen der letzteren Art bestehen aus einem offenen oder geschlossenen Trog, innerhalb dessen eine mit Flügeln besetzte wagerechte Welle sich dreht; die Flächen der Flügel stehen schräg zur Drehachse, so daß die an einem Ende des Trogs aufgegebenen Materialien am andern Ende gemischt herausfallen. Fr. Krupp, Grusonwerk Magdeburg-Buckau, baut diese Mischmaschinen mit selbsttätiger Aufgebevorrichtung (Verteilteller) [4]. Hierher gehören auch die Lehmknetmaschinen (aus einem längeren senkrechten oder wagerechten Zylinder mit einer Messer(flügel)welle im Innern bestehend, in dem die Flügel das an einem Ende aufgegebene Mischgut durchkneten und durch den Zylinder hindurchtransportieren), ferner die Werner & Pfleidererschen Misch- und Knetmaschinen (s. Brotfabrikation, Bd. 2, S. 316, 317);

c) durch Bewegen des Mischguts in rotierenden Trommeln. Sie besitzen zylindrische, ellipsoidische oder doppelkonische Form. Bei den zylindrischen und ellipsoidischen Mischtrommeln wird die Achse des Zylinders bezw. Ellipsoids auch schräg zur Umdrehungsachse zwecks Erzielung einer gründlichen Mischung gelegt. Abbildungen solcher Mischmaschinen s. Betonmischmaschinen, Bd. 1, S. 730—732. In den zylindrischen Trommeln bringt man auch Bleche innen an, die das Mischgut emporheben, ferner Mischschnecken, die sich entgegen der Drehrichtung der Trommel drehen. Für kontinuierlichen Betrieb wird die Achse der beiderseits offenen Mischtrommel schräg gelegt;

d) durch Herabfallenlassen des Mischguts in einem senkrechten, im Innern mit schrägen Absätzen versehenen Rohr, vgl. Betonmischmaschinen, Bd. 1, S. 730;

e) mit Hilfe von Walzen (Misch- und Knetwalzwerke). Solche finden z. B. bei der Gummiwarenfabrikation (s. Bd. 4, S. 679) Verwendung. Eine hierhergehörige Maschine ist ferner die Butterknetmaschine (s. Molkerei und Kunstbutter);

f) mit Hilfe von Streutellern (Wurfscheibe). Das Mischgut fällt aus einem Füllrumpf auf eine rasch rotierende, in der Regel am Umfang mit senkrechten Stiften besetzte Scheibe, die das Mischgut ringsum gegen einen Mantel herausschleudert. Solche Maschinen werden in Gießereien als Formsandmischmaschinen gebraucht. Zur Mischung von Pulvern werden Mischmaschinen auch mit mehreren übereinander angeordneten Streutellern verwendet, denen das Mischgut nacheinander zugeführt wird;

g) in Zerkleinerungsmaschinen (s. d.).

Literatur: [1] Karmarsch-Fischer, Handbuch der mechanischen Technologie, Bd. 1, 6. Aufl., Leipzig 1888, S. 541—548. — [2] Weisbach-Hermann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, 3. Teil, 3. Abt., 2. Hälfte, Braunschweig 1901. — [3] Karmarsch und Heerens Techn. Wörterbuch, Bd. 6, Prag 1883, S. 153. — [4] Parnicke, A., Die maschinellen Hilfsmittel der chemischen Technik, 3. Aufl., Leipzig 1905, S. 183—200. *A. Widmaier.*

Mischer (Roheisenmischer), s. Flußeisen, Bd. 4, S. 112.

Mischfarben, durch Vermengen verschiedener Farben hergestellte Farbentöne, welche ausgesprochen in eine der Hauptfarben neigen, oder aber, wie die meisten aus Weiß und geringen Mengen von Blau, Grün, Gelb, Rot, Schwarz u. s. w. zusammengemengten, sogenannte unbestimmte Farbentöne ergeben. Mischfarben sind auch: Violett aus Blau und Rot; Grün aus Blau

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und Gelb; Grau aus Weiß und Schwarz; Orange aus Gelb und Rot; doch werden dieselben in der Praxis nicht zu denselben gezählt. Mischfarben lassen sich in außerordentlich großer Mannigfaltigkeit herstellen, und es ist bei mehrfach zusammengesetzten Tönen sehr schwer, dieselben nachzumachen; es ist z. B. möglich, eine pulverige Farbe genau einem vorliegenden Muster entsprechend herzustellen; sobald aber das Pulver, mit Oel oder Wasser angefeuchtet, in Gebrauch genommen wird, zeigt es eine ganz andre Nuance als das vorgelegene Muster, so daß man sich bei Farbenmischungen nicht bloß auf Mischen der Pulver beschränken darf, sondern auch die Wirkung in feuchtem Zustande beobachten muß.

Bei Herstellung der Mischfarben müssen die Eigentümlichkeiten der einzelnen Farben sehr berücksichtigt werden; so liefert z. B. ein Eisenrot mit Weiß gemischt nicht mehr eine rote, sondern eine violette Farbe; Gelb mit Schwarz gemischt gibt nur ein schmutziges bräunliches Grün, gebrannter Ocker mit Weiß ein bräunliches Gelb u. s. w. Auch zeigen sich im Laufe der Zeit oft Veränderungen der Mischfarben, wie dies namentlich bei den aus Pariserblau und Chromgelb gemischten grünen Farben der Fall ist, welche häufig ganz blau werden. Die mit Teerfarbstoffen (Lackfarben) und Weiß gemischten zarten Nuancierungen blassen im Lichte entweder ganz ab oder sie zeigen ganz andre Nuancen, als sie ursprünglich besaßen, so daß man bei ihrer Verwendung außerordentlich vorsichtig sein muß. Dauerhafte Mischfarben lassen sich nur durch Mischen an und für sich unveränderlicher Farben, die sich auch untereinander nicht beeinflussen, herstellen. Bei den nachstehend angeführten Farbenmischungen sind die Ziffern immer Gewichtsteile. Amaranthrot: 4 Braunrot, 1 Karminlack, 1 Weiß. Amerikanisch Grün: 20 Weiß, 10 Ocker, 3 Kohlenschwarz, 1 Berlinerblau oder 160 Weiß, 6 Chromgelb, 2 Elfenbeinschwarz, 1 Berlinerblau. Apfelgrün: 6 Berggrün, 1 Chromgelb und 24 Weiß oder 12 Berggrün, 1 Chromgelb oder 20 Chromgelb, 1 Berlinerblau. Aurorafarbe (Ringelblumenfarbe): 10 Chromgelb, 1 Vermillon oder 10 Chromgelb, 2 Pariserrot. Azurblau: 150 Weiß, 1 Berlinerblau oder $1^1/_4$ Berlinerblau oder 4 Mineralblau und 5 Ultramarin. Bläulichweiß: 100 Weiß, 1 Indigo. Bronzegrün: 16 Weiß, 4 Chromgelb, 1 Berlinerblau, 1 Schwarz oder 30 Weiß, 10 Ocker, $1^1/_2$ Schwarz, 1 Berlinerblau. Karmoisin: 10 Karminlack, 10 Vermillon. Chamois: 40 Weiß, 1 Chromgelb oder 10 Weiß, 1 Neapelgelb oder 25 Weiß, 1 Pariserrot oder 100 Weiß, 1 Zinnober. Schokoladebraun: 4 Weiß, 4 Umbraun, 1 Preußischrot oder 10 Weiß, 10 Umbra, 1 Preußischrot. Zitronengelb: 3 Weiß, 1 Mineralgelb oder 600 Weiß, 1 Berlinerblau, 11 Chromgelb. Dunkelviolett: 2 Berlinerblau, 2 Karminlack. Eichenholzfarbe: 20 Weiß, 2 Ocker. Hafelnußgelb: 15 Weiß, 1 Ocker oder 50 Weiß, 1 Ocker, 1 Schwarz. Himmelblau: 90 Weiß, 1 Berlinerblau oder 90 Weiß, 3 Mineralblau. Goldgelb: 10 Weiß, 1 Chromgelb oder 5 Weiß, 4 Mineralgelb oder 100 Weiß, 1 Zinnober, 10 Mergelgelb. Grasgrün: 6 Chromgelb, 1 Berlinerblau oder 12 Weiß, 12 Chromgelb, 1 Berlinerblau oder 36 Weiß, 1 Berlinerblau, 12 Chromgelb. Jonquillengelb: 10 Weiß, 2 Chromgelb oder 3 Weiß, 1 Schüttgelb oder 3 Weiß, 1 gelber Lack. Kaffee-(Milchkaffee-)farbe: 20 Weiß, 1 Terra di Siena nat. oder 30 Weiß, 1 Umbra, $1^1/_2$ Indischgelb. Kastanienbraun: 16 Preußischrot, 2 Schwarz, 1 Zinnober oder 20 Braunrot, 1 Zinnober. Kirschrot: 10 Zinnober, 1 Karminlack. Kornblumenblau: 50 Weiß, 1 Berlinerblau, $^1/_{10}$ Karminlack. Laubgrün: 3 Weiß, 1 Grünspan oder 2 Weiß, 1 Grünspan. Steingrau: 50 Weiß, 1 Lackschwarz, 1 Elfenbeinschwarz. Lila: 60 Weiß, 4 Karminlack, 1 Berlinerblau oder 120 Weiß, 12 Karminlack, 1 Berlinerblau oder 32 Weiß, 1 Krappkarmin, 1 Ultramarin. Mahagonirot: 20 Weiß, 3 pulverisierter Terra di Siena, 4 Pariserrot. Nankinggelb: 40 Weiß, 1 Terra di Siena nat. oder 20 Weiß, 1 Ocker, $^1/_2$ Preußischrot oder 100 Weiß, 10 Neapelgelb, 1 Zinnober. Nußbaumholzfarbe: 30 Weiß, 3 Umbraun nat., 1 Ocker gebrannt oder 20 Weiß, 1 Ocker, 1 Terra di Siena gebrannt oder 50 Weiß, 1 Ocker, 1 Terra di Siena gebrannt. Olivengrün: 6 Ocker, 2—3 Schwarz oder 8 Weiß, 8 Ocker, 1—2 Schwarz. Orangegelb: 20 Weiß, 1 Pariserblau, 4 Chromgelb oder 100 Weiß, 1 Zinnober, 100 Chromgelb. Purpurrot: 10 Karminlack, 10 Zinnober, 1 Berlinerblau. Rosenrot: 20 Weiß, 1 Karmin- oder Krapplack oder 10 Weiß, 1 Karminlack. Rot für gebrannte irdene Fußbodentafeln: Roter Ocker oder Preußischrot. Sächsischgrün: 20 Chromgelb, 2 Berlinerblau. Scharlachrot: Reiner Zinnober. Schiefergrau: 10 Weiß, 1 Schwarz oder 20 Weiß, 1 Schwarz. Schwefelgelb: 400 Weiß, 400 Mineralgelb, 1 Zinnober. Steinfarbe: 15 Weiß, 1 Ocker oder 20 Weiß, 1 Ocker oder 50 Weiß, 1 Ocker. Strohgelb: 10 Neapelgelb, 100 Weiß oder 10 Weiß, 1 gelber Lack oder 10 Weiß, 1 gelber Schwefelarsenik oder 40 Weiß, 1 Chromgelb, 10 Weiß, 1 Schüttgelb. Vert d'Atelier: 10 Chromgelb, 1 Indigo oder 10 Weiß, 2 Berlinerblau, 1 Schwarz. Vert fond de teinture: 120 Weiß, 10 Chromgelb, 1 Berlinerblau. Violett: 20 Karminlack, 1 Berlinerblau oder 20 Weiß, 20 Karminlack, 1 Berlinerblau oder 60 Weiß, 20 Karminlack, 1 Berlinerblau oder 12 Weiß, 12 Karminlack, 1 Berlinerblau. Wassergrün: 100 Weiß, 1 Berlinerblau, 15 Chromgelb oder 10 Weiß, 1 Mineralgrün oder 10 Weiß, 1 Grünspan. Steingrau: 50 Weiß, 1 schwarzer Lack, 1 Indigo. Zeisiggelb: 20 Mineralgelb, 1 Weiß oder 10 Weiß, 1 Chromgelb oder 100 Weiß, 11 Chromgelb, 1 Berlinerblau. *Andés.*

Mischfeuer zeigen abwechselnd Blinke oder Blitze mit Scheinen oder solche verschiedener Farbe; s. a. Leuchtfeuer. *von Nießen.*

Mischgas (Kraftgas, Dowsongas, Sauggas), die als Kraftgas (s. d.) zu großer Bedeutung gelangten wasserstoffreichen Generatorgase (s. Brennstoffe, Bd. 2, S. 293).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es wird durch Mischen von Wassergas (s. Brennstoffe) und dem im gleichen Apparat durch das sogenannte Heißblasen entstehenden Generatorgas erhalten, ist ein Gemenge von gleicher Zusammensetzung und findet vielfache Anwendung zum Betrieb von Gaskraftmaschinen. Zuweilen begegnet man in der Literatur auch der Bezeichnung Halbwassergas für dieses Gasgemenge. Als Mischgas bezeichnen weiterhin die Steinkohlengasfachmänner, die in ihren Gaswerken auch mit Wassergas arbeiten, das mit letzterem gemischte Steinkohlengas, auch wenn die Zumischung von Wassergas nur wenige Prozente beträgt. Die Eisenbahntechniker bezeichnen als Mischgas das zur Waggonbeleuchtung verwendete komprimierte Oelgas, wenn es, wie vielfach geschieht, eine Beimischung von Acetylen (meist bis zu einem Drittel) erfahren hat; s. a. Acetylen und Leuchtgas. *Bujard.*

Mischhähne bezwecken das Zusammenführen und Mischen verschiedener Flüssigkeiten, insbesondere kalten und heißen Wassers oder Dampfes bei Badeeinrichtungen, Waschtoiletten u. s. w. Im engeren Sinne sind es Hähne oder Ventile, bei denen durch Drehung eines Konuses oder einer Ventilspindel der Zutritt oder Abschluß von kaltem und warmem Wasser bewirkt werden kann. Mischhähne sind ein Hauptteil der Badebatterien (s. d.)

Eine unter Nr. 34539 als Muster geschützte Mischhahnkonstruktion von Thiergärtner, Baden-Baden, zeigt Fig. 1. Das in Metall hergestellte Gehäuse hat rechts und links die Anschlüsse der Kalt- und Warmwasserleitung; in dem Gehäuse ist ein im Innern hohler, aber durch eine Scheidewand in

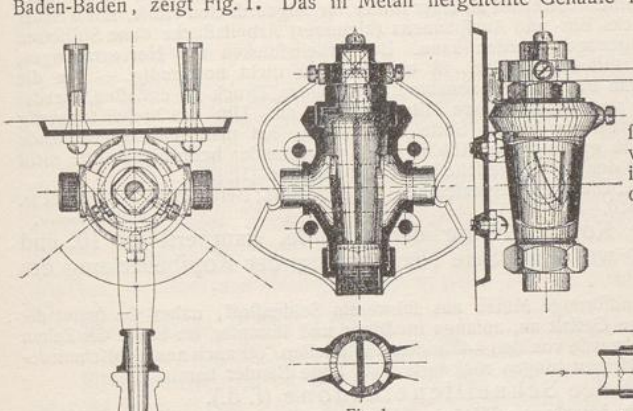


Fig. 1.

zwei Abteilungen geteilter Kegelhahn drehbar befestigt, der in der Außenwand besonders geformte Schlitze hat, durch die das kalte und warme Wasser je nach der Stellung des Kegelhahnes mehr oder weniger stark zutritt. Die Konstruktion der Eintrittsschlitze am Kegelhahn ist derart, daß niemals heißes Wasser allein zutreten kann, und anderseits so, daß jeder wünschenswerte Grad von Wärme des Duschwassers durch gleichmäßige Hebelbewegung nach der einen Seite hin zu erreichen ist; das warme und kalte Wasser mischt sich beim Austritt aus dem Kegelhahn. Anstatt des Kegelhahnes wird zu gleichen Zwecken auch eine Ventilkonstruktion angewendet, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Durch Drehung der Knöpfe k und k_1 werden die Abflußventile des kalten und warmen Wassers geöffnet und geschlossen. *Blecken.*

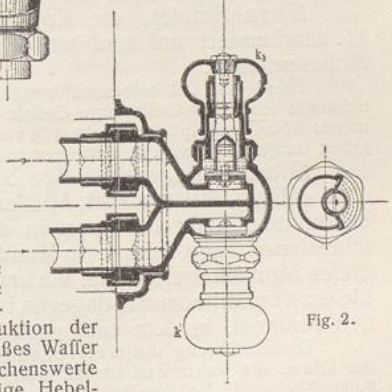


Fig. 2.

Mischmaschinen, s. Mischen.

Mischsäure, s. Nitriersäure.

Mischungsregel, eine spezielle Anwendung der Gesellschaftsrechnung, die zur Berechnung der Eigenschaften von Mischungen aus denen ihrer Komponenten dann anwendbar ist, wenn die betreffende Eigenschaft der Komponente durch die Anwesenheit der andern nicht beeinflußt wird.

Alsdann ist die betreffende Eigenschaft der Mischung das arithmetische Mittel derjenigen der Komponenten; also wenn die Eigenschaft der Mischung $= E_M$, die der Komponenten (A und B) bezw. E_A und E_B seien, und in der Mischung a Teile von A und b Teile von B enthalten sind, so wird nach der Mischungsregel $E_M = \frac{a E_A + b E_B}{a + b}$. Die Mischungsregel ist zur Berechnung von Brechungsvermögen, Dichte, Schmelzpunkten isomorpher Gemische, Dielektrizitätskonstanten u. s. w. mehr oder weniger genau anwendbar. *Abegg.*

Mischungswärme, die Wärmetönung, die beim Vermischen von Flüssigkeiten, z. B. Wasser und Alkohol oder Lösungen und Lösungsmittel, erfolgt. Sie ist bei wässerigen Mischungen meist positiv, d. h. es wird Wärme entwickelt. *Abegg.*

Mißpickel, s. v. w. Arsenkies (s. d.).

Miste, Mistgrube, s. Dungstätten.

Mitisgrün, s. Schweinfurtergrün.

Mitisguß, Gußstück aus ganz weichem Schmiedeeisen, dem zur Erzielung dichten Gefüges gewöhnlich sehr geringe Mengen Aluminium zugesetzt werden. Die Gußstücke sind sehr weich, zäh und schmiedbar. *Beckert.*

Mitnehmer dient bei den auf Drehbänken und Rundschleifmaschinen zwischen Spitzen (s. Bd. 3, S. 81) eingespannten Arbeitsstücken dazu, diese von der Spindel der Werkzeugmaschine aus in Umdrehung zu versetzen (mitzunehmen). Auch bei den Spitzenapparaten der Fräsmaschinen (s. Bd. 4, S. 183) sind Mitnehmer erforderlich.

Im allgemeinen sind dazu drei Teile notwendig: die mit der Spindel der Werkzeugmaschine festverbundene (Mitnehmer-)Scheibe, der (Mitnehmer-)Stift und das am Werkstück befestigte Drehherz (s. Bd. 3, S. 87). Als Mitnehmer bezeichnet man sowohl den Mitnehmerstift als auch das Drehherz. Der Mitnehmerstift befindet sich entweder fest an der Mitnehmerscheibe (s. Bd. 3, S. 88, Fig. 12) oder am Drehherz (s. Bd. 3, S. 88, Fig. 2, 6, 13, 15) oder durch die Mitnehmerscheibe hindurchtretend an einer hinter ihr angeordneten Hülse, mit welcher er vorgeschoben oder — zwecks Ein- und Ausspannens (kleinerer) Arbeitsstücke ohne Stillsetzen der Arbeitsspindel — zurückgezogen werden kann. Bei Arbeitsstücken mit Hervorragungen, gegen die sich der Mitnehmerstift legen kann, ist ein Drehherz nicht notwendig. — Um die Spitzen der Drehbank von dem bei der Spanabnahme auftretenden Druck zu entlasten, wendet man bisweilen zwei einander gegenüberstehende Mitnehmerstifte an. Um das hiebei schwierig zu erreichende gleichzeitige Anliegen beider Stifte zu erzielen, hat man selbstausgleichende Mitnehmer konstruiert, deren in gegenseitiger Abhängigkeit voneinander befindliche Stifte nicht fest, sondern verschiebbar mit der Mitnehmerscheibe verbunden sind [1], [2].

Literatur: [1] Fischer, H., Die Werkzeugmaschinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 610. *A. Widmaier.*

Mitra (infula), die Kopfbedeckung der Bischöfe, kam erst im 10. und 11. Jahrhundert auf und war eine freie Nachahmung der Kopfbedeckung des Hohenpriesters.

Zuerst eine fast halbmondförmige Mütze aus schwerem Seidenstoff, nahm sie später die bekannte schiffsschnabelförmige Gestalt an, anfangs niedriger und stumpfer, im Laufe der Zeiten immer höher und spitzer. Sie wurde von den kostbarsten Materialien, oft auch aus Goldschmiedearbeit hergestellt, und von derselben hingen rückwärts zwei steife Bänder herab.

Mitrailleuse, mehrläufige Schnellfeuerkanone (s. d.).

Mittag, Mitternacht, Mittlerer Mittag, Mittlerer Tag. Mittag ist in einem bestimmten Beobachtungsort in dem Augenblick, in dem die Sonne auf ihrer scheinbaren Tagesbahn den Meridian des Beobachtungsorts passiert; man nennt diesen Moment strenger den wahren Mittag und die untere Kulmination der Sonne die wahre Mitternacht; dagegen bezeichnet man mit „mittlerer Mittag" u. s. w. den Moment, in dem eine gedachte Sonne durch den Meridian geht.

Die Einführung der mittleren Sonne ist deshalb notwendig, weil sich mit Verfeinerung der Uhren die wahre Zeit immer weniger als Uhrzeit eignete. Die wahre Zeit eines bestimmten Augenblicks ist der Stundenwinkel der „wirklichen" Sonne (der wahren Sonne, wie sie am Himmel erscheint). Die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Durchgängen der Sonne, der wahre Tag, ist aber im Laufe des Jahres periodisch veränderlich, weil die scheinbare Jahresbahn der Sonne nicht im Himmelsäquator, sondern in der gegen diesen geneigten Ekliptik liegt und zudem kein Kreis ist, sondern eine Ellipse, die nicht mit gleicher, sondern mit wechselnden Geschwindigkeiten durchlaufen wird. Die wahre Zeit eignet sich deshalb nicht als Uhrzeit für die gleichmäßig gehenden Räderuhren. Die mit Rücksicht hierauf eingeführte „mittlere" Sonne ist ein gedachter Punkt des Himmelsäquators, nicht der Ekliptik, der den Umkreis des Aequators im Lauf des Jahres mit gleichförmiger Geschwindigkeit von Westen nach Osten zurücklegt. Diese fingierte mittlere Sonne geht also zu gewissen Zeiten des Jahres früher, zu andern später durch den Meridian des Beobachtungsorts als die wahre Sonne. Der Stundenwinkel der mittleren Sonne ist die mittlere Zeit (*M.Z.*); sie ist in einem bestimmten Augenblick im Lauf des Jahres bald größer, bald kleiner als der Stundenwinkel der wahren Sonne, die wahre Zeit (*W.Z.*); der Unterschied zwischen beiden ist die sogenannte Zeitgleichung Z mit dem Vorzeichen: $Z = (M.Z.) - (W.Z.)$. Jede Zeitmessung mit Hilfe der Sonne, sei es ein Meridiandurchgang oder seien es Sonnenhöhen u. s. w., liefert (*W.Z.*), und man hat also erst mit Hilfe von Z auf (*M.Z.*) überzugehen. Ueber den Betrag der Zeitgleichung s. d.; ihre extremen Werte erreichen rund + 16 Minuten (gegen Mitte Februar) und — 16 Minuten (Anfang November). Mittlerer Tag ist der konstante Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Meridiandurchgängen der mittleren Sonne. Da die mittlere Sonne sich auf dem Aequator (gleichförmig, s. oben) um rund 1° im Tag gegen Osten bewegt, so ist der mittlere Tag etwas länger als ein Sterntag, d. h. als der sehr nahe konstante Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Kulminationen ein und desselben Sterns, und zwar um rund 4 Minuten. Genau ist für 1900 gültig:

$$1 \text{ mittlerer Tag} = \frac{365 \cdot 2421}{366 \cdot 2421} \text{ Sterntagen.}$$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die mittlere Zeit wird bürgerlich und aſtronomiſch etwas verſchieden gezählt. Während der bürgerliche Tag um Mitternacht beginnt, wird der Anfang des aſtronomiſchen mittleren Tages auf den mittleren Mittag angeſetzt, um nicht während der Nacht, der Hauptbeobachtungszeit des Aſtronomen, das Datum ändern zu müſſen; außerdem pflegt der Aſtronom die Stunden von 1—24 durchzuzählen, um nicht der läſtigen Unterſcheidung zwiſchen Vormittag und Nachmittag zu bedürfen. — Es iſt daher

bürgerlich 24. Auguſt 1907 nachmittags 4^h = aſtronomiſch 1907 Auguſt 24. 4^h
„ 25. „ „ vormittags 10^h = „ „ „ 24. 22^h;
„ aſtronomiſch Auguſt 26., 10^h = bürgerlich 26. Auguſt 10^h abends;
„ „ 26., 13^h = „ 27. „ 1^h morgens.

Ueber den Unterſchied der mittleren Zeiten verſchiedener Orte auf der Erdoberfläche infolge des Längenunterſchieds vgl. Bogen- und Zeitmaß, Geographiſche Koordinaten, Mittagsunterſchied.

Seit der durch die Bedürfniſſe des Bahnbetriebs und Telegraphenverkehrs veranlaßten Einführung ſogenannter Normalzeiten oder Einheitszeiten für die einzelnen Länder oder Landesteile iſt auch die *M.Z.* nicht mehr unſre Uhrzeit, der Uhrmittag iſt nicht mehr der mittlere Mittag. Im gleichen abſoluten Augenblick, z. B. in dem Augenblick eines auf dem elektriſchen Telegraphen in *A* nach *B*, *C*, *D* ... abgegebenen Signals (von der Stromzeit u. ſ. w. abgeſehen) haben die Orte *B*, *C*, *D* ... andre mittlere Zeiten als *A*, und zwar zeigt die richtig gehende *M.Z.*-Uhr von *K* nahezu ſo viel mal 3 Minuten 56 Sekunden $\left\{\begin{matrix}\text{mehr}\\\text{weniger}\end{matrix}\right\}$, als *K* in geographiſcher Länge um Grade $\left\{\begin{matrix}\text{öſtlich}\\\text{weſtlich}\end{matrix}\right\}$ von *A* liegt. Die „Einheitszeiten“ (Normalzeiten, Landeszeiten, Regionalzeiten) haben dieſe Unterſchiede aufgehoben und bewirkt, daß die Uhren aller Orte der vereinheitlichten Region im gleichen abſoluten Augenblick auch dieſelbe Angabe machen ſollen. Die Einheitszeit des Deutſchen Reiches, als bürgerliche Zeit ſeit 1. April 1893 geſetzlich eingeführt, iſt die *M.Z.* des Meridians 15° öſtlich von Greenwich, die ſogenannte mitteleuropäiſche Zeit (*M.E.Z.*); gegen die *M.Z.* des öſtlichſten Punkts des Deutſchen Reiches (nächſte Stadt: Schirwindt *N.N.E.* von Eydtkuhnen) iſt dieſe Einheitszeit um $31\frac{1}{2}$ Minuten zurück, gegen die *M.Z.* des weſtlichſten Punkts des Reichs (Dörfer: Redingen, nordweſtlich von Diedenhofen, Vionville, weſtlich von Metz) iſt ſie um $36\frac{1}{2}$ Minuten vor, und zwiſchen dieſen Extremen bewegen ſich alſo die für alle Orte eines und desſelben Meridians konſtanten Unterſchiede zwiſchen unſrer jetzigen geſetzlichen einheitlichen Uhrzeit (*M.E.Z.*) und den mittleren Ortszeiten. — Ueber den Uebergang von Mittlerer Zeit auf Sternzeit und umgekehrt ſ. Zeit, Zeitzählung. *Ambronn.*

Mittagslinie, ſ. Meridian.

Mittagsrohr, ſ. Durchgangsinſtrumente.

Mittagsunterſchied zweier Orte auf der Erde nennt man die Zeit, ausgedrückt in mittlerer Zeit, welche zwiſchen den Kulminationen der mittleren Sonne an beiden Orten verſtreicht. Der Ausdruck iſt gleichbedeutend mit Längenunterſchied; vgl. Geographiſche Koordinaten, Länge, geographiſche, Bogen- und Zeitmaß, Mittlerer Mittag u. ſ. w.

Mittel, a) arithmetiſches, die halbe Summe zweier Zahlen, allgemein die Summe von n Zahlen dividiert durch n; b) geometriſches, die Quadratwurzel aus dem Produkt zweier Zahlen, allgemein die n-te Wurzel aus dem Produkt von n Zahlen; c) harmoniſches Mittel zweier Zahlen, das arithmetiſche Mittel aus ihren reziproken Werten. Bei zwei Zahlen iſt von ihren drei Mitteln das arithmetiſche am größten, das harmoniſche am kleinſten. Das geometriſche Mittel aus dem arithmetiſchen und dem harmoniſchen zweier Zahlen iſt das geometriſche Mittel der Zahlen (ſ. a. unten Arithmetiſch-geometriſches Mittel).

Literatur: [1] Czuber, E., Geometriſche Wahrſcheinlichkeiten und Mittelwerte, Leipzig 1884. — [2] Neumann, C., Ueber die Methode des arithmetiſchen Mittels, I—II, Leipzig 1888—89. — [3] Gerhardt, E., Die theoretiſche und praktiſche Bedeutung der arithmetiſchen Mittelſumme, Tübingen 1901. *Wölffing.*

Arithmetiſch-geometriſches Mittel. Seien a und b zwei beliebige poſitive reelle Größen. Bildet man aus ihnen das arithmetiſche Mittel $a_1 = \frac{a+b}{2}$ und das geometriſche Mittel $b_1 = \sqrt{a\,b}$, dann aus a_1 und b_1 wieder das arithmetiſche und geometriſche Mittel, nämlich $a_2 = \frac{a_1+b_1}{2}$ und $b_2 = \sqrt{a_1\,b_1}$ u. ſ. w., ſo nähern ſich die Größen $a_1, a_2, a_3 \ldots$ und $b_1, b_2, b_3 \ldots$ einer gemeinſamen Grenze, welche nach Gauß das arithmetiſch-geometriſche Mittel von a und b genannt und mit $M(a, b)$ bezeichnet wird. Es findet bei der Berechnung elliptiſcher Integrale Verwendung (ſ. etwa [3], § 44, S. 362 ff.); ſo iſt z. B.

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{a^2\cos^2\varphi + b^2\sin^2\varphi}} = \frac{\pi}{2}\cdot\frac{1}{M(a,b)}.$$

Zur direkten Beſtimmung des arithmetiſch-geometriſchen Mittels kann eine Tafel von

Gauß [1], S. 403, für die Größen $M(1, \sin\varphi)$ und ihre Logarithmen dienen, deren Argument 2φ ist. Man hat nämlich, wenn $a > b$ und $\sin\varphi = \frac{b}{a}$, $M(a, b) = a \cdot M(1, \sin\varphi)$.

Literatur: [1[Gauß' Werke, 2. Aufl., Göttingen 1876, Bd. 3, S. 361—403. — [2] Borchardt, Ueber das arithmetisch-geometrische Mittel, Crelles Journal für Mathematik 1861, Bd. 58, S. 127. — [3] Enneper, Elliptische Funktionen, Theorie und Geschichte, 2. Aufl., neu bearbeitet und herausgegeben von F. Müller, Halle a. S. 1890. *Mehmke.*

Mittel (Erzmittel, Zwischenmittel), s. Erzlagerstätten.

Mittelbruch, s. Schloß.

Mitteldrucklinie, s. Drucklinie.

Mittelfries, mittleres Höhenstück einer gestemmten Tür.

Mittelgang, Verbindungsgang auf Linienschiffen und großen Kreuzern unterhalb des Panzerdecks zwischen den Hauptkommandostellen, in welchem alle Leitungen für Befehlsübermittlung und Kommandoapparate sowie das Feuerlöschrohr in gerader Richtung und leicht erreichbar verlegt sind. *T. Schwarz.*

Mittelkamm, s. Kamm.

Mittelkiel, innere Verstärkung des Balken- bezw. des Flachkiels eiserner Schiffe; derselbe bildet einen wichtigen Längsverband und vermittelt zugleich eine Verbindung zwischen der Außenhaut, den Querspanten und dem Innenboden. S. Schiffbau. *T. Schwarz.*

Mittelkraft, in der graphischen Statik, die Mittelkraft oder Resultierende einer Anzahl Kräfte; wird mittels des Seilpolygons (s. d.) gewonnen.

Mittelkraftlinie, s. Drucklinie.

Mittelleiter, s. Beleuchtung, elektrische.

Mittellinie, Achse eines Bauwerks, eines einzelnen Bauteils oder einer sonstigen Figur; diejenige Linie, die ein Ganzes in zwei gleiche Hälften teilt.

Mittellinie des Druckes, s. Drucklinie.

Mittelmast, der in der Mitte stehende Großmast bei den Fünfmasterfegelschiffen.

Mittelmastraa, -segel, -stenge, Großraa, Großsegel bezw. Marsstenge eines Mittelmastes.

Mittelmauer, 1. die in der Mitte eines Gebäudes errichtete Mauer; 2. gemeinschaftliche Mauer, Zwischenmauer zweier nachbarlichen Gebäude.

Mittelmedian, 542/444 mm, Papierformat (s. d.).

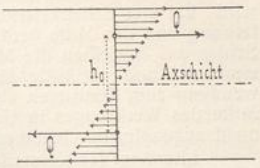
Mittelöle, s. Teer.

Mittelpunkt der Kräfte. Ein ebenes Kräftesystem, angreifend an einem unveränderlichen Punktsystem, ist im allgemeinen durch eine Einzelkraft ersetzbar, die längs der Zentralachse des Systems wirkt (s. Zentralachse). Dreht man das Punktsystem um einen Punkt der Ebene, während die Kräfte sich geometrisch gleich bleiben und an denselben Punkten angreifen, so daß sie sich parallel und von gleicher Intensität bleiben, so geht die ihnen äquivalente Einzelkraft fortwährend durch einen bestimmten Punkt der Ebene. Dieser Punkt heißt der Mittelpunkt der Kräfte.

Statt das System zu drehen, kann man auch alle Kräfte um ihre Angriffspunkte um denselben Winkel in umgekehrtem Sinne drehen. Sind P die Kräfte, x, y die Koordinaten ihrer Angriffspunkte, X, Y ihre Komponenten in bezug auf ein beliebiges rechtwinkliges Koordinatensystem, so ist die Wirkungslinie der resultierenden Zentralachse durch die Gleichung $Bx_1 - Ay_1 - N = 0$ bestimmt, wobei $A = \Sigma X$, $B = \Sigma Y$, $N = \Sigma(xY - yX)$. Dreht man nun das System um den Koordinatenursprung um den Winkel φ, so gehen die Koordinaten x, y über in $x\cos\varphi - y\sin\varphi$ und $x\sin\varphi + y\cos\varphi$, und die Gleichung der Zentralachse nach $\sin\varphi$ und $\cos\varphi$ geordnet lautet: $(Bx_1 - Ay_1 - N)\cos\varphi - (By_1 + Ax_1 - \Sigma[xX + yY])\cos\varphi = 0$. Ein Punkt x_1, y_1, der dieser Gleichung unabhängig vom Winkel φ genügt, durch den also die Resultierende für alle Lagen des Systems hindurchgeht, hat daher die beiden Bedingungen zu erfüllen: $Bx_1 - Ay_1 - N = 0$, $Ax_1 + By_1 - \Sigma(xX + yY) = 0$. Seine Koordinaten sind daher, wenn $R^2 = A^2 + B^2$ gesetzt wird, gegeben durch die Gleichungen: $R^2 x_1 = A\,\Sigma(xX + yX) + BN$, $R^2 y_1 = B\,\Sigma(xX + yY) - AN$. Die Lehre vom Mittelpunkt der Kräfte gehört vorzugsweise der Statik (s. d.) an. Dortselbst ist gezeigt, daß räumliche Kräftesysteme im allgemeinen einen Mittelpunkt nicht besitzen, und es sind für den Fall seiner Existenz die Koordinaten desselben angegeben. Parallelkräfte besitzen stets einen Mittelpunkt (s. Parallelkräfte); sind dieselben der Masse der Angriffspunkte proportional, so fällt derselbe mit dem Massenmittelpunkt des Systems zusammen. Einen speziellen Fall dieser Art bilden die Schwerkräfte mit ihrem Mittelpunkt, dem Schwerpunkt. *(Schell) Finsterwalder.*

Mittelpunkte von Zug und Druck. Bei horizontalen Balken (s. d., Bd. 1, S. 503, 507, 518) mit beliebiger Belastung sind die Normalspannungen σ eines

Querfchnitts x proportional ihren Entfernungen von der Achsfchicht (f. Biegung, Bd. 1, S. 792). Die Gefamtfumme der Normalkräfte $\sigma\, dF$ in den Querfchnittselementen hat den Wert $N_x = 0$, fo daß die Summe aller horizontalen Zugkräfte gleich der Summe aller horizontalen Druckkräfte fein muß. Mittelpunkte von Zug und Druck heißen die Angriffspunkte der Refultanten Q diefer Zugkräfte und Druckkräfte. Ihre Entfernung ift $h_0 = \frac{J}{S_0}$, worin J das Trägheitsmoment des Querfchnitts in Hinficht der Achsfchicht (Werte, Bd. 1, S. 794—796), S_0 das ftatifche Moment des oberhalb oder unterhalb der Achsfchicht gelegenen Querfchnittsteils in Hinficht der letzteren bedeuten.



Für das Rechteck von der Höhe h beifpielsweife hat man $h_0 = {}^2/_3\, h$, für die Ellipfe von der Höhe h ift $h_0 = \frac{3\pi}{16}\, h$. Bei Balken mit durchbrochenen Wandungen (Fachwerke, Gitterträger) entfpricht h_0 annähernd der Entfernung h der Gurtungsfchwerpunkte, während für Blechträger (f. d.) $h_0 < h$ ift. Bei Bogen (f. d.) greifen in den wie oben beftimmten Punkten die Refultanten Q der vom Angriffsmoment M_x allein, nicht von der Normalkraft N_x, herrührenden Zugkräfte und Druckkräfte an. Für Balken und Bogen hat man $M_x = \pm\, Q\, h_0$.

Literatur: f. Biegung, Balken (einfache und durchlaufende), Bogen, Blechträger.

Weyrauch.

Mittelquerfries, mittlerer, liegender Fries einer Tür oder Täferung.

Mittelregal, Papierformat (f. d.) von 657 mm Länge und 498 mm Breite.

Mittelregifter, Papierformat von 475 mm Länge und 383 mm Breite.

Mittelfchiff, das bei den bafilikaartigen Kirchenanlagen zwifchen den Seitenfchiffen angeordnete Kirchenfchiff, ftets viel höher und breiter gebildet und auch in dekorativer Beziehung ausgezeichnet (vgl. Bafilika, Bd. 1, S. 556).

Mittelfchläger, f. Weberei.

Mittelfparren, der mittlere längfte Sparren an der Walmfeite eines Daches.

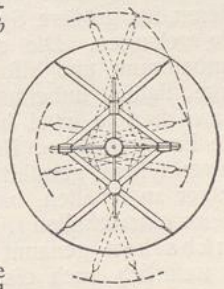
Mittelftrebe, Standpfoften eines Lehrgerüftes (f. d.).

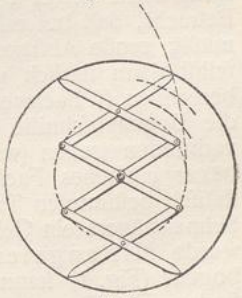
Mittelfucher (Mittelpunktfucher) nennt man die im Mafchinenbau benutzten Vorrichtungen zur Ermittlung des Mittelpunktes von Kreifen bezw. kreisförmigen Kanten.

Fig. 1 zeigt den hierher gehörigen Zentrierwinkel. Seine Konftruktion und Anwendung beruht auf dem Satz, daß diejenige Gerade, welche den von zwei Tangenten gebildeten Winkel halbiert, durch den Mittelpunkt des betreffenden Kreifes geht. Befeftigt man auf einen Winkelhaken a ein Lineal b, deffen Kante den Winkel genau teilt, fo ift nur nötig, den Winkel a an das Ende der Welle u. f. w., deren Mittelpunkt gefucht werden foll, zu legen und an b entlang eine Linie zu ziehen, dann dasfelbe in andrer Lage des Winkels a auszuführen, um in dem Schnitt beider Linien den gefuchten Mittelpunkt zu finden. Der dargeftellte Univerfalwinkel ift außerdem als Anfchlag- und Kreuzwinkel, als Maßftab und Lineal fowie mit Hilfe eines Lineals als Gehrungswinkel von 45° zu benutzen. Auf Grund des Satzes, daß eine von der Spitze eines geraden Kegels auf deffen Grundfläche gefällte Senkrechte den Mittelpunkt der letzteren trifft (welcher Satz aus dem vorher angewendeten leicht abzuleiten ift), ift der im Art. Ankörnen (Bd. 1, S. 218) erwähnte Mittelpunktfucher [1] entftanden, bei welchem ein Hohlkegel mit einer entfprechend langen Hülfe verfehen ift, in welcher ein Körner genaue Führung findet. Durch gerades Auffetzen des Kegels auf die Endfläche der Welle und Niedertreiben des Körners gewinnt man ohne weiteres die Vorzeichnung des Mittelpunktes. Beffer eignen fich für den vorliegenden Zweck den felbftausrichtenden Futtern nachgebildete Einrichtungen, wie eine folche in Bd. 1, S. 218 abgebildet ift, indem fie nicht den Rand der Endfläche, fondern den Teil des Gegenftandes als Richtfchnur benutzen, welcher der Endfläche nahe liegt. Sind derartige Futter mit drei felbftzentrierenden Backen verfehen, fo laffen fich außer den Mittelpunkten von Kreifen auch folche von gleichfeitigen Dreiecken, bezw. regelmäßigen Sechsecken (Muttern) beftimmen, werden vier Backen benutzt, kann man außer Rundeifen Acht- und Vierkantftücke ankörnen. Erfetzt man den Körner durch einen Bohrer, fo



Fig. 1.


Fig. 2.


Fig. 3.

vermag man ohne weiteres die Körnervertiefung für das Einſpannen zwiſchen Spitzen einzubohren; es entſtehen die Ankörnmaſchinen [2]. Fig. 2 und 3 zeigen zwei weitere Ausführungsformen einer neuen Zentriervorrichtung [3], die namentlich zum Anreißen von Lochmittenkreiſen in Planſchen größerer Gefäße, im Dampfkeſſelbau u. ſ. w. Verwendung finden kann. Die Einrichtung und der Gebrauch iſt ohne weiteres verſtändlich; ein Gelenkparallelogramm, das nach Fig. 2 durch Führungslineale, nach Fig. 3 nur durch Gelenkverbindungen gebildet wird, hat vier Schenkelenden, die bei jeder Stellung der gelenkigen Glieder ſtets gleiche Entfernung von der Mitte beſitzen. — Durch die Mitte wird ein Körner geſteckt und durch einen Schlag auf denſelben die Mitte markiert, oder ein mit Vertiefung verſehener nietartiger Körper eingeſetzt und als Mitte für den einzuſetzenden Zirkel benutzt. — Ebenſo geſchieht die Anwendung zum Zentrieren abzudrehender Gegenſtände auf der Kopfdrehbank, indem man die Mitte des Werkzeuges in Uebereinſtimmung mit dem Körner der Planſcheibe oder, wenn dieſer nicht zugängig, mit jenem des Reitſtockes bringt. S. a. Körner.

Literatur: [1] Karmarſch-Fiſcher, Handbuch der mechaniſchen Technologie, Leipzig 1888, S. 667. — Holtzapffel, Turning and mechanical manipulation, Bd. 4, S 192. — [2] Dinglers Polyt. Journal 1870, Bd. 197, S. 398; 1877, Bd. 225, S 543; 1886, Bd 262, S 112; 1887, Bd. 266, S. 362; 1889, Bd. 271, S. 250; 1891, Bd. 280, S 8; Grimſhaw-Elfes, Prakt Erfahrungen im Maſchinenbau, Berlin 1897, S. 15. — [3] Zeitſchr. für Berg-, Hütten- und Maſchineninduſtrie 1896, S. 72.

E. Müller.

Mittelwaſſer, ſ. Waſſerſtände.

Mittelwert der Funktion $f(x)$ zwiſchen a und b iſt $\frac{\int_a^b f(x)\,dx}{b-a}$.

Beiſpiele: Mittelwert von $\sin x$ zwiſchen o und x iſt $\frac{1-\cos x}{x}$; Mittelwert von $\frac{1}{1+x}$ zwiſchen o und x iſt $\frac{l\,(1+x)}{x}$.

Literatur: [1] Láska, Sammlung von Formeln der reinen und angewandten Mathematik, Braunſchweig 1888—94. — [2] Czuber, E., Geometriſche Wahrſcheinlichkeiten und Mittelwerte, Leipzig 1884.

Wölffing.

Mittelzug, ſ. v. w. Drahtzug, ſ. Drahtfabrikation und Ziehen.

Mittengelenkbalken. Die ſchiefen Füllungsglieder von Fachwerkträgern (ſ. d.) ſind mitunter unerwünſcht, z. B. wegen Störung der Ausſicht oder des Querverkehrs bei untenliegender Fahrbahn. Sie laſſen ſich unter anderm dadurch vermeiden, daß ein horizontaler Träger mit einem feſten und einem horizontal frei verſchiebbaren Gelenkauflager durch Vertikalen an einem Bogen aufgehängt wird (vgl. Bogenſehnenträger Bd. 2, S. 176). Der Horizontalſchub des Bogens (Bd. 2, S. 141, 155) wird hierbei durch den Sehnenträger aufgenommen, ſo daß wie bei Balken (Bd. 1, S. 503, 518, 526) die Widerlager nur vertikale Drücke auszuhalten haben. Gegenüber gewöhnlichen Balkenfachwerken (ſ. d.) einfachen Syſtems kommt für ſolche Bogenſehnenträger in Betracht, daß bei erſteren für größere Spannweiten die Vertikalen in verhältnismäßig große Abſtände gelangen. Die erwähnten Bogenſehnenträger ſind aber ſelbſt dann ſtatiſch unbeſtimmt und alſo nur mit Hilfe der Elaſtizitätslehre zu berechnen (ſ. Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Träger, zuſammengeſetzte), wenn die Bogenabſchnitte zwiſchen je zwei benachbarten Vertikalen als gelenkartig verbunden gelten (wie Fachwerkſtäbe, Bd. 3, S. 533) und für den Horizontalträger einfaches Fachwerkſyſtem gewählt wird. Um in dieſem Falle einen ſtatiſch beſtimmten Träger zu erhalten, hat man vorgeſchlagen, in der Mitte des Sehnenträgers ein Gelenk einzuſchalten (Fig. 1). Das entſtehende Balkenfachwerk wurde Mittengelenkbalken genannt [2]. Anſtatt des gedrückten Sprengbogens (Fig. 1) kann natürlich auch ein gezogener Hängebogen Verwendung finden (Fig. 2).

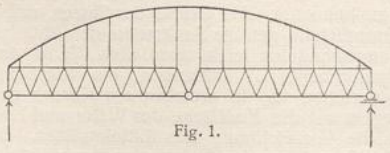


Fig. 1.

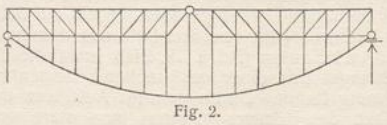


Fig. 2.

Gibt man mit Landsberg ([4], D.R.P. Nr. 53297) den Stäben des Bogens und der benachbarten Gurtung jedes Feldes Richtungen, welche ſich auf der Vertikallinie durch das nächſtliegende Auflager ſchneiden (Fig. 3), ſo haben die Laſten auf der erſten bezw. auf der zweiten Trägerhälfte keinen Einfluß auf die Beanſpruchungen der Füllungsglieder und der Stäbe der andern Gurtung auf der zweiten bezw. auf der erſten Trägerhälfte. Die Trägerhöhe an den Enden braucht nicht bis auf Null herabzugehen (Fig. 4). Iſt bei dieſem Träger der Bogen einer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Parabel mit vertikaler Achse durch die Mitte eingeschrieben, so wird auch die benachbarte Gurtung auf jeder Trägerhälfte parabolisch [4], S. 277. Wird das Verhältnis der Höhe zur Spannweite größer als bei gewöhnlichem Balkenfachwerk gewählt, so läßt sich nach Landsberg auch Materialersparnis erzielen [4], S. 279.

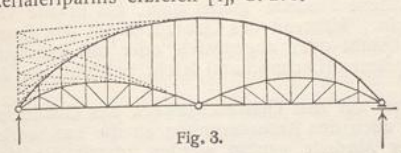


Fig. 3.

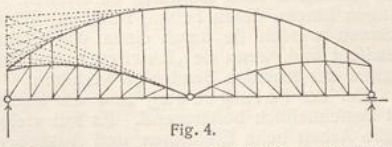


Fig. 4.

Literatur: [1] Langer, Festigkeitstheorie der Brückenträger nach Langers System, Technische Blätter 1871, S. 34, 165 u. Taf. 3, Fig. 1 u. 2. — [2] Landsberg, Ueber Mittengelenkbalken, Zeitschr. des Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1889, S. 629. — [3] Engesser, Ueber Mittengelenkbalken, Ebend. 1890, S. 406. — [4] Landsberg, Ueber eine besondere Art von Mittengelenkbalken, Deutsche Bauztg. 1891, S. 277. — [5] Müller-Breslau, Ueber Langersche Brückenträger, Centralbl. d. Bauverwalt. 1891, S. 349, 427, 435, 464. — [6] Mayer, Ueber Mittengelenkbalken, Deutsche Bauztg. 1892, S. 343. — [8] Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, I, Leipzig 1901, S. 422, — [8] Mehrtens, Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre, II, Leipzig 1904, S. 99, 130.

Weyrauch.

Mittlers Grün (Chromgrün), s. Chromfarben.

Mixion, s. Vergolderfirnis.

mm, amtliche Abkürzung für Millimeter.

Mn, chemisches Zeichen für Mangan.

Mo, chemisches Zeichen für Molybdän.

Model, s. Handdruck.

Modell (Musterbild), in kleinerem Maßstabe oder in natürlicher Größe ausgeführtes, frei erdachtes oder aus Natur und Leben (lebendes Modell) entnommenes Vorbild zu Werken der Kunst, des Kunstgewerbes, der Architektur, des Bauingenieurwesens, Maschinenbaues, Schiffbaues u. s. w.

Die Modelle dienen besonders für den Fall, in welchem Zeichnungen oder Beschreibungen dem Verständnisse der Wirkung beabsichtigter Herstellungen nicht zu genügen vermögen, noch wichtiger sind sie für die Massenfabrikation gleichartiger Erzeugnisse.

1. Modelle aus dem Gebiete der Kunst, des Kunstgewerbes und der Architektur werden meist aus Ton, Gips, Wachs, Holz, Kork u. s. w. angefertigt. Bildhauer und Maler sowie Architekten machen zum Zwecke ihrer Herstellung vielfach Studien an lebenden Individuen, wobei die letzteren ebenfalls Modelle genannt werden. Die Ausübung der Kunst des Modellierens wird in allen höheren Lehranstalten für Architektur und Kunstgewerbe, Bildhauerei u. s. w. gepflegt.

2. Modelle aus dem Gebiete des Bauingenieurwesens, Maschinenbaues (s. unten) und Schiffbaues werden meistens aus Holz, Metall, Stein, überhaupt aus denselben Baumaterialien, in welchen die Ausführung im großen erfolgen soll, in kleinerem Maßstabe hergestellt. Sie werden in der Regel sehr kostspielig und dienen zur Erläuterung schwieriger Konstruktionen, neuer Anordnungen u. s. w. sowie zur Prüfung bezüglich Widerstands und Gebrauchsfähigkeit; ganze Brücken, Schleusen, Schiffe, Maschinen aller Art sowie besonders bemerkenswerte Einzelheiten dieser Ausführungen, meistens in einem Zehntel natürl. Größe, bilden den Gegenstand der Darstellung für solche Zwecke. In den technischen Lehranstalten vereinfachen die Demonstrationen an derartigen guten Modellen den Unterricht; bei Ausstellungen bringen die Modelle dem Laien das Verständnis für den Zweck der Ausführungen nahe und fördern dadurch die Entschließung für letztere. Die Herstellung von Modellen für Unterrichtszwecke ist ein besonderer Industriezweig geworden.

Weinbrenner.

Modelle dienen im Maschinenbau zum Abformen für Eisen-, Stahl- und Metallguß.

Man fertigt sie in der Regel aus Kiefern-, Tannen- oder Fichtenholz, weil das Nadelholz weich, daher leicht zu bearbeiten und nicht teuer ist; für kleine Dreharbeit, wie Lagerschalen, wählt man das gleichmäßige glatte Erlenholz u. dergl. Man benutzt lufttrockenes, in Bretter geschnittenes, jahrelang im Holzschuppen gelagertes und vor der Verwendung noch besonders getrocknetes Holz und verleimt es möglichst mit Kreuzung der Fasern. Trotzdem verziehen sich die Modelle während der Lagerung auf dem Modellboden doch und müssen immer wieder „nachgesehen" werden, was nicht unerhebliche Unterhaltungskosten verursacht. Die Verwaltung der Modelle kommt deshalb dem Meister der Schreinerei zu, der auch die Ordnung des Lagers überwacht und die Liste mit Zeichen, Nummer, Benennung, Stückzahl, Zubehörteilen und Gestellnummer führt.

Die häufig benutzten Modelle für Massenwaren bildet man aus Metall: Bronze, Gußeisen, Zinkguß, Aluminium, und setzt sie auch mehrfach zusammen. Sie finden bei den Formmaschinen regelmäßig Anwendung und werden entweder mit den Formplatten, die sie tragen, aufbewahrt oder ausgewechselt. Für diesen Zweck gießt man auch Reliefplatten in Weißmetall oder in Gips, mit Stearin getränkt. Zu Verzierungen kommt noch Wachs in Anwendung, das beim Trocknen der Form verflüchtigt; zu Aufschriften besondere Metallplättchen mit Buchstaben und Ziffern, die im Holzmodell leicht einzusetzen sind.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Oberfläche der Modelle muß glatt sein, um saubere Außenfläche am Gußstück wiederzugeben; dabei darf sie weder durch den scharfen Sand noch durch dessen Feuchtigkeit leiden. Daher überzieht man Holzmodelle mit einem Lack, einer Auflösung von gelbem oder rotem Schellack in Weingeist; die Kernmarken oder wenigstens deren Stirnflächen pflegt man durch schwarzen Lack kenntlich zu machen. Metallene Modelle glättet man, bis in alle Vertiefungen hinein, durch Feilen, Schaben, Schmirgeln. Während des Gebrauchs auf den Formmaschinen werden sie durch einen Windstrahl entstäubt oder abgepinselt oder mit Petroleum abgewischt und, wenn sie „schwitzen", mit Bärlappsamen (Lycopodium) leicht bestäubt, um das Anhaften des feuchten Sandes zu verhüten.

Bei der Formgebung sind die Rücksichten auf den Gebrauchszweck des Gußstückes nicht ausschließlich bestimmend. Es soll vielmehr auch den Anforderungen an die handwerksgemäße Arbeit beim Einformen und Ausheben der Modelle genügt werden, damit die Herstellung nicht unnötig verteuert wird; ebenso ist dabei das Verhalten des Eisens beim Ausfüllen der Form und beim Erstarren zu beachten. Für Bau- und Kunstguß hält die Gießerei die Modelle meist vorrätig; für Maschinenteile werden sie besonders hergestellt. Zur besseren Ausnutzung des Modellvorrats trachtet man danach, ein Stück mehrfach verwendbar zu machen. Wenn z. B. Zylinder für Dampfmaschinen in symmetrischer Anordnung bald rechts bald links angebaut werden, so dürfen die umzusetzenden Stutzen, Füße u. s. w. am Modell nur angeschraubt sein. Das ist schon beim Entwurf zu bedenken. Riemscheiben und Räder für verschieden starke Wellen bekommen jedesmal die passenden Kernmarken auf die reichlich zu bemessenden Naben (s. d.) gesteckt. Von großen Ringen führt man, wenn nicht Schablonenarbeit beim Formen vorteilhafter ist, nur ein kurzes Stück, z. B. ein Sechstel oder ein Achtel, als Modell aus und fertigt die Form danach. Sollen Rohre, Wangen u. dergl. kürzer als ein vorhandenes Modell ausgeführt werden, so setzt man am Modell nur einen neuen Flansch passend auf und überläßt es dem Former, das überstehende Ende durch nachträgliche Sandeinstampfung zu schließen (die Form „abzudämmen"). In der Umarbeitung der Modelle darf man nicht gar zu eifrig vorgehen.

Abweichungen von der Konstruktionszeichnung sind bei den Modellen in mehrfacher Hinsicht nötig. Mit Rücksicht auf die Schwindung des Eisens beim Erstarren um 1 % der Länge werden alle Abmessungen nach dem Schwindmaßstab ausgeführt, der 1010 mm statt 1 m lang ist. Darum müssen in den Werkstattzeichnungen alle Maße, die der Schreiner braucht, aber auch nicht mehr Maße, mit Zahlen in Millimetern groß und deutlich eingeschrieben sein; z. B. an Hohlzylindern die Außen- und Innenweite, wogegen die berechnete Wandstärke wegbleibt, ferner die ganze Länge, die Flanschenstärke u. s. w. Jede Maßzahl ist in der Regel nur einmal einzusetzen, um Aenderungen zu vereinfachen, aber stets da, wo die Abmessung in der Zeichnung ausdrücklich vorgeführt ist und wo der Handwerker das Maß sucht. Die Seitenflächen werden um $^1/_{50}$—$^1/_{200}$ schräg gelegt (konisch gemacht), so daß sich das Modell leichter aus der Form herausheben läßt. Wangen mit dickem Rande werden an der Wulstkante durch eingeleimte Keile zu lang gemacht, damit sie bei der Abkühlung gerade werden. Soll das Modell in der Ebene des größten Umfanges geteilt werden, damit es sich auf dem ebenen Lehrbrett einformen und aus jeder Formhälfte für sich ausheben läßt, so wird da ein Blatt Papier eingeleimt und nach der Vollendung des Modells durch Eintreiben eines Stechbeitels das Papier in ganzer Fläche gespalten. Zwei oder drei Holzdübel oder eingeschraubte Metalldübel mit Gegenhülse sichern die gegenseitige Lage der Teile aneinander.

An den zu bearbeitenden Stellen, die in der Zeichnung zu diesem Zwecke durch rote Striche gekennzeichnet werden, werden am Modell 5—10 mm zur Bearbeitung zugegeben, zuweilen auch noch mehr. Wo Kerne aus dem Innern vorstehen, sind die Kernmarken am Modell aufzusetzen; ebenso wird es mit dem „verlorenen Kopfe" und den niedrigeren Angüssen versehen. Unterschnittene Teile, wie schräge Leisten, seitliche Augen und Randleisten, werden lose am Modell angesetzt und durch von der Teilfläche zugängliche Nägel oder Holzschrauben angeheftet. Für seitliche Einkehlungen werden „Kernstücke" oder „falsche Kerne" mit Kernmarken am Modell vorgesehen.

Vgl. a. Dampfzylinder, Bd. 2, S. 664, Eisengießerei, Bd. 3, S. 354, Gießerei, Bd. 4, S. 528, Gipsgüsse, Röhrenfabrikation, Tischlerarbeiten. *Lindner.*

Modellacke, spirituöse Harzlösungen, bestimmt, Holzmodelle, welche zum Abformen in Sand für Gießereizwecke benutzt werden, mit einem glatten, gleichmäßigen Ueberzuge zu versehen, der beim Abformen das Anhaften von Sandteilchen, bei der Aufbewahrung das Werfen und Schwinden verhindert. Modellacke sollen, da sie besonders hart werdende Schichten geben müssen, nur aus besten Schellacksorten hergestellt werden. *Andés.*

Modellbuchstaben und -ziffern dienen zur Herstellung von Aufschriften an Gußstücken, indem sie in der Regel an den Modellen angebracht und mit diesen abgeformt werden. Sie sind entweder aus Messingblech gepreßt oder aus Weißmetall hergestellt. *A. Widmaier.*

Modellierſaal, Werkstätte zur Herstellung von Modellen in Ton, Wachs oder Gips. Der Boden ist in Stein, Asphalt oder dergl., der Unterteil der Wände waschbar zu erstellen; als Nebenräume sind eine Gipsgießerei und ein Lagerraum für Ton u. s. w. anzuordnen. *Weinbrenner.*

Modellplatte, s. Eisengießerei, Bd. 3, S. 351.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Modellſchleppſtation, eine Verſuchsanſtalt, beſtehend aus einem überdachten Kanal von 100—200 m Länge, 5—15 m Breite und 3—5 m Tiefe mit Vorrichtungen zum Schleppen von Schiffsmodellen und Meßvorrichtungen für den Waſſerwiderſtand derſelben für verſchiedene Schleppgeſchwindigkeiten.

Dieſelbe bezweckt, für ein beſtimmtes Projekt eine Schiffsform von geringſtem Widerſtand durch Verſuche zu ermitteln und mit Hilfe des von Froude ausgebauten mechaniſchen Aehnlichkeitsgeſetzes von Newton den Schiffswiderſtand (ſ. d.) aus den Vergleichsverſuchen mit ähnlichen Schiffsmodellen zu beſtimmen. Da das Newtonſche Problem der Mechanik über die korreſpondierenden Größen nur unter der Annahme gilt, daß ſich die Körper ohne Reibung in einem flüſſigen Medium bewegen, ſo ſtellte Froude durch beſondere Verſuche den Reibungswiderſtand von dünnen Brettern im Waſſer feſt und zog den hiernach berechneten Reibungswiderſtand von dem Geſamtwiderſtand des Modells ab. Aus dieſem ſogenannten Reſtwiderſtand des Modells, beſtehend aus Form ſowie Wellen- und Wirbelwiderſtand, kann nun nach dem von Froude auch durch Schleppverſuche im großen Maßſtab beſtätigten Geſetz der korreſpondierenden Geſchwindigkeiten der Reſtwiderſtand des Schiffes für die den Modellgeſchwindigkeiten korreſpondierenden Schiffsgeſchwindigkeiten und unter Hinzufügung des berechneten Reibungswiderſtandes des Schiffes die Widerſtandskurve desſelben und demnach die zu leiſtende Pferdeſtärke für die einzelnen Geſchwindigkeiten beſtimmt werden.

Das Froudeſche Geſetz der korreſpondierenden Geſchwindigkeiten lautet: 1. Korreſpondierende Geſchwindigkeiten ähnlicher Schiffe verhalten ſich wie die Quadratwurzeln des Aehnlichkeitsverhältniſſes. 2. Bei korreſpondierenden Geſchwindigkeiten verhalten ſich die Widerſtände ähnlicher Schiffe wie die dritten Potenzen des Aehnlichkeitsverhältniſſes. 3. Bei korreſpondierenden Geſchwindigkeiten ähnlicher Schiffe verhalten ſich die Maße der bei beiden Schiffen auftretenden Wellen wie die Maße der Schiffe ſelbſt. Iſt z. B. das Schiffsmodell im Maßſtab 1 : 25 ausgeführt und bei der Modellgeſchwindigkeit v der Widerſtand desſelben w, ſo müßte das Schiff bei der Geſchwindigkeit $5v$ den Widerſtand $25^3 w = 15625 w$ erfahren [1], [3], [4], [6].

Zur Beſtimmung des Widerſtandes des Schiffsmodells wird dasſelbe unter einen Wagen gebracht, der auf Schienen über dem Schleppkanal entlang bewegt werden kann, und mit demſelben unter Einſchaltung beſonderer Dynamometer verbunden. Der Wagen wird entweder mit Hilfe einer Dampfmaſchine durch ein Seil gezogen oder durch Elektromotoren angetrieben. Das Modell wird nacheinander mit abgeſtufter Geſchwindigkeit geſchleppt und wird bei jeder Fahrt vom Dynamometer der Widerſtand des Modells ſowie durch beſondere Apparate der zurückgelegte Weg ſowie die aufgewandte Zeit auf einer Zeichentrommel regiſtriert. Zur Beſtimmung der Widerſtandskurve eines Modells ſind etwa zwanzig Verſuchsreihen erforderlich [2], [3], [7]. Da der Wagen in ſeiner Bewegung Schwankungen unterworfen iſt, hat neuerdings Wellenkamp die Schleppmethode dadurch weſentlich vereinfacht und verbeſſert, daß er das Modell mit Hilfe eines dünnen Stahldrahts durch ein frei fallendes Gewicht direkt antreibt und die Geſchwindigkeit des Modells auf einer Trommel, über welche der Draht läuft, mit Hilfe einer ſchwingenden Stimmgabel regiſtriert. Für den Anlauf des Modells wird ein einſtellbares Vorlaufsgewicht an beſonderem Draht verwendet, der letztere wird ſelbſttätig vom Modell losgekuppelt, ſobald eine gleichmäßige Geſchwindigkeit erreicht iſt [5]. Man erreicht nach einigen Vorverſuchen leicht eine gleichmäßige Geſchwindigkeit des Modells nach Beendigung des Vorlaufs und erhält in dem konſtanten Schleppgewicht den genauen Modellwiderſtand ſowie mit den von der Stimmgabel auf der Regiſtriertrommel verzeichneten Schwingungswellen, 100 Schwingungen in der Sekunde, eine genaue Feſtſetzung des Weges und der Zeit. In den Modellſchleppſtationen ſind meiſt auch Apparate vorgeſehen, um am Modell Verſuche mit den in Ausſicht genommenen Schrauben ſowie Vergleichsverſuche mit Propellern verſchiedener Konſtruktion, verſchiedener Steigung und verſchiedener Umdrehungen auszuführen [7].

Literatur: [1] Krieger-Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [2] Schwarz und v. Halle, Die Schiffbauinduſtrie, Berlin 1902. — [3] Rota, La Vasca per le Esperienze di architettura navale nel R. Arsenale di Spezia, Genua 1898. — [4] Schütte, Unterſuchung über Hinterſchiffsformen, Jahrb. d. Schiffbautechn. Geſellſchaft, Berlin 1901. — [5] Wellenkamp, Eine neue Modellſchleppmethode, ebend., Berlin 1908. — [6] Pollard und Dudebout, Théorie du navire, Paris 1890. — [7] Gebers, Fr., Die Verſuchsanſtalt Uebigau, „Schiffbau", Okt. 1906. *T. Schwarz.*

Modellſchutz, ſ. Gebrauchsmuſter.

Modul, a) einer komplexen Größe $a+bi$ iſt die Größe $\sqrt{a^2+b^2}$; er iſt immer poſitiv und heißt auch abſoluter Betrag; b) ſ. Zahlentheorie; c) ganz im allgemeinen bedeutet Modul eine zu einer Gleichung oder zu einem geometriſchen Gebilde gehörige unveränderliche Zahl, z. B. das Doppelverhältnis der vier von einem Punkt einer Kurve dritter Ordnung an dieſe zu legenden Tangenten. In dieſem Sinne wird auch die Größe k in dem elliptiſchen Integral $\int \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}$ als Modul bezeichnet. *Wölffing.*

Modul (Model), in der Baukunſt das Maß, womit die Verhältniſſe der verſchiedenen Säulenordnungen gemeſſen werden.

Wenn es ſich darum handelt, die Verhältniſſe einer Säule mit einer andern zu vergleichen, ſo kann dies nicht zweckmäßig durch Anwendung des wirklichen Maßes erfolgen. Richtiger iſt es, eine Maßeinheit zu wählen, die in der Säule ſelbſt enthalten iſt, und man iſt diesbezüglich,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

übereingekommen, den unteren Säulenhalbmeſſer als Einheit anzunehmen. Um auch kleinere Teile als einen Halbmeſſer meſſen zu können, teilt man den Modul in dreißig Teile (Partes), worüber ſchon Vitruv in ſeinem Werke über die Baukunſt genaue Anhaltspunkte gibt (4. Buch, Kap. 3). *Weinbrenner.*

Modul (Modulus, Stichzahl) bezeichnet im Maſchinenbau bei Verzahnungen die Zahl M, welche man erhält, wenn man die Zahnteilung t durch π (3,14 . . .) dividiert: $M = t/\pi$.

Der Teilkreisdurchmeſſer D eines Zahnrades ergibt ſich demgemäß zu $D = M z$, wenn z die Zähnezahl bezeichnet, da $D\pi = z\,t$ und nach obigem $t/\pi = M$ iſt. Man braucht alſo, um den Teilkreisdurchmeſſer zu finden, nur die Zähnezahl mit dem Modul zu multiplizieren. Den Modul nimmt man in ganzen, halben, höchſtens noch in viertel Millimetern; es entſtehen demnach für den Teilkreisdurchmeſſer meiſtens ganze, im ungünſtigen Fall Maße in halben und viertel Millimetern und nicht Maße mit unendlichen Dezimalbrüchen, wie es bei der Berechnung des Durchmeſſers aus Teilung und Zähnezahl der Fall iſt, ſofern nicht die Teilung ein Vielfaches von π iſt. Um für die übrigen bei Verzahnungen in Betracht kommenden Maße Regeln zu erhalten, die ſich leicht im Gedächtnis behalten laſſen, ſetzt man die Höhe des Zahnkopfs gleich dem Modul ($t/\pi = 0{,}318\,t$ an Stelle der ſonſt üblichen $0{,}3\,t$), und man erhält damit auch für den äußeren Durchmeſſer der Räder glatte Maße: $D_a = M z + 2M = (z + 2)\,M$. Die ganze Zahnhöhe wird zu 2,16 Modul angenommen. Der Achſenabſtand e zweier Räder ergibt ſich zu $e = {}^1/_2\,(z_1 + z_2)\,M$. Die Modulteilung bezeichnet man auch als π-Teilung. *A. Widmaier.*

Modulfräſer, Fräſer (ſ. Bd. 4, S. 147) zur Herſtellung von Verzahnungen, die nach dem Modulſyſtem (ſ. Modul) ausgeführt ſind; (ſ. a. Zahnräderherſtellung).

Möbel, der geſamte bewegliche Hausrat [1], wozu bei den alten Völkern neben Holz ſehr häufig auch Erz und Marmor verwendet wurden [2], während das Mittelalter ſeine Möbel faſt ausſchließlich aus Holz anzufertigen pflegte [3]. In der neueren Zeit wird der Hausrat nicht nur vom Tiſchler, ſondern in vielen Fällen auch zugleich vom Tapezierer hergeſtellt [4]. Die Form wird weſentlich beeinflußt durch den Zweck, dem das Möbel zu dienen hat, durch das Material, aus dem es hergeſtellt worden, durch die ſich ſtets ändernden Sitten und Gebräuche der verſchiedenen Völker, bei denen es in Anwendung kam, und ſchließlich durch den Stil, welcher zur Zeit der Anfertigung die Kunſtformen beherrſchte. Wir unterſcheiden Sitzmöbel, Tiſche, Schränke und verſchiedene Möbel [5].

1. Sitzmöbel. Die einfachſte Form dieſer Gattung iſt jene, die keine Lehne hat (Schemel, Taburett); eine Bereicherung tritt ein durch Hinzufügung einer Rückenlehne und einer Armlehne (Stuhl, Seſſel, Armſeſſel). Die Ausſtattung kann eine ſehr verſchiedene ſein; am reichſten in Form und Material gebildet iſt der Thronſeſſel, der meiſt keine Armlehne beſitzt. Abarten von geringerer Bedeutung ſind die Dreh-, Klapp- und Schaukelſtühle. Für mehrere Perſonen beſtimmt ſind die Bank, das Chorgeſtühl und das Ruhebett oder Sofa, letzteres auch zum Liegen eingerichtet. Gebogene und nach hinten abfallende Sitzflächen ſowie Arm- und Rückenlehnen von geſchweifter Form ſind ungleich bequemer als vollkommen horizontale Sitzflächen und gerade Lehnen. Bei allen Sitzmöbeln ſollen die Füße der Sitzenden noch den Boden erreichen, was eine Höhe der Sitzfläche von 45—50 cm vom Boden erfordert. Zur Anfertigung dieſes Hausrates dienen Holz, Stein, Rohr und Metall. Da aber das Sitzen auf einer harten Unterlage für längere Zeit unbequem iſt, erhielten die Sitzmöbel an den Sitzflächen Tierfelle, Gurtſpannungen, Rohrgeflecht, Kiſſenbeläge und Polſterungen.

2. Tiſche. Die Hauptbeſtandteile derſelben ſind das Untergeſtell und die horizontale Platte. Das Untergeſtell beſteht zumeiſt aus einem, zwei, drei oder mehreren Füßen in den mannigfaltigſten Formen; auch die Platte wird in den verſchiedenartigſten Geſtalten hergeſtellt. Beſondere Abarten ſind: der Zargentiſch, bei dem das Untergeſtell aus zwei Seitenwänden beſteht, und der Sägebocktiſch, bei welchem ſtatt der Seitenwände gekreuzte Streben angewendet werden. Schiebt man im Zargentiſch mehrere Platten ein, ſo entſteht der Etagentiſch. Der Konſolentiſch ſteht an der Wand, wobei die Platte durch Konſolen unterſtützt wird. Als Speiſetiſch wird ſehr häufig ein Auszugtiſch verwendet, der ausgezogen und durch Einlegen von Platten bedeutend vergrößert werden kann. Als Spieltiſch wird zuweilen der Klapptiſch gebraucht, welcher umklappbare Seitenteile hat. Blumentiſch und Nipptiſch dienen zur Aufnahme von Blumen oder von kleinen Kunſtgegenſtänden. Beſondere Bedeutung hat der Schreibtiſch, der nicht nur zum Schreiben, ſondern auch zur Aufbewahrung von Briefen, Akten, Urkunden u. dergl. dient; zu dieſem Ende erhält er Käſten, Schiebladen, Fächer und Schäfte beigefügt. Abarten ſind: das ſogenannte Zylinderbureau, bei welchem der Tiſch nach dem Gebrauche durch Herablaſſen einer Art Rolladens in Form eines Viertelzylinders geſchloſſen werden kann; der Sekretär, bei welchem die Schreibfläche umgeklappt und ebenfalls verſchließbar gemacht iſt; die doppelſeitigen Damenſchreibtiſche u. a. m. — Als Material wird zu Tiſchen hauptſächlich Holz, ſeltener Stein und Metall verwendet. Die Verzierung bezieht ſich namentlich auf das Untergeſtell, das vielfach durch Schnitzerei und Drechslerarbeit dekoriert wird, während die Tiſchplatte unverziert oder nur mit Flachornamenten, namentlich durch Intarſia, Moſaik und Bemalung, verſehen iſt. Die Höhe der meiſten Tiſche ſchwankt zwiſchen 75—80 cm.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Schränke (Schrein, Kaſten). Die älteſte Form iſt die Truhe, ein tragbarer Schrein, der ſchon in Griechenland und Rom zur Verwendung kam; auch das Mittelalter benutzte Truhen für kirchliche und profane Zwecke. Sie ſind meiſt prismatiſch geſtaltet und fußlos und am häufigſten mit Eiſenbeſchlag verziert. Auch die Renaiſſancezeit verwendete ähnliche Formen von Truhen; dieſe haben in der Regel Füße, einen pyramidenförmig geſtalteten Deckel und ſind überdies mit Intarſia oder Schnitzwerk mehr oder weniger reich verziert. Aus der alten Truhe iſt der heute übliche Brandkaſten entſtanden, ein aus drei gleichhohen, tragbaren Teilen gebildeter Schrank, der zum Aufbewahren des Weißzeugs dient und bei Feuersgefahr in ſeinen einzelnen Teilen leicht abgehoben und ohne weiteres fortgetragen werden kann. Aufrechtſtehende Schränke kommen im Altertum gar nicht und im Mittelalter erſt in den ſpäteren Zeiten vor; ſie ſind dann meiſt ſchwer gefertigt und mit ſtarker Schmiedearbeit verziert. In der Renaiſſancezeit aber wurden unglaubliche Mengen, Arten und Abarten von Schränken gebildet, die den verſchiedenartigſten Zwecken zu dienen hatten, insbeſondere aber zur Aufbewahrung von Wäſche, Kleidern, Büchern, Koſtbarkeiten u. ſ. w. Die Verzierung wurde entweder durch Verwendung von verſchiedenen Holzarten mit ihren eigenartigen Maſern oder durch Anwendung von Intarſia und Moſaik oder durch Einlegen von Metallornamenten und Schildkrot (ſogenannte Boulearbeit) erzielt. Auch ein plaſtiſcher Stil kam häufig zur Verwendung, wobei die Schränke durch Säulen oder Pilaſter gegliedert, durch Füllungen, Kartuſchen und figuralen Schmuck reich verziert und überdies durch Anordnung von Türen, Schiebkaſten und offen bleibenden Räumen äußerlich mannigfaltig geſtaltet wurden. Eine Unterabteilung dieſer Möbel bilden die Büfette und Kredenzſchränke, die ſchon im Mittelalter, wenn auch nur in einfacher Form, gebräuchlich waren, zur Aufbewahrung von Eß- und Tiſchgerät, aber auch gleichzeitig zur Aufſtellung von Prunkgefäßen dienend. In der Renaiſſance und in der Neuzeit wurden Büfette oft in der reichſten Weiſe ausgeſtattet; der unterſte Teil bildet häufig einen Hohlraum, während der Mittelteil den eigentlichen Aufbewahrungsraum enthält und durch Säulchen geſtützt erſcheint; der oberſte Teil erhält einen reichen Abſchluß in mehreren Schäften mit Deckengalerien und reichem Kartuſchenwerk. Eine weitere Art bilden die Wandkäſtchen von kleineren Dimenſionen. Da ſie aufgehängt werden, erhalten ſie keine Füße, dafür aber konſolenartige Endungen nach unten, ſie dienen zur Aufbewahrung von Büchern, Schlüſſeln u. ſ. w.

4. Zu den verſchiedenen Möbeln, die ſich unter keinem gemeinſchaftlichen Namen zuſammenfaſſen laſſen, gehören insbeſondere: das Bett, die Wiege, Pult, Staffelei, Uhrgehäuſe u. ſ. w. Letztere wurden in reicherer Form namentlich in der Renaiſſancezeit angewendet und dann entweder für Steh- oder Standuhren angefertigt. Auch die Waſch- oder Toilettenſchränkchen wurden erſt in der Renaiſſanceperiode in reicher Ausſtattung hergeſtellt und pflegten ſehr verſchiedene Formen anzunehmen [6]—[13].

Wegen des Näheren bezüglich Stil, Ausſtattung, Material u. ſ. w. der Möbel ſowie ihrer Fabrikation wird auf die Literatur verwieſen. Vgl. a. den Art. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 751 ff.

Literatur: [1] Semper, Der Stil, Frankfurt 1860. — [2] Ménard und Sauvageot, La vie privée des anciens, Paris. — [3] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné du mobilier français, Paris. — [4] Hirth, Georg, Das deutſche Zimmer, München und Leipzig 1886. — [5] Meyer, Fr. Sales, Handb. d. Ornamentik, Leipzig 1888. — [6] Caſpar, Deutſche Kunſt- und Prachtmöbel neueſter Zeit, Erfurt 1885. — [7] Jacquemart, Histoire du mobilier, Paris 1877. — [8] Champeaux, Le meuble, Paris 1885. — [9] Kick und Seubert, Muſterſammlungen für Möbeltiſchler, Ravensburg 1886—87. — [10] Gurlitt, Möbel deutſcher Fürſtenſitze, Berlin 1886/88. — [11] Dohme, R., Möbel aus den Königl. Schlöſſern zu Berlin und Potsdam, Berlin 1886/91. — [12] Schwenke, Ausgeführte Möbel- und Zimmereinrichtungen, Berlin 1880. — [13] Villeneuve, Kunſtmöbel verſchiedener Stile, Berlin 1891. — [14] Havard, Dictionnaire de l'ameublement, Paris 1887/90. — [15] Rémon, Moderne Möbel, Berlin 1894/95. — Möbel und Zimmereinrichtungen der Gegenwart, Berlin 1900.

Weinbrenner.

Möbelſamt, ſ. Weberei.

Möller, Möllerung, ſ. Befchicken.

Moellons, ſ. Bruchſteinmauerwerk.

Mönch. 1. Bezeichnung für Tauchkolben (Plunger, Mönchskolben) von Pumpen und Kolbenpreſſen. 2. Bezeichnung für Lochſtempel (Schneidſtempel, Durchſchlag u. ſ. w.), ſ. Lochen, S. 178. Vgl. a. Hohlziegeldach.

Mönchsgang, ſchmale Empore (ſ. Baſilika, Bd. 1, S. 557, unten), in der Regel in der Mauer des Mittelſchiffes angebracht, die den Zweck hat, den Zugang zu allen Teilen der Kirche zu ermöglichen. *Weinbrenner.*

Mörſer, kurze Kanonen mit ſteiler Flugbahn bei großer Elevation und kleiner Ladung für horizontale, meiſt hinter Deckungen befindliche Ziele; ſ. Geſchütze, Küſtenartillerie, Schiffsgeſchütze. *T. Schwarz.*

Mörtel ſind Verbindungsmittel des Steinbaues, die vermöge ihrer Eigenſchaft, aus einem halbflüſſigen oder breiartig plaſtiſchen Zuſtande durch Austrocknen, Erſtarren oder Erhärten in einen feſten überzugehen, eine dauernde Ausfüllung von Hohlräumen (Fugen) oder ein Aneinanderhaften der Steine bewirken. Außerdem wird Mörtel zum Ueberziehen der Mauern, Wände und Decken in Form von Putz (ſ. d.) verwendet. Je nachdem das Feſtwerden des Mörtels auf mechaniſchem Wege durch einfache Waſſerausdünſtung oder durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

übereingekommen, den unteren Säulenhalbmeſſer als Einheit anzunehmen. Um auch kleinere Teile als einen Halbmeſſer meſſen zu können, teilt man den Modul in dreißig Teile (Partes), worüber ſchon Vitruv in ſeinem Werke über die Baukunſt genaue Anhaltspunkte gibt (4. Buch, Kap. 3). *Weinbrenner.*

Modul (Modulus, Stichzahl) bezeichnet im Maſchinenbau bei Verzahnungen die Zahl M, welche man erhält, wenn man die Zahnteilung t durch π (3,14 . . .) dividiert: $M = t/\pi$.

Der Teilkreisdurchmeſſer D eines Zahnrades ergibt ſich demgemäß zu $D = M z$, wenn z die Zähnezahl bezeichnet, da $D\pi = z\,t$ und nach obigem $t/\pi = M$ iſt. Man braucht alſo, um den Teilkreisdurchmeſſer zu finden, nur die Zähnezahl mit dem Modul zu multiplizieren. Den Modul nimmt man in ganzen, halben, höchſtens noch in viertel Millimetern; es entſtehen demnach für den Teilkreisdurchmeſſer meiſtens ganze, im ungünſtigen Fall Maße in halben und viertel Millimetern und nicht Maße mit unendlichen Dezimalbrüchen, wie es bei der Berechnung des Durchmeſſers aus Teilung und Zähnezahl der Fall iſt, ſofern nicht die Teilung ein Vielfaches von π iſt. Um für die übrigen bei Verzahnungen in Betracht kommenden Maße Regeln zu erhalten, die ſich leicht im Gedächtnis behalten laſſen, ſetzt man die Höhe des Zahnkopfs gleich dem Modul ($t/\pi = 0{,}318\,t$ an Stelle der ſonſt üblichen $0{,}3\,t$), und man erhält damit auch für den äußeren Durchmeſſer der Räder glatte Maße: $D_a = M z + 2M = (z + 2)\,M$. Die ganze Zahnhöhe wird zu 2,16 Modul angenommen. Der Achſenabſtand e zweier Räder ergibt ſich zu $e = {}^1/_2\,(z_1 + z_2)\,M$. Die Modulteilung bezeichnet man auch als π-Teilung. *A. Widmaier.*

Modulfräſer, Fräſer (ſ. Bd. 4, S. 147) zur Herſtellung von Verzahnungen, die nach dem Modulſyſtem (ſ. Modul) ausgeführt ſind; (ſ. a. Zahnräderherſtellung).

Möbel, der geſamte bewegliche Hausrat [1], wozu bei den alten Völkern neben Holz ſehr häufig auch Erz und Marmor verwendet wurden [2], während das Mittelalter ſeine Möbel faſt ausſchließlich aus Holz anzufertigen pflegte [3]. In der neueren Zeit wird der Hausrat nicht nur vom Tiſchler, ſondern in vielen Fällen auch zugleich vom Tapezierer hergeſtellt [4]. Die Form wird weſentlich beeinflußt durch den Zweck, dem das Möbel zu dienen hat, durch das Material, aus dem es hergeſtellt worden, durch die ſich ſtets ändernden Sitten und Gebräuche der verſchiedenen Völker, bei denen es in Anwendung kam, und ſchließlich durch den Stil, welcher zur Zeit der Anfertigung die Kunſtformen beherrſchte. Wir unterſcheiden Sitzmöbel, Tiſche, Schränke und verſchiedene Möbel [5].

1. Sitzmöbel. Die einfachſte Form dieſer Gattung iſt jene, die keine Lehne hat (Schemel, Taburett); eine Bereicherung tritt ein durch Hinzufügung einer Rückenlehne und einer Armlehne (Stuhl, Seſſel, Armſeſſel). Die Ausſtattung kann eine ſehr verſchiedene ſein; am reichſten in Form und Material gebildet iſt der Thronſeſſel, der meiſt keine Armlehne beſitzt. Abarten von geringerer Bedeutung ſind die Dreh-, Klapp- und Schaukelſtühle. Für mehrere Perſonen beſtimmt ſind die Bank, das Chorgeſtühl und das Ruhebett oder Sofa, letzteres auch zum Liegen eingerichtet. Gebogene und nach hinten abfallende Sitzflächen ſowie Arm- und Rückenlehnen von geſchweifter Form ſind ungleich bequemer als vollkommen horizontale Sitzflächen und gerade Lehnen. Bei allen Sitzmöbeln ſollen die Füße der Sitzenden noch den Boden erreichen, was eine Höhe der Sitzfläche von 45—50 cm vom Boden erfordert. Zur Anfertigung dieſes Hausrates dienen Holz, Stein, Rohr und Metall. Da aber das Sitzen auf einer harten Unterlage für längere Zeit unbequem iſt, erhielten die Sitzmöbel an den Sitzflächen Tierfelle, Gurtſpannungen, Rohrgeflecht, Kiſſenbeläge und Polſterungen.

2. Tiſche. Die Hauptbeſtandteile derſelben ſind das Untergeſtell und die horizontale Platte. Das Untergeſtell beſteht zumeiſt aus einem, zwei, drei oder mehreren Füßen in den mannigfaltigſten Formen; auch die Platte wird in den verſchiedenartigſten Geſtalten hergeſtellt. Beſondere Abarten ſind: der Zargentiſch, bei dem das Untergeſtell aus zwei Seitenwänden beſteht, und der Sägebocktiſch, bei welchem ſtatt der Seitenwände gekreuzte Streben angewendet werden. Schiebt man im Zargentiſch mehrere Platten ein, ſo entſteht der Etagentiſch. Der Konſolentiſch ſteht an der Wand, wobei die Platte durch Konſolen unterſtützt wird. Als Speiſetiſch wird ſehr häufig ein Auszugtiſch verwendet, der ausgezogen und durch Einlegen von Platten bedeutend vergrößert werden kann. Als Spieltiſch wird zuweilen der Klapptiſch gebraucht, welcher umklappbare Seitenteile hat. Blumentiſch und Nipptiſch dienen zur Aufnahme von Blumen oder von kleinen Kunſtgegenſtänden. Beſondere Bedeutung hat der Schreibtiſch, der nicht nur zum Schreiben, ſondern auch zur Aufbewahrung von Briefen, Akten, Urkunden u. dergl. dient; zu dieſem Ende erhält er Käſten, Schiebladen, Fächer und Schäfte beigefügt. Abarten ſind: das ſogenannte Zylinderbureau, bei welchem der Tiſch nach dem Gebrauche durch Herablaſſen einer Art Rolladens in Form eines Viertelzylinders geſchloſſen werden kann; der Sekretär, bei welchem die Schreibfläche umgeklappt und ebenfalls verſchließbar gemacht iſt; die doppelſeitigen Damenſchreibtiſche u. a. m. — Als Material wird zu Tiſchen hauptſächlich Holz, ſeltener Stein und Metall verwendet. Die Verzierung bezieht ſich namentlich auf das Untergeſtell, das vielfach durch Schnitzerei und Drechſlerarbeit dekoriert wird, während die Tiſchplatte unverziert oder nur mit Flachornamenten, namentlich durch Intarſia, Moſaik und Bemalung, verſehen iſt. Die Höhe der meiſten Tiſche ſchwankt zwiſchen 75—80 cm.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Schränke (Schrein, Kaften). Die älteſte Form iſt die Truhe, ein tragbarer Schrein, der ſchon in Griechenland und Rom zur Verwendung kam; auch das Mittelalter benutzte Truhen für kirchliche und profane Zwecke. Sie ſind meiſt prismatiſch geſtaltet und fußlos und am häufigſten mit Eiſenbeſchlag verziert. Auch die Renaiſſancezeit verwendete ähnliche Formen von Truhen; dieſe haben in der Regel Füße, einen pyramidenförmig geſtalteten Deckel und ſind überdies mit Intarſia oder Schnitzwerk mehr oder weniger reich verziert. Aus der alten Truhe iſt der heute übliche Brandkaſten entſtanden, ein aus drei gleichhohen, tragbaren Teilen gebildeter Schrank, der zum Aufbewahren des Weißzeugs dient und bei Feuersgefahr in ſeinen einzelnen Teilen leicht abgehoben und ohne weiteres fortgetragen werden kann. Aufrechtſtehende Schränke kommen im Altertum gar nicht und im Mittelalter erſt in den ſpäteren Zeiten vor; ſie ſind dann meiſt ſchwer gefertigt und mit ſtarker Schmiedearbeit verziert. In der Renaiſſancezeit aber wurden unglaubliche Mengen, Arten und Abarten von Schränken gebildet, die den verſchiedenartigſten Zwecken zu dienen hatten, insbeſondere aber zur Aufbewahrung von Wäſche, Kleidern, Büchern, Koſtbarkeiten u. ſ. w. Die Verzierung wurde entweder durch Verwendung von verſchiedenen Holzarten mit ihren eigenartigen Maſern oder durch Anwendung von Intarſia und Moſaik oder durch Einlegen von Metallornamenten und Schildkrot (ſogenannte Boulearbeit) erzielt. Auch ein plaſtiſcher Stil kam häufig zur Verwendung, wobei die Schränke durch Säulen oder Pilaſter gegliedert, durch Füllungen, Kartuſchen und figuralen Schmuck reich verziert und überdies durch Anordnung von Türen, Schiebkaſten und offen bleibenden Räumen äußerlich mannigfaltig geſtaltet wurden. Eine Unterabteilung dieſer Möbel bilden die Büfette und Kredenzſchränke, die ſchon im Mittelalter, wenn auch nur in einfacher Form, gebräuchlich waren, zur Aufbewahrung von Eß- und Tiſchgerät, aber auch gleichzeitig zur Aufſtellung von Prunkgefäßen dienend. In der Renaiſſance und in der Neuzeit wurden Büfette oft in der reichſten Weiſe ausgeſtattet; der unterſte Teil bildet häufig einen Hohlraum, während der Mittelteil den eigentlichen Aufbewahrungsraum enthält und durch Säulchen geſtützt erſcheint; der oberſte Teil erhält einen reichen Abſchluß in mehreren Schäften mit Deckengalerien und reichem Kartuſchenwerk. Eine weitere Art bilden die Wandkäſtchen von kleineren Dimenſionen. Da ſie aufgehängt werden, erhalten ſie keine Füße, dafür aber konſolenartige Endungen nach unten, ſie dienen zur Aufbewahrung von Büchern, Schlüſſeln u. ſ. w.

4. Zu den verſchiedenen Möbeln, die ſich unter keinem gemeinſchaftlichen Namen zuſammenfaſſen laſſen, gehören insbeſondere: das Bett, die Wiege, Pult, Staffelei, Uhrgehäuſe u. ſ. w. Letztere wurden in reicherer Form namentlich in der Renaiſſancezeit angewendet und dann entweder für Steh- oder Standuhren angefertigt. Auch die Waſch- oder Toilettenſchränkchen wurden erſt in der Renaiſſanceperiode in reicher Ausſtattung hergeſtellt und pflegten ſehr verſchiedene Formen anzunehmen [6]—[13].

Wegen des Näheren bezüglich Stil, Ausſtattung, Material u. ſ. w. der Möbel ſowie ihrer Fabrikation wird auf die Literatur verwieſen. Vgl. a. den Art. Kunſtgewerbe, Bd. 5, S. 751 ff.

Literatur: [1] Semper, Der Stil, Frankfurt 1860. — [2] Ménard und Sauvageot, La vie privée des anciens, Paris. — [3] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné du mobilier français, Paris. — [4] Hirth, Georg, Das deutſche Zimmer, München und Leipzig 1886. — [5] Meyer, Fr. Sales, Handb. d. Ornamentik, Leipzig 1888. — [6] Caſpar, Deutſche Kunſt- und Prachtmöbel neueſter Zeit, Erfurt 1885. — [7] Jacquemart, Histoire du mobilier, Paris 1877. — [8] Champeaux, Le meuble, Paris 1885. — [9] Kick und Seubert, Muſterſammlungen für Möbeltiſchler, Ravensburg 1886—87. — [10] Gurlitt, Möbel deutſcher Fürſtenſitze, Berlin 1886/88. — [11] Dohme, R., Möbel aus den Königl. Schlöſſern zu Berlin und Potsdam, Berlin 1886/91. — [12] Schwenke, Ausgeführte Möbel- und Zimmereinrichtungen, Berlin 1880. — [13] Villeneuve, Kunſtmöbel verſchiedener Stile, Berlin 1891. — [14] Havard, Dictionnaire de l'ameublement, Paris 1887/90. — [15] Rémon, Moderne Möbel, Berlin 1894/95. — Möbel und Zimmereinrichtungen der Gegenwart, Berlin 1900.

Weinbrenner.

Möbelfamt, ſ. Weberei.

Möller, Möllerung, ſ. Beſchicken.

Moellons, ſ. Bruchſteinmauerwerk.

Mönch. 1. Bezeichnung für Tauchkolben (Plunger, Mönchskolben) von Pumpen und Kolbenpreſſen. 2. Bezeichnung für Lochſtempel (Schneidſtempel, Durchſchlag u. ſ. w.), ſ. Lochen, S. 178. Vgl. a. Hohlziegeldach.

Mönchsgang, ſchmale Empore (ſ. Baſilika, Bd. 1, S. 557, unten), in der Regel in der Mauer des Mittelſchiffes angebracht, die den Zweck hat, den Zugang zu allen Teilen der Kirche zu ermöglichen. *Weinbrenner.*

Mörſer, kurze Kanonen mit ſteiler Flugbahn bei großer Elevation und kleiner Ladung für horizontale, meiſt hinter Deckungen befindliche Ziele; ſ. Geſchütze, Küſtenartillerie, Schiffsgeſchütze. *T. Schwarz.*

Mörtel ſind Verbindungsmittel des Steinbaues, die vermöge ihrer Eigenſchaft, aus einem halbflüſſigen oder breiartig plaſtiſchen Zuſtande durch Austrocknen, Erſtarren oder Erhärten in einen feſten überzugehen, eine dauernde Ausfüllung von Hohlräumen (Fugen) oder ein Aneinanderhaften der Steine bewirken. Außerdem wird Mörtel zum Ueberziehen der Mauern, Wände und Decken in Form von Putz (ſ. d.) verwendet. Je nachdem das Feſtwerden des Mörtels auf mechaniſchem Wege durch einfache Waſſerausdünſtung oder durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Erkalten des heiß und dadurch flüſſig gemachten Bindemittels oder aber durch chemiſche Veränderung desſelben erfolgt, unterſcheidet Hauenſchild [1] mechaniſche und chemiſche Mörtel.

Von den mechaniſchen Mörteln Lehm, Schamotte, Schwefel, Blei und den verſchiedenen Kittarten (ſ. Kitt) finden Lehm- und Schamottemörtel bei Feuerungsanlagen und bei den unteren Teilen von Schornſteinröhren Verwendung, während Aſphalt zur Iſolierung von Mauerſchichten und Mauerflächen gegen Feuchtigkeit benutzt wird. Die übrigen mechaniſchen Mörtel dienen hauptſächlich zur Befeſtigung von Metallteilen in Stein, wie dies bei den Klammer- und Dübelverbindungen (ſ. d.) beſprochen iſt. Als chemiſche Mörtel oder Mörtel im engeren Sinne ſind die unter Abgabe von Waſſer, aber unter darauffolgender chemiſcher Veränderung feſt werdenden Kalk-, Zement-, Gips- und Magneſiamörtel anzuſehen. Magneſiamörtel wird aus Magneſiakalk und Sand bereitet und kann, da er nach einiger Zeit den Einwirkungen des Waſſers widerſteht, ſowohl zu künſtlichen Blöcken für Hafenbauten als auch als Luftmörtel Verwendung finden. Er bindet weniger raſch ab als der Fettkalkmörtel und erfordert daher weniger Sorgfalt beim Mauern, hat aber die Eigenſchaft, aus raucherfüllter Luft ſchweflige Säure zu abſorbieren und infolgedeſſen, durch Bildung löslicher Magneſiaſulfate, näſſende Flecken an den Mauern hervorzurufen. Ferner können, je nach ihrer Verwendung bei trocken ſtehenden oder mit Waſſer in Berührung kommenden Mauern, unter den chemiſchen Mörteln die Mauer-, Luft- bezw. Waſſermörtel (vgl. Mörtelprüfung) unterſchieden werden.

Der am meiſten verwendete Luftmörtel iſt der gewöhnliche Kalkmörtel, der durch Mengung von mehr oder weniger fettem Kalkbrei (ſ. Löſchen des Kalkes) mit einer entſprechenden Sandmenge hergeſtellt wird. Der bloße Kalkbrei kann zwar bei ganz glatten, gut aufeinander paſſenden Mauerſteinen in ſehr dünnen Lagen ebenfalls als Mörtel verwendet werden, in dickeren Lagen jedoch und zwiſchen rauhen Steinen iſt er als ſolcher nicht anwendbar, da er aus Mangel an Poroſität Riſſe erhält und im Innern weich bleibt. Der Zuſatz von Sand oder ſandähnlichen Materialien iſt alſo beim Kalkmörtel zur Herſtellung der Poroſität durchaus erforderlich; auch bieten die einzelnen Sandkörner den beim Abbinden (ſ. d.) ſich bildenden Kriſtallen Flächen zur Ablagerung dar. Deshalb iſt ſcharfkörniger Quarzſand dem aus abgerundeten Körnern beſtehenden vorzuziehen. Dem Sande ſoll nach Wolfram ſo viel Kalkbrei zugemengt werden, daß der Rauminhalt des fertigen Mörtels nicht größer als derjenige des dazu verwendeten Sandes wird. Es kommt alſo darauf an, die Zwiſchenräume im Sande zu kennen, da dieſe vom Kalkbrei ausgefüllt werden müſſen, und je nach dem Korn des Sandes wird ein andres Miſchungsverhältnis zu wählen ſein. Nach Manger ſchwankt dieſes für Kalkbrei zu Sand zwiſchen 1:1,33 bis höchſtens 1:4,5, je nach der geringeren oder größeren Fettigkeit des Kalkes und dem gröberen oder feineren Korn des Sandes. Auch auf die Zeit des Erhärtens hat der Sandzuſatz Einfluß, da bei weniger Sand der Mörtel langſamer erhärtet, aber feſter wird. Grober Sand wird vorteilhaft für Bruchſteinmauerwerk und für Fundamentmauern verwendet und iſt bei fettem Kalk das Miſchungsverhältnis 1:3 bis 1:4, bei Mauern über der Erde 1:2 bis 2:5. In Ermanglung von Sand wird bisweilen Torf-, Steinkohlen- oder Braunkohlen-, auch Ziegelmehl angewendet. Meerſand kann ſeines Salzgehaltes wegen nicht ohne vorheriges mehrmaliges Auslaugen und Auswaſchen verwendet werden, auch iſt fein rundes Korn für die Mörtelbildung nicht günſtig. Bei poröſen Steinen iſt der Mörtel dünner, bei Klinkern und feſten Steinen ſteifer anzumachen. Zu Luftmörtel eignen ſich ebenfalls die Mörtel aus Kalken mit hydrauliſchen Eigenſchaften, ferner der verlängerte Zementmörtel, der Gipsmörtel (ſ. d.) ſowie der Magneſiamörtel.

Alle dieſe chemiſchen Mörtel haben das Gemeinſame, daß ſie, je nach der Verwendungsweiſe, durch Miſchung einer beſtimmten Menge des betreffenden Bindematerials mit einer entſprechenden Menge Sand und Waſſer zu einem Brei angerührt werden, der, zwiſchen die Steine gebracht, nach kürzerer oder längerer Zeit abbindet und allmählich durch Bildung kohlen- und kieſelſaurer Kalkverbindungen Steinhärte annimmt. Die Bereitung geſchieht durch möglichſt innige Vermengung der Beſtandteile mittels geeigneter Krücken und Schaufeln durch Handarbeit oder in Mörtelmaſchinen. — Ueber die Prüfung des Mörtels ſ. Mörtelprüfung, über Miſchmaſchinen ſ. Beton.

Literatur: [1] Handb. d. Arch., 1. Teil, Bd. 1, S. 113. Ueber das Stefanſche Geſetz der ſcheinbaren Adhäſion und die Kolloidtheorie Hauenſchilds ſ. d. und Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. Kaiſ. Akad. d. Wiſſenſch. in Wien, Bd. 69, 2. Abt. 1874, Heft I—V, S. 713, ferner Hauenſchild, Katechismus der Baumaterialien, 2. Teil: Die Mörtelſubſtanzen, Wien 1879, und Notizblätter des Deutſchen Vereins für Fabrikation von Ziegeln u. ſ. w. 1879, II, S. 182. Vgl. a. die Literatur unter Magneſiakalk.

L. v. Willmann.

Mörtelmaſchinen, ſ. Beton.

Mörtelprüfung. Mörtelmaterialien werden unterſchieden in Luftmörtel und hydrauliſche Mörtel. Die erſteren ſind ſolche, die lediglich unter dem freien Zutritt der Luft, d. h. unter der Einwirkung der atmoſphäriſchen Kohlenſäure, erhärten und daher nur zu trockenſtehendem Mauerwerk verwendet werden können. Hydrauliſche Mörtel ſind ſolche, die ſowohl unter dem freien Luftzutritt (unſelbſtändig) als auch unter Waſſer (ſelbſtändig) erhärten und in Waſſer nicht löslich ſind. Die Nomenklatur der hydrauliſchen Bindemittel (vgl. [1]—[3]) unterſcheidet:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. Hydraulifche Kalke, die durch Brennen von mehr oder weniger ton- (oder kiefelfäure-)haltigen Kalken gewonnen werden und, mit Waffer genetzt, fich ohne erhebliche Volumenveränderung ganz oder teilweife zu Pulver löfchen.

2. Romanzemente, welche aus tonreichen Kalkmergeln durch Brennen unterhalb der Sintergrenze gewonnen werden und bei Netzung mit Waffer fich nicht löfchen und daher durch mechanifche Zerkleinerung in Pulverform gebracht werden müffen.

3. Portlandzemente, die aus natürlichen Kalkmergeln oder künftlichen Mifchungen ton- und kalkhaltiger Stoffe durch Brennen bis zur Sinterung und darauffolgende Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit gewonnen werden und auf einen Gewichtsteil Hydraulefaktoren mindeftens 1,7 Gewichtsteile Kalkerde enthalten. Zur Regulierung technifch wichtiger Eigenfchaften ift ein Zufatz fremder Stoffe bis zu 2 % des Gewichtes ohne Aenderung des Namens zuläffig.

4. Puzzolanzemente, die durch innigfte Mifchung pulverförmiger Kalkhydrate mit ftaubfein zerkleinerten hydraulifchen Zufchlägen gewonnen werden.

5. Gemifchte Zemente, die durch innigfte Mifchung fertiger Zemente mit geeigneten Zufchlägen gewonnen werden und nach dem Grundftoff und unter Angabe des Zufchlages ausdrücklich als gemifchte Zemente zu benennen find.

6. Eifenportlandzement, Portlandzement mit 30 % Zufatz granulierter und feingemahlener Hochofenfchlacke.

7. Hydraulifche Zufchläge, natürliche oder künftliche Stoffe, welche nicht felbftändig, fondern in Verbindung mit Aetzkalk hydraulifch erhärten; z. B. Traß, Puzzolanerde, Santorinerde, Hochofenfchlacke, gebrannte Tone, u. f. w.

Die Prüfung der Mörtelmaterialien (Bindemittel) ift am eingehendften durchgebildet für Portlandzement. Sie erfolgt an Hand fogenannter Normen (f. Normenproben), die zum Teil auch auf die übrigen hydraulifchen Bindemittel angewendet werden [3], [4]. Außer den Normenproben gelangen befondere Unterfuchungen hinfichtlich der Verwendbarkeit für beftimmte Zwecke zur Ausführung [5]. Die Unterfuchungen umfaffen chemifche und phyfikalifch-technifche Proben.

a) **Die chemifchen Unterfuchungen** erftrecken fich je nach der Art des Bindemittels auf die Beftimmung des Gehaltes an Kohlenfäure, Kiefelfäure, Tonerde, Eifenoxyd, Kalk, Magnefia, Schwefelfäure, Alkalien und beim Schlackenzement ferner auf Eifenoxydul, Manganoxydul und Sulfidfchwefel; auf die Beftimmung der Farbenechtheit fowie des Gehaltes an Brennftoffrückftänden durch Schütteln der Probe mit Waffer oder Alkohol, wobei die Farbmittel und Rückftände wegen ihres geringeren fpezififchen Gewichtes fich nach oben abfondern. — Zum Nachweis fremder mehlförmiger Zufchläge, als Kalkftein, Tonfchiefer, hydraulifcher Kalk, zu Portlandzement dienen nach Frefenius ([6]—[8]): 1. Das fpezififche Gewicht, welches beim reinen Portlandzement mindeftens 3,1—3,125 betragen foll. 2. Der Glühverluft, welcher durch Glühen von etwa 2 g der Maffe im Platintiegel bis zum konftanten Gewicht ermittelt wird und 0,34—2,59 % betragen darf, bei Gegenwart von hydraulifchem Kalk aber bis auf 18 % und darüber fteigt. 3. Die Alkalinität der Löfung, d. h. die Abgabe von alkalifch reagierenden Beftandteilen an Waffer. Zu ihrer Beftimmung werden 1 g der bis zur Feinheit von 5000 Mafchen (S. 456) gepulverten Maffe mit 100 ccm deftilliertem Waffer bei gewöhnlicher Temperatur 10 Minuten lang gefchüttelt, hierauf durch ein trockenes Filter filtriert und alsdann 50 ccm des Filtrats mit einem Zehntel Normalfalzfäure titriert. Die zuläffigen Grenzwerte betragen 4 und 6,25, bei Gegenwart von Schlackenzement weniger und bei hydraulifchem Kalk mehr. 4. Der Verbrauch an ein Zehntel Normalfalzfäure, wenn 1 g der wie unter 3. feingepulverten Maffe mit einer Mifchung von 30 ccm Normalfalzfäure und 70 ccm Waffer 10 Minuten lang umgefchüttelt und 50 ccm des Filtrates mit Normalnatronlauge zurücktitriert werden. 5. Der durch Gegenwart von Schlackenmehl erhöhte Verbrauch an Kaliumpermanganat (Chamäleonlöfung), wenn 1 g des feingepulverten Bindemittels mit etwa 150 ccm einer Mifchung von 1 Teil verdünnter Schwefelfäure vom fpezififchen Gewicht 1,12 und 2 Teilen Waffer behandelt und der Flüffigkeit fo viel Chamäleonlöfung zugefetzt wird, bis bleibende Rotfärbung eintritt. 6. Die Aufnahme von Kohlenfäure, die bei Gegenwart von hydraulifchem Kalk als Gewichtzunahme fich ergibt, wenn 3 g des feingepulverten Materials im gewogenen Glasrohr bei Zimmerwärme der Einwirkung eines zuvor über Schwefelfäure getrockneten Kohlenfäureftromes bis zum unveränderlichen Gewicht ausgefetzt werden. Um Waffer verluffe zu verhindern, ift in das Ausgangsende des Rohres eine Chlorcalciumfchicht zwifchen zwei Afbeftpfropfen einzuführen. — Zur Unterfuchung von Traß empfiehlt Pennink, neben Feuchtigkeitsgehalt und Glühverluft den Gehalt an in Salzfäure löslichen Beftandteilen und der in Natronlauge löslichen Kiefelfäure zu beftimmen [9], [10].

b) **Die phyfikalifchen Unterfuchungen** erftrecken fich auf die Beftimmung folgender Eigenfchaften:

1. Das fpezififche Gewicht. Es wird aus dem porenfreien Volumen V der Probe von dem Gewicht G nach der Gleichung $\gamma = \frac{G}{V}$ berechnet. Zur Beftimmung des Volumens dienen hierbei fogenannte Volumenometer, welche die Flüffigkeitsmenge anzeigen, die das abgewogene pulverförmige Probematerial zu verdrängen vermag. — Bei den Volumenometern von Schumann [3], [8] (Fig. 1) wird die vorher geglühte Probemenge durch das Standrohr B in das zuvor mit Terpentin gefüllte, gläferne Gefäß A gefchüttet, fo daß das Oel in dem Rohr anfteigt. Letzteres ift in den Hals des Gefäßes forgfältig eingefchliffen und in $^1/_{10}$ ccm eingeteilt. Der Unterfchied in den Ablefungen am unteren Meniskus der Terpentinfäule vor und nach dem Einfchütten und Unterfinken der Probe gibt fomit das Volumen des letzteren. Zur Vermeidung von Meffungsfehlern müffen der Apparat, das Oel und die Probe gleichen Wärmegrad haben und die Luft vor der zweiten Ablefung aus dem Oel entwichen fein. — Bei dem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Fig. 2.

Apparat von Erdmenger & Mann (Fig. 2) ist das Entweichen der Luft dadurch erleichtert, daß die Bestimmung in einem möglichst kurzhalsigen, gläsernen Kölbchen von 50 ccm Inhalt ausgeführt wird, welches nach dem Einbringen des Oeles und des Probematerials vorsichtig geschwenkt werden kann. Zum Versuch wird das von einem Wasserkühler umgebene, in $^1/_{10}$ ccm geteilte Rohr von 50 ccm Inhalt aus einer mit ihm verbundenen Woulffschen Flasche mit Terpentinöl gefüllt und dann so viel Oel in das untergestellte, die Probe enthaltende Kölbchen abgelassen, bis das Niveau der Flüssigkeit in ihm auf 50 ccm steht. Das im Rohr zurückgebliebene Oelvolumen entspricht dann dem Volumen der Probe.

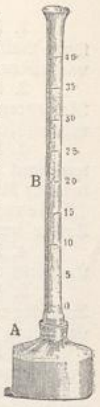


Fig. 1.

2. Das Volumen- oder Litergewicht der Masse (einschließlich Hohlräume) wird im möglichst losen und im möglichst fest gelagerten, eingerüttelten Zustande durch Messen und Wägen ermittelt. Einheitliche Verfahren für die Ausführung der Versuche bestehen noch nicht. Zur Erzielung möglichst loser Lagerung wird das Material in das Meßgefäß eingesiebt; die Form des Gefäßes und die Fallhöhe des Materials sind hierbei von Einfluß. Bernoully empfiehlt zur einheitlichen Versuchsausführung den Einfülltrichter (Fig. 3) [3]. Der Trichter mit Rührarmen im Innern wird unten durch einen Schieber verschlossen, mit dem Probematerial angefüllt; letzteres läßt man dann nach Ingangsetzen des Rührwerkes in das untergestellte Meßgefäß ablaufen. Nach vollständiger Füllung wird ohne Erschütterung abgestrichen und gewogen Die französischen Normen schreiben die Verwendung eines besonderen Siebtrichters vor [12], bestehend aus einem konischen Gefäß von 225 mm Länge, in dem sich, 80 mm vom oberen Rande entfernt, eine Siebeinlage mit Löchern von 2 mm Durchmesser befindet. Unten ist an den Konus ein Zylinder von 120 mm Länge angeschlossen, der mit einem drehbaren Schieber zu verschließen ist. Das Probematerial wird in Mengen von 300—400 g auf das Sieb gebracht und mit einem Spatel durchgerührt. Bei geöffnetem Schieber fällt es in das untergestellte Litergefäß, dessen oberer Rand 60 mm von der Ausflußöffnung entfernt ist. Das Durchrühren und Aufgeben neuen Materials erfolgt, bis sich ein vollkommener Kegel über dem Litergefäß gebildet hat, der dann ohne Erschüttern abgestrichen wird, worauf das Gewicht des Gefäßinhaltes festgestellt wird. Gary empfiehlt die allgemeine Einführung dieses Verfahrens; nur wünscht er an Stelle des Litergefäßes mit Höhe gleich Durchmesser das in der Eichordnung § 17 vorgesehene zylindrische Litergefäß [57]. — Die möglichst dichte Lagerung wird durch Einrütteln erzielt. Zum Einrütteln von Hand wird ein Litergefäß von 10 cm Höhe oder das preußische Normallitergefäß benutzt. Fig. 4 stellt ein mechanisches Rüttelwerk von Tetmajer dar, bei dem das zylindrische Litergefäß an einer liegenden Schwinge hängt und mit dieser durch Kurvenstücke, auf welchen die Enden der Schwinge schleifen, von der rechts gelegenen Antriebswelle aus langsam gehoben wird und dann plötzlich herabfällt, so daß es auf die Bodenplatte des Apparates auffschlägt. Die Fallhöhe beträgt etwa 10 mm. Das Litergefäß wird durch löffelweises Nachfüllen des Materials möglichst gehäuft voll gehalten und nach 6000 Stößen, die durch ein Zählwerk angezeigt werden, abgestrichen und gewogen. Der Apparat soll zugleich zur Bestimmung der

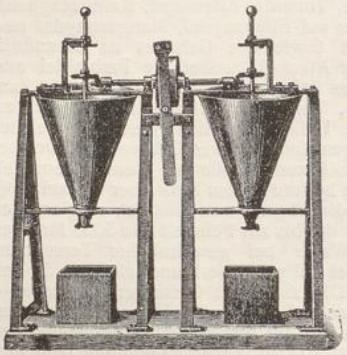


Fig. 3.

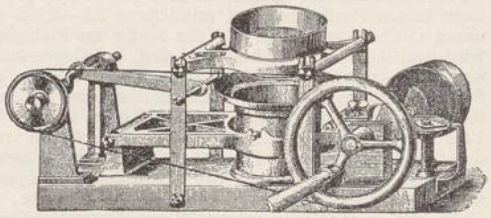


Fig. 4.

3. Feinheit der Mahlung durch Siebversuche dienen. Die Siebe mit Drahtgewebe werden in die von vier stehenden Schwingen (Fig. 4) getragene Platte eingesetzt und durch die links gelegene Kurbel betätigt. Die preußischen Normen schreiben vor, daß Portlandzement auf einem Siebe von 900 Maschen auf den Quadratzentimeter höchstens 10% Rückstand hinterlassen darf, wobei die Drahtstärke 0,11 mm, die Maschenweite 0,222 mm betragen soll. Diese Siebfeinheit ist für den Stand der Fabrikation längst viel zu gering. Daher ist neben dem normalen 900-Maschen-Sieb das mit 5000 Maschen auf 1 qcm wohl allgemein in Deutschland im Gebrauch. Nach den Beschlüssen der Konferenzen zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren werden zwei Siebe verschiedener Feinheit verwendet, und zwar für Portlandzement solche mit 900 und 4900 Maschen und für andre Bindemittel Siebe mit 900 und 2500 Maschen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Drahtſtärken ſollen für dieſe drei Siebe 0,05, 0,07 und 0,1 mm betragen, d. h. ebenfalls etwa die Hälfte der Maſchenweite [1], [8]. Mängel der feinen Drahtſiebe ſind, daß ſie nicht gleichmäßig im Handel zu haben ſind und im Gebrauch ſich leicht ändern. Verſuche mit Sieben aus gelochtem Blech ſind bisher fehlgeſchlagen, weil die Oeffnungen ſich leicht verſtopften. Von erheblichem Einfluß auf das Ergebnis iſt auch die Handhabung des Siebes. Gary empfiehlt daher an Stelle des Siebens das Schlämmen oder die Windſichtung [57], [68]. Auf die techniſchen Eigenſchaften iſt die Feinheit der Mahlung inſofern von Einfluß, als bei gleichſcharfem Brande feinere Zemente höhere Anfangsfeſtigkeit beſitzen als gröbere, während letztere größere Endfeſtigkeit erreichen. Das Haftvermögen, die Waſſerundurchläſſigkeit und der zuläſſige Sandgehalt des Mörtels gleicher Feſtigkeit nehmen ebenfalls mit der Feinheit der Mahlung zu; ferner fällt der Mörtel bei Miſchung nach Raumteilen um ſo magerer aus, je feiner der Zement gemahlen iſt; beim Lagern im kühlen Raum wird beſonders fein gemahlener Zement langſamer bindend und durch Aufnahme von Kohlenſäure und Feuchtigkeit aus der Luft klumpig und gebrauchsunfähig. Ohne weiteres läßt ſich aus der feinen Mahlung nicht auf die Güte des Zementes ſchließen, zumal geringwertige, ſchwach gebrannte Zemente weit mehr fehr fein gemahlen vorkommen als gute, ſcharfgebrannte.

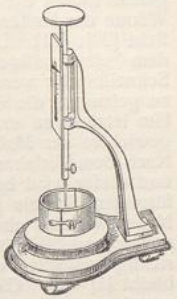


Fig. 5.

4. Die Abbindeverhältniſſe. Die Eigenſchaft der mit Waſſer zu einem Brei oder mit Sand und Waſſer zu einem Mörtel angemachten hydrauliſchen Bindemittel, an der Luft oder unter Waſſer zu erhärten, d. h. infolge chemiſch-phyſikaliſcher Vorgänge aus dem teigartigen, plaſtiſchen in den feſten Aggregatzuſtand überzugehen [55], nennt man das „Abbinden“, und die Zeit vom Anmachen des Breies bis zu demjenigen erfahrungsgemäß feſtgeſtellten Grade der Erhärtung, bei dem der Mörtel gegen mechaniſche Einwirkungen von Waſſer und Froſt widerſtandsfähig iſt, die „Bindezeit“. Letztere iſt bei der Beurteilung der Verwendbarkeit eines Bindemittels zu einem beſtimmten Zweck zu berückſichtigen, und zwar wird man zu einem Mörtel, der ſogleich nach ſeiner Verarbeitung auf Feſtigkeit beanſprucht werden muß oder zum Betonieren unter Waſſer verwendet werden ſoll, ſtets ſchnellbindendes Material (Bindezeit < 2 Stunden) wählen, im übrigen aber dem langſambindenden Material (Bindezeit > 2 Stunden) den Vorzug geben, weil es meiſt höhere Feſtigkeit erreicht und volumenbeſtändiger iſt. Wichtiger als die Bindezeit iſt beſonders bei Schnellbindern die Dauer bis zum Erhärtungsbeginn, weil der Zement innerhalb dieſer Zeit verarbeitet ſein muß, falls ſeine Bindekraft keine Einbuße erleiden ſoll. Durch Erſchüttern des Mörtels kann das Abbinden verzögert werden. Zur Unterſuchung der Abbindeverhältniſſe werden 300 g des Zementes (dieſe Menge iſt zur Erzielung vergleichbarer Ergebniſſe genau innezuhalten) bei Langſambindern 3 Minuten und bei Schnellbindern $1^1/_2$ Minute lang mit Waſſer zu einem ſteifen Brei angerührt. Dieſer wird nach dem älteſten Verfahren zu einem etwa 15 mm dicken Kuchen auf einer Glasplatte ausgegoſſen und dann als Bindezeit die Zeit ermittelt, innerhalb welcher der Kuchen ſo weit erhärtet, daß ſeine Oberfläche einem leichten Druck mit dem Fingernagel widerſteht [14]—[16]. Der Waſſerzuſatz ſoll hierbei ſo groß gewählt werden, daß der Brei erſt bei mehrmaligem Aufſtoßen der Platte nach den Rändern hin ausläuft. — Zuverläſſigere Beurteilung geſtattet der Vicatſche Nadelapparat (Fig. 5). Der Mörtel wird in einen Metallring von 40 mm Höhe und 80 mm Durchmeſſer oder nach dem Vorſchlage des Geräteausſchuſſes des Vereins deutſcher Portlandzementfabrikanten, um den Einflüſſen von Wärmeſchwankungen zu begegnen, in eine koniſche Hartgummidoſe mit 75 mm oberem und 65 mm unterem Durchmeſſer bei 40 mm Höhe eingetragen, wobei der Ring oder die Doſe auf einer Glasplatte ſteht, abgeſtrichen und wiederholt der Einwirkung einer ſenkrecht geführten, langſam herabgelaſſenen zylindriſchen Nadel mit 1 qmm Querſchnitt und 300 g Gewicht ausgeſetzt. Hierbei wird an der Eindringtiefe der Nadel beobachtet der „Erhärtungsbeginn“ als die Zeit, nach der die Nadel den Kuchen nicht mehr zu durchdringen vermag bezw. nach dem Verfahren des Materialprüfungsamtes 5 mm über dem Boden ſteckenbleibt, und die „Bindezeit“, nach welcher die Nadel auf der nach oben gekehrten Grundfläche des Kuchens keinen Eindruck mehr hinterläßt [3], [8], [17]; die obere Fläche der Probe zur Beſtimmung der Bindezeit zu benutzen iſt nicht zweckmäßig, da dieſe Fläche meiſt mit einer ſchlammartigen Haut überzogen iſt, die hindert, den Eindruck ſcharf zu beobachten. — Zur ſelbſttätigen Feſtſtellung des Abbindeverlaufes und deſſen Aufzeichnung zu einer Schaulinie iſt von Amsler-Laffon in Schaffhauſen nach den Angaben von Tetmajer ein beſonderer Apparat gebaut, welcher in beſtimmten Zeitabſchnitten eine Nadel von 2 mm Durchmeſſer und 500 g Gewicht auf die Probe herabfallen läßt. Als „Bindezeit“ gilt die Erhärtungsdauer, nach welcher die Nadel bei 40 mm Fallhöhe nur noch 2 mm tief in den Kuchen eindringt. Die einzelnen Treffpunkte kommen auf eine Spirallinie zu liegen. Die gleichzeitig verzeichnete Schaulinie bildet ebenfalls eine Spirale, und zwar iſt ſie bis zum Beginn der Erhärtung und nach Erreichung der Bindezeit voll ausgezogen, für die dazwiſchen liegende Zeit aber geſtrichelt bezw. punktiert [3], [54]. — Beim Goodmannſchen Zementfetter [18], [54], [56] wird eine belaſtete Scheibe auf den Zementbrei geſetzt, der in einen Trog eingetragen iſt, welcher mit gleichbleibender Geſchwindigkeit mittels eines Uhrwerkes unter der Scheibe fortgezogen wird. Dieſe Scheibe dringt anfänglich in den Zementbrei ein, wird aber mit dem Beginne der Erhärtung ſelbſttätig immer mehr angehoben und tritt bei Erreichung der Bindezeit ganz aus dem abgebundenen Brei heraus. Ihre Eindringtiefe wird auf einem Papierſtreifen in fortlaufender Linie durch einen Schreibſtift verzeichnet, der mit der Achſe der Scheibe verbunden iſt. — Nach den Unterſuchungen des Materialprüfungsamtes ſtimmen die mit den beiden letztgenannten Apparaten erzielten Ergebniſſe mit den Angaben der Vicatſchen Nadel nicht überein [54], [57]. — Martens hat einen ſelbſttätigen Apparat konſtruiert, der der Vicatſchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Nadel möglichst angepaßt ist und bei dem alle schädlichen Stöße auf das sorgfältigste vermieden sind [54], [58], [59]. Der Apparat besitzt drei Nadeln, die von einem Sperrmagneten getragen werden. Durch ein Uhrwerk mit Signalscheibe wird der Magnet in bestimmten Zeitabschnitten von 1, 5, 15 oder 30 Minuten ausgelöst, und die Nadeln werden dann langsam auf den Zementbrei niedergelassen, der sich in drei länglichen Rahmen befindet. Nach einer halben Minute werden die Nadeln wieder angehoben. Ihre Eindringtiefen werden durch Schreibfedern auf einen Papierstreifen aufgezeichnet. Aehnlich wie die Apparate von Amsler-Laffon und Martens arbeitet der Apparat von Périn [55], s. a. unter Absatz 5. — Für sehr schnell abbindendes Material, welches durch das vorgeschriebene, eine Minute lange Rühren zu sehr langsam bindendem Material werden würde, empfiehlt Michaelis, 20—30 g des Bindemittels in einer kleinen Schale mit Hilfe eines ebenen Stempels bis zur Erzeugung einer ebenen Oberfläche mäßig zusammenzudrücken, vorsichtig 20—25 ccm Wasser daraufzugießen und das Gefäß nun wiederholt stoßweise auf den Tisch zu setzen, bis das Wasser in das Pulver eindringt, und den Beginn der Erhärtung dann mit dem Fingernagel zu bestimmen [19]. — Erfahrungsgemäß nimmt die Abbindezeit mit der Größe des gewählten Wasserzusatzes und mit steigender Wärme der Massen ab, jedoch ohne daß sie zu beiden Umständen in einem einfachen Verhältnis steht [20], [21]. Durch längeres Lagern wird Portlandzement meistens langsam bindend, unter dem gleichzeitigen Einfluß der Wärme kann aber auch langsambindender Zement zum Schnellbinder werden [57], [60]. Daher empfiehlt es sich, um zu vergleichbaren Ergebnissen zu gelangen, die Versuche stets bei 15—18° C. und bei einheitlicher Mörtelkonsistenz anzustellen. Um letztere zu erzielen, schlug Bernoully vor, den Wasserzusatz auf 33⅓ % des Trockengewichtes der Masse zu bemessen [22], während nach Böhme 27—30 % hinreichen [23], [24]. Nach dem Verfahren von Tetmajer werden 400 g des Probematerials zu einem Brei angemacht, und dieser wird bei Schnellbindern 1 Minute, im übrigen 3 Minuten lang mittels eines löffelförmigen Spatels gleichmäßig durchgearbeitet, in die Dose des obengenannten Vicatschen Nadelapparates ohne Rütteln eingestrichen und dem Druck eines Stempels von 10 mm Durchmesser und 300 g Gewicht ausgesetzt. Die Breikonsistenz gilt als normal, d. h. der Wasserzusatz richtig gewählt, wenn der Stempel etwa 5 mm über dem Boden in dem Kuchen steckenbleibt [1]—[3]. Goslich empfiehlt, nur so viel Anmachewasser zu verwenden, als vom Bindemittel chemisch gebunden wird, und dann durch Benutzung einer allseitig geschlossenen Dose Wasserverluste fernzuhalten, die bei der zweiteiligen Büchse durch Verdunsten und Leckstellen entstehen können. Zugleich soll unter Innehaltung einer bestimmten Anfangswärme für Wasser und Bindemittel die Wärmeentwicklung beobachtet werden. Das Abbinden soll dann nicht mit der Vicatschen Nadel bestimmt, sondern als beendet erachtet werden, wenn der Zementkuchen, ½ Stunde in destilliertes Wasser gestellt, an dieses keinen Kalk mehr abgibt [25]. Prüfling empfiehlt, auch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu berücksichtigen. Im Kgl. Materialprüfungsamt zu Lichterfelde wird der richtige Wasserzusatz wie folgt festgestellt: 300 g Zement werden mit einem Messer mit breiter Klinge in einem emaillierten Topf mit ebenem Boden zunächst unter Zusetzen von so viel Wasser gut und schnell durchgerührt, daß der Brei sirupartige Beschaffenheit annimmt, d. h. als langer, dünner Faden von dem Messer abläuft, ohne Klumpen zu bilden. In der Regel sind hierzu 32 bis 38 % Wasser erforderlich. Dann wird zur Erzielung der richtigen Dickflüssigkeit so viel Zement zugerührt, bis die Masse beginnt, sich zu ballen, nicht mehr an dem Gefäß zu haften und eine glänzende Oberfläche zu zeigen. In diesem Zustande wird der Brei mit dem Messer auf die Glasplatte gebracht. — Neben der Wärme der Massen und der Luft ist auch der Feuchtigkeitsgehalt der letzteren von Einfluß. Er ist daher mit zu beobachten, wozu am besten Haarhygrometer nach Sauffure-Koppe dienen.

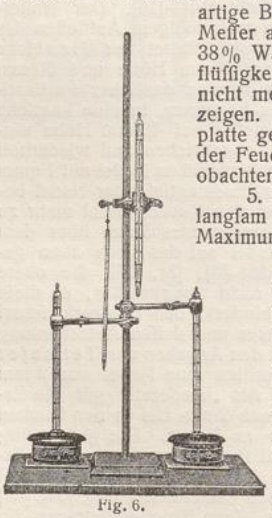


Fig. 6.

5. Die Wärmeerhöhung beim Abbinden tritt nur bei ganz langsam abbindendem Material nicht ein, erreicht aber im übrigen ihr Maximum beim Beginn der Erhärtung. Der Brei wird mit normalem Wassergehalt (s. vorstehend) angemacht und bei Benutzung des Apparates Fig. 6 in Hartgummidosen gebracht, durch deren Deckel Maximumthermometer in den Brei eingeführt werden. Gleichzeitig ist die Luftwärme an besonderen Thermometern zu beobachten [3]. Gary mißt dem Verhalten des Zementes während seines Abbindens, d. h. ob er nach längerer Zeit plötzlich erstarrt oder unter geringer Wärmeentwicklung allmählich hart wird, ganz besonderen Wert bei und hält es für wichtig, daß ein Zement verarbeitet ist, bevor er seine chemische Energie entwickelt, die sich durch Wärmesteigerung anzeigt. Um die Wärmeentwicklung sowohl beim Brei aus reinem Zement als auch beim Zementmörtel fortlaufend verfolgen zu können, hat Gary einen Apparat konstruiert, mit dem der Höhenstand des Quecksilberfadens eines in den Zementbrei eingelassenen Thermometers von einer Lichtquelle aus auf eine photographische Platte projiziert wird, die durch ein Uhrwerk hinter dem Thermometer fortbewegt wird [54].

6. Die Raumbeständigkeit. Sämtliche hydraulischen Bindemittel quellen unter Wasser und schwinden beim Trocknen an der Luft wieder [26]—[28]. Plötzlicher Wechsel zwischen Quellen und Schwinden veranlaßt Haar- und Luftrisse, und zwar besonders bei fettem Mörtel [29]. Durch geeigneten Sandzusatz und durch sachgemäße Verarbeitung lassen sich Schwindrisse nahezu beseitigen. Ungebührlich große Ausdehnung, die klaffende Risse zur Folge hat, bezeichnet man mit „Treiben“. Sie entsteht bei sogenannten Lufttreibern durch Aufnahme atmosphärischer Feuchtigkeit und bei „Wassertreibern“ auch unter Wasser und ist stets eine Folge mangelhafter

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zusammensetzung des Materials. Hiernach unterscheidet man „Gipstreiber" mit übermäßigem Gehalt an Calciumsulfid und Calciumsulfat, Stoffe, die eine nachträgliche allmähliche Zersetzung, Oxydation oder Wasseraufnahme erfahren; ferner „Kalktreiber", die infolge ungenügender Homogenität und fehlerhaften Brandes langsam ablöschenden Aetzkalk enthalten, dessen schädlicher Einfluß aber nach Ducourneau durch Zusatz eines Gemisches von gepulvertem Sandstein, gepulverten Steinen und Schwefelsäure behoben wird [30], und „Magnesiatreiber". Bei letzteren treten die Treiberscheinungen nach der heutigen Anschauung infolge Ablöschens der Magnesia erst nach längerer Zeit ein, sofern die Magnesia durch Scharfbrand in einen gegen die Einwirkung von Wasser äußerst widerstandsfähigen Zustand versetzt ist [31]. Die Frage des Magnesiatreibens ist indessen noch nicht völlig geklärt. Die entscheidende Probe (s. Normenproben) zur Prüfung der Volumenbeständigkeit ist die Plattenprobe nach Klasen [32]. Bei ihr wird ein Brei aus reinem Zement von der gleichen Beschaffenheit wie bei der Abbindeprobe zu einem in der Mitte etwa 10 mm dicken Kuchen von 80—100 mm Durchmesser auf eine Glasplatte ausgegossen und in der Regel nach 24 Stunden, jedenfalls aber erst nach erfolgtem Abbinden, unter Wasser gelegt. Die Neigung zum Treiben äußert sich im Krümmen des Kuchens und in klaffenden Kantenrissen und bei ganz schlechtem Material in Netzrissigkeit der Oberfläche. Kalktreiber zeigen auch wohl weiße, vorwiegend aus Kalkhydrat bestehende Ausscheidungen in den Rissen. Meistens zeigen sich die Treibrisse schon nach 3 Tagen; maßgebend ist aber der Zustand nach 28 Tagen.

Während des Abbindens ist der Kuchen gegen schnelles Austrocknen durch Zugluft und Sonnenschein zu schützen, um Schwindrisse zu vermeiden, die in der Regel in der Mitte des Kuchens entstehen. Am besten werden die Proben hierzu in einem bedeckten Kasten oder unter nassen Tüchern aufbewahrt. Ein Mangel der Plattenprobe ist ihre Dauer von mindestens 28 Tagen. Um sie abzukürzen, hat man an Stelle der Erhärtung unter 15° C. folgende Erhärtungsverfahren unter Wärmezufuhr angewendet [3], [34]—[38], [61]—[64]: a) Die englische Darrprobe, bei der 100 g Zement normengemäß mit Wasser angemacht und auf einem feuchten Blatt Fließpapier, das auf einer ebenen Glas- oder Metallplatte liegt, zu einem Kuchen geformt werden, der nach dem Abbinden und nach dem Entfernen des Papiers zunächst bis zu 24 Stunden in einem feuchten Raum aufbewahrt und dann auf einer Metallplatte bei 100° C. im Luftbade gedarrt wird, bis keine Wasserdämpfe mehr entweichen. Bei Anwendung von besonderen Darröfen soll die Hitze nach dem Verdampfen des Wassers mindestens $^1/_2$ Stunde auf 105° C. gehalten werden. b) Die Dampfdarrprobe, bei der die Probekuchen unter einer Schale oder in Darrschränken bis auf mindestens 105° C. so erhitzt werden, daß sie stets von Dampf umgeben sind und durch das kondensierte Wasser feucht gehalten werden. Treibende Bindemittel zeigen bei beiden Proben stets Verkrümmungen und Risse. c) Die Glühprobe nach Heintzel wird mit kugelförmigen Proben angestellt, die, auf dünnem Eisenblech ruhend, der allmählich gesteigerten Hitze eines Gasbrenners ausgesetzt werden, bis nach etwa 2 Stunden sich auf einer dicht über die Kugel gehaltenen Glasplatte kaum noch Wasserdampf niederschlägt. Die Kugeln werden hergestellt, indem man 300 g Zement mit Wasser befeuchtet, rasch durcharbeitet und in der hohlen Hand formt. Der Wasserzusatz ist dem Zement anzupassen, er gilt als richtig gewählt, wenn der Zement beim Reiben der Kugel etwas schmiert und letztere unter seitlichem Druck schwach nachgibt. Bis zum Abbinden wird die Kugel auf eine Gipsplatte gelegt. Bei der Beurteilung ist zwischen feinen Schwindrissen und klaffenden Treibrissen zu unterscheiden. d) Bei der Kochprobe von Michaelis [33] werden die Probekuchen von der Form der Glasplattenproben, nachdem sie 24 Stunden in einem mit Wasserdampf gesättigten, bedeckten Raume erhärtet und von der Glasplatte losgelöst sind, in ein kaltes Wasserbad gebracht, das dann langsam in etwa 30 Minuten zum Sieden gebracht wird. Die Proben bleiben 3 Stunden in dem kochenden Bade. Diese Probe ist durch e) Hochdruckdampfprobe erweitert, bei der das Kochen unter Anwendung eines kleinen Dampfkessels bei 30—40 Atmosphären Dampfspannung erfolgt. Mit ihr soll als Maßstab für den Widerstand der Zemente gegen in ihnen dehnend wirkende Einflüsse ermittelt werden, bei welchen höchsten Wärmegraden noch eine Steigerung der Festigkeit durch das Kochen bewirkt wird und zu welchen Festigkeiten man hierbei gelangt. Die Probekörper müssen daher die Form der Zerreißproben erhalten. f) Die Prüfingsche Preßkuchenprobe. Bei ihr werden 100 g Bindemittel mit 8—10% Wasser schnell innig gemischt und in einer Form mit 50 kg pro Quadratzentimeter Druck zu einem Kuchen gepreßt. Dieser wird sogleich aus der Form genommen, erhärtet dann auf einer Glas- oder Eisenplatte, in einem Kasten gegen Ausdünstung geschützt, 24 Stunden lang und wird nun in kaltes Wasser gelegt. Von zwei solchen Kuchen bleibt der eine zwecks langsamer Erhärtung bis zu 28 Tagen im Wasser, der zweite nur 2 Stunden, und kommt dann zur beschleunigten Volumenbeständigkeitsprobe, falls er noch tadellos ist, in ein Wasserbad von 90—100° C. Erträgt er die Einwirkung des heißen Wassers 4 Stunden, ohne krumm und rissig zu werden, so gilt das Bindemittel im allgemeinen als volumenbeständig; ist der Kuchen auch nach 24 Stunden noch tadellos, so soll das verwendete Bindemittel sicher für die schwierigste Verarbeitungsweise geeignet sein. Am gebräuchlichsten sind die unter a), c) und d) genannten Proben. Indessen ist bisher noch keine von ihnen als maßgebend in die preußischen „Normen" aufgenommen worden.

7. Die Längenänderungen beim Erhärten der Mörtel aus dem reinen Bindemittel und mit Sandzusatz sowie nach verschiedenartiger Aufbewahrung, werden mit Hilfe von Taster- oder Fühlhebelapparaten gemessen. Bei dem Baufchingerschen Apparat erhalten die Probekörper 100 mm Länge und 500 qmm Querschnitt. Sie kommen zwischen eine Mikrometerschraube und einen Fühlhebel, die beide von einem schwebend aufgehängten Bügel getragen werden. Die Schraube mit 0,5 mm Steigung gestattet, die Längenunterschiede bis auf $^1/_{200}$ mm abzulesen. Die Ablesung erfolgt bei eingelegter Probe, während der Fühlhebel auf der andern Seite genau auf die Nullmarke einspielt. Beim Apparat von Debray stecken die Proben von

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

800 mm Länge und 230 qmm Querſchnitt in einer Glasröhre, an deren oberem Ende der Drehpunkt eines Fühlhebels angebracht iſt, der ſich mit einem Stift auf die Probe auffetzt und deren Längenänderungen an einer Kreisteilung anzeigt. Um die Meßpunkte an den Proben feſtzulegen, werden in deren Stirnflächen kleine Glasplättchen mit Körnermarken eingekittet. Bei dem Verfahren von Le Chatelier, das in den engliſchen Normen zur Prüfung der Raumbeſtändigkeit vorgeſchrieben iſt, wird der Zementbrei in einen Metallzylinder von 30 mm Länge, 30 mm lichter Weite und 0,5 mm Wandſtärke eingefüllt, der an einer Stelle längs aufgeſchnitten iſt und zu beiden Seiten des Schnittes einen Zeiger trägt. Die Zeiger ſtehen ſenkrecht zur Achſe des Zylinders, ihre Länge, gemeſſen von Mitte Zylinder, beträgt 165 mm. Beim Einfüllen des Mörtels ſteht der Zylinder auf einer Glasplatte. Nach dem Füllen wird er mit einer zweiten Glasplatte bedeckt und zwiſchen beiden, mit einem kleinen Gewicht beſchwert, ſofort in Waſſer von 14 bis 18° C. gebracht. Nach 24ſtündigem Stehen wird der Abſtand l zwiſchen den Zeigerenden gemeſſen und das Waſſer wird in 15—20 Minuten auf Siedehitze gebracht und 6 Stunden hierbei erhalten. Dann wird die Probe an der Luft gelagert. Die Veränderung des Zeigerabſtandes l darf nach 24 Stunden nicht mehr als 12 mm und nach 7 Tagen nicht mehr als 6 mm betragen. Keller maß die Längenänderungen von Zementproben mittels Schublehre zwiſchen Glasſtäbchen, die ſenkrecht zur Achſe in die Proben eingelaſſen waren [39]. Martens hat einen ſehr handlichen Apparat angegeben, mit dem die Längenänderungen ebenfalls zwiſchen eingelaſſenen Stiften an Druckproben (Würfeln) mittels Fühlhebels gemeſſen werden [70].

8. Die Poroſität wird nach Tetmajer an Körpern von Wallnußgröße ermittelt, die zunächſt bei etwa 100° C. bis zum gleichbleibenden Gewicht G getrocknet und dann durch wiederholtes ſchnelles Eintauchen in flüſſiges Paraffin mit einem 1—2 mm dicken, blaſenfreien Ueberzug von Paraffin verſehen werden. Aus der hierbei erlangten Gewichtzunahme und dem ſpezifiſchen Gewicht des Paraffins (= 0,93) wird das Paraffinvolumen V_p berechnet. Das Geſamtvolumen V wird mittels eines Volumenometers beſtimmt. Das Raumgewicht der Probe iſt dann $r = \frac{G}{V - V_p}$. Weiter berechnet ſich unter Berückſichtigung des ſpezifiſchen Gewichtes s des Bindemittels die Poroſität der Probe in Prozenten ihres Volumens zu $P = 100\,\frac{s - G_r}{s}$ [3].

9. Die Waſſerdurchläſſigkeit wird in der Regel an ſcheibenförmigen Körpern aus dem reinen Bindemittel oder aus Mörteln unterſucht, deren Zuſammenſetzung der beabſichtigten Verwendungsweiſe des Bindemittels angepaßt iſt und zu deren Herſtellung dann auch der auf der Bauſtelle zu verwendende Bauſand benutzt wird. Die Proben werden entweder in Formen gegoſſen oder eingeſchlagen, erhärten außerhalb der Form zunächſt 24 Stunden im feuchten Raum und kommen dann unter Waſſer oder bleiben auch wohl bis zur Prüfung an der Luft ſtehen. Zum Verſuch werden ſie, am zweckmäßigſten mit Hilfe einer Luftpumpe, zunächſt vollſtändig mit Waſſer geſättigt und dann, zwiſchen Gummiringen eingeſpannt, auf der einen Fläche einem Waſſerdruck beſtimmter Größe ausgeſetzt, und nach gewiſſen Zeitabſchnitten wird die Menge des durchgegangenen Waſſers ermittelt. Beſondere Apparate hierzu ſind diejenigen von Frühling [40], Michaelis [41], Tetmajer [3] und Böhme [42]. Nach Feret [17] hängt die Waſſerdurchläſſigkeit ab von dem Miſchungsverhältnis, von der Korngröße des Sandes und von der Art des Anmachens. Sie nimmt zu bei demſelben Sande mit abnehmendem Gehalt des Mörtels an Zement und bei gleichem Zementgehalt mit abnehmendem Gehalt des Sandes an feinen Körnern. Im allgemeinen ſind hiernach magere Mörtel mit grobem Sande die durchläſſigſten.

10. Die Abnutzbarkeit wird auf Schleifapparaten oder, nach Gary, mit dem Sandſtrahlgebläſe ermittelt wie bei Bauſteinen (ſ. Steinprüfungen). Sie iſt für an der Luft erhärtete Zementproben deren Sprödigkeit wegen größer als für die unter Waſſer erhärteten und nach 28tägiger Erhärtung nicht weſentlich kleiner als nach 7 Tagen. Proben aus reinem Zement nutzen mehr ab als ſolche aus gleichen Teilen Zement und Sand; bei größerem Sandzuſatz wächſt die Abnutzbarkeit, mit zunehmender Mahlungsfeinheit nimmt ſie ab [43].

11. Die Bindekraft wird durch Zug- und Druckverſuche mit Mörtelproben aus einer Miſchung des Zementes mit Normalſand (ſ. d.) ermittelt; daneben empfiehlt es ſich, auch die Feſtigkeit des reinen Zementes feſtzuſtellen, beſonders wenn es ſich um den Vergleich von Portlandzementen mit gemiſchten Zementen und andern hydrauliſchen Bindemitteln handelt. Die geforderten Feſtigkeitseigenſchaften ſ. Normenproben. Maßgebend iſt die Druckprobe [42]. Das normale Miſchungsverhältnis für die Mörtelproben iſt 1 Gewichtsteil Zement auf 3 Gewichtsteile Sand (ſ. Normenproben). Neuerdings wird beſonders von Gary [65] empfohlen, auch höhere Sandzuſätze zu verwenden, um die Ergiebigkeit des Bindemittels zu erproben. Die Zugproben erhalten nach dem deutſchen Verfahren die Form einer Acht (ſ. Fig. 11) mit 5 qcm Querſchnitt an der ſchwächſten Stelle [44]. Die normalen Druckproben ſind Würfel mit 50 qcm Fläche. Die Mörtelproben werden entweder von Hand oder für maßgebende Verſuche [51]—[53] mit dem Mörtelmiſcher Steinbrück-Schmelzer gemiſcht. Letzterer beſteht im weſentlichen aus einer kreisförmig verlaufenden Rinne (Schale) mit halbkreisförmigem Querſchnitt, die ſich um ihre ſenkrechte Achſe dreht. In ihr ruht eine Rolle von 21,5—22 kg Gewicht, deren wagerechte Achſe an der feſtſtehenden Achſe der Schale drehbar gelagert iſt. Der zu miſchende Mörtel wird in die Rinne gebracht und durch Abſtreicher ſo umgeworfen, daß er immer wieder unter die Rolle gelangt. Zum Bereiten des Mörtels von Hand (ſ. Normenproben) werden 250 g Zement und 750 g trockener Sand zunächſt in einer Schüſſel mit hölzernem Spatel gut gemiſcht. Dann wird die trockene Maſſe auf einer polierten Marmorplatte kegelförmig angehäuft, an der Spitze mit einer Vertiefung verſehen und das Waſſer von 17—18° C. auf einmal zugegeben und nun mit der Maurerkelle durchgerührt. Zur Herſtellung der Mörtelproben 1 : 3 im Mörtelmiſcher werden 1500 g trockener Normalſand und 500 g Zement in einer Schüſſel mit dem Löffel zunächſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

trocken und dann nach dem Zufetzen des Waffers je eine halbe Minute lang gemifcht. Der fo vorbereitete Mörtel wird nun in der Rinne des Mörtelmifchers gleichmäßig verteilt und durch 20 Schalenumdrehungen bearbeitet. Dann wird er forgfältig aus der Rinne entfernt und durch Einfchlagen in Formen zu Feftigkeitsproben verarbeitet. Er reicht für je zwei Druck- und Zugproben hin. Das Einfchlagen des Mörtels in die Formen gefchieht entweder von Hand mittels Spatels, bis fich Waffer an der Oberfläche des Mörtels abfondert, oder mafchinell mit dem Böhmefchen Hammerapparat (nach den preußifchen Normen) oder mit der Klebefchen Ramme. Tetmajer empfiehlt, die Schlagarbeit der Mörtelmaffe proportional zu wählen, um den Zug- und Druckproben gleiche Dichte zu geben [45]. Michaelis fchlägt vor, die Druckverfuche mit den Bruchftücken aus den Zerreißproben anzuftellen, um für beide Verfuche Proben gleichen Zuftandes zu haben [46]. Der Böhmefche Hammerapparat [66], [67] ift ein Schwanzhammer mit felbfttätiger Abftellung nach Ausführung der vorgefchriebenen 150 Schläge. Der 2 kg fchwere Hammer (Fig. 7) wird durch ein mittels Vorgelege betriebenes Daumenrad *d* mit 10 Daumen durch Druck auf den Hammerftiel derartig betätigt, daß er durch jeden Daumen 200 mm hoch angehoben wird und dann frei herunterfällt. Die Abftellvorrichtung befteht aus einer Scheibe *s* mit einem Ausfchnitt im Umfange und einer auf dem Scheibenumfang ruhenden Klinke *h*, die um die Vorgelegewelle *t* frei drehbar ift. Die Scheibe trägt feitlich Zähne, an denen fie von

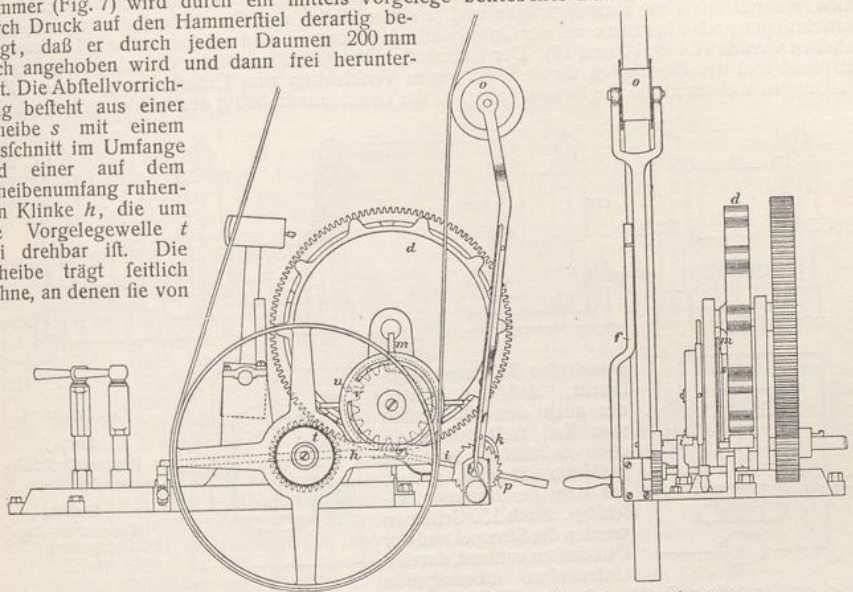


Fig. 7. Ausrückvorrichtung des mafchinell betriebenen Böhmefchen Formhammers.

dem Daumenrad aus durch den Mitnehmer *m* bei jeder vollen Umdrehung des letzteren um einen Zahn weiter gedreht wird. Sobald die Klinke *h* in den Ausfchnitt *u* der Scheibe einfällt, wird das Daumenrad feftgeftellt. Werden mehrere Hämmer von derfelben Welle aus angetrieben, fo ift es erforderlich, den Antrieb felbfttätig auszurücken. Sehr geeignet hat fich hierzu die von Goslich angegebene Einrichtung erwiefen, bei der der Antriebsriemen durch eine Spannrolle *o* angedrückt wird. Sie ift durch ein Gefperre *u p* mit dem Hebel *i* verbunden und wird durch die Feder *f* vom Riemen abgezogen, fobald das Ende des Hebels *i*, das auf einem mit der Zählfcheibe verbundenen Ringe gleitet, in die Ausfperrung *v* des Ringes einfchnappt, was gleichzeitig mit der befchriebenen Feftftellung des Daumenrades erfolgt [67].

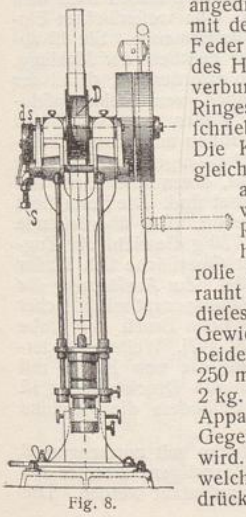


Fig. 8.

Die Klebefche Ramme [8], [68], Fig. 8 und 9, gleicht einem Friktionshammer. Das Fallgewicht ift an zwei Rundftangen fenkrecht geführt und wird an einer hölzernen Hubleifte mittels zweier Reibungsrollen *C* und *D* gehoben. Die Hubhöhe ift dadurch begrenzt, daß die Antriebsrolle *C* (Fig. 9) auf einem Teil ihres Umfanges gerauht ift und die Stange nur um die Bogenlänge diefes Teiles angehoben wird und dann mit dem Gewicht herabfällt, wobei fie frei zwifchen den beiden Rollen durchgleitet. Die Hubhöhe beträgt 250 mm, die Schwere des Fallgewichts nebft Stange 2 kg. Nach 150 Schlägen wird die Wirkung des Apparates dadurch felbfttätig ausgefchaltet, daß die Gegenrolle *D* von der Antriebsrolle *C* abgerückt wird. Es gefchieht dies mittels eines Winkelhebels, welcher das Lager der Rolle *D* fo lange nach links drückt, als die Stellfchraube *S* auf dem Umfang

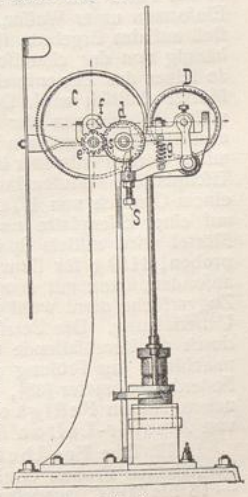


Fig. 9.

der Scheibe *d* gleitet. Nach 150 Schlägen tritt *S* in einen Ausfchnitt der Scheibe *d* ein, die Feder *g* hebt den Hebel an, und diefer fchiebt das Lager der Rolle *D* nun nach rechts. Der Antrieb der Scheibe *d* erfolgt von der Achfe der Antriebsrolle *C* aus, indem der Daumen *f* das Rad *e* mit 10 Zähnen und ein zweiter Daumen auf der Achfe von *e* das Rad *s* mit 15 Zähnen betätigt. Letzteres fitzt nun mit der Scheibe *d* auf derfelben Achfe, fo daß diefe nach 150 Schlägen immer eine volle Umdrehung zurückgelegt hat.

Nachteile des Hammers der Ramme gegenüber find, daß mit fortfchreitender Verdichtung des Mörtels die Fallhöhe wächft und die Richtung, in der der Hammer auf das über dem Mörtel gelegene Auffchlagftück auffchlägt, fich ändert. Die Hämmer find, um zu den gleichen Ergebniffen zu gelangen, vollftändig einheitlich auszuführen und vor der Verwendung hierauf zu unterfuchen. Ferner find die Hämmer, um Einflüffe von Erfchütterung, um Verlufte an Schlagarbeit durch elaftifche Unterlagen zu vermeiden, möglichft ftarr aufzuftellen, am beften auf einem fchweren Mauer- oder Betonklotz. Die Formen zur Aufnahme des Mörtels beftehen beim Böhmefchen Hammer aus einer Unterlagsplatte und je einem Unter- und Oberkaften, die durch Klemmvorrichtungen nach Martens mit der Grundplatte des Hammers und untereinander feft zufammengehalten werden (f. Fig. 10 und 11). Der Unterkaften ift außerdem mit der Unterlagsplatte feitlich verfpannt und der Oberkaften durch Stifte gegen Verfchieben zum Unterkaften gefichert. Zum Einfchlagen werden in die Zugformen 180 g, in die Druckformen 860 g des, wie oben befchrieben

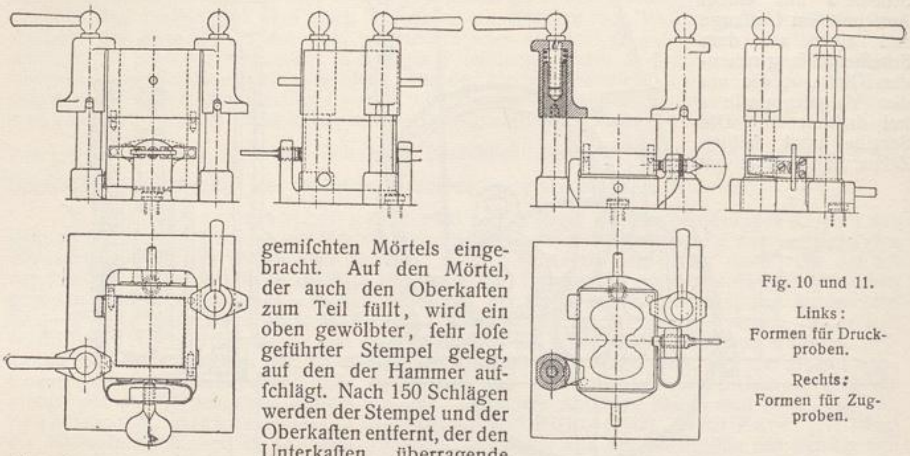


Fig. 10 und 11.
Links: Formen für Druckproben.
Rechts: Formen für Zugproben.

gemifchten Mörtels eingebracht. Auf den Mörtel, der auch den Oberkaften zum Teil füllt, wird ein oben gewölbter, fehr lofe geführter Stempel gelegt, auf den der Hammer auffchlägt. Nach 150 Schlägen werden der Stempel und der Oberkaften entfernt, der den Unterkaften überragende Mörtel größtenteils mit einem breiten Meffer abgefchnitten und die Oberfläche dann geglättet, indem man den überfchüffigen Mörtel mit dem Meffer rücken fortfchiebt und mit der Breitfeite fanft auf die Oberfläche des Mörtels drückt. Nach dem Glätten werden die Proben, gleichviel wie fie eingefchlagen find, mit der Form von der Grundplatte abgezogen und auf einer Glasplatte, die mit naffem Fließpapier belegt ift, in einen flachen Zinkkaften abgefetzt. Die Zugproben werden hier fofort nach dem Abbinden entformt, die Druckproben, nachdem fie 24 Stunden in der Form geftanden haben. Zur Waffererhärtung kommen alle Proben 24 Stunden nach dem Einformen unter Waffer, welches nach je zwei Wochen zu erneuern ift. Von wefentlichem Einfluß auf das Ergebnis ift die zum Bereiten des Mörtels verwendete Waffermenge. Sie ift abhängig von der chemifchen Befchaffenheit des Zementes und von der Feinheit der Mahlung. Je feiner das Zementmehl ift, defto weniger Waffer ift im allgemeinen erforderlich, damit der Mörtel plaftifch wird. Der Waffergehalt wird als richtig gewählt angefehen, wenn beim maffchinellen Einfchlagen der Druckproben zwifchen 90 und 110 Schlägen Waffer aus zwei Nuten austritt, die am unteren Rande der Auffatzkäften angebracht find. Die Proben aus reinem Bindemittel werden entweder in einer Schale mit dem Piftill oder auf einer nicht abfaugenden (Schiefer-) Tifchplatte 5 Minuten lang durchgerührt und dann in die Form gebracht, deren Innenfläche mit einem Gemifch von 1 Teil Rüböl und 2 Teilen Petroleum leicht eingefettet find. Die Form fteht auf einer Eifenplatte und wird ohne Füllkaften ftark gewölbt vollgefüllt. Der überftehende Mörtel wird mittels Spatels von 5 × 8 cm Fläche, 35 cm Länge und 750 g Gewicht für Zugproben, 1150 g für Druckproben, fo lange eingefchlagen, bis an feiner Oberfläche fich Waffer abfondert, dann mit dem Meffer abgeftrichen und die Oberfläche geglättet. Zur Ausführung der Zugverfuche dient wohl allgemein der Apparat von Michaelis, ein Hebelapparat mit 50facher Ueberfetzung. Die Belaftung gefchieht durch einen Schrotzulauf, der beim Bruch der Probe durch die herabfallende Gewichtfchale felbfttätig gefchloffen wird [3], [8], [47]. Weitere Sondermaffchinen zur Prüfung hydraulifcher Bindemittel auf Zugfeftigkeit find die von Faija mit Federdynamometer [48], von Buignet [49] und Michele [50]. Für die Druckverfuche ift neben andern Feftigkeitsprobiermaffchinen (f. d.) neuerdings befonders die Maffchine von Amsler-Laffon in Anwendung.

12. Die Froftbeftändigkeit wird durch Zug- und Druckverfuche mit normengemäß hergeftellten Proben ermittelt, die zuvor mit Waffer gefättigt und in 25maligem Wechfel bei — 18 bis 20° C. ausgefroren und in Waffer von Zimmerwärme wieder aufgetaut werden. Die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ergebniſſe ſind mit denen für nichtgefrorene Proben gleicher Fertigung und gleichen Alters in Vergleich zu ſtellen.

I. Für Portlandzement iſt, wie ſchon hervorgehoben wurde, durch die „Normen“ vorgeſchrieben, welche der vorgenannten Verſuche als maßgebend zur Beurteilung der Güteeigenſchaften anzuſtellen ſind. Dieſe Normen unterliegen zurzeit der Reviſion.

Für die übrigen Mörtelmaterialien werden ebenfalls einheitliche Prüfungsvorſchriften angeſtrebt, ſolche beſtehen indeſſen noch nicht. Gebräuchlich ſind folgende Verfahren:

II. Traßprüfungen erſtrecken ſich auf die Beſtimmung: 1. des Raum- oder Litergewichtes beim Füllen des Maßes unter Einrütteln und Einlaufenlaſſen; 2. des ſpezifiſchen Gewichtes; 3. des Gehaltes an hygroſkopiſchem Waſſer durch Glühen bei 100° C.; 4. des Gehaltes an Hydratwaſſer durch Glühen, bezogen auf das Gewicht der bei 100° C. getrockneten Maſſe; 5. der Mahlfeinheit; 6. der Zugfeſtigkeit und Druckfeſtigkeit an Traß-Kalk-Sandmörteln. Zur Bereitung des Mörtels werden zunächſt Traß und Kalk gemiſcht und zwar anfänglich von Hand und dann im Steinbrück-Schmelzerſchen Mörtelmiſcher während 40 Umdrehungen der Schale. Hierauf wird der Sand zugegeben und nochmals mit 20 Schalenumdrehungen gemiſcht. Zu feuchte Mörtel werden zum Abſaugenlaſſen auf mit Fließpapier belegte Gipsplatten gebracht. Die Erhärtung der Proben erfolgt je nach der beabſichtigten Verwendung des Mörtels an der Luft, unter Waſſer oder unter naſſen Tüchern. 7. Nadelprobe: Hierzu dient Traßpulver im Anlieferungszuſtande, nachdem das Grobe durch Abſieben auf dem 144-Maſchen-Sieb entfernt iſt. 2 Gewichtsteile Traß + 1 Gewichtsteil Kalkhydratpulver + 0,9—1,0 Gewichtsteile Waſſer werden bei 15—18° C. angerührt, in eine Hartgummidoſe ohne Boden, die auf einer Glasplatte ſteht, gefüllt und gut abgeſtrichen. Die Doſe wird dann ſofort unter Waſſer von 15—18° C. gebracht, und nach 2, 3, 4 und 5 Tagen wird feſtgeſtellt, bei welcher Belaſtung eine Nadel von 1 qmm kreisförmigem Querſchnitt den Mörtel durchdringt [71].

III. Stückkalk wird zur Prüfung auf Wallnußgröße zerkleinert, auf einem Siebe mit einer Maſche auf den Quadratzentimeter abgeſiebt und dann wird ermittelt: 1. Das Raumgewicht durch Einfüllen in ein Gefäß von 10 l Faſſungsraum. 2. Das Verhalten beim Ablöſchen. Hierzu werden 5 kg des Stückkalkes auf dem Boden eines mit Zink ausgeſchlagenen Holzkaſtens von 31,7 × 31,7 cm Grundfläche und 40 cm Höhe (Inhalt gleich etwa 40 l) ausgebreitet und mit ſo viel Waſſer von 20° C. übergoſſen, bis der Kalk gerade bedeckt iſt. Nach Beginn des Löſchprozeſſes (Eintritt des Kochens) wird unter ſtändigem Rühren ſo viel Waſſer zugeſetzt, bis alle Teile gelöſcht erſcheinen und ein ſteifer Brei entſtanden iſt. Nach beendetem Ablöſchen wird der Kaſten gegen Erſchütterung geſichert, 24 Stunden lang bedeckt gehalten und hierauf 7 Tage offen ſtehend. Alsdann wird das Ausſehen des Kalkes (riſſig, dicht u. ſ. w.) feſtgeſtellt. Ferner iſt anzugeben der zum Ablöſchen erforderliche Waſſerzuſatz, bezogen auf das Gewicht des ungelöſchten Kalkes, der Beginn des Löſchens und deſſen Ende in Minuten und das Verhalten beim Löſchen, d. h. der Verlauf des Löſchprozeſſes. 3. Die Ergiebigkeit, ſie wird beurteilt nach der Menge des von 5 kg Stückkalk erhaltenen Teiges in Litern. 4. Das Litergewicht des Teiges. 5. Der Gehalt an ſteinigen Rückſtänden ermittelt in Hundertteilen des ungelöſchten Kalkes mittels Durchgießens durch ein 120-Maſchen-Sieb. 6. Das Raumgewicht des bis auf einen zu beſtimmenden Waſſergehalt abgeſaugten Kalkteiges, zu ermitteln im 1-l-Gefäß. Mit Mörteln aus dem Kalk werden ſchließlich ermittelt 7. die Waſſerdichtigkeit und 8. die Feſtigkeit durch Zug- und Druckverſuche. Die Bereitung des Mörtels entſpricht hierbei in der Regel der praktiſchen Verwendung. Die zweckmäßigſte Zuſammenſetzung des Mörtels iſt 1 Teil Kalk auf 2,5—3,0 Teile Sand. Mit wachſendem Sandzuſatz nimmt das Setzen das Mauerwerkes ab.

Literatur: [1] Bauſchinger, Mitteilungen aus dem mechaniſch-techniſchen Laboratorium zu München, Heft 14. — [2] Beſchlüſſe der Konferenzen über einheitliche Unterſuchungsmethoden bei der Prüfung von Bau- und Konſtruktionsmaterialien auf ihre mechaniſchen Eigenſchaften, München 1887, S. 37. — [3] Tetmajer, Mitteilungen der Anſtalt zur Prüfung der Baumaterialien am Eidgen. Polytechnikum zu Zürich, Heft 6, 1893. — [4] Mitteilungen aus den Kgl. mechaniſch-techniſchen Verſuchsanſtalten zu Berlin 1890, S. 256. — [5] Toninduſtrieztg. 1891, S. 908. — [6] Verhandlungen des Ver. deutſch. Zementfabrikanten, 1884, S. 8—16. — [7] Dinglers Polyt. Journ. 1884, Bd. 252, S. 429. — [8] Rudeloff, Hilfsmittel und Verfahren der Materialprüfung, Leipzig 1889. — [9] Deutſche Bauztg. 1893, S. 634. — [10] Toninduſtrieztg. 1893, S. 1228. — [11] Ebend. 1893, S. 919. — [12] Ebend. 1895, S. 639. — [13] Deutſche Bauztg. 1894, S. 450. — [14] Preußiſche Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement, 1887. — [15] Wochenſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881, S. 8. — [16] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1881, S. 128. — [17] Toninduſtrieztg. 1893, S. 1. — [18] Ebend. 1895, S. 415. — [19] Ebend. 1893, S. 1089. — [20] Ebend. 1893, S. 115, 187 u. 214. — [21] Ebend. 1894, S. 846. — [22] Dinglers Polyt. Journ. 1882, Bd. 245, S. 459. — [23] Böhme, Beziehungen zwiſchen den Ergebniſſen von 12 deutſchen nach den preußiſchen und ruſſiſchen Normen unterſuchten Zementen, 1882, S. 4. — [24] Verhandlungen des Ver. deutſch. Zementfabrikanten, 1886, S. 46. — [25] Toninduſtrieztg. 1894, S. 861. — [26] Bauſchingers Mitteilungen u. ſ. w., Heft 8, S. 13. — [27] Dinglers Polyt. Journ. 1881, Bd. 241, S. 301. — [28] Ebend. 1882, Bd. 245, S. 503. — [29] Toninduſtrieztg. 1893, S. 96. — [30] Repertorium der Chemikerztg. 1890, S. 266. — [31] Verhandlungen des Ver. deutſch. Portlandzementfabrikanten 1893. — [32] Wochenſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881, S. 7. — [33] Toninduſtrieztg. 1891, S. 994. — [34] Ebend. 1891, S. 356 u. 994. — [35] Ebend. 1893, S. 262. — [36] Ebend. 1894, S. 298 u. 582. — [37] Ebend. 1895, S. 365 u. 666. — [38] Ebend. 1896, S. 2. — [39] Ebend. 1894, S. 469. — [40] Ebend. 1879, S. 369. — [41] Dinglers Polyt. Journ. 1879, Bd. 233, S. 319. — [42] Mitteilungen aus den Kgl. techniſchen Verſuchsanſtalten zu Berlin 1893, S. 228. — [43] Toninduſtrieztg. 1891, S. 233. — [44] Ebend. 1896, S. 145. — [45] Ebend. 1895, S. 722. — [46] Desgl. 1895, S. 763. — [47] Pichler, Die Materialprüfungsmaſchinen der Pariſer Weltaus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtellung, Leipzig 1879, S. 14. — [48] Toninduſtrieztg. 1891, S. 700. — [49] Le Génie civil 1889, Bd. 15, S. 475. — [50] Engineering and Mining Journ. 1891, Bd. 2, S. 11. — [51] Zentralbl. der Bauverwalt. 1892, S. 237, und 1893, S. 76. — [52] Toninduſtrieztg. 1893, S. 93. — [53] Ebend. 1894, S. 894. — [54] Apparate zur Beſtimmung der Abbindezeit von Zement; Gary, Mitteilungen aus dem Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde 1906, S. 225. — [55] Le Ciment 1906, S. 7. — [56] Protokoll des Ver. deutſch. Portlandzementfabrikanten, 1895, S. 55. — [57] Gary, Der gegenwärtige Stand der Zementprüfung in Deutſchland, Mitteilungen aus den Kgl. techniſchen Verſuchsanſtalten 1901, S. 189. — [58] Protokoll des Ver. deutſch. Portlandzementfabrikanten, 1897, S. 165. — [59] Denkſchrift aus dem Kgl. Materialprüfungsamt, S. 339. — [60] Mitteilungen aus den Kgl. techniſchen Verſuchsanſtalten 1900, S. 160. — [61] Ebend. 1897, S. 224. — [62] Desgl. 1899, Ergänzungsheft I. — [63] Ebend. 1900, S. 57. — [64] Ebend. 1901, S. 197. — [65] Ebend. 1904, S. 81. — [66] Ebend. 1885, S. 43. — [67] Ebend. 1896, S. 155. — [68] Mitteilungen aus dem mechaniſch-techniſchen Laboratorium zu München, Heft 14, S. 291. — [69] Mitteil. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1906, S. 72. — [70] Ebend. 1905, S. 203. — [71] Ebend. 1901, S. 8. *Rudeloff.*

Mörtelfäge, ein kellenartiges Inſtrument mit Griff und zackigem Blatt (ſ. die Figur). Es dient dazu, bei unvollkommener Ausfüllung der Fugen mit Mörtel nachträglich Mörtel einzuſchieben.



Mofetten, Ausſtrömungen oder Quellen von natürlicher Kohlenſäure, vornehmlich in vulkaniſchen Gebieten.

Die Kohlenſäure, ſpezifiſch ſchwerer als Luft, ſammelt ſich an den Ausſtrömungsöffnungen am Boden an und iſt nur hier bemerkbar. Gewöhnlich ſtehen die Mofetten mit natürlichen Quellen, auch Mineralquellen, in Verbindung, derart, daß die Kohlenſäure im Quellwaſſer abſorbiert iſt und bei deſſen Austritt an die Luft frei wird. *Leppla.*

Mohairgarn wird aus den Haaren der Angoraziege und der ihr verwandten Ziegenarten, das Alpakagarn dagegen aus den Haaren des Schafkamels (Pako, Alpako) geſponnen. Betreffs Unterſcheidung dieſer Garne vom ſogenannten harten Kammgarn ſ. d. *E. Müller.*

Mohairwolle, ſ. Angorawolle.

Mohniéträger werden von manchen Parallelträger (ſ. d.) vom Syſtem des rechtwinkligen Dreiecks (Ständerfachwerke) mit gezogenen Diagonalen und gedrückten Vertikalen genannt, da ſolche Träger mehrfachen Syſtems dem bayriſchen Ingenieur Mohnié in den fünfziger Jahren patentiert wurden [1]. Doch waren ähnliche Konſtruktionen ſchon vorher ausgeführt worden [3].

Literatur: [1] Mohnié, Ueber eine verbeſſerte Konſtruktion eiſerner Gitterbrücken, Zeitſchr. f. Bauweſen 1858, S. 277. — [2] Prusmann, Zur Abhandlung über eine verbeſſerte Konſtruktion eiſerner Gitterbrücken von Mohnié, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1858, S. 122. — [3] Lang, Zur Entwicklungsgeſchichte der Spannwerke des Bauweſens, Riga 1890, S. 104, 113. — [4] v. Ott, Vorträge über Baumechanik, II, Prag 1893, S. 189. — S. a. Paralleträger. *Weyrauch.*

Mohnöl, durch Auspreſſen der Mohnſamen gewonnenes, fettes, trocknendes Oel von blaßgelber bis hellgoldgelber Farbe, dünnflüſſig, mit angenehmem Geſchmack und eigentümlichem, ſchwachem Geruch, ſehr ſchwer gefrierend, einmal erſtarrt aber, bis zu —2° C. feſtbleibend; ſpez. Gew. 0,925. S. a. Oelfabrikation.

Es wird im nördlichen Frankreich, in Süddeutſchland (Bayern, Baden, Württemberg) gepreßt und dient in Frankreich, wo es in bedeutenden Mengen produziert wird, hauptſächlich zur Herſtellung der Marſeillerſeife (ſ. d.), ſonſt vielfach als Speiſeöl; auch zu Künſtlerölfarben wird es, obwohl ſchwerer trocknend als Leinöl, verwendet. *Andés.*

Mohrblech (Moiréblech), ſ. Weißblech.

Mohringsöl, ſ. Petroleum.

Mohsſche Skala, ſ. Härte, Härtebeſtimmung.

Moir (Moor), ſ. Weberei.

Moiré, Seiden- und Wollgewebe, welche durch Appretur (ſ. Bd. 1, S. 258) einen Waſſerglanz erhalten haben.

Moiréblech (Mohrblech), ſ. Weißblech.

Moirépapier, ſ. Buntpapierſorten, Bd. 2, S. 403.

Moirieren, ſ. Appretur, Bd. 1, S. 258.

Moivreſche Formel heißt die Formel $(\cos\varphi + i\sin\varphi)^n = \cos n\varphi + i\sin n\varphi$.

Mokkaſtein, ſ. v. w. Moosachat, ſ. Quarz.

Mokumé, eine durch Schmieden hergeſtellte, gemaſertem Holz ähnlichſehende Miſchung von Eiſen, Gold, Kupfer und Silber japaniſchen Urſprungs, zu Kunſtgegenſtänden verwendet; jedes Metall des Gemenges patiniert ſelbſtändig.

Molaſſeformation oder -gruppe, eine am Nordrand der Alpen, von der ſüdlichen Schweiz (Genferſee) bis nach Oeſterreich (Salzachtal) ziehende Schichtenreihe der Tertiärformation, vom mittleren Oligocän bis ins Miocän hineinreichend.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sie bestehen vorwiegend aus Sandsteinen, Konglomeraten, Tonen und Mergeln, an einigen Stellen sind Braunkohlen zwischengelagert (Miesbach, Peissenberg in Oberbayern, auch in der Schweiz). Die tiefsten und höchsten Schichten sind Süßwasser-, die mittleren marine Bildungen. Die Molassesandsteine sind meist weich, leicht zu bearbeiten, glaukonit- und glimmerführend, von grauer, bläulich- oder grünlichgrauer Farbe, fein- bis grobkörnig, oft porös. Sie gehen häufig in Konglomerate über. Sandsteine der mittleren Abteilung und mitunter auch Konglomerate (Nagelfluh) werden als Hochbaumaterial viel verwendet (Schweiz), obgleich ihre Wetterbeständigkeit keine sehr große ist. Außerdem sind manche Mergel als hydraulischer Kalk oder zur Zementbereitung tauglich. *Leppla.*

Moldawit (Bouteillenstein), s. Gläser, natürliche.

Mole (ital. Molo), s. Seehäfen.

Molekel, s. v. w. Molekül; s. Molekulartheorie.

Molekül, s. Molekulartheorie.

Molekularattraktion, s. Molekulardruck.

Molekulardispersion, die Differenz der Molekularrefraktionen (s. d.) eines Stoffes für verschiedene Wellenlängen des Lichts, z. B. die rote und blaue Wasserstofflinie H_α und H_γ. Die Molekulardispersion zeigt ähnlichen Zusammenhang mit der Zusammensetzung und Konstitution der Körper wie die Molekularrefraktion, läßt sich also als aus Atomdispersionen zusammengesetzt betrachten. Mit der Molekularrefraktion steht sie in keiner einfachen Beziehung.

Literatur: s. Molekularrefraktion. *Abegg.*

Molekulardruck, der nach innen gerichtete, dem gewöhnlichen (Expansiv-) entgegengesetzt wirkende Druck von Gasen, der nach der van der Waalsschen Theorie von einer gegenseitigen Anziehung der Gasmolekeln, der Molekularattraktion, herrührt.

Da die Molekularattraktion a sich naturgemäß um so mehr geltend macht, je näher sich die Molekeln befinden, so zeigt sich der Molekulardruck $a : v^2$ (wo v das Gasvolum) um so deutlicher, je kleiner v, je stärker also ein Gas komprimiert ist, und bedingt somit die Abweichungen komprimierter Gase (s. d.) von den Gasgesetzen.

Literatur: van der Waals, Kontinuität des gasförmigen und flüssigen Zustandes, Leipzig 1881; Nernst, Theoretische Chemie, 5. Aufl., Stuttgart 1906/07. *Abegg.*

Molekulargewicht, das relative Gewicht der Molekeln, welches sich aus der Summe der Gewichte der zur Molekel vereinigten Atome (s. Atomgewicht) ergibt und demnach auf dieselbe Einheit bezogen ist wie die Atomgewichte.

Das kleinste Molekulargewicht ist das des Wasserstoffs, und da seine Molekel aus zwei Atomen besteht = 2. Aus der Avogadroschen Regel (s. Gase) ergibt sich, daß das Molekulargewicht gasförmiger Körper der Gasdichte proportional ist, und es wird deshalb durch Bestimmung dieser Größe ermittelt. Für gelöste Körper ergibt sich das Molekulargewicht, analog wie bei Gasen, aus ihrem osmotischen Druck, der durch Gefrierpunktserniedrigung, Dampfdruckerniedrigung, Siedepunktserhöhung u. s. w. bestimmt wird. Für flüssige und feste Körper als solche läßt sich das Molekulargewicht kaum bestimmen, da sichere Methoden noch nicht gefunden sind; doch geben Oberflächenspannung, Siedepunkte und Molekularvolumina gewisse Anhaltspunkte. Das Molekulargewicht ist die wichtigste Konstante einer Substanz, da es die Anzahl der zur Molekel vereinigten Atome und mittelbar auch ihre Gruppierung und Bindungsweise, also die Konstitution (s. d.) ersehen läßt. *Abegg.*

Molekularkräfte pflegt man die Ursachen solcher Erscheinungen zu nennen, die man aus verschiedenen Gründen der gegenseitigen unmittelbaren Wirkung (Anziehung) benachbarter Molekeln zuschreibt.

Solche Kräfte äußern sich demgemäß am deutlichsten, wo die materiellen Molekeln sich am nächsten sind, also im festen und flüssigen Aggregatzustand und bei starkkomprimierten Gasen speziell in ihren Abweichungen von den gewöhnlichen Gasgesetzen. Als Molekularkräfte faßt man auf: Oberflächenspannung, Kapillarität, Kohäsion, Adsorption, und die gegenseitige Anziehung der Gasmolekeln, unter deren Annahme van der Waals den flüssigen Aggregatzustand mit den Gasgesetzen beschreiben lehrte. *Abegg.*

Molekularmagnet, s. Magnetismus.

Molekularmagnetismus, der auf Wasser (= 1) bezogene Magnetismus von Stoffen, multipliziert mit ihrem Molekulargewicht. Die bisher untersuchten organischen Verbindungen erwiesen sich sämtlich diamagnetisch (s. Magnetismus). Es fanden sich ähnliche Regelmäßigkeiten wie beim Molekularvolum (s. d.).

Literatur: Henrichsen, Wiedem. Annal. d. Physik, Bd. 34, S. 180 (1888). *Abegg.*

Molekularrefraktion, die mit dem Molekulargewicht multiplizierte „spezifische Refraktion" (s. d.), die sich, wie das Molekularvolum u. s. w., aus Atomrefraktionen zusammensetzt. Letztere sind für verschiedenartig gebundene Atome verschieden, so daß die Größe der Molekularrefraktion einen Schluß auf die Konstitution (s. d.) der Molekeln der Substanzen erlaubt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1891; Nernſt, Theoretiſche Chemie, 5. Aufl., Stuttgart 1906/07. *Abegg.*

Molekularrotation. Durchſichtige Stoffe erhalten, wie Faraday fand, im magnetiſchen Felde die Fähigkeit, die Schwingungsebene von ſie durchſtrahlendem polariſierten Lichte zu drehen. Dieſe Drehung iſt in ihrem Winkelbetrage abhängig von der Dicke der durchſtrahlten Schicht, der Stärke des Magnetfeldes und vor allem der Natur der Subſtanz. „Spezifiſche Rotation" einer Subſtanz nennt man die Drehung bei beſtimmter Schichtdicke und Feldſtärke dividiert durch die Dichte der Subſtanz und die Drehung von Waſſer unter denſelben Verhältniſſen (Schichtdicke und Feldſtärke). Dieſe Größe multipliziert mit dem Molekulargewicht der Subſtanz ergibt die Molekularrotation, die ſich ähnlich wie Molekularvolum und Molekularwärme (ſ. d.) als aus „Atomrotationen" zuſammengeſetzt darſtellt.

Literatur: Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1891; Nernſt, Theoretiſche Chemie, 5. Aufl., Stuttgart 1906/07. *Abegg.*

Molekularſtröme, ſ. Elektrodynamik.

Molekulartheorie, die Annahme, daß die Materie eines chemiſchen Stoffes den von ihr eingenommenen Raum nicht kontinuierlich erfüllt, ſondern in Geſtalt von geſonderten kleinſten Teilchen, die für ſich exiſtierend alle charakteriſtiſchen Merkmale des betreffenden Stoffes beſitzen. Dieſe kleinſten Teilchen, die Molekeln oder Moleküle, beſtehen ihrerſeits aus den Atomen (ſ. Atomtheorie) der Elemente, aus denen der betreffende Stoff zuſammengeſetzt iſt.

Aus der Anſchauung, daß den Molekeln eine ganz beſtimmte, wenn auch ſehr kleine, unveränderliche Maſſe zukommt, ergeben ſich eine Reihe phyſikaliſcher und chemiſcher Geſetze als natürliche Folge, ſo das Avogadroſche Geſetz (ſ. Gaſe, Bd. 4, S. 279), die Geſetze der konſtanten und multiplen Proportionen, auf denen das ganze heutige Lehrgebäude der Chemie ruht. Die von Dalton und Wollaſton aufgeſtellte Molekulartheorie hat ſich als ein noch immer fruchtbares und ſtets bewährtes Hilfsmittel phyſikaliſcher und namentlich chemiſcher Forſchung bewährt.

Literatur: Dalton u. Wollaſton, Grundlagen der Atomtheorie, Oſtwalds Klaſſiker Nr. 3; Avogadro u. Ampère, Grundlagen der Molekulartheorie, Oſtwalds Klaſſiker Nr. 8, Leipzig. *Abegg.*

Molekularverbindungen, Verbindungen, in denen anſcheinend geſättigte Molekeln mit andern ebenſolchen zu komplizierteren Molekeln ſich vereinigen. Letztere ſind zwar nach den Geſetzen der konſtanten und multiplen Proportionen völlig charakteriſierte Verbindungen; doch ſind die zuſammengetretenen einfachen Molekeln weit weniger feſt aneinander gekettet, wie dies mit den Atomen einer gewöhnlichen Molekel der Fall iſt.

Die Molekularverbindungen laſſen ſich nach keiner Richtung von andern Verbindungen ſcharf abgrenzen und ſind zweifellos als das Produkt ſchwächerer Valenzen eines Atoms aufzufaſſen, die ſich nicht allen andern Atomen gegenüber betätigen. Solche Verbindungen ſind kriſtallwaſſer-, kriſtallalkohol-, kriſtallbenzol- u. ſ. w. haltige Verbindungen, Doppelſalze, wie die Alaune, Chloroplatinate u. ſ. w., Metallammoniakverbindungen, Verbindungen aromatiſcher Kohlenwaſſerſtoffe mit Pikrinſäure und viele andre, anſcheinend faſt nur feſte Stoffe. In Löſung oder Gasform ſind ſie jedenfalls ſo weit diſſoziiert, daß ſie ſich vielfach der Beobachtung entziehen. Höchſtwahrſcheinlich ſind die meiſten Löſungen ſolche Verbindungen von gelöſtem Stoff und Löſungsmittel.

Literatur: Abegg, Theorie der Valenz und Molekularverbindungen, Zeitſchr. f. anorganiſche Chemie 1904. *Abegg.*

Molekularvolum, das Volum einer Grammolekel oder das Produkt des ſpezifiſchen Volums in das Molekulargewicht einer chemiſchen Verbindung.

Für alle Gaſe iſt das Molekularvolum (bei gleichem Druck und gleicher Temperatur) gleich, und zwar bei 0° und 1 Atmoſphäre 22,4 l.

Für organiſche Flüſſigkeiten läßt ſich ihr Molekularvolum beim Siedepunkt (als einer vergleichbaren Temperatur) additiv aus Volumwerten berechnen, die den die Verbindung zuſammenſetzenden Atomen entſprechen: Seien in der Verbindung die Anzahl der Atome: Kohlenſtoff m, Sauerſtoff (an ein Atom gebunden) n_1, Sauerſtoff (an zwei verſchiedene Atome gebunden) n_2, Waſſerſtoff o, Chlor p, Brom q, Jod r, Schwefel s, ſo iſt das Molekularvolum $MV = 11\,m + 12{,}2\,n_1 + 7{,}8\,n_2 + 5{,}50\,o + 22{,}8\,p + 27{,}8\,q + 37{,}5\,r + 22{,}6\,s$. Für feſte Körper ſcheinen innerhalb engerer Gruppen ähnliche Geſetzmäßigkeiten wie für die organiſchen Flüſſigkeiten zu beſtehen.

Literatur: Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., Leipzig 1891, Bd. 1; Nernſt, Theoretiſche Chemie, 5. Aufl., Stuttgart 1906/07. *Abegg.*

Molekularwärme, die ſpezifiſche Wärme einer Grammolekel oder das Produkt des Molekulargewichts in die ſpezifiſche Wärme einer chemiſchen Verbindung.

Für den feſten Aggregatzuſtand beſteht die einfache Beziehung, daß die Molekularwärme die Summe der Atomwärmen (ſ. d. und Spezifiſche Wärme) der die Verbindung

zuſammenſetzenden Elemente iſt. Als Atomwärmen für die gewöhnlich gasförmigen und die vom Dulong-Petitſchen Geſetz (ſ. Wärme, ſpezifiſche) abweichenden Elemente ſind folgende Werte zu benutzen: $C = 1{,}8$, $H = 2{,}3$, $B = 2{,}7$, $Be = 3{,}7$, $Si = 3{,}8$, $O = 4{,}0$, $P = 5{,}4$, $S = 5{,}4$, $Ge = 5{,}5$; die übrigen Elemente haben gemäß dem Dulong-Petitſchen Geſetz den Wert ca. 6,4.

Literatur: Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1891; Nernſt, Theoretiſche Chemie, 5. Aufl., Stuttgart 1906/07. *Abegg.*

Moleskin, gefärbter, feſtgewebter, ganz baumwollener (halbwollener Moleskin aus baumwollener Kette und ſtreichwollenem Schuß), feiner rauher Barchent, wohl auch engliſch Leder genannt, wird gewöhnlich dem wollenen Tuch gleich geſchoren; ſ. Weberei. *E. Müller.*

Molettieren, Rändeln, Rändrieren, beſteht in dem Eindrücken mannigfacher Verzierungen (Schriften, Zeichnungen, Linienſyſtemen u. ſ. w.) durch Anwendung beſonderer Rädchen (Rändelräder, Krausräder, Schlagrädchen) oder Walzen (Moletten) von gehärtetem Stahle, welche auf ihrem Mantel die angemeſſenen Vertiefungen oder Erhöhungen enthalten und welche gegen den in Umdrehung verſetzten umzubildenden Gegenſtand (Schraubenköpfe, Fingerhüte, Druckwalzen u. ſ. w.) angepreßt werden, wobei ſie durch die Berührung mit dem umlaufenden Arbeitsſtücke ſich um ihre eigne Achſe mitdrehen. Sie ſind zu dieſem Zwecke in beſonderen Schlitten oder Gabeln (Rändelgabel) gelagert.

Im größten Maßſtabe hat man das Rändeln, Molettieren angewendet zur Verfertigung der vertieften Zeichnungen auf den kupfernen Kattundruckwalzen, wozu eigne Rändelmaſchinen, Molettiermaſchinen erfunden ſind. Die Molettengravüre der Druckwalzen [1] wird hierbei in folgender Art vollzogen: Der ſich gleichmäßig wiederholende Teil des Muſters (Rapportteil) wird mittels des Grabſtichels auf eine kleine zylindriſche Walze aus weichem, zähem Stahl graviert. Iſt die Molette fertig, ſo werden zu beiden Seiten der Gravierung drei bis vier Reihen ſtarker Körner (Picots) geſchlagen, welche ein Verſchieben der vertieft gravierten Molette (der Muttermolette) beim nachfolgenden Abpaſſen auf der Reliefmaſchine oder Molettenpreſſe verhindern. Die Muttermolette wird nun gehärtet und in der Reliefmaſchine ſo lange umlaufend und unter langſam ſteigendem Drucke gegen eine zweite Molette (die Tochtermolette) von zwei-, drei- und mehrfachem Umfange gepreßt, bis die vertieften Gravuren der Muttermolette ſich auf der Tochtermolette erhaben (en relief) abgepreßt haben. Die mitabgepreßten Seitenpicots werden hierauf abgedreht und die ſo hergeſtellte Tochtermolette gehärtet. Sie kommt hierauf in den Preß- oder Molettierſtuhl, in welchem die zu preſſende Kupfer-, Bronze- oder Meſſingwalze, deren Umfang wieder ein Vielfaches des der Tochtermolette iſt, eingelegt iſt, und wird gegen den Umfang der umlaufenden Druckwalze angepreßt, wodurch in dieſer die gewünſchte vertiefte Zeichnung erzeugt wird. So preßt man einen Gürtel nach dem andern der Breite der Druckwalze nach ein. Schließlich wird die gravierte Walze durch Polieren von aufgeworfenem Grate befreit und iſt damit druckfertig. — Eine ausgedehnte Verwendung findet das Rändeln bei der Herſtellung der Münzen (ſ. d.), um Randverzierung oder Randſchrift herzuſtellen und den Rand zu glätten (Rändelmaſchinen [2]). — Ueber die Hervorbringung von Vertiefungen u. ſ. w. vgl. a. Stanzen. — Molettier- und dazugehörige Maſchinen werden gebaut von Ducommun in Mülhauſen, C. Hummel in Berlin u. a.

Literatur: [1] Prechtl, Technolog. Encykl., Bd. 8, S. 293, Stuttgart 1837; Zipfer, Apparate, Geräte und Maſchinen der Wäſcherei, Bleicherei u. ſ. w., Leipzig-Wien 1894, S. 96. — [2] Ledebur, Verarbeitung der Metalle, S. 863. *E. Müller.*

Molkerei. Hierunter verſteht man alle Einrichtungen und Verfahren, um die Milch zu gewinnen und zu verwerten. Nach dem ſpäteren Verwendungszweck kann man die Milchverarbeitung in die Süßmilchverwertung, die Rahmgewinnung und Butterfabrikation, und die Käſebereitung einteilen.

Das erſte Erfordernis für jede ſpätere Milchverwertung iſt, daß die Milch nach dem Melken, das im Freien oder im Stall von Hand geſchieht (Melkmaſchinen haben ſich bisher nicht bewährt), von allen Verunreinigungen befreit wird. Dieſem Zweck dienen die Milchfilter oder Seiher, auf deren große Bedeutung für die Haltbarkeit der Milch beſonders hingewieſen wird. Sie beſtehen gewöhnlich aus einem Blechtrichter, deſſen Boden durch ein oder mehrere feine Drahtgeflechtſiebe mit oder ohne Watteeinlage oder Leinwand gebildet wird (ſ. Fig. 1). Milchfilter mit wagerechten Sieben verſetzen ſich raſch und bedürfen der öfteren Reinigung, um ſie betriebsfähig zu erhalten. Weniger der Gefahr des Verſetzens ausgeſetzt ſind die Milchfilter, bei denen die Milch durch ſenkrecht ſtehende Siebe und Filtrierplatten hindurchgeleitet wird, die in einer drehbaren Trommel angeordnet ſind. Zur Reinigung läßt man in umgekehrter Richtung Waſſer hindurchfließen. Um die Menge der erhaltenen Milch genau feſtzuſtellen, bedient man ſich beſonderer Milchwagen, da die Gewichtsbeſtimmung genauer iſt als das Meſſen in Hohlgefäßen, bei dem der Schaum in Abrechnung zu bringen und die Temperatur der Milch zu berückſichtigen iſt.

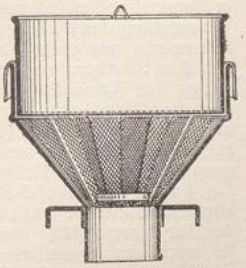


Fig. 1. Frankeſches Sieb im Durchſchnitt.

Milchprüfung. Wenigſtens in gewiſſen Zeitabſchnitten iſt die Milch ſodann einer Prüfung zu unterziehen. Die Zuſammenſetzung der Kuhmilch iſt keine konſtante. Sie verändert ſich während der Laktationsperiode der einzelnen Kuh; ſie ſchwankt auch ſonſt, je nach Fütterung, äußeren Einflüſſen, Raſſe und innerhalb derſelben bei den Einzelindividuen.

Nach [1] iſt der mittlere Gehalt der Kuhmilch folgender:

		Schwankungen:
Waſſer	87,5 %	85,0 —90,0 %
Fett	3,4	2,0 — 6,5
Käſeſtoff	3,2	2,0 — 4,5
Eiweiß und Laktoprotein	0,7	0,28— 1,15
Milchzucker	4,5	3,0 — 6,0
Aſchenbeſtandteile	0,7	0,6 — 0,9.

Das ſpez. Gew. der Milch ſchwankt zwiſchen 1,028 und 1,034; nimmt man diejenige der Niederungsraſſen aus, ſo kann man die Grenzen mit 1,030 und 1,034 feſtſetzen, und in den meiſten Städten beſteht die Vorſchrift, daß das ſpez. Gew. nicht unter 1,029 und nicht über 1,033 betragen ſoll.

Vor Ausführung einer Milchprüfung iſt gründlichſte Miſchung der Milch, Entnahme einer richtigen Durchſchnittsprobe aus der Mitte der Milchmaſſe und hierauf ſofortige Ausführung der Milchprüfung notwendig. Handelt es ſich darum, zu unterſuchen, ob die Milch friſch und im Säuerungsprozeß noch nicht zu weit vorangeſchritten iſt, ſo verſetzt man ſie in einem Probierglaſchen mit der gleichen Menge 68 % Alkohols. Scheidet ſich Käſeſtoff in Flocken aus, ſo iſt die Milch nicht mehr friſch; dasſelbe iſt der Fall, wenn die Milch überhaupt beim Kochen gerinnt. Häufig wird bei Milchprüfungen das ſpezifiſche Gewicht der Milch als Maßſtab angelegt, beſonders wenn es ſich um Ermittlung des Waſſerzuſatzes handelt. Man ſenkt dabei in die 15° C. warme Milch ein ſogenanntes Laktodenſimeter langſam ein, bis es frei ſchwimmt und die Milch überſtrömt, und lieſt an der Skala ab. Fig. 2 veranſchaulicht ein Laktodenſimeter mit Thermometer von E. Ahlborn in Hildesheim. Wird weniger als 1,029 abgeleſen, ſo iſt die Milch verwäſſert. Bei niedererer Temperatur als 15° C. iſt eine Umrechnung mittels Tabellen nötig; wichtig iſt, ausſchließlich ein amtlich geprüftes Inſtrument zu benutzen. Zur Ermittlung etwaigen Zuſatzes von abgerahmter Milch genügt die Ermittlung des ſpezifiſchen Gewichts allein nicht, ſondern hier muß noch der Prozentfettgehalt unterſucht werden, da er bei der Entrahmung in weit ſtärkerem Verhältnis abnimmt als das ſpezifiſche Gewicht wächſt. Hat man beides ermittelt, ſo kann man hieraus unter Anwendung der Fleiſchmannſchen Formeln (Tabelle bei Robert Henning in Tapian) leicht den Prozenttrockenſubſtanz- und Fettgehalt berechnen. Zur direkten Ermittlung des Prozentgehaltes an Fett, dem wertvollſten Milchbeſtandteil, benutzt man verſchiedene Apparate. Das Cremometer (Fig. 3) iſt ein 4 cm weites Standglas mit Skala für 0—20 ccm (von oben nach unten eingeteilt), der Nullpunkt entſpricht einer Füllung mit 100 ccm. Man läßt die Milch 12 bis 24 Stunden ſtehen und lieſt die Rahmprozente ab (10—14 %). Nun iſt aber Rahm nicht identiſch mit Fett; er kann ebenſogut 14 wie 20 % Fett enthalten. Aus dem Rahmvolumen kann alſo kein ſicherer Schluß auf den Prozentfettgehalt gezogen werden, und zwar um ſo weniger, da das einemal der Rahm voluminöſer, lockerer abgeſchieden wird als das andremal; das Cremometer iſt alſo für die Fettbeſtimmung faſt wertlos. Ebenſowenig iſt auch Fjörds Kontrolleapparat, bei welchem der Rahm durch Zentrifugieren gewonnen wird, brauchbar, dasſelbe gilt von allen optiſchen Milchprüfern. Bei dem Fettbeſtimmungsapparat von Soxhlet werden 200 ccm Milch mit Kalilauge von beſtimmter Konzentration geſchüttelt, um die Fettkügelchen der Milch aufzulöſen, ohne daß Verſeifung eintritt, hierauf wird Aether zugegeben. Durch längeres Schütteln geht das Fett in den ſpezifiſch leichteren Aether über. Man ermittelt dann mittels Aräometers das ſpezifiſche Gewicht der Aetherfettlöſung und hieraus den Fettgehalt der urſprünglichen Milch. Wo es ſich wie in Sammelmolkereien um regelmäßige ſehr zahlreiche Milchprüfungen handelt, empfiehlt ſich die Verwendung des de Laval'ſchen Laktokrits. Derſelbe beſteht in der Ausführung des Bergedorfer Eiſenwerks aus einer konvexen Scheibe zur Aufnahme der in Unterſuchungsröhren (Prüfer) gefüllten Milchproben; letztere werden mit ca. 95 % Milchſäure und ca. 5 % Schwefelſäure zur Auflöſung des Käſeſtoffes verſetzt und 7—8 Minuten in ein heißes Waſſerbad geſtellt. Die Scheibe wird von Hand oder durch einen Motor, auf einer vertikalen Welle ſitzend, 3—4 Minuten lang in raſche Umdrehung (4000—7000 Touren pro Minute) verſetzt, wobei ſich das durch die zugemiſchten Säuren unverändert gebliebene Fett abſondert. Die Prüfer werden dann herausgenommen und der Fettgehalt in Gewichtsprozenten an der abgeſchiedenen Fettſäule abgeleſen. Fig. 4 zeigt einen Acid-Butyrometer, bei dem 2—24 Milchproben auf einmal unterſucht werden können. Dieſer beſteht aus einem flachkegeligen Blechgefäß, auf deſſen Boden die zur Aufnahme der Butyrometergläſer dienenden Klammern (bis zu 36) ſitzen. Von andern ähnlichen Apparaten ſei noch der verbeſſerte Babcockſche genannt, den E. Ahlborn in Hildesheim anfertigt. Die Ermittlung des ſtickſtoffhaltigen Käſeſtoffs und des Albumins, des Gehalts an Milchzucker und weitere chemiſche und bakteriologiſche Prüfungen der Milch mögen in [2] nachgeſehen werden.



Fig. 2.

Fig. 3.

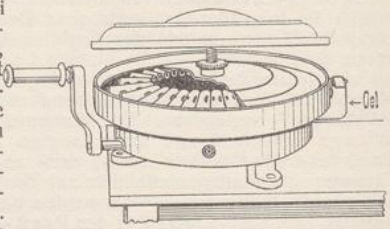


Fig. 4. „Matador".

Die meiſte Milch unterliegt vor ihrem Verbrauch einige Zeit der Aufbewahrung, dem Transport oder einer beſonderen Zubereitung. Bleibt die friſche Milch ruhig ſtehen, ſo rahmt ſie auf (ſ. weiter unten) und verdirbt mit der Zeit durch die Wirkung der in ſie gelangenden Milchſäurebazillen. Man hat gefunden, daß bei der Temperatur bis zu 10° C. die Entwicklung der Milchſäurebazillen, alſo auch das Gerinnen der Milch, ganz unterbleibt und daß ſie auch bis zu 15° C. nur ſchwache Fortſchritte macht. Will man alſo die Milch ſüß erhalten, ſo muß ihre Temperatur eventuell durch künſtliche Kühlung innerhalb der gedachten Grenzen bleiben. Zur künſtlichen Kühlung kann man die Milch in fließendes, nicht über 8° C. warmes Waſſer oder in Eiswaſſer ſtellen; da ſolches aber nicht immer zur Verfügung ſteht, ſo verwendet man ſogenannte Milchkühler. Der Gegenſtrommilchkühler von E. Ahlborn in Hildesheim (vgl. Fig. 5) hat eine Anzahl von außen verzinnten Kupferröhren in einem Rahmen ſo angeordnet, daß das von einer Waſſerleitung oder einem hochgeſtellten Gefäß aus zugeführte Kühlwaſſer durch den Hahn *D* eintritt, das Röhrenſyſtem *B* durchfließt, bei *E* wieder austritt. Währenddeſſen wird die Milch durch den Hahn des Gefäßes *A* in eine verzinnte Rinne abgelaſſen, welche am Boden mit feinen Oeffnungen verſehen iſt, ſo daß ſie in dünner Schicht auf der Außenſeite des Röhrenſyſtems zur Verteilung kommt und auf dieſer nach abwärts in den Behälter *C* gelangt. Bei der großen Oberfläche gibt die Milch ihre Wärme entſprechend den Temperaturdifferenzen zwiſchen Milch und Kühlwaſſer an letzteres raſch ab. Ferner iſt zu erwähnen der Milchkühler von W. Schmidt in Bretten. Bei demſelben iſt ein aus einem Stück Kupfer eigenartig geformtes Kupferrohr rings ſpiralig um einen Blechmantel gelötet und gut verzinnt. Die Milch wird in das am Fuße durchbrochene Verteilungsbecken gegeben, rieſelt in dünner Schicht über die große Kühlfläche, ſammelt ſich im Auffangbecken und fließt von da in die Transportkanne. Das Kühlwaſſer ſteigt im Rohr nach oben und wird durch ein im Innern des Zylinders nach abwärts führendes Rohr abgeleitet. In letzterer Zeit hat beſonders Helm in Berlin auf die Zweckmäßigkeit der raſchen und tiefen Abkühlung der Milch hingewieſen, und durch ſeine Tiefkühlung beachtenswerte Reſultate erzielt [5]. Fig. 6 zeigt den Durchſchnitt eines Tiefkühlers von Paul Funke in Berlin. Ebenſo wird die Milch längere Zeit vor der Zerſetzung geſchützt durch Erhitzen, indem auch hierbei die in ihr enthaltenen Fermente getötet oder doch wenigſtens in ihrem Wachstum gehemmt werden. Hierbei verwendet man die ſogenannten Paſteuriſierapparate, die teils nach dem Prinzip der Milchkühler, teils nach andrer Art gebaut ſind. Setzt man in dieſen die Milch 30 Minuten einer Wärme von 68—70° oder 15 Minuten von 75—80° oder 5 Minuten von 95—100° aus, ſo werden alle im Wachſen begriffenen Pilzzellen, nicht aber deren Sporen vernichtet. Die ſo paſteuriſierte Milch muß daher raſch abgekühlt und kühl gehalten werden. Um auch die Sporen zu vernichten, muß man die Milch viel ſtärker erhitzen — ſteriliſieren —, wobei ſie dann leicht den Kochgeſchmack annimmt und für viele Zwecke unbrauchbar wird. Wichtig für eine gute Friſchmilchverwertung ſind ferner die Transportkannen, da die Milch auf längeren Transporten ſehr leicht leidet. Näheres hierüber ſ. die unten angegebenen Literaturſtellen.

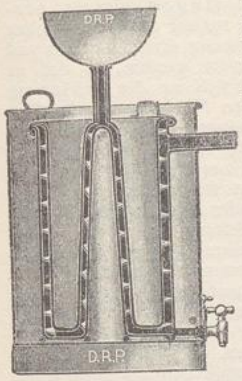


Fig. 6.

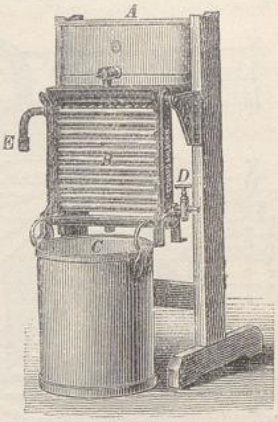


Fig. 5.

Rahmgewinnung. Zur Gewinnung des Milchfettes, hauptſächlich zum Zweck ſpäterer Verbutterung, wird die Milch entrahmt. Man unterſcheidet natürliche und künſtliche Entrahmung. Bei der erſteren benutzt man den Unterſchied im ſpezifiſchen Gewicht der Fettkügelchen der Milch und des Milchſerums, wodurch dieſelben bei ruhigem Stehenlaſſen der Milch von ſelbſt aufſteigen; die letztere kommt zuſtande unter Anwendung der Zentrifugalkraft mittels Milchzentrifugen oder Separatoren.

Während einige Beſtandteile der Milch, wie der Milchzucker, in derſelben gelöſt ſind, andre in gequollenem Zuſtand (Käſeſtoff) ſich vorfinden, iſt das Milchfett in Form von kleinen Fettkügelchen von 0,001—0,010 mm Durchmeſſer in der Maſſe ſuspendiert; dasſelbe hat bei 37° ein ſpez. Gew. von 0,911—0,913. Bei der natürlichen Aufrahmung läßt man die friſche Milch, deren ſpez. Gew. zwiſchen 1,028 und 1,033 liegt, in geeigneten Gefäßen ruhig ſtehen; dann ſteigen entſprechend dem Unterſchied im ſpezifiſchen Gewicht zuerſt die großen, dann die mittleren und endlich auch ein Teil der kleinen Fettkügelchen an die Oberfläche. Auf ihrem Wege umkleiden ſie ſich durch Oberflächenanziehung mit einer dünnen Milchſerumſchicht, wodurch, wie auch durch die Reibung, das Aufſteigen verlangſamt wird und zugleich Serum in den ſich abſcheidenden Rahm gelangt. Je kleiner die Fettkügelchen ſind, deſto mehr werden ſie durch die Serumhülle am Aufſteigen verhindert; es bleiben alſo die kleinſten Fettkügelchen, ſoweit ſie nicht mechaniſch durch die großen nach aufwärts geriſſen werden, in der unter der Rahmſchicht ſchließlich verbleibenden Magermilch zurück. Hauptſache iſt nun bei jedem Aufrahmverfahren möglichſt vollſtändige Gewinnung des Milchfettes in Form von Rahm, jedoch ehe unter dem Einfluß der Milchbakterien eine Milchſäuregärung eingetreten iſt. Befördert wird die Aufrahmung durch ſofortiges Aufſtellen der friſchen Milch in paſſenden Gefäßen und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

rafches Abkühlen auf die dauernd einzuhaltende Abrahmtemperatur zur Verhütung der Säuerung, ferner durch niedere Milchfäule in genügend weiten Gefäßen. Eine Verzögerung erleidet die Aufrahmung durch allmähliche Abkühlung, wechfelnde Temperatur, Erfchütterung der Milch vor und während des Aufrahmens, hohe Milchfäule bei relativ hoher Temperatur und enge Aufrahmgefäße. Dem Sauerwerden der Milch, wodurch infolge des Gerinnens des Käfeftoffs eine weitere Aufrahmung unmöglich würde, begegnet man durch Abkühlen eventuell in befonderen Kühlern und Einhaltung der Temperatur von 5—8° C. oder wenigftens auf unter 12° C.; auch läßt fich die Milch auf einige Tage bezw. auf längere Zeit haltbar machen durch Paftenrifieren oder Sterilifieren. Diefe allgemeinen Grundfätze fetzen ein geeignetes Aufrahmlokal voraus. Dasfelbe foll entfernt von Ställen und Düngerftätten, womöglich nördlich gelegen, hell, leicht zu lüften, heizbar und geräumig fein. Afphaltboden mit Ablauf, Fliegenfenfter, Anftrich der Wände und Decken mit Porzellanemailfarbe erleichtern die Reinhaltung; die Größe richtet fich nach Milchmenge, Aufrahmezeit und -verfahren, fie beträgt pro Kuh 0,2—1 qm Grundfläche, die Höhe wird mit 4,5—5,5 m eingehalten. Die Gefäße, in welchen die Milch aufgeftellt wird, werden am beften aus ftark verzinntem Eifenblech hergeftellt; fie find haltbar, leicht zu reinigen und erleichtern die Abkühlung, was von hölzernen, tönernen oder fchwachen Weißblechfatten nicht gefagt werden kann. — Ausführliches über Aufrahmverfahren in [1]—[3].

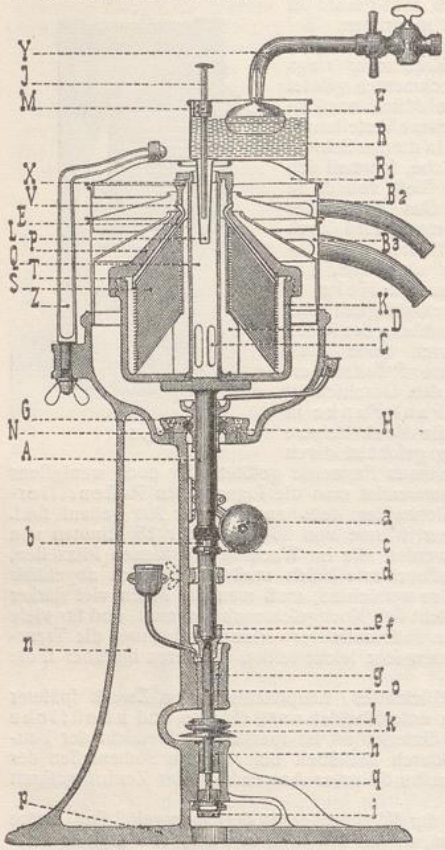


Fig. 7.
A Trommelwelle. B_1 Oberfter Deckel. B_2 Rahmdeckel. B_3 Magermilchdeckel. *C* Oeffnungen im Zentrumrohr für die Milch. *D* Rippen am Zentrumrohr. *E* Magermilchrohre. *F* Schwimmer. *G* Halslagergummiring. *H* Metallhalslager. *I* Regulierftift im Zuflußregulator. *K* Trommel *L* Regulierrohr im Zuflußregulator. *M* Gummiring für den Regulierftift. *N* Einfatzbrücke für das Halslager. *O* Platte für die Einfatzbrücke. *P* Trommeldeckel. *Q* Zentrumrohr. *R* Zuflußregulator. *S* Alphateller. *T* Dichtungsring für die Trommel. *V* Magermilchlöcher. *X* Rahmfchraube. Y Zuflußhahn. *Z* Befeftigungsbügel. *a* Tourenzähler. *b* Gewinde für den Tourenzähler. *c* Befeftigungsfchraube desfelben. *d* Führungslager. *e* Kopf der Antriebswelle. *f* Führungsftift in diefem. *g* Obere Buchfe. *h* Untere Buchfe. *i* Spurfchraube. *k* Schnurfcheibe. *l* Schnurfcheibenftift. *m* Spurrolle. *n* Geftell. *o* Antriebswelle. *p* Fußplatte des Geftells. *q* Spurftift.

In wefentlich kürzerer Zeit und in weit ausgiebigerem Maße läßt fich der Rahm mit Hilfe der Milchzentrifugen oder Separatoren gewinnen, die zurzeit einen fehr hohen Grad der Vervollkommnung erreicht haben und in allen Größen geliefert werden, fo daß fie nicht nur dort, wo es fich um die Gewinnung des Rahms von großen Milchmengen handelt, fondern auch in kleineren Molkereien ausgedehnteftе Verwendung finden. Bei dem Verfahren verwendet man zur Scheidung der leichteren Fetteilchen vom fchwereren Milchferum die Milchzentrifugen oder Separatoren. In denfelben wird das Milchferum (die Magermilch) infolge der Zentrifugalkraft gegen die äußere Wand der Schleudertrommel gepreßt, während die Fetteilchen fich nach einwärts zu einem Rahmzylinder gruppieren. Die Abfcheidung von Rahm und Magermilch erfolgt entweder durch angeftellte Schälröhrchen, oder es wird beiderlei Material durch weiter zufließende Vollmilch gefondert verdrängt. In beiden Fällen arbeiten die Mafchinen kontinuierlich, d. h. es fließt ftändig Vollmilch zu und Rahm und Magermilch in befonderen Röhren ab. Auf diefe Weife gelangt man nicht allein zu großer Leiftung in kurzer Zeit, fondern auch zu vollftändigerer Entrahmung und erhält Rahm und Magermilch, von allen Schmutzteilen frei, in völlig füßem Zuftand. Die geeignete Temperatur der zu entrahmenden Milch beträgt 25—30° C.; ift fie niederer, fo ift ein Vorwärmer angezeigt. — Der Bau und die Arbeitsweife einer der verbreitetften Milchzentrifugen, des Bergedorfer Alpha-A.-Separators, ergibt fich aus Fig. 7. Die Milch fließt durch das Rohr *Y* in das Gefäß *R*, von wo aus durch den Schwimmer *F* und den Regulierftift *IM* der gleichmäßige Abfluß in die Stahltrommel *K* ermöglicht wird. Bei den „Pump"-Separatoren wird die Milch der Trommel durch eine Pumpe zugeführt, deren Leiftung von dem Gang der Zentrifuge abhängig ift. Bei rafcher Rotation derfelben wird die bei *C* austretende Milch gegen die Wandung der Trommel und zwifchen trichterartig geformte Blecheinfätze *S* getrieben, wo durch die Zentrifugalkraft eine Zerlegung der Milch in der Weife ftattfindet, daß das fpezififch fchwerere Milchferum, gegen die Wand und bei *V* durch kleine Oeffnungen ausgetrieben, als Magermilch in einem Rohre bei B_3 abfließt, während die fpezififch leichteren Fetteilchen außerhalb des Zentrumrohrs *Q* nach aufwärts getrieben durch die Rahmfchraube *X* als Rahm in dem zweiten Rohre B_2 abfließen. Die Trommel befteht aus dem Teil *K*, auf welchem der Deckel *P* unter Benutzung eines Dichtungsringes *T* aufgefchraubt

ist; die Tellerchen *S* zerlegen bei ihrem geringen Abstand voneinander die Milch in einzelne Schichten, wodurch die Entrahmung erleichtert wird (von Bechtolsheim). Die Trommel selbst sitzt auf der Trommelwelle *A*, deren Umdrehungen (ca. 5600 und mehr in der Minute) durch einen mittels des Gewindes *b* angetriebenen Tourenzähler *a* registriert werden. Die Welle erhält ihren Antrieb von der Schnurscheibe *k* aus. Die Bestimmung der übrigen Teile ergibt sich ohne weiteres aus der Figur. Als Motor findet Verwendung der Göpel oder des gleichmäßigeren Ganges wegen der Elektromotor oder die Dampfmaschine; auch findet eine im Sockel der Milchzentrifuge befindliche Dampfturbine Verwendung. Die Formen der Einsatzteller und die Ausbildung des Antriebes sowie der Aufhängung der Trommel sind sehr mannigfach. Näheres hierüber vgl. die unten angegebenen Literaturstellen. Der Zweck der Einsätze ist der, die Milch in möglichst dünne Schichten zu zerlegen, um die Wege zu verkürzen, welche die schwereren und leichteren Teile nehmen. Denselben Zweck streben die „Tubular"-Separatoren dadurch an, daß der ohne Einsatz gebauten Trommel ein kleiner Durchmesser bei verhältnismäßig sehr großer Längsabmessung gegeben wird. Wichtig ist es, daß die Tellereinsätze leicht gereinigt werden können.

Die Aufhängung der Trommel muß eine nachgiebige sein, damit die Welle sich in der Schwerachse des Systems einstellen kann. Anderseits darf aber auch ein zu langes Hin- und Herpendeln der Trommel nicht eintreten. Zur Erzielung der notwendigen hohen Uebersetzung vom Antrieb auf die Trommel dienen Zahnrad- oder Schnurgetriebe in sehr verschiedenen Ausführungsformen.

Die Leistungen der Separatoren schwanken zwischen 25 und 2500 l pro Stunde bei einem Preise von 80—1700 ℳ. Ueber den Kraftbedarf f. [4]. Leistungsfähige Milchzentrifugen sind zu beziehen von E. Ahlborn in Hildesheim, Dierks & Möllmann in Osnabrück, Josef Meys in Hennef a. d. Sieg, Heinrich Lanz in Mannheim, C. Allendorf in Gößnitz, Bergedorfer Eisenwerk in Bergedorf, Eisenwerk Hannover, Hollasche Carlshütte in Rendsburg und vielen andern.

Die Milchzentrifugen besitzen in der Rahmschraube eine einfache Vorrichtung zur Regulierung der Rahmmenge, so daß mehr oder weniger konzentrierter Rahm gewonnen werden kann. Die Entrahmung kann so weit getrieben werden, daß in der Magermilch nur 0,10—0,05% und weniger Fett verbleiben; gewöhnlich erhält man eine solche mit im Mittel 0,2% Fett, so daß der Ausrahmungsgrad 90—96% beträgt. Die Kosten der Entrahmung rechnet Giesele

bei 100 kg pro Tag mit 37—60 ₰
„ 200 „ „ „ „ 22—35 „
„ 300 „ „ „ „ 17—30 „ } pro 100 kg Milch.

Butterfabrikation. Der durch die Zentrifuge gewonnene Rahm wird zum größten Teil verbuttert. Die Fettkügelchen der Milch oder des Rahms befinden sich bei der für die Verarbeitung beider auf Butter gewöhnlich eingehaltenen Temperatur in unterkühltem Zustande, so daß eine anhaltende Erschütterung ihre Ausscheidung in fester Form als Butter zur Folge hat. Diese Erschütterung erfährt die Masse im Butterfaß durch die Schläger oder durch Anschlagen an die Wandungen. Zur raschen Vereinigung der Butterkügelchen in nicht zu weichem oder hartem Zustand ist die Einhaltung passender Temperatur sehr wichtig, und dieselbe wird bei gesäuerter Milch mit 17—18° C., bei gesäuertem Rahm mit 15—16° C., bei süßem Rahm mit 11—14° C. eingehalten. Man muß hier ab- und zugeben, je nach der Konsistenz des Fettes, und diese wieder ist abhängig von der Fütterung der Tiere sowie von der äußeren Temperatur. Relativ hohe Temperatur beschleunigt den Butterungsprozeß, aber die Butter wird schmierig, verliert an Wohlgeschmack und Haltbarkeit; zu niedere Temperatur verzögert die Butterung, erschwert den gegenseitigen Anschluß der Butterteilchen, vermindert die Ausbeute, auch wird die Butter trocken und krümelig. Ein Ansäuern des Materials beschleunigt das Buttern; am besten wird dasselbe eingeleitet durch Zugabe eines kleinen Quantums von 1 Tag altem reinem Rahm, aus welchem feine, wohlschmeckende Butter gewonnen wurde. Wirksam sind in diesem Fall die in der Masse enthaltenen Bakterien.

Das Buttern geschieht in den Butterfässern. Man unterscheidet Stoß-, Schlag-, Roll- und Schaukelbutterfässer. Das Stoßbutterfaß, auf ein Drittel bis zur Hälfte gefüllt, dient noch vielfach zum Buttern kleiner Rahmmengen, erfordert aber mehr Arbeit als das Schlagbutterfaß. Letzteres ist mit horizontaler oder vertikaler Welle mit durchbrochenen Schlägern versehen und sehr verbreitet. Bei horizontaler Welle sind die Lager schwer dicht zu halten, auch findet leicht ein Verschmieren der Butter statt. Von den Schlagbutterfässern mit vertikaler Welle ist am beliebtesten das Holsteiner Butterfaß für Handbetrieb (P. Behrens in Magdeburg, Fig. 8), eventuell auch für Kraftbetrieb geeignet. Das Faß besteht aus Eichenholz, der zweiteilige Deckel ist leicht abzunehmen, die Welle sitzt unten in einer eisernen Pfanne des Bodens, mit dem Triebwerk ist sie oben verkuppelt, so daß die Welle mit den Schlägern leicht herauszunehmen ist. Die große Oeffnung des Fasses erleichtert das Einfüllen, die Reinigung und Lüftung und, da das Faß gekippt werden kann, auch die Entleerung. Der Gang ist leicht, die Wirkung der Schläger sehr gut, die Butterungszeit kurz. Von Rollbutterfässern zeichnet sich durch sehr leichten Gang das Lefeldsche (P. Behrens in Magdeburg) aus (Fig. 9). Ganz ohne Schläger gefertigt ist das Viktoriabutterfaß (vom Bergedorfer Eisenwerk, Fig. 10), bei dem die Butterung durch das heftige Auffschlagen der herabstürzenden Masse auf die Bodenflächen zustande kommt. Es eignet sich für mittlere Betriebe, ist, da der Deckel in der ganzen Faßweite abgenommen wird, sehr leicht zu füllen und zu entleeren, ebenso zu reinigen und zu lüften. Bei der Füllung auf ein Drittel bis zur Hälfte geht die Butterung sehr rasch und vollständig vor sich. Bei dem amerikanischen Schaukelbutterfaß von Davis kommt die Butterung zustande durch den Anprall der Masse an die Wandungen des Kastens. Der Betrieb ist ein sehr leichter, auch der Spielraum in der Füllung ein großer. Die Baltic-Separator-Gesellschaft

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

befeſtigt die Verbutterungstrommel auf dem Deckel oder dem Hals der Zentrifugentrommel und ermöglicht auf dieſe Weiſe ein direktes Verbuttern des gewonnenen Rahms. Um den Rahm dabei auf die erforderliche Temperatur zu bringen, iſt die Buttertrommel mit einem Heizmantel verſehen. Eine ähnliche Einrichtung wird auch von dem Bergedorfer Eiſenwerk hergeſtellt. Beobachtung der richtigen Füllung

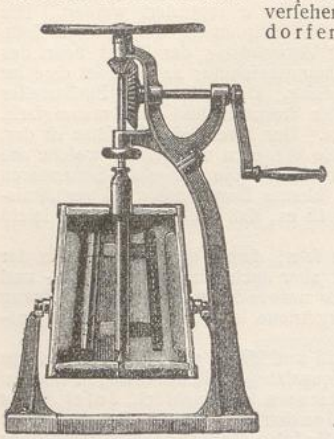


Fig. 8. Holſteiner Butterfaß.

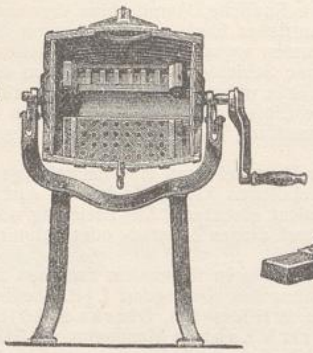


Fig 9. Lefeldſches Butterfaß.



Fig. 10. Viktoria-Butterfaß.

und Tourenzahl iſt notwendig. Langſam ſollen ſich Faß oder Schläger bewegen bei Butterung ungeſäuerter Milch, raſcher bei geſäuertem Rahm, noch ſchneller bei ſüßem Rahm und am raſcheſten bei ſüßer Milch. Die Butterungszeit berechnet ſich bei angeſäuertem Rahm mit ca. 30, bei ſüßem mit ca. 40 Minuten. Der Ausbutterungsgrad beträgt 90—97 %.

Man erhält von 100 kg Milch annähernd ſo viel Butter, als die Milch Prozente Fett enthält. Iſt der Fettgehalt der Milch z. B. 3,4 %, ſo erhält man von 100 kg Milch ca. 16 kg Rahm und daraus 3,4 kg Butter; gewöhnlich rechnet man auf durchſchnittlich 30 kg Milch 1 kg Butter.

Die im Butterfaß in der Größe von Erbſen oder Nüſſen ausgeſchiedene Butter muß zu einer kompakten Maſſe zuſammengearbeitet werden, welche frei von Buttermilch iſt, da dieſe ſich raſch zerſetzen und die Butter verderben würde. Zu dieſem Zweck wird die Butter geknetet. Man bedient ſich dazu eines glattgehobelten Buchenbrettes, welches nach der Mitte zu vertieft und mit einer Rinne verſehen iſt, des ſogenannten Butterknetbrettes. Das Brett wird mit Gefälle aufgeſtellt, die mit einem Haarſieb dem Butterfaß entnommene, zuvor mit kaltem Waſſer abgeſpülte Butter aufgelegt und nun mit dem kannelierten, einen doppelten Konus darſtellenden naſſen Knetholze in ſchonender Weiſe ſo lange bearbeitet, bis alle Buttermilch abgefloſſen iſt. Für größere Quantitäten werden Butterknetmaſchinen (Hand- und Kraftbetrieb) verwendet, Fig. 11 zeigt eine ſolche von Joſ. Meys & Co. in Hennef a. d. Sieg. Derartige Maſchinen liefern auch E. Ahlborn in Hildesheim, die Maſchinenfabrik Bergedorf und andre, auf deren Kataloge wir verweiſen. Preiſe für Handbetrieb 100—140 ℳ, für Kraftbetrieb 190—250 ℳ. Für große Leiſtungen verwendet man auch kombinierte Butter- und Knetmaſchinen. Sie beſtehen aus um ihre Längsachſe drehbaren Fäſſern, die einen Durchmeſſer bis zu 1,25 und eine Länge bis zu 3 m haben. Das Buttern geſchieht durch einfaches Drehen des Faſſes. Die Knetwalzen, welche die ausgeſchiedene Butter verdichten und zuſammenbringen, beſtehen bei den Maſchinen von Beſtmann & Co. in

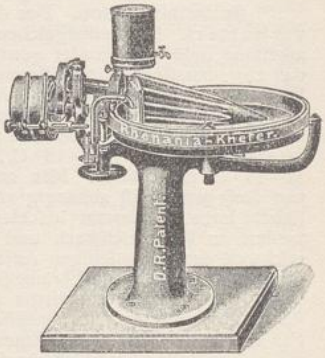


Fig. 11.

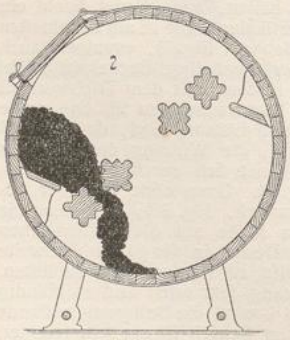


Fig. 13.

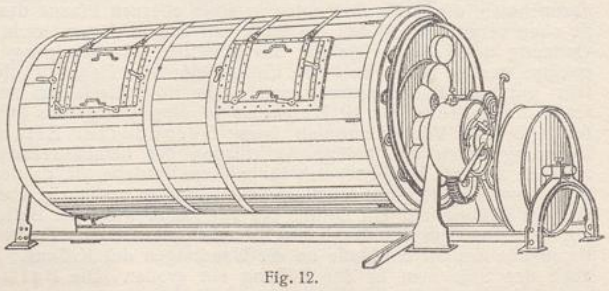


Fig. 12.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Neumünſter und denen der Flensburger Maſchinenfabrik in Flensburg (Fig. 12 und 13) aus zwei im Innern des Faſſes parallel zur Achſe vorgeſehenen Walzenpaaren, die ſich radial gegenüberſtehen und bis dicht an den Umfang des Faſſes reichen. Durch ein Wechſelgetriebe wird für das Kneten ein langſamer und für das Buttern ein ſchneller Gang eingeſchaltet. Die Butter wird nicht partieweiſe, ſondern in einen Ballen verarbeitet, der ſich jedesmal zwiſchen den einzelnen Kneträdern aufrollt. Zum Reinigen werden die Knetwalzen herausgenommen. Zu dieſem Zweck können ſie in einem auf Schienen fahrbaren Geſtell angeordnet ſein.

Homogeniſierungsmaſchine (Emulſionsapparat) dient zur Anreicherung abgerahmter oder Magermilch mit tieriſchem Fett, wodurch das Milchfett erſetzt und die Herſtellung beſſerer, fettreicherer Käſe ermöglicht werden ſoll. Meiſt wird Rindertalg geſchmolzen, wieder abgekühlt, durch Auspreſſen von Stearin und Palmitin befreit und das zurückbleibende Olein mit etwas Magermilch und einigen Eiern innig gemiſcht. Dieſe Maſſe wird unter langſamem Zufluß mit der Magermilch mittels eines Emulſionsapparats vermengt. Hierauf wird die mit Fett angereicherte Magermilch wie ſonſt üblich auf Käſe verarbeitet. Im übrigen grenzt das Verfahren, ſofern ſolche Käſe nicht als Kunſtkäſe bezeichnet werden, nahe an Verfälſchung. Neuerdings hat die Deutſche Homogeniſierungsgeſellſchaft in Lübeck eine Maſchine auf den Markt gebracht, die eine außerordentlich feine Verteilung der Fettbeſtandteile und innigſte Vermiſchung mit den Waſſerbeſtandteilen erreichen läßt. Hierzu wird die zu homogeniſierende Flüſſigkeit (z. B. Milch) in eine Röhre gepreßt, in der ſich ein drehbarer Achatkegel befindet. An der hinteren Seite desſelben befindet ſich ein Schaft, auf deſſen Außenflächen Gewinderillen eingearbeitet ſind, die mit der Rohrwand Kanäle bilden, durch welche die Flüſſigkeit hindurch muß. Beim Durchpreſſen kommt nun der Achatkegel hierdurch in Rotation, wobei die zu homogeniſierende Maſſe zermahlen und zerrieben wird, ſo daß ihre heterogenen Beſtandteile ſich ſo innig verbinden, daß ſie nicht mehr voneinander getrennt werden können. Der Betriebsdruck beträgt 150 Atmoſphären. Näheres ergeben die Kataloge der obigen Geſellſchaft. — Vgl. a. Käſebereitung, Bd. 5, S. 280.

Literatur: [1] Kirchner, Handbuch der Milchwirtſchaft, Berlin 1907. — [2] Fleiſchmann, Lehrbuch der Milchwirtſchaft, Bremen 1901. — [3] Schäfer-Sieglin, Lehrbuch der Milchwirtſchaft, Stuttgart 1903. — [4] Martiny, Vorprüfung neuer Molkereigeräte der Wanderausſtellung in Danzig, Berlin 1904. — [5] Helm, Tiefkühlung, Berlin 1902.

Wrobel.

Molkereieinrichtung. Bei größeren Molkereien unterſcheidet man ſolche mit beſchränktem Betrieb, bei denen aus dem Rahm Butter bereitet und die Magermilch den Lieferanten zurückgegeben wird, und ſolche mit vollem Betrieb, in welchen Butter und aus der Magermilch Käſe gewonnen wird.

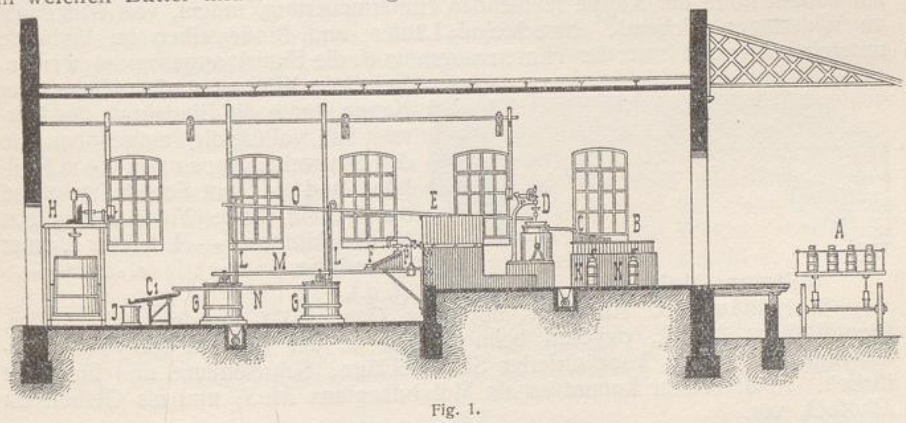


Fig. 1.

Eine Einrichtung erſterer Art zeigt Fig. 1. Vom Milchwagen *A* aus wird die Milch in den Behälter *E* gegeben, von wo ſie, über den Vorwärmer *F* laufend, nach den Zentrifugen *G G* fließt. Der abgeſchiedene Rahm geht nach dem Rahmſtänder *J* und wird im Butterfaß *H* verarbeitet, die Magermilch wird ſelbſttätig durch die Zentrifugen in den Steigrohren *L* bis zur Rinne *O* gehoben, in der ſie nach dem Paſteuriſierapparat *D* und von da nach dem Baſſin *B* abfließt und direkt in die Kannen *K* abgezapft wird. Die einzige Handarbeit, die nötig iſt, beſteht in dem Verwiegen und Einleeren der Milch in den Behälter *E* ſowie in dem Abnehmen der Rahmſtänder.

Für die Einrichtung einer Molkerei mit vollem Betrieb gibt der Grundriß Fig. 2 einen Anhaltspunkt. Es iſt hier die Rückgabe der Magermilch oder Käſerei vorgeſehen, im übrigen die Einrichtung ähnlich wie in Fig. 1; notwendig iſt in derartigen Betrieben ein Kontor mit kleinem Laboratorium, da eine geordnete Buchführung unbedingt nötig iſt und zahlreiche Milchunterſuchungen vorkommen. Von zuverläſſigen Firmen, welche die ganze Einrichtung von Molkereien übernehmen und von welchen auch die betreffenden Koſtenüberſchläge zu beziehen ſind, wären folgende zu nennen: Eiſenwerk Bergedorf bei Hamburg; Eduard Ahlborn in Hildesheim; Lefeld & Lentſch in Schöningen bei Braunſchweig; Dierks & Möllmann

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

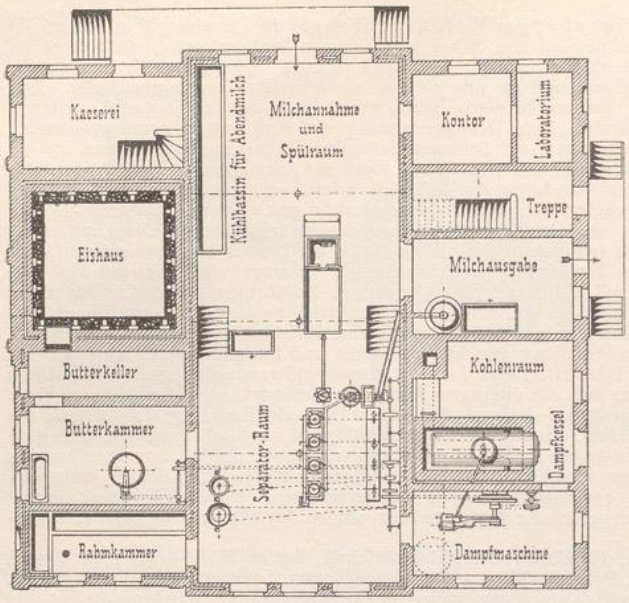


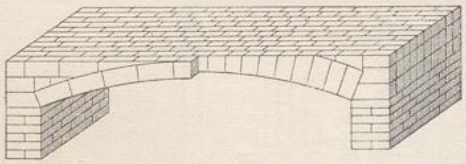
Fig. 2.

in Osnabrück. Es empfiehlt ſich, die Aufſtellung des Planes einer Molkereieinrichtung niemals einem gewöhnlichen Bauverſtändigen zu überlaſſen, ſondern ſtets einen Molkereifachverſtändigen beizuziehen, der in Gemeinſchaft mit Vertretern von leiſtungsfähigen Firmen (wie obengenannt) die Grundzüge der Anlage mit den Intereſſenten feſtſtellt. Im übrigen ſei auf die nachſtehende Literatur verwieſen.

Literatur: Helm, Buchführung, Betriebsreviſion und Verwalt. d. Genoſſenſchaftsmolkereien, Prenzlau 1890; Kirchner, Handb. d. Milchwirtſch., Berlin 1907; Fleiſchmann, Lehrbuch der Milchwirtſchaft, Bremen 1901; Kasdorf, Eis und Kälte im Molkereibetrieb, 1904; ferner ſind zu erwähnen: die Zeitſchriften „Milchzeitung“ (Bremen) ſowie die „Molkereizeitungen“ (Berlin, Hildesheim, Stuttgart und Wien). *Wrobel*

Mollenhaue, ſ. Dachsbeil, Bd. 2, S. 510, und Oberbaugeräte.

Mollerſcher Verband für die Einwölbung preußiſcher Kappengewölbe (ſ. Gewölbe, Bd. 4, S. 505) beſteht in der gleichzeitigen Herſtellung einer bis zur Scheitelhöhe der Kappe reichenden Hintermauerung, indem, von Widerlager zu Widerlager reichend, abwechſelnd Läufer- und Binderreihen im Verbande untereinander und mit der Hintermauerung (ſ. die Figur) angewendet werden.



Bei dieſer Wölbart wird der Schub der Kappe durch die Bindekraft des Mörtels faſt vollſtändig aufgehoben, ſo daß 3 m weite Kappen von 0,4 m Pfeilhöhe und $^1/_2$ Stein Scheitelſtärke auf nur 1 Stein ſtarke Widerlager geſetzt werden können. — Literatur ſ. unter Gewölbe. *L. v. Willmann.*

Molleton, Molton, ſ. v. w. Melton (ſ. d.).

Molybdän *Mo.* Atomgew. 96; ſpez. Gew. 9,01; ſprödes, ſilberweißes, ſtrengflüſſiges Metall, oxydiert beim Glühen an der Luft zu Molybdänſäureanhydrid und iſt in konzentrierter Schwefelſäure, Salpeterſäure und Flußſäure löslich. In der Natur kommt es als Molybdänglanz MoS_2 und als Gelbbleierz $PbMoO_4$ vor.

Man gewinnt das Metall hauptſächlich durch Reduktion von Molybdänſäureanhydrid mittels 10% Kohle im elektriſchen Ofen. Verwendung findet es nur im Laboratorium. *Rathgen.*

Molybdänblau (Mineralindigo, blauer Karmin), ſchöne, aber ſehr teure Körperfarbe, Gemenge von molybdänſauerm Zinnoxyd mit der blauen Modifikation des Molybdänoxydes, dargeſtellt durch Fällen einer Löſung von molybdänſauerm Natron mit einer Löſung von Zinnchlorür. Es bildet ſich hierbei ein blauer Niederſchlag von großer Haltbarkeit, der gewaſchen und getrocknet wird. Auch aus einer Löſung von Molybdänſäure, die man mit feinem Zinnpulver und einigen Tropfen Salzſäure verſetzt, wird es erhalten. *Andés.*

Molybdänglanz (Molybdänit), Schwefelmolybdän MoS_2 (59% *Mo*, 41% *S*).

Kriſtalliſiert hexagonal, blättrig, meiſt derb und eingeſprengt, ähnlich dem Graphit, in dünnen Blättchen. Rötlichgrau (nicht ſchwarz wie Graphit), Strich grau bis grünlichgrau. Metallglänzend. Spaltbar in dünnen Blättchen ſehr vollkommen, biegſam, fettig anzufühlen. Mild. Härte $^1/_2$—1. Spez. Gew. 4,6—4,9. Färbt beim Erhitzen die blaue Flamme grün. Schmilzt nicht

vor dem Lötrohr. Auf Kohle erhitzt gibt er ſchweflige Säure und einen weißen Beſchlag ab, ohne indeſſen vollſtändig zu verbrennen. Mit Salpeter erhitzt, bildet ſich unter Verpuffen molybdänſaures Kali; durch Salpeterſäure zerſetzbar unter Abſcheidung von Molybdänſäure. Löslich in Salpeterſalzſäure und in kochender Schwefelſäure. Meiſt im Urgebirg und mit Zinnerzen vorkommend. Wird oder wurde in untergeordneter Weiſe zum Blaufärben (ſogenannter blauer Karmin) wollener Stoffe verwendet. *Leppla.*

Molybdänit, ſ. Molybdänglanz.

Molybdänſäureanhydrid (Molybdäntrioxyd) Mo_3 wird durch Röſten von Molybdänglanz (MoS_2) als weiße amorphe, beim Erhitzen ſich gelb färbende Maſſe erhalten, welche bei Rotglut ſchmilzt und dann ſublimiert.

Das geglühte Anhydrid löſt ſich in Waſſer und Säure kaum, dagegen löſt ſich nichtgeglühtes leicht in Salz- und Salpeterſäure. In Alkalien iſt es leicht löslich unter Bildung der entſprechenden Salze, aus deren Löſungen Salzſäure einen weißen kriſtalliniſchen, in überſchüſſiger Salzſäure löslichen Niederſchlag von Molybdänſäure H_2MoO_4 fällt. Außer von dieſer normalen Säure leiten ſich andre Salze von verſchiedenen Polyſäuren ab. — Mit Phosphorſäure bildet die Molybdänſäure die Phosphormolybdänſäure $H_3PO_4 + 12\,MoO_3 + H_2O$, die mit Ammoniak und organiſchen Baſen Verbindungen eingeht. Der gelbe kriſtalliniſche Niederſchlag, der in ſalpeterſäurehaltigen Löſungen von Phosphorſäure auf Zuſatz von Ammoniummolybdat bei ſchwachem Erwärmen entſteht, dient zum Nachweis der Phosphorſäure. *Rathgen.*

Moment einer Größe iſt die Verbindung derſelben mit einer andern, wodurch ihre Wirkung in einem beſtimmten Falle gemeſſen wird.

So iſt z. B. Moment eines mit der Geſchwindigkeit v bewegten Maſſenpunktes m gleich der gerichteten Größe $[m\,v]$ = Bewegungsgröße. Moment eines Maſſenpunktes m in bezug auf einen Punkt O iſt die gerichtete Größe $[m\,r]$, wo r den Abſtand $O\,m$ der Größe und Richtung nach bedeutet. Trägheitsmoment eines Maſſenpunktes m in bezug auf eine Drehachſe iſt das Zahlenprodukt aus der Maſſe in das Quadrat des Abſtandes von der Achſe. Wichtig ſind die Momente gerichteter Größen $[G]$, wie z. B. einer Kraft, einer Bewegungsgröße. Das Moment einer ſolchen in bezug auf einen Punkt iſt ſelber eine gerichtete Größe, welche auf der durch den Punkt und $[G]$ gehenden Ebene ſenkrecht ſteht und deren Intenſität gleich derjenigen von G multipliziert mit dem Abſtand des Bezugspunktes von der Wirkungslinie von G iſt. S. Kraftmoment. Drehmoment einer gerichteten Größe $[G]$ in bezug auf eine Drehachſe iſt das (mit Vorzeichen bezüglich des Drehſinnes) verſehene Zahlenprodukt aus der Projektion von G auf eine zur Achſe ſenkrechte Ebene in den kürzeſten Abſtand der Wirkungslinie von G und der Achſe. *Finſterwalder.*

Moment, magnetiſches, ſ. Magnetismus, S. 281.

Momentanachſe. Die allgemeinſte Bewegung eines unveränderlichen Syſtems (Körpers) iſt eine Schrauben- oder Windungsbewegung, beſtehend in einer Drehung um eine Achſe und einer Parallelverſchiebung längs derſelben. Die Elementarbewegung des Syſtems, welche dasſelbe aus der der Zeit t entſprechenden Lage in die unmittelbar folgende, der Zeit $t + dt$ entſprechenden Lage überführt, iſt daher eine unendlich kleine Windungsbewegung von dem unendlich kleinen Drehwinkel $d\vartheta$ um eine beſtimmte Achſe I, in Verbindung mit einer unendlich kleinen Verſchiebung $d\tau$ längs derſelben. Die Achſe dieſer Windungsbewegung iſt die Momentanachſe des Syſtems zur Zeit t, die zugehörige Winkelgeſchwindigkeit $\frac{d\vartheta}{dt}$ und die Translationsgeſchwindigkeit $\frac{d\tau}{dt}$.

Die Momentanachſe iſt eine beſtimmte Linie I des Körpers in beſtimmter Lage C im Raume; ſie wechſelt im allgemeinen im Körper und wechſelt ihre Lage im Raume von Moment zu Moment. Zwei unmittelbar aufeinander folgende Momentanachſen, entſprechend den Zeiten t und $t + dt$, haben einen kürzeſten Abſtand dp voneinander und kreuzen ſich unter einem unendlich kleinen Winkel $d\sigma$. Der Quotient $\frac{dp}{d\sigma} = \varkappa$ heißt der Parameter der Elementarbewegung zur Zeit t. Die Aufeinanderfolge der Momentanachſen I bildet im Körper eine geradlinige (im allgemeinen windſchiefe) Fläche (I) und die Aufeinanderfolge aller ihrer Lagen C im Raume eine zweite geradlinige Fläche (C). Beide Flächen berühren ſich zur Zeit t längs den vereinigten Geraden I, C. Denn ſind I' und C' die zur Zeit $t + dt$ vereinigten, aber zur Zeit t noch getrennten Achſen, ſo werden ſie innerhalb des Zeitelementes dt durch Schraubung um die vereinigte Achſe CI ihrerſeits zur Deckung gebracht und die beiden windſchiefen Flächen (I) und (C) haben die zwiſchen den Geraden II' und CC' liegenden windſchiefen Streifen gemeinſam. Durch die Elementarbewegung rollt und gleitet (ſchrotet) daher die Fläche (I) über die Fläche (C). Vermöge des Dualismus der Bewegung (ſ. d.) rollt und gleitet für die umgekehrte Bewegung die Fläche (C) auf der Fläche (I), und es vertauſchen beide Flächen ihre Rollen.

Auf jeder Erzeugungslinie einer windſchiefen Fläche gibt es einen ausgezeichneten Punkt, den Zentralpunkt derſelben. Er iſt der Fußpunkt des kürzeſten Abſtandes der Erzeugungslinie von der unmittelbar folgenden Erzeugungslinie. Die Tangentenebene im Zentralpunkt (Zentralebene) enthält die Richtung des kürzeſten Abſtandes. Es kann leicht gezeigt werden, daß die Tangentenebene in einem Punkte der Erzeugungslinie, deſſen Abſtand vom Zentralpunkte x iſt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gegen die Zentralebene unter einem Winkel δ geneigt ist, wofür $\operatorname{tg}\delta = x : \varkappa$, wenn $\varkappa$, wie oben, den Parameter bezeichnet. Sind daher für zwei solche Flächen die Parameter zweier zusammenfallenden Erzeugungslinien dieselben und fallen die Zentralebenen zusammen, so fallen alle Tangentenebenen paarweise zusammen und es berühren sich die Flächen längs dieser zusammenfallenden Erzeugungslinien. Die Translationskomponente $d\tau$ der Elementarbewegung des Systems verschiebt die Momentanachse Γ längs C bis zum Zusammenfallen der Zentralpunkte, und die Rotationskomponente $d\vartheta$ bringt Γ' sodann zur Deckung mit C'. Die Aufeinanderfolge der Fußpunkte der kürzesten Abstände bilden auf den beiden sich berührenden Flächen (Γ), (C) zwei ausgezeichnete Kurven, die Striktionslinien derselben. Sie bilden im allgemeinen verschiedene Winkel mit der Erzeugungslinie Γ, C. Sind diese Winkel aber gleich, so ist die Translationskomponente der Elementarbewegung Null und die Fläche (Γ) rollt über die Fläche (C) hin, ohne an ihr zu gleiten. Es sind so viele Bewegungen eines unveränderlichen Systems möglich, als geradlinige Flächenpaare (Γ), (C) aufeinander rollen und gleiten können. Man erkennt aber leicht, daß wegen der notwendigen Gleichheit der Parameter entsprechender Erzeugender nur windschiefe auf windschiefen und nur abwickelbare auf abwickelbaren Flächen rollen und gleiten können sowie daß auch nicht alle Gattungen abwickelbarer Flächen sich dazu eignen. So können Kegel- und Zylinderflächen nicht aufeinander rollen und gleiten.

Die Momentanachse wechselt im Körper und im Raume; zwei aufeinander folgende Momentanachsen bilden einen Winkel $d\sigma$ miteinander und haben einen kürzesten Abstand dp voneinander. Läßt man eine Gerade sich mit dem Körper so bewegen, daß sie in jedem Augenblick mit der Momentanachse zusammenfällt, so rotiert sie um $d\sigma$ um die Linie des kürzesten Abstandes der beiden Momentanachsen und schreitet parallel derselben um dp fort. Sie hat daher selbst eine Windungsbewegung um den kürzesten Abstand der Windungsachse mit der Winkelgeschwindigkeit $\psi = \frac{d\sigma}{dt}$ und der Translationsgeschwindigkeit $u = \frac{dp}{dt}$. Beide zusammen bilden die Wechselgeschwindigkeit der Momentanachse. u wird die Orthogonalgeschwindigkeit der Momentanachse genannt, weil sie zu dieser senkrecht ist.

Durch die Flächen (Γ) und (C) ist die Bewegung des Körpers charakterisiert. Für die ebene Bewegung (s. Bd. 1, S. 765) sind sie Zylinderflächen, deren Durchschnitte mit der Ebene die Kurven der Momentanzentra sind; für die Rotation des Körpers um einen festen Punkt sind sie Kegelflächen. Sie können übrigens Zylinderflächen sein, ohne daß die zu den Zylinderachsen senkrechten Ebenen in denselben Ebenen des Raumes bleiben; die ebene Bewegung ergibt sich nur dann, wenn die Translationskomponente der Windungsbewegung um die Momentanachse Null ist.

Literatur: Die Auffindung der Momentanachse verdankt man dem Florentiner Giulio Mozzi, dessen Schrift: Discorso matematico sopra il rotamento momentaneo dei corpi, Napoli 1768, in Vergessenheit geriet. Chasles fand 1830, ohne diese Schrift zu kennen die Elementarwindungsbewegung wieder (Bulletin des sciences mathématiques, par Ferrussac, Nov. 1830). — Weitere hierauf bezügliche Arbeiten von Chasles sind: Propriétés géométriques relatives au mouvement infiniment petit d'un corps solide libre dans l'espace, Compt. rend. de l'académie des sciences, Paris 1843, Bd. 16, S. 1420—1432; Propriétés relatives au déplacement fini quelconque, dans l'espace, d'une figure de forme invariable, Compt. rend., Bd. 51 (1860), Bd. 52 (1861); Resal, Traité de cinématique pure, Paris 1862, Kap. III, § 3; Bour, Cours de mécanique et machines, Cinématique, Paris 1865, S. 101; Poinsot, Théorie nouvelle de la rotation des corps, Lionville, Journ. de mathém., Bd. 16, S. 9 und 289 (1851); Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 289—292 und S. 310—312; Schönfließ, Geometrie der Bewegung in synthetischer Darstellung, Leipzig 1886, S. 90 u. ff.; Koenigs, Leçons de cinématique, Paris 1897, S. 199 u. f. w. *(Schell) Finsterwalder.*

Momentankraft ist die Ursache der Geschwindigkeitsänderung eines Massenpunktes (s. Kraft). Ihr Maß ist das Produkt aus der Masse m und der geometrischen Differenz der Geschwindigkeit nach und vor der Wirkung. Mit Hereinziehung des Begriffes Bewegungsgröße (s. d.) kann die Momentankraft auch durch die bewirkte plötzliche Aenderung der Bewegungsgröße — diese als gerichtete Größe aufgefaßt — gemessen werden.

Man kann den augenblicklichen Bewegungszustand eines Massenpunktes (und ähnlich auch eines Massensystemes) durch die Wirkung einer Momentankraft aus dem Ruhezustand erzeugt denken, dieselbe — hier auch Impuls genannt — ist dann gleich der Bewegungsgröße. Momentankräfte können als kontinuierliche Kräfte von sehr großer Intensität und entsprechend geringer Dauer aufgefaßt werden. Sie bewirken nur eine verschwindende Ortsveränderung, aber eine meßbare Geschwindigkeitsänderung des angegriffenen Massenpunktes und erscheinen so als Grenze von Stoßkräften. Durch eine passende Momentankraft läßt sich auch eine bewegte Masse zur Ruhe bringen. Strömt beispielsweise in einer Röhre Wasser von G kg Gewicht mit der Geschwindigkeit v m und wird die Strömung durch Schließen eines Ventils aufgehoben, so muß dem Wasser ein der Strömungsgeschwindigkeit entgegengesetzter Impuls im Betrage $(G : g)\, v$ (g = Schwerebeschleunigung) erteilt werden, den rückwirkend die Festigkeit der Rohrwandung auszuhalten hat. Kennt man die sehr kleine Zeit τ, in welcher das Wasser zur Ruhe kommt, so ist die auf die Röhrenwandung während jener Zeit wirkende (kontinuierliche) Mittelkraft P kg durch die Gleichung $P\tau = (G : g)\, v$ bestimmt. *Finsterwalder.*

Momentanzentrum. Die Bewegung eines ebenen unveränderlichen Systems in der Ebene ist in jedem Momente durch eine unendlich kleine Rotation um einen bestimmten Punkt desselben ersetzbar. Dieser Punkt heißt das Momentanzentrum des Systems, entsprechend diesem

Zeitmomente. In ihm ſchneiden ſich die Normalen der Bahnen aller Syſtempunkte in den Lagen, welche ſie in dieſem Momente einnehmen. Das Momentanzentrum iſt ein Punkt des Syſtems und hat eine beſtimmte Lage in der Ebene der Bewegung. Es wechſelt im Syſteme, wie in dieſer Ebene, und die den verſchiedenen Zeiten entſprechenden Momentanzentra bilden im Syſtem eine beſtimmte Kurve und in der Ebene der Bewegung eine andre Kurve. Beide Kurven rollen während der Bewegung aufeinander, ohne zu gleiten, wobei der jeweilige Berührpunkt Momentanzentrum iſt. Vgl. Ebene Bewegung, Bd. 1, S. 765, worin dieſe Beziehungen ausführlich erörtert ſind. *Finſterwalder.*

Momentbilder, ſ. Photographie.

Moment der Kräfte, ſ. Kraftmoment.

Momentenfläche nennt man in der graphiſchen Statik die Fläche zwiſchen Seilpolygon (ſ. d.) und Schlußlinie.

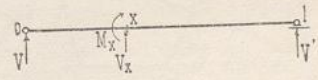
Um für einen beliebigen Balkenquerſchnitt das Biegungsmoment, d. h. das ſtatiſche Moment der außerhalb angreifenden Kräfte, zu erhalten, braucht man bloß die lotrecht darunterliegende Ordinate der Momentenfläche mit der Polweite des Kräftepolygons zu multiplizieren. (Vgl. Balken, graphiſche Berechnung, Bd. 1, S. 513, und Parallelkräfte). *Mörſch.*

Momentenkurven ſtabförmiger Träger (ſ. d.) für beſtimmte Belaſtungen entſtehen, wenn von einer horizontalen Abſziſſenachſe aus die Angriffsmomente (ſ. d.) M_x aller Querſchnitte bei den Abſziſſen x ihrer Achspunkte als Ordinaten aufgetragen werden (ſ. z. B. Bd. 1, S. 504, Fig. 3 u. 4). Iſt die Belaſtung veränderlich und trägt man die poſitiven oder negativen Grenzwerte (ſ. d.) der Momente M_x bei den Abſziſſen x auf, ſo entſtehen Kurven der poſitiven oder negativen Maximalmomente (z. B. Bd. 1, S. 511, Fig. 11, und S. 522, Fig. 5). In analoger Weiſe werden Kurven der Vertikalkräfte V_x (z. B. Bd. 1, S. 504, Fig. 3 und 4) und der Grenzwerte max pos V_x und max neg V_x hergeſtellt (z. B. Bd. 1, S. 511, Fig. 11, und S. 522, Fig. 6). Alle dieſe Kurven finden beſonders bei Balkenträgern (ſ. Bd. 1, S. 503, 507, 518) Verwendung. *Weyrauch.*

Momentenmethode (Ritterſche Methode) der Berechnung von Fachwerkträgern, ſ. Momentenverfahren und Bd. 3, S. 549.

Momentenſatz heißt in der Statik der Satz, daß das ſtatiſche Moment der Mittelkraft gleich iſt der Summe der ſtatiſchen Momente der Einzelkräfte (vgl. Momente, ſtatiſche). *Mörſch.*

Momentenſchema, eine von Zimmermann [2] eingeführte Zuſammenſtellung von Zahlenwerten zu möglichſt raſcher Berechnung der größten Angriffsmomente M_x und der Grenzwerte der Vertikalkräfte V_x gewöhnlicher, durch Radlaſtzüge befahrener Balkenträger (Bd. 1, S. 519, vgl. Maximalmoment).



Bezeichnet d die abſolute Entfernung einer beliebigen Radlaſt P von derjenigen Radlaſt O, welche bei Eintritt eines jener Werte über dem Querſchnitt x ſteht (vgl. Bd. 1, S. 522), ſo erhält man das größte M_x bei Belaſtung durch Zug I (Bd. 1, S. 519; Bd. 4, S. 628) von 0 bis l, Rad O bei x:

$$M_x = \mathfrak{M}_x + \frac{1}{l}\left[x\,(l-x)\sum_0^x P - (l-x)\sum_0^x P\,d - x\sum_x^l P\,d\right] \qquad 1.$$

Der poſitive Grenzwert von V_x ergibt ſich bei Belaſtung durch Zug II (Bd. 1, S. 522; Bd. 4, S. 628) von x bis l, Vorderrad O bei x:

$$V_x = \mathfrak{V}_x + \frac{1}{l}\left[(l-x)\sum_x^l P - \sum_x^l P\,d\right], \qquad 2.$$

und der negative Grenzwert von V_x bei Belaſtung durch denſelben Zug II von 0 bis x, Vorderrad O bei x:

$$V_x = \mathfrak{V}_x - \frac{1}{l}\left[x\sum_0^x P - \sum_0^x P\,d\right] \qquad 3.$$

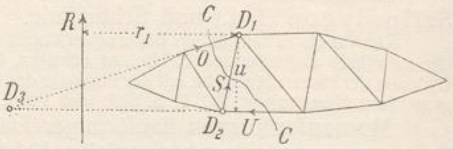
(vgl. die Formeln 2., 11., 12. unter Balken, einfache). $\mathfrak{M}_x$, $\mathfrak{V}_x$ bezeichnen die von der feſten Laſt allein herrührenden Werte von M_x, V_x, welche Bd. 1, S. 519, ausgedrückt ſind, $\mathfrak{M}_x$ ſtellt zugleich den zweiten Grenzwert von M_x dar. Durch 2., 3. ſind wegen $V = V_x$ für $x = 0$. und $V' = -V_x$ für $x = l$ auch die Grenzwerte der Stützenreaktionen beſtimmt. Das Momentenſchema geſtattet nun, die Werte d, ΣP, $\Sigma P\,d$ in 1.—3. für gegebene Laſtzüge und beliebige Strecken l, x, $l-x$ zu entnehmen, und ſeine Anwendung kann ſich insbeſondere dann empfehlen, wenn eine größere Anzahl Balkenträger für die gleichen Laſtzüge zu berechnen ſind. Wie die Bd. 1, S. 522, gegebenen Formeln 13., 14. zeigen, wird auch die Berechnung von Ort und Wert des abſoluten Maximalmoments mit Hilfe des Momentenſchemas abgekürzt. Obige Formeln gelten zunächſt für direkt auf die Hauptträger wirkende Laſten P, über den Einfluß der Zwiſchenträger ſ. Bd. 1, S. 522; Spezielles über das Vorgehen bei Fachwerken ſ. [2].

Literatur: [1] Culmann, Die graphiſche Statik, Zürich 1875, S. 359. — [2] Zimmermann, Das Momentenſchema, ein Hilfsmittel zur Abkürzung der ſtatiſchen Berechnung von Brückenträgern, Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1877, S. 61. — [3] Stelzel, Theorie einfacher, ſtatiſch beſtimmter Brückenträger, Wien 1880, S. 44. — [4] Zur Erleichterung der Berechnung von Brückenträgern, Zentralbl. d. Bauverwalt. 1888, S. 364. — [5] Handbuch d. Ingenieurwiſſenſch., Bd. 2, Brückenbau, 2. Abt., Leipzig 1901, S. 296. *Weyrauch.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Momentenverfahren zur Berechnung der Stabkräfte in Fachwerkträgern. Iſt R die Mittelkraft der links des Schnittes CC angreifenden Kräfte, ſo findet man die Kräfte U, O und S in den drei vom Schnitte getroffenen Stäben am rechten Fachwerkteil, wenn man R nach den Richtungen der drei geſchnittenen Stäbe in drei Einzelkräfte zerlegt (vgl. Culmanns Verfahren).

Dieſe Zerlegung kann auf folgende Art geſchehen: Man wählt den Punkt D_1, in welchem ſich die Stäbe O und S ſchneiden, als Momentendrehpunkt; dann werden die ſtatiſchen Momente der Kräfte O und $S=0$, und man bekommt nach dem Momentenſatze (ſ. d.) $R \cdot r_1 = U \cdot u$ oder $U = \frac{R r_1}{u}$. Da die Momente von R und U nicht nur gleichgroß, ſondern auch gleichen Zeichens ſind, ſo folgt weiter, daß U wie R poſitiv, d. h. im Sinne der Uhrzeiger um D_1 dreht, ſomit nach links gerichtet iſt; der Stab U wird daher auf Zug beanſprucht. Wählt man zweitens den Punkt D_2 als Drehpunkt, ſo findet man in gleicher Weiſe die Kraft O; ſie iſt nach rechts gerichtet, bedeutet ſomit Druck. Macht man ſchließlich D_3, den Schnittpunkt von O und U, zum Drehpunkte, ſo gelangt man auf die Kraft S; ſie iſt aufwärts gerichtet, beanſprucht die Strebe demnach auf Druck.



Dieſes Verfahren zur Berechnung der Stabkräfte in Fachwerkträgern iſt von A Ritter zur Grundlage ſeines Werkes: Brücken- und Dachſtuhlkonſtruktionen (Leipzig 1894) gemacht worden und wird deshalb vielfach das Ritterſche Verfahren genannt. Es beſitzt ſeiner Einfachheit und Ueberſichtlichkeit wegen große Vorzüge und wird auch in der graphiſchen Statik vielfach angewendet, namentlich zur Berechnung der Gurtungskräfte. *Mörſch.*

Momente, ſtatiſche, bei Trägern, ſ. Angriffsmoment, Balken und Bogen (auch einfache und kontinuierliche), Biegung, Schnittkräfte, Mittelpunkte von Zug und Druck, Momentenſchema u. ſ. w.

Momentmechanismus, ein Mechanismus, bei dem vermöge ſeiner Gliederverbindung nur eine unendlich kleine gegenſeitige Bewegung der Glieder ſtattfindet, bei dem alſo nur eine momentane Bewegung möglich iſt.

Die Anwendung der Kinematik (ſ. d.) auf die Fachwerkträger hat zu der Betrachtung der Momentmechanismen geführt; denn wenn die als gelenkig angeſehene Stabverbindung eines im allgemeinen ſtarren Fachwerkträgers in der beſonderen Art auftritt, daß dieſe Stabverbindung eine unendlich kleine Bewegung zuläßt, ſo iſt der Fachwerkträger nicht ſtatiſch beſtimmt und unbrauchbar.

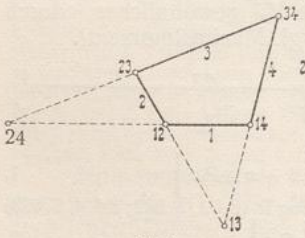


Fig. 1.

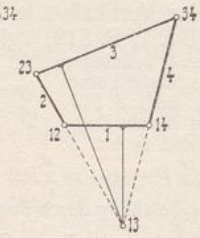


Fig. 2.

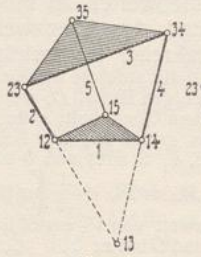


Fig. 3.

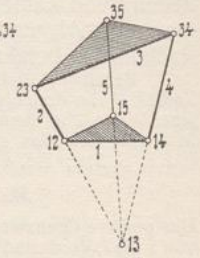


Fig. 4.

Betrachten wir z. B. den in Fig. 1 gezeichneten, viergliedrigen, zwangläufigen Mechanismus, deſſen vier Glieder 1, 2, 3, 4 durch die vier Gelenke 12, 23, 34, 14 verbunden ſind, ſo bewegen ſich die Punkte des Gliedes 3 in bezug auf das Glied 1 in beſtimmten Bahnkurven, und umgekehrt, und das gleiche gilt von den beiden Gliedern 2, 4. Eine unendlich kleine Bewegung des Gliedes 3 gegen das Glied 1 ſowie des Gliedes 1 gegen das Glied 3 kann als eine unendlich kleine Drehung um den momentanen Pol 13 angeſehen werden, der ſich als Schnittpunkt der Geraden 12-23, 14-34 ergibt. Ebenſo kann eine unendlich kleine Bewegung des Gliedes 4 gegen das Glied 2 ſowie des Gliedes 2 gegen das Glied 4 als eine unendlich kleine Drehung um den momentanen Pol 24 angeſehen werden, der ſich als Schnittpunkt der Geraden 12-14, 23-34 ergibt.

Verbinden wir in Fig. 2 die beiden Glieder 1, 3 dieſes Mechanismus in dem Pol 13 durch ein Gelenk, ſo kann dieſer Mechanismus nur eine unendlich kleine Bewegung vollziehen und derſelbe iſt demnach ein Momentmechanismus. Ebenſo können wir auch die Glieder 2, 4 in dem Pol 24 noch durch ein Gelenk verbinden, ohne die unendlich kleine Bewegung zu hemmen.

Werden in Fig. 3 die Glieder 1, 3 des in Fig. 1 betrachteten, zwangläufigen Mechanismus in beliebigen Punkten 15, 35 durch ein Glied 5 gelenkig verbunden, ſo wird dadurch der Mechanismus im allgemeinen unbeweglich, und wir erhalten alſo eine ſtarre Gliederverbindung. Wenn aber in Fig. 4 die Punkte 15, 35 mit dem Punkt 13 in einer Geraden liegen, ſo iſt eine unendlich kleine Bewegung des Mechanismus möglich, und derſelbe iſt demnach ein Momentmechanismus. Ebenſo können wir in dieſem Momentmechanismus in Fig. 5 auch die Glieder 2, 4

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

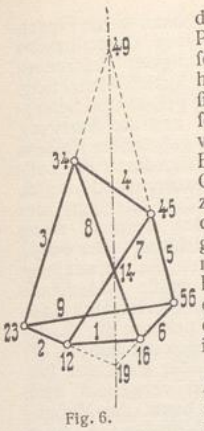


Fig. 6.

durch ein Glied 6 in den Punkten 26, 46 gelenkig verbinden, die mit dem Punkt 24 in einer Geraden liegen; und ferner können wir beliebig viele ſolche Glieder 5, 6 einfügen, ohne die unendlich kleine Bewegung zu hemmen. Dieſe unendlich kleine Bewegung vollzieht ſich während eines Zeitelementes, wenn aber insbeſondere der Punkt 15 ein Krümmungsmittelpunkt der von dem Punkt 35 gegen das Glied 1 beſchriebenen Bahnkurve in dem aus den vier Gliedern 1, 2, 3, 4 beſtehenden, zwangläufigen Mechanismus iſt, und das Analoge von den Punkten 26, 46 gilt, dann vollzieht der Momentmechanismus eine unendlich kleine Bewegung während zweier Zeitelemente, d. h. alle ſich bewegenden Punkte durchſchreiten zwei benachbarte Elemente ihrer Bahnen.

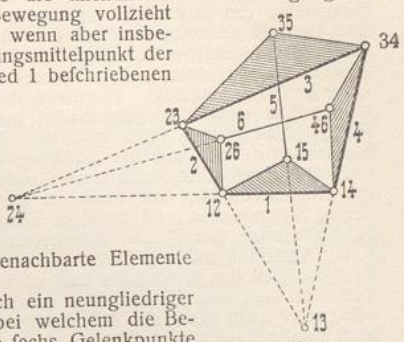


Fig. 5.

In Fig. 6 iſt beiſpielsweiſe noch ein neungliedriger Momentmechanismus gezeichnet, bei welchem die Bedingung erfüllt ſein muß, daß die ſechs Gelenkpunkte 12, 23, 34, 45, 56, 16 auf einem Kegelſchnitt liegen. Demzufolge müſſen nach dem Pascalſchen Theorem (ſ. d.) z. B. die drei Schnittpunkte 19, 49, 14 der Geradenpaare 2, 6 und 3, 5 ſowie 7, 8 ſich in einer Geraden befinden, und umgekehrt. Denn in dem aus der Folge der ſechs Seiten 2, 3, 8, 6, 5, 7 gebildeten Sechseck ſchneiden ſich die Gegenſeitenpaare 2, 6 und 3, 5 ſowie 8, 7 bezw. in den auf einer Geraden liegenden Punkten 19, 49, 14 [2].

Literatur: [1] Burmeſter, L., Ueber die momentane Bewegung der ebenen Mechanismen, Techniſche Blätter, Prag 1890, 22. Jahrg., S. 1 u. 73. — [2] Müller-Breslau, Die graphiſche Statik der Baukonſtruktionen, Leipzig 1887, Bd. 1, S. 208; Föppl, A., Vorleſungen über techniſche Mechanik, Bd. 2, Graphiſche Statik, 2. Aufl., Leipzig 1903, S. 228. *Burmeſter.*

Momentverſchlüſſe, Vorrichtungen an photographiſchen Kameras (ſ. d.), welche ſehr kurze Belichtungen der empfindlichen Platte geſtatten.

Der Momentverſchluß kann vor dem Objektiv, zwiſchen den Linſenſyſtemen (bei Doppelobjektiven, zentraler Verſchluß), hinter dem Objektiv und endlich dicht vor der empfindlichen Platte angebracht ſein. Zu den einfachſten, zumeiſt vor den Objektiven angeordneten Momentverſchlüſſen gehören die Fallbrett- oder Guillotineverſchlüſſe, bei welchen ein dünnes Brett oder Blech, mit einem in der Regel länglichen Ausſchnitt verſehen, an dem Objektiv vorbei nach abwärts gleitet. Der Fall wird hier und da durch Federkraft oder ein Gewicht beſchleunigt. Bei kleinen billigen photographiſchen Momentapparaten läßt man auch vor dem Objektiv eine Metallſcheibe raſch eine Umdrehung vollziehen, wobei die Belichtung gewöhnlich durch einen ſektorförmigen Ausſchnitt erfolgt, dem man dieſe Geſtalt gibt, um den unteren Teil der empfindlichen Platte kürzer, den oberen (Vordergrund) länger belichten zu können. Dies zu regeln geſtatten manchmal verſtellbare Schlitzwangen. Viele Vorrichtungen beruhen anderſeits darauf, daß zwei Verſchlußbleche auf und zu ſchnellen oder zwei mit kreisrunden Löchern verſehene Metallſcheiben raſch aneinander vorbeigeführt und dabei ſtets ſelbſttätig wieder geſpannt werden. Durch Anbringung eines Regulators iſt es möglich, die Federſpannung ſo zu ändern, daß die Belichtungszeiten zwiſchen 1 bis $^1/_{200}$ Sekunde variiert werden können. Bei den Irismomentverſchlüſſen, welche zumeiſt zwiſchen den Linſenſyſtemen angebracht werden, öffnen ſich zahlreiche Sektoren von der Mitte aus, um dann wieder zuzuklappen. Sie erſetzen zugleich die Blende, weil eine Vorrichtung geſtattet, die Oeffnung nur bis zum Erreichen eines Kreiſes von jeweilig gewünſchtem Durchmeſſer vor ſich gehen zu laſſen. Vortrefflich iſt der Anſchütz-Schlitzverſchluß, welcher aus einer lichtdichten, mit einem Schlitze — deſſen Breite veränderlich iſt — verſehenen Stoffjalouſie beſteht, die bei Momentaufnahmen abrollt, wodurch der Spalt an der empfindlichen Platte (vor welcher unmittelbar die Vorrichtung angebracht iſt), vorübergleitet, dieſe alſo zonenweiſe der Expoſition freigibt. Durch Verengerung des Schlitzes einerſeits und ſtärkere Spannung der treibenden Feder anderſeits kann die Belichtungszeit bis auf $^1/_{1000}$ Sekunde herabgedrückt werden. Bei Dauerbelichtungen wird die Jalouſie zuerſt ganz aufgezogen und am Schluſſe der Expoſition zum Abrollen gebracht. Ein ſehr großer Vorzug des Anſchütz-Verſchluſſes beſteht darin, daß unter voller Ausnutzung der Lichtſtärke des Objektivs die empfindliche Platte überall gleichſtark belichtet wird. Der ähnlich funktionierende Schlitzverſchluß von Thornton & Pickard wird vor dem Objektiv benutzt. Seltenere Anwendung finden die Klappenverſchlüſſe (z. B. läßt man hinter dem Objektiv zwei Klappen mit parallelen Drehungsachſen ſich auf- und abwärts oder von rechts nach links bewegen, wodurch ein Schlitz vor der empfindlichen Platte gebildet und dieſe ſo wie beim Schlitzverſchluß belichtet wird; fallen die Klappen von oben nach unten, ſo findet infolge der ſpäter beſchleunigten Bewegung im unteren Teile der Platte eine kürzere Belichtung ſtatt, was bei Landſchaftsaufnahmen von Vorteil iſt, weil dadurch der Vordergrund länger exponiert wird) und die Hahnverſchlüſſe. Bei dieſen findet das Prinzip eines Zweiweghahns Anwendung, indem zwei ineinander geſchobene, mit zwei Einfallsöffnungen verſehene Metallzylinder die Belichtung herbeiführen, ſobald durch Drehung ihre Oeffnungen korreſpondieren. — Bei Momentverſchlüſſen, die ſich von der Mitte aus öffnen, iſt die Anbringung vor dem Objektiv nicht ratſam, weil dadurch die Plattenränder eine geringere Belichtung erfahren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Auslösung der Momentverschlüsse erfolgt zumeist dadurch, daß der Sperrhaken durch Fingerdruck auf einen Knopf oder Hebel oder pneumatisch durch Auftreiben eines Gummiballons gehoben wird. Bei den derzeit für die Naturforschung schon große Wichtigkeit besitzenden Aufnahmen von in der Freiheit lebenden Tieren dient häufig eine elektrische Auslösevorrichtung. Zum Beispiel bewirken die Tiere selbst durch Zerreißen eines über ihren Weg gespannten Seidenfadens den elektrischen Kontakt, damit die Schließung eines Stromkreises und die Anregung eines Elektromagneten, welcher wieder den Sperrhaken eines mit Federkraft gespannten Kolbens einer Luftpumpe anzieht. Hierdurch stößt aber der Kolben mit Vehemenz zu; durch die Luftkompression wird ein Gummiballen aufgetrieben, der endlich den Momentverschluß auslöst. Für Nachtaufnahmen kann mit Hilfe solcher elektrischer Vorrichtungen die Auslösung des Momentverschlusses mit der Zündung eines Blitzlichtes (s. d.) verbunden werden. Wenn nur elektromagnetisch, also ohne Zuhilfenahme einer pneumatischen Vorrichtung oder dergl., der Momentverschluß zur Funktion gebracht werden soll, so erfordert dies die Anwendung starker Stromquellen und kräftiger Elektromagneten, weil verhältnismäßig große Widerstände zu überwinden sind. — Die allgemeinen Anforderungen an einen guten Momentverschluß sind: 1. der Verschluß soll verschieden kurze Expositionen gestatten, deren Dauer bekannt ist; 2. das Funktionieren des Verschlusses darf nicht von Erschütterungen der Kamera begleitet sein; 3. der Verschluß muß eine gleichmäßige Erhellung des Bildfeldes ermöglichen; 4. der Verschluß soll, insofern er nicht etwa nur bei Moment- oder Detektivkameras (s. Kamera) verwendet wird, auch Daueraufnahmen gestatten. — Die Prüfung von Momentverschlüssen bezw. die Messung der Funktionsgeschwindigkeit derartiger Apparate erfolgt mittels mehrerer Methoden: 1. durch solche, welche auf dem Photographieren eines mit bekannter Geschwindigkeit sich bewegenden Lichtpunktes beruhen (z. B. man photographiert eine in einem bestimmten Zeitraum einen Kreis beschreibende, stark reflektierende Kugel oder einen Zeiger, etwa vor einem mit Gradeinteilung versehenen schwarzen Brette oder dergl. oder eine vor einem eingeteilten Hintergrunde freifallende Kugel); 2. durch photometrische Verfahren (der erhaltene Schwärzungsgrad ergibt im Vergleichswege die nützliche Belichtungszeit); 3. durch Methoden, bei denen eine z. B. mit einer reflektierenden Kugel versehene, in Schwingung versetzte Stimmgabel mit bekannter Schwingungszahl photographiert wird u. s. w.

Literatur: Eder, J. M., Ausführl. Handbuch der Photographie, 1. Teil, 2. Hälfte, Halle a. S. 1892; Derf., Jahrb. f. Photographie u. Reproduktionstechnik, Halle a. S. 1888 ff. *A. W. Unger.*

Monamine, die primären Ammoniakbasen.

Monat, die vom Mondlauf abgeleitete Einheit der Zeitrechnung.

Die Umlaufszeit des Mondes um die Erde beträgt 27,32166 Tage und heißt siderischer Monat. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen ist die Zeit des Umlaufs des Mondes entlang der Ekliptik von Frühlingspunkt zu Frühlingspunkt etwas kürzer, nur 27,32158 Tage; sie heißt tropischer Monat. Die Zeit der Wiederkehr derselben Mondphasen (Syzygien: Voll- und Neumond, Quadraturen: erstes und letztes Viertel), d. h. die Zeit, in welcher dieselbe gegenseitige Stellung von Erde, Mond und Sonne wiederkehrt, heißt synodischer Monat und beträgt 29,53059 Tage. Die Ebene der Mondbahn macht mit der Ebene der Erdbahn oder der scheinbaren Sonnenbahn, der Ekliptik, einen Winkel von 5° 38′ 39,96″, die zwei Durchschnittspunkte beider scheinbaren Bahnen heißen Drachenkopf, aufsteigender Knoten, und Drachenschwanz oder absteigender Knoten. Die Verbindungslinie beider rückt der Mondbewegung langsam entgegen, so daß die Zeit der Rückkehr des Mondes zum selben Knoten, der drakonitische Monat, kleiner ist als der tropische Monat, nämlich 27,21222 Tage. Die Apsidenlinie der Mondbahn, die Verbindungslinie von Apogäum und Perigäum, rückt langsam in Richtung der Mondbewegung weiter, die Zeit der Rückkehr zur Erdnähe oder Erdferne, der anomalistische Monat, beträgt 27,55460 Tage. Der bürgerliche Monat hat sich möglichst dem synodischen angeschlossen. Eine genaue Zwölfteilung des Jahres durch synodische Monate ist unmöglich. Zur Ausgleichung wurden bei verschiedenen Völkern verschiedene Kompromisse eingeführt. Die Einteilung des Jahres in 7 Monate mit 31, in 4 mit 30 und einen mit 28 bis 29 Tagen ist von dem Julianischen in den Gregorianischen Kalender (s. Kalender und Jahr) übergegangen. Näheres s. in den Werken über Chronologie, z. B. [1], [2].

Literatur: [1] Ideler, Handbuch der mathemat. und techn. Chronologie, Berlin 1825—26, neuer Abdruck, Berlin 1883. — [2] Wislicenus, Astron. Chronologie, Leipzig 1895. *Aug. Schmidt.*

Monazit, Mengit, Mineral, Cer-Lanthan-Thor-Oxydphosphat $(CLaTh)_3P_2O_8$ (28—29 % Phosphorsäure, 31 % Ceroxyd, 40 % Didymoxyd). Gehalt an Thorerde bis 18 %; mitunter noch Zirkon, Yttrium, Erbium u. s. w.

Kristallisiert monoklin in dick tafel- oder kurz säulenförmigen Formen; rötlichbraun bis fleisch- und hyazinthrot; fettglänzend, an den Kanten durchscheinend, selten durchsichtig. Spaltbar nach zwei Richtungen; Härte 5—5½; spez. Gew. 4,9—5,25. Schmelzbar vor dem Lötrohr, färbt mit Schwefelsäure befeuchtet die Flamme grün; löslich in Salzsäure mit weißem Rückstand. Monazit tritt im Granit und Gneis (Miask und Slatoust im Ural), ferner in den Goldseifen des Ural, Rio Chico bei Antioquia (Kolumbia), Minas Geraes und Bahia (Caravellas), Brasilien u. s. w., wo er früher unbeachtet blieb, auf. Der brasilianische Monazit kommt im zersetzten Orthoklas eines Augengneises (Rio Janeiro) vor; ist mit andern Mineralien, Chromeisenstein, Korund, Zirkon, Beryll, Graphit u. s. w. vergesellschaftet und wird aus einem Sand, sogenanntem Monazitsand, durch Waschen und Sieben gewonnen (Nord- und Südkarolina). Der Monazitsand von Nordkarolina enthält 6,4 % SiO_2, 4,67 % TiO_2, 0,66 % Tantalsäure, 18,38 % P_2O_5, 1,62 % Al_2O_3, 1,20 % CaO, 32,93 % CeO, 7,93 % Lanthan- und Didymoxyde, 1,43 % Thorerde, 7,83 % Fe_2O_3, 13,98 % Zirkon- und Yttererde, 1,26 % BeO. Die im Monazit enthaltenen seltenen Erden des Thor, Zirkon und Cer dienen zur Herstellung der Glühlichtkörper (Strümpfe).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: Meyer, Transact. Americ. inst. of min., Eng. 1895; Chem.-Zeitg. 1896, Nr. 63; Berg- u. Hüttenm. Zeitg. 1894, S. 139, 189; XVI. Annual Report United St. geol. Survey 1894 u. 1895, Part. IV, S. 667—693 (ausführliche Monographie mit Literaturnachweis); Schilling, J., Das Vorkommen der ſeltenen Erden, München 1904; Böhm, R., Die Darſtellung der ſeltenen Erden, Leipzig 1905; Droßbach, Chemie der Monazitbeſtandteile, Berichte der Deutſchen Chem. Geſellſchaft 1902, XXXV, 2826; Mezger, Die Monazitdiſtrikte von Nord- und Südkarolina, Transact. Americ. inst. of min., Eng. 1895. *Leppla.*

Mondamin, ſ. Stärkearten.

Monddiſtanzen, früher eine der wichtigſten Methoden zur Beſtimmung der geographiſchen Länge des Beobachtungsorts auf Reiſen; ſowohl zur See als zu Land anwendbar (im Gegenſatz zu einigen andern Mondmethoden, vgl. Längenbeſtimmung).

Keine andre Aufgabe der praktiſchen ſphäriſchen Aſtronomie hat eine ſo große Literatur hervorgerufen wie die Längenbeſtimmung aus Monddiſtanzen; dieſe Literatur beginnt ſchon weit früher, als in dem Hadleyſchen Spiegelſextanten (1731) das Inſtrument zur Ausführung der für die Aufgabe notwendigen Meſſung (vgl. Längenbeſtimmung) vorhanden war; die Mayerſchen Mondtafeln (1755) mußten ferner noch hinzukommen, um auch die Rechnung mit Ausſicht auf Erfolg führen zu können, d. h. die Mondörter ſo genau angeben zu können, daß die geozentriſchen Diſtanzen genügend (voraus-)berechnet werden konnten. Die Geſchichte der Aufgabe kann hier nur in einigen Andeutungen verfolgt werden; erwähnt ſei als Beweis auch ihrer nautiſchen Wichtigkeit nur, daß ſelbſt die Harriſonſchen Längenuhren, unſre heutigen „Chronometer“, in England, die Leroyſchen und Berthoudſchen in Frankreich (H.s Preis 1762; B., Traité des horloges marines 1773), die das nautiſche Längenproblem auf dem einfachſten Weg zu löſen verſprachen, der Weiterentwicklung der Aufgabe der Monddiſtanzen bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts keinen Eintrag taten. Ueber den langen und zum Teil erbitterten Streit der „lunarians“ und der „lunatics“ in England (Uhrmänner und Mondmänner) vgl. z. B. [1]; Harriſon hat ſich ſelbſt gegen Maskelyne gewendet, der von den Längenuhren nicht allzuviel erwartete, dagegen für die Methode der Monddiſtanzen vieles leiſtete. In der Tat hatte die Methode der Längenbeſtimmung aus Monddiſtanzen, die Cook, trotzdem er mit den beſten damaligen Timekeepers (Chronometern) ausgeſtattet war, als die vorzüglichſte Methode hinſtellte und ſie eine der größten Erfindungen in der Seefahrt nannte, auch trotz unſrer heutigen Chronometer warme Anhänger in den Kriegs- und Handelsmarinen von England, Deutſchland u. ſ. w. (weniger in Frankreich), vgl. auch [2]; und auf dem Feſtland ſind (um nur ein Beiſpiel umfaſſender Anwendung der Methode zu nennen) in Rußland, wo in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts beſonders Lexell die Methode empfahl und N. Fuß in einem berühmten Memoire ihre Vorteile auseinanderſetzte [3], die Monddiſtanzen ſtets in ausgedehnter Weiſe benutzt worden bei den Aufnahmen in den weniger bevölkerten Teilen des Reichs. Nachdem die Verbeſſerung der Chronometer immer größere Fortſchritte gemacht hat und die Reiſen der Schiffe durch Einführung der Dampfkraft und durch die großen Verbeſſerungen im Schiffbau überhaupt nicht mehr von ſo langer Dauer wie früher ſind, hat die Methode der Monddiſtanzen ſo ſtark an Bedeutung verloren, daß in den großen nautiſchen Jahrbüchern von Greenwich (Nautical Almanac) und Paris (Connaissance des Temps) die geozentriſchen Diſtanzen des Mondes von beſtimmten Geſtirnen und der Sonne, die ſonſt darin einen großen Raum einnahmen, von 1908 an gar nicht mehr gegeben werden. Damit wird dem Seemann und Reiſenden die Benutzung der Monddiſtanzen zu Längenbeſtimmungen ſo gut wie unmöglich gemacht. Es erſcheint daher auch hier nicht nötig, außer auf die hiſtoriſche Seite der Methode noch näher auf deren rechneriſche Behandlung einzugehen. Dieſelbe beſteht in der Hauptſache darin, aus der gemeſſenen Monddiſtanz die von Refraktion, Parallaxe, Halbmeſſer u. ſ. w. befreite geometriſche Diſtanz der Mittelpunkte abzuleiten. Eine Reihe analytiſcher und graphiſcher Methoden zu dieſen Reduktionen iſt durch den Scharfſinn der Aſtronomen gefunden worden, die aber heute alle nur noch ideelles Intereſſe haben. Es kann hier deshalb füglich auf die nachſtehend angeführte Literatur verwieſen werden.

Literatur: [1] Monatl. Korreſp. (Zach), Bd. 2, 1800, S. 208. — [2] Weyer, Ueber das nautiſche Längenproblem, Annalen der Hydrographie 1890 (Bd. 18), S. 471—488. — [3] Acta Acad. Scient. Imp. Petropolit. für 1779, I (erſchienen Petersburg 1782), S. 310. — [4] Tables for correcting the apparent Distance of the Moon and a Star from the effects of Refraction and Parallax, Cambridge 1772; danach iſt der Atlas von Margetts entworfen; Longitude Tables, London 1790, der graphiſch ziemlich große Annäherung liefert; Weyer, Kürzeſte Berechnungsart der Monddiſtanzen, Annalen der Hydrographie 1881; Beſſels Abhandlungen, herausg. von Engelmann, Bd. 3, Leipzig 1876, S. 434—452; Chauvenet, Manual of spherical and practical Astronomy, 5. Aufl., Philadelphia 1893, Bd. 1, S. 393—434 (ſtrenge Methode S. 395—402, Chauvenets Näherungsmethode S. 402—420, mit den Zahlentafeln XI—XX); Methode der direkten Rechnung einer wahren Monddiſtanz aus einer beobachteten, Sitzungsberichte der Akad. der Wiſſenſch., Wien, Math.-Phyſik. Kl., 1885; Wislicenus, Handbuch der geograph. Ortsbeſtimmungen, Leipzig 1891, S. 218—223 (Rechnungsmethode von Borda); Runge, Zeitſchr. für Vermeſſungsweſen 1893, S. 417—423, betrifft die Anwendung der Photographie zur Beobachtung von Monddiſtanzen; vgl. a. Nature (London) 1893, Okt. 26, S. 623, und 1894, Mai 31, S. 102—103; Koppe, Photogrammetrie und internationale Wolkenmeſſung, Braunſchweig 1897; Bolte, Fr., Die Methode der Chronometerkontrolle an Bord zum Zweck der Längenbeſtimmung, aus dem Arch. d. Deutſch. Seewarte, 17. Jahrg., 1894, Nr. 1; Börgen, C., Ueber die Berechnung von Monddiſtanzen mit Hilfe der Merkatorfunktionen, aus dem Arch. d. Deutſch. Seewarte, 26. Jahrg., 1903, Nr. 1. *Ambronn.*

Mondfinſterniſſe, ſ. Finſterniſſe und Bedeckungen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Mondkulminationen, ſ. Längenbeſtimmung.

Mondſches Gas, ſ. Brennſtoffe, Bd. 2, S. 294, und Kraftgas.

Mondſtahl, ſ. Werkzeugſtähle.

Mondſtein, ſ. Feldſpat (auch ſ. v. w. Meteorit).

Monduhr, ſ. Sonnenuhren.

Monierſche Bauweiſe iſt die Vorläuferin der heute unter der allgemeinen Bezeichnung Eiſenbeton gebräuchlichen Bauweiſe und beſteht darin, daß verhältnismäßig dünne Rundeiſenſtäbe ſo in den Betonkörper eingebettet werden, daß ſie die von Zug oder Biegung herrührenden Zugſpannungen aufnehmen können. Die Druckſpannungen werden vom Beton allein aufgenommen.

Wenn ſich auch die Monierſche Bauweiſe im Prinzip nicht von dem heutigen Eiſenbetonbau unterſcheidet, ſo verſteht man darunter doch die ganz ſpeziellen Ausbildungen und Anwendungen, welche dieſe Bauweiſe von den die Monierpatente verwertenden Firmen gefunden hat. Die Erfindung des Eiſenbetons wird gewöhnlich Joſeph Monier zugeſchrieben, der ſein erſtes Patent auf dieſes Verfahren im Jahre 1867 nahm. Es ſind indeſſen ſchon frühere Anwendungen von Hyatt und F. Coignet bekannt geworden, aber Monier widmete ſich ſeiner Erfindung mit Ausdauer und Erfolg. Er beſchränkte ſich aber faſt nur auf die Herſtellung von Gefäßen und Röhren. Erſt nachdem durch G. A. Wayß und andre deutſche und öſterreichiſche Ingenieure das ſtatiſche Zuſammenwirken der beiden Materialien Beton und Eiſen richtig erkannt wurde, war es möglich, die Bauweiſe auf die verſchiedenſten Konſtruktionsteile des Hoch- und Tiefbaues auszudehnen. Beſonders fördernd waren die von Wayß im Jahre 1886 angeſtellten Verſuche, auf Grund deren von v. Könen die erſte wiſſenſchaftliche Begründung des Eiſenbetons aufgeſtellt wurde. Hierdurch war es auch möglich geworden, die bis dahin nur empiriſch behandelten Konſtruktionen in rationeller und ſicherer Weiſe zu entwerfen. Die Anwendungen, welche die Monierſche Bauweiſe
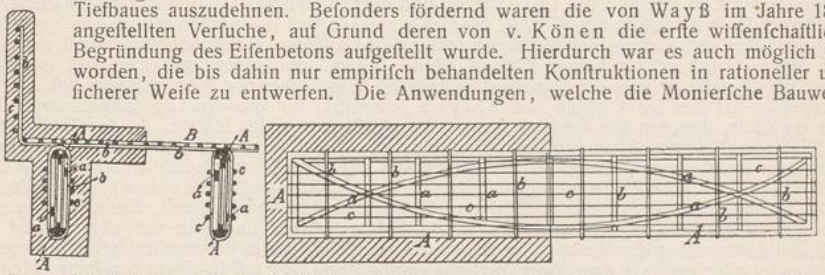


Fig. 1. Patentzeichnung Moniers für Eiſenbetonbalken vom Jahre 1878 (Querſchnitt und Längenſchnitt).

während der Dauer ihrer Patente gefunden hat, ſind ſehr zahlreich und erſtrecken ſich auf ebene Deckenplatten zwiſchen oder über eiſernen Trägern, auf Moniergewölbe zwiſchen ⊥ Balken in Hochbauten oder unter den Fahrbahnen eiſerner Brücken, auf Monierwände, die auch als Stützen dienen, auf Waſſerbehälter und alle Arten von Gefäßen in techniſchen und landwirtſchaftlichen Betrieben, auf Röhren mit äußerem und innerem Druck, auf Treppenkonſtruktionen, auf Silos, Treſoranlagen, feuerſichere Ummantelung eiſerner Stützen und Träger, waſſerdichte Kellerauskleidungen u. ſ. w. Ihre großartigſte Anwendung fand ſie aber in den Brückengewölben bis zu großen Spannweiten. Wenn man alle dieſe Anwendungen mit den heutigen Eiſenbetonkonſtruktionen vergleicht, ſo ergibt ſich als charakteriſtiſcher Unterſchied das Fehlen des Eiſenbetonbalkens, der als Tragrippe mit der darüber befindlichen Platte ein ſtatiſch wirkſames ⊤-Profil bildet, und das Fehlen der Eiſenbetonfäule. Wohl ſind vereinzelte Balken auch von den Monierfirmen ausgeführt worden, aber ihre allgemeine Verbreitung datiert erſt, ſeit ſie von Hennebique angewendet wurden. Die Monierſchen Patentzeichnungen zeigen zwar ſchon die heute gebräuchlichen Konſtruktionselemente der geraden und abgebogenen Stangen oder Bügel ſowie die Balkenrippen unter der Platte, wenn auch noch nicht in zielbewußter Form (Fig. 1), aber trotzdem ſcheinen ſich die Monierkonſtruktionen auf die Verwendung der ebenen Platte und des Gewölbes beſchränkt zu haben. Der Grund dafür liegt vielleicht darin, daß die wenigen Firmen durch den Patentſchutz nicht veranlaßt waren, das ohnehin ſchon große Anwendungsgebiet noch mehr zu erweitern; auch die wiſſenſchaftliche Erkenntnis des Eiſenbetons war noch nicht genügend fortgeſchritten, um die Ausführung von Balkenrippen, bei denen die Schubfeſtigkeit und Adhäſion aufs äußerſte ausgenutzt werden, als ratſam erſcheinen zu laſſen.

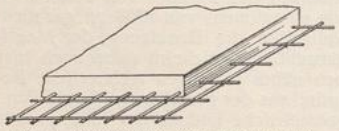


Fig. 2. Eiſeneinlage einer Monierplatte.

Demgemäß iſt auch die Form und Anordnung der Eiſeneinlagen im eigentlichen Monierſyſtem ſehr einfach geblieben. Die Armierung beſteht aus zwei ſich kreuzenden Lagen von Eiſenſtäben (Fig. 2), die an der Kreuzungsſtelle durch Binddraht miteinander verbunden werden. Je nach den Beanſpruchungsverhältniſſen wird die eine Eiſeneinlage ſchwächer und mit größeren Abſtänden ausgeführt als die andre. Dies iſt namentlich bei den ebenen Monierdecken der Fall, wo die „Tragſtäbe“, welche ſtatiſch allein nötig ſind, ſtärker ſind als die ſenkrecht dazu laufenden „Verteilungsſtäbe“, denen nur noch die Rolle zufällt, konzentrierte Laſten auf eine größere Plattenbreite zu verteilen. Bei den Gefäßen und Behältern hat man aber mit Rückſicht auf den Flüſſigkeitsdruck eine konſtante Maſchenweite des Geflechts beibehalten und gibt dann dem mehr beanſpruchten Eiſen größeren Durchmeſſer. Die kontinuierlich über Träger durch-

laufende Deckenplatte zeigt fchon eine dem Verlauf der Momente angepaßte Anordnung von abgebogenen Eifenftäben, indem über den Trägern die Eifenftäbe nahe an die Deckenoberkante gebogen find (Fig. 3).



Fig. 3. Kontinuierliche Monierplatte mit Kaffettendecke.

Die Eifeneinlagen bei den Moniergewölben find verfchieden, je nach Größe und Belaftungsweife des Gewölbes. Bei kleinen Gewölben mit ruhender Laft genügt ein Geflecht nahe der unteren Laibung (Fig. 4), das bei größeren Abmeffungen durch Eifeneinlagen in der Nähe des Rückens verftärkt werden kann. Handelt es fich um ftark veränderliche Belaftung und größere Spannweiten wie bei Brückengewölben, fo werden die Eifen in gleicher Weife am Rücken und an der Laibung ganz durchgeführt. Die ftärkeren Tragftäbe laufen dann fenkrecht zu den Mantellinien, während die fchwächeren Verteilungsftäbe den letzteren parallel find. Die oberen und unteren Eifeneinlagen werden in gewiffen Abftänden durch Drahtbügel miteinander verbunden. In den Monierröhren befteht die Eifeneinlage aus fpiralförmig verlaufenden Drähten, deren Stärke und Ganghöhe fich nach dem auszuhaltenden Druck richtet. In der Längsrichtung find dann noch Verteilungsftäbe vorhanden.

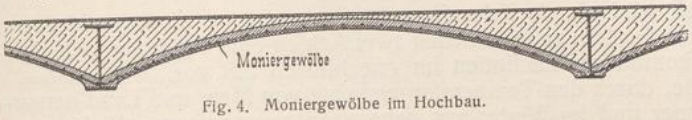


Fig. 4. Moniergewölbe im Hochbau.

Mit Rückficht auf den jetzigen Stand des Eifenbetonbaus, wo die monolithifchen Konftruktionen bevorzugt werden, d. h. wo Deckenträger und Säulen aus Eifenbeton kontinuierlich und ftarr miteinander verbunden find, und im Hinblick auf die Entwicklung feiner Theorie muß heute die Bezeichnung Monierfche Bauweife als hiftorifcher Begriff aufgefaßt werden. Viele Aufgaben find aber von ihr in fo muflerhafter Weife gelöft worden, daß fie heute noch nicht übertroffen find. Hierher gehören die heute noch gebräuchlichen Armierungen der Gewölbe bei Brücken und im Hochbau, die Herftellung der verfchiedenften Gefäße und Behälter, der Röhren, der feuerficheren Ummantelung von eifernen Säulen und Trägern, der Kellerdichtungen und ähnlicher Konftruktionen.

Literatur: [1] Wayß, G. A., Das Syftem Monier, Berlin 1887. — [2] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, Darmftadt 1891, S. 330. — [3] Gefundheitsingenieur 1889, S. 76. — [4] Deutfche Bauztg. 1888, S. 158 und 549. — [5] Building news, Bd. 45, S. 263. — [6] American arch., Bd. 26, S. 117. — [7] Rehbein, Ausgewählte Monier- und Betonbauwerke, Berlin 1894. — [8] Chriftophe, Der Eifenbeton und feine Anwendung im Bauwefen, Berlin 1905. *Mörfch.*

Monkeyreling, Relingleifte als Abfchluß der Oberfchanzkleidbeplankung auf hölzernen Segelfchiffen.

Monochloreffigfäure $CH_2Cl\ COOH$ bildet zerfließliche Kriftalle vom Schmelzpunkt 63°, ift leicht löslich in Waffer und findet als Aetzmittel Verwendung zur Entfernung von Warzen und Hühneraugen. *Mezger.*

Monochord, Einfaitinftrument, ein Unterrichtsapparat, hauptfächlich dienend zur experimentellen Prüfung des Gefetzes, nach welchem die Schwingungszahl eines Tons der Saitenlänge umgekehrt dem Quadrat der Spannung direkt proportional ift; f. Schall. *Aug. Schmidt.*

Monochromie (Einfarbigkeit), namentlich bei Kunftwerken gebräuchlich. Zu Anfang des letzten Jahrhunderts war es Mode, wie es auch heute wieder aufkommt, die Innenräume möglichft einfarbig zu halten und Statuen ftets in der Naturfarbe ihres Materiales, vorwiegend weiß, zu belaffen. Dem gegenüber fteht die Polychromie (f. d.) (Vielfarbigkeit), bei welcher nicht nur die Architektur, fondern auch die fie dekorierenden Statuen in verfchiedenen Farben hergeftellt werden. *Weinbrenner.*

Monocyklifche Syfteme nannte Helmholtz materielle Syfteme (f. S. 333), in welchen eine oder mehrere ftationäre, in fich zurücklaufende Bewegungen vorkommen (f. Kreisprozeß, Energie), deren Gefchwindigkeiten aber, wenn es mehrere Bewegungen find, nur von einem Parameter (f. d.) abhängen. Durch folche Syfteme fuchte Helmholtz insbefondere Analogien mit den Erfcheinungen der Wärme zu gewinnen, bei welchen die abfolute Temperatur T (f. d.) den Parameter darftellt.

Literatur: [1] Helmholtz, Prinzipien der Statik monocyklifcher Syfteme, Journal f. reine u. angew. Math. 1884, Bd. 97, S. 111, 317 (auch Helmholtz, Wiffenfchaftliche Abhandlungen, III, Leipzig 1895, S. 119, 142, 173, 179). — [2] Boltzmann, Ueber die Eigenfchaften monocyklifcher und anderer damit verwandter Syfteme, Journal f. reine u. angew. Math. 1885, Bd. 98, S. 68. — [3] Derf., Vorlefungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes, Leipzig 1891, S. 14. — [4] Hertz, Die Prinzipien der Mechanik, Leipzig 1894, S. 235. — [5] Reißner, Anwendungen der Statik und Dynamik monocyklifcher Syfteme auf die Elaftizitätstheorie, Wiede-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

manns Annalen 1902, IX, S. 44. — [6] Helmholtz, Vorlesungen über die Theorie der Wärme, Leipzig 1903, S. 346. — [7] Boltzmann, Vorlesungen über die Prinzipe der Mechanik, II, Leipzig 1904, S. 162. *Weyrauch.*

Monogramm, Handzeichen, Namenszug in Form verschlungener Buchstaben.

Monolith, ein größerer, aus einem Stück bestehender Stein, der zu einem Bildwerke, sei es ein Kopf oder eine ganze Figur, einem Obelisken (s. d.), einem Pfeiler oder einer Säule, bearbeitet ist. Aus dem Altertum sind hierin erstaunliche Leistungen bekannt und viele solcher Werke bis heute erhalten. *Weinbrenner.*

Monom, in der Mathematik jede eingliedrige Größe.

Monosaccharide, s. Kohlehydrate.

Monosen, s. Zuckerarten.

Monotriglyph wird ein dorischer Bau dann genannt, wenn sich nicht nur in jeder Säulenachse, sondern auch zwischen zwei Achsen eine Triglyphe befindet; diese Anordnung kommt am häufigsten im griechischen Stil vor. *Weinbrenner.*

Monsunwinde, durch den Temperaturgegensatz von Meer und Land hervorgerufene, im Sommer und im Winter aus nahezu entgegengesetzten Richtungen wehende Winde, die mit großer Stetigkeit und auf weitausgedehntem Gebiete auftreten und einen scharfen Gegensatz in den Niederschlagsverhältnissen herbeiführen.

Das Wort stammt von dem arabischen musim = Jahreszeit, kennzeichnend für die den Monsunen zukommende Bedeutung. Diese stellen im großen und im Jahresverlauf das gleiche dar wie die Land- und Seewinde (s. d.) im täglichen Gange im kleinen. Dort, wo die Vorgänge in der Atmosphäre sich am gleichmäßigsten abspielen, in den niederen Breiten, treffen wir die Monsune in der vollkommensten Entwicklung und besonders dort, wo große Festländer von ausgedehnten Meeren begrenzt sind. Die Hauptmonsungebiete sind Indien mit dem Arabischen und dem Bengalischen Meer, Südostasien und Australien mit den Inselgruppen; schwächere Erscheinungen sind die Monsune über andern Gebieten der Erde, von denen zumal die über Senegambien und Texas auftretenden zu nennen sind. In Indien, und zumal an seiner Westküste, ist ein die Monsunwinde allgemein in charakteristischer Weise förderndes Moment vorhanden, indem durch den vorgelagerten Gebirgszug der West-Ghats und die Hochplateaus des Innern eine Verschärfung der Temperaturgegensätze herbeigeführt wird. Nach dem ersten Auftreten des Monsun, dem bursting of the monsoon, gelangt der aus Südwest wehende Monsun über Indien und den benachbarten Meeresteilen im Laufe des Monats Mai zur vollen Entwicklung, und dauert dann, von Gewittern und reichlichen Regenfällen begleitet, bis in den September, während vom Oktober bis März und April der trockene Nordostmonsun weht, der aber bei weitem nicht die Kraft und die vertikale Entwicklung erreicht wie der warme Südwestmonsun Indiens.

Literatur: Hann, J., Handbuch der Klimatologie, 2. Aufl., Stuttgart 1897; Woeikof, A., Die Klimate der Erde, 2. Teil, Jena 1887; Blanford, H., Climats and Weather of India, London 1889; Ferrel, W. A., Popular treatise of the winds, London 1890; Deutsche Seewarte: Segelhandbuch für den Indischen Ozean, Hamburg 1892. *Großmann.*

Montage, s. Montieren, Montierung der eisernen Brücken.

Montgolfière, nach ihrem Erfinder Montgolfier eingeführte Benennung für Warmluftballons oder Heißluftballons (hot air-balloon).

Es sind dies große kugelförmige Ballons aus Stoff und Papier mit ziemlich weiter (einem Viertel des Durchmessers) unterer Oeffnung. Unter letzterer wird eine Glutpfanne angebracht oder es wird ein Glutofen darunter gestellt, um die Luft im Ballon zu erwärmen, ihn auszudehnen und ihm dadurch Auftrieb zu erteilen. Die Erwärmung gewöhnlicher Stoffe darf nicht über 70° C. gesteigert werden, ohne ihre Haltbarkeit in Frage zu stellen. Der Auftrieb beträgt bei 70° C. Erwärmung und 0° C. Außenlufttemperatur pro 1 cbm Luft 0,264 kg. Es folgt daraus, daß man Montgolfièren, um einigermaßen bedeutende Lasten mit ihnen heben zu können, sehr groß machen müßte. Sie sind durch den von Charles 1783 erfundenen Gasballon vollständig verdrängt worden. *Moedebeck*

Montejus (Saftheber), s. Pumpen.

Montieren (Montierung) bezeichnet im Maschinenbau das Zusammensetzen von Maschinen (Gegensatz: Abmontieren, Demontieren).

Die meisten Maschinen werden am Ort ihrer Erzeugung zusammengesetzt, und zwar auch dann, wenn sie zum Zweck der Verbringung an ihren Aufstellungsort ganz oder teilweise wieder auseinander genommen werden müssen. Sofern es möglich ist, findet nach Beendigung der Montage in der Werkstätte eine Inbetriebsetzung der betreffenden Maschine statt. In großen Maschinenfabriken finden sich für den Zusammenbau der Maschinen besondere Gebäude (als Montage, Montierung, Montagehalle bezeichnet), die in der Regel reichlich mit Hebezeugen ausgestattet sind. *A. Widmaier.*



Montierhammer.

Montierhammer dient zum Zusammensetzen (Montieren) oder Auseinandernehmen (Abmontieren) von Maschinen.

Um die Beschädigung der geschlagenen Teile zu vermeiden, wird der schlagende Teil des Hammers aus Blei, Kupfer, weicher Bronze oder Holz her-

gestellt. Die Figur auf S. 484 stellt einen Montierhammer mit Gußgehäuse und auswechselbaren Kupfer- oder Holzeinsätzen dar.

A. Widmaier.

Montierung der eisernen Brücken nennt man jene Arbeiten zur Herstellung des eisernen Ueberbaues einer Brücke, die an der Baustelle selbst zur Ausführung kommen und die Zusammenfügung der von der Werkstätte (Brückenbauanstalt) gelieferten Bestandteile der Brückenkonstruktion betreffen.

Nur die Träger kleiner Brücken (Blechbrücken) können fertig von der Werkstätte versendet und am Orte der Brücke aufgestellt werden; größere Träger zerlegt man in Teile, deren Größe von den Transportverhältnissen abhängt. Der definitiven Aufstellung einer Brücke muß aber immer eine provisorische Montierung der Brückenträger in der Werkstätte (auf der sogenannten Zulage) vorausgehen, um ein genaues Passen der einzelnen Teile in der fertigen Brücke zu erreichen.

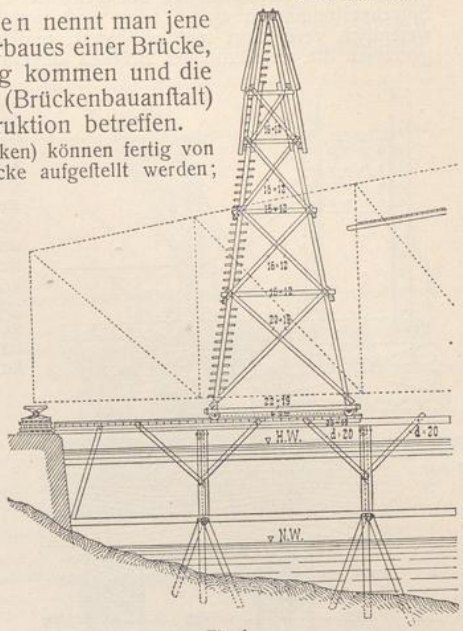


Fig. 1.

Die Aufstellung einer eisernen Brücke kann auf verschiedene Art erfolgen und richtet sich nach dem Konstruktionssystem des Unterbaues, vor allem aber nach den örtlichen Verhältnissen an der Brückenbaustelle. Die am häufigsten angewendete Methode besteht in dem Einbau eines provisorischen Gerüstes (Montierungsgerüstes) in die Brückenöffnung, auf dem alsdann die Eisenkonstruktion aufgestellt und zusammengefügt wird. Verschiedene Umstände, und zwar entweder technische Schwierigkeiten oder Rücksicht auf die Kosten, können zur Wahl andrer Aufstellungsarten veranlassen, bei welchen die Brückenöffnungen von Gerüsten größtenteils frei bleiben. Man kann hiernach, und zwar insbesondere zunächst bei Balkenbrücken, folgende Arten des Montierungsvorganges unterscheiden:

1. Montierung auf festen, in die Brückenöffnung eingebauten Gerüsten, die meist ganz aus Holz sind oder zur Freihaltung größerer Oeffnungen (Schiffsdurchlässe) eiserne Hilfsträger enthalten.

2. Montierung entfernt von der definitiven Lagerstelle und nachträgliches Einbringen der fertigen Tragkonstruktion, und zwar entweder a) durch Verschieben auf Gerüsten in der Brückenachse oder dazu senkrecht b) durch Einschieben kontinuierlicher Träger, die in der Verlängerung der Brückenachse aufgestellt und dann mit freier Auskragung über die Pfeiler geschoben werden, c) durch Einfahren auf Prahmen, endlich d) durch Hebung der Brückenkonstruktion von der Talsohle aus.

3. Frei schwebende Montierung ohne festes Gerüste: die Brückenträger werden in diesem Falle mit freier Auskragung in die Brückenöffnung vorgestreckt, wozu es natürlich notwendig ist, daß ihre Enden verankert sind oder durch das Gegengewicht seitlicher Spannweiten gehalten werden.

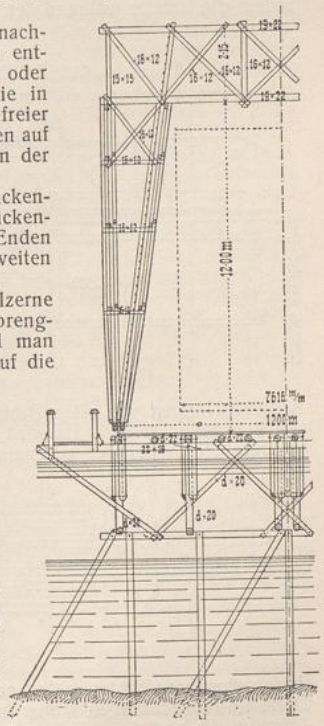


Fig. 2.

Die festen Montierungsgerüste [1]—[4] sind in der Regel hölzerne Jochbrücken mit einfachen oder verstärkten Balken oder mit Sprengwerken als Träger des Arbeitsbodens. Wenn es angeht, wird man die Knotenpunkte der aufzustellenden Eisenkonstruktion direkt auf die Holzjoche des Gerüstes stützen, um möglichst geringe Senkungen zu erzielen. Bei Strombrücken ist aber eine so nahe Stellung der Joche schon mit Rücksicht auf die Wasserabflußverhältnisse nicht zulässig. Häufig erfordert auch die Schiffahrt die Freihaltung größerer Oeffnungen im Montierungsgerüst. Es kommen dann zweckmäßig eiserne Hilfsträger zur Anwendung. Diese können sich auch bei hohen Gerüsten (Viadukten) als wirtschaftlich vorteilhaft erweisen; selbstverständlich müssen dann besondere Montierungsgerüste zur Aufstellung dieser Hilfsträger vermieden werden. Die Plattform des Gerüstes wird einige Dezimeter unter die Unterkante der Eisenkonstruktion gelegt und so breit gehalten, daß neben den Tragwänden noch etwa 1 m verbleibt. Auf derselben werden zunächst die Untergurte der Träger ausgelegt, wobei die Höhenlage mittels Klötzen, Keilen und Schraubenwinden reguliert wird. Zur Montierung der höhergelegenen Trägerteile kann entweder ein festes Obergerüst, d. i. eine Einrüstung der ganzen Tragwände mit Arbeitsböden in der Höhe der oberen Gurtung und etwa auch noch in

Zwiſchenetagen [1], [4] benutzt werden, oder es erfolgt (Fig. 1 und 2) die fachweiſe Aufſtellung mit Hilfe von verſchiebbaren Bockgeſtellen und fliegenden Gerüſten [2]. Bei Anwendung von Bolzenverbindungen anſtatt feſter Nietenanſchlüſſe werden die Aufſtellungsarbeiten natürlich weſentlich vereinfacht und erleichtert, und hieraus erklärt ſich die Raſchheit, mit der im allgemeinen die amerikaniſchen Brücken aufgeſtellt werden können. Beiſpiele in [5].

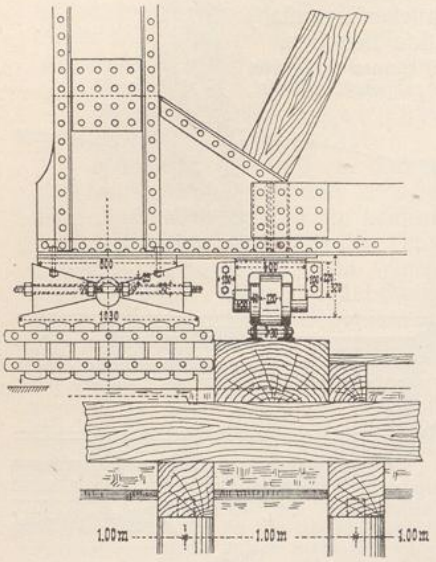


Fig. 3a.

Wird die Brücke mehr oder weniger entfernt von der Bauſtelle fertig aufgeſtellt und dann auf kleinen Wagen über die Pfeiler eingefahren, ſo iſt zwar allerdings auch ein die Pfeiler verbindendes Gerüſt notwendig; dies wird aber nur während des Einfahrens der Konſtruktion, alſo nur kurze Zeit benutzt. Man iſt hierdurch von Hochwäſſern, Einwirkung des Windes u. ſ. w. mehr unabhängig und die eigentlichen Montierungsarbeiten können an einem hierfür günſtigeren Platze vor ſich gehen. Der Transport von fertig montierten Brückenkonſtruktionen auf längere

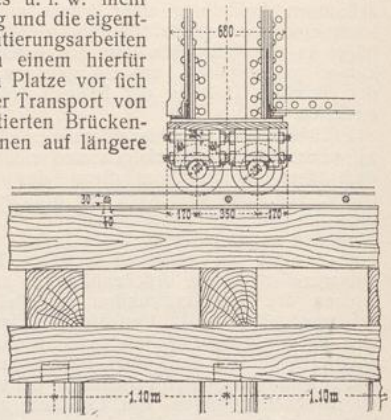


Fig. 3b.

Strecken iſt jedoch durch deren Größe beſchränkt (die längſten Brückenüberbauten, die auf dieſe Art auf weitere Strecken transportiert und eingefahren wurden, hatten rund 50 m Länge), indem die Brücke während des Transportes nur an zwei Stellen auf Wagen gelagert werden kann, ſofern nicht das Transportgleis vollkommen gerade und ohne Gefällsbruch angelegt wird. Häufiger als das Einfahren von Brücken in der Längsrichtung findet das ſeitliche Einſchieben Anwendung, beſonders bei

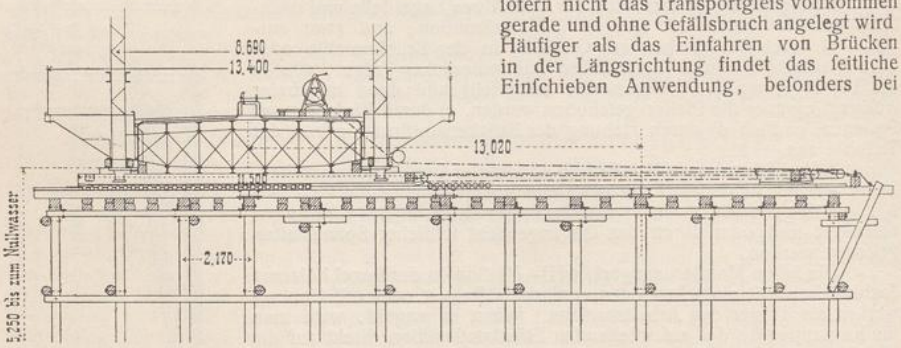


Fig. 4a.

Auswechſlungen von alten Brückenkonſtruktionen gegen neue, die ohne Störung des Verkehrs vor ſich gehen ſollen. Es wird dieſe Aufſtellungsart zuweilen aber auch dann gewählt, wenn mehrere gleiche Träger nebeneinander aufzuſtellen ſind, um mit dem Gerüſt für einen Träger auszukommen und an den Koſten der Gerüſtung zu ſparen. Die Aufſtellung

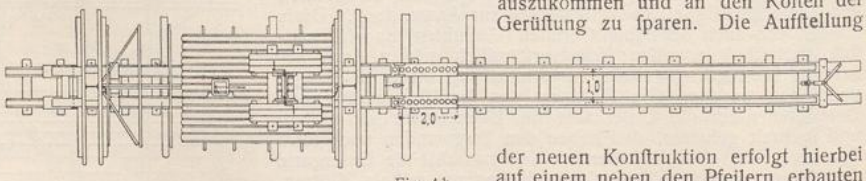


Fig. 4b.

der neuen Konſtruktion erfolgt hierbei auf einem neben den Pfeilern erbauten Gerüſt, und bei der Verſchiebung ruht dieſe nahe ihren Stützpunkten auf Rollvorrichtungen, die über die Pfeiler geſchoben werden. Dieſe Rollvorrichtungen laufen hierbei auf Rädern (Fig. 3a und 3b), auf Walzen oder Kugeln (Fig. 4a, 4b und 4c). Beiſpiele in [6], [7].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Einschiebung kontinuierlicher Träger in der Längsrichtung mit freier Auskragung gewährt allerdings durch den Wegfall des Unterstützungsgerüstes unter Umständen beträchtliche Ersparnis an den Montierungskosten. Man darf aber nicht übersehen, daß bei dem freien Hinüberschieben in einzelnen Teilen der Brückenträger sehr hohe Inanspruchnahmen entstehen können. Man sucht denselben zwar durch Anbringung eines entsprechend weit ausladenden Schnabels an dem vorderen Trägerende entgegenzuwirken, aber immerhin sind in einzelnen Teilen oft Ueberanstrengungen vorhanden. — Besonders gefährlich kann ein während der Ueberschiebung auftretender heftiger Sturm werden, und es ist dabei schon vorgekommen, daß die Brückenkonstruktion von einer Katastrophe ereilt wurde (Viadukt de la Tardes und Brücke von Douarnenez). Bei der Verschiebung ruht die in der Verlängerung der Brückenachse montierte Brücke auf einer entsprechenden Anzahl von Rollen, und es ist hierbei von Wichtigkeit, daß diese Rollen möglichst gleich belastet sind, da sonst bei nicht ganz festem Untergrunde die Verschiebung nur mit großem Kraftaufwand vor sich gehen könnte. Man hat deshalb die Rollen, wie bei der Weichselbrücke bei Warschau u. a., auch auf hydraulische Pressen gesetzt, die den Druck ausgleichen. Beispiel einer Brückeneinschiebung in [8]. Mit der selten gewordenen Anwendung kontinuierlicher Träger für Brücken von mittleren und großen Spannweiten sind Brückeneinschiebungen ohne durchgehendes Gerüst in Deutschland und Oesterreich in neuerer Zeit nicht mehr zur Ausführung gekommen.

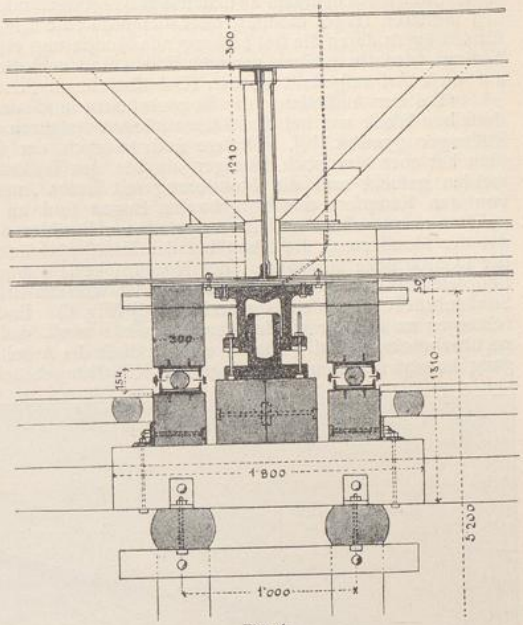


Fig. 4c.

Das Einfahren fertiger Brückenträger auf Pontons kann unter Umständen als zweckmäßiges Mittel erscheinen, um die Herstellung von Montierungsgerüsten, die heftigen Strömungen oder einem Eisgang ausgesetzt sind oder in tiefes Wasser zu stehen kämen, zu ersparen. Die Brücke wird in diesem Falle an einer mehr geschützten Stelle in der Nähe des Ufers montiert und hierauf durch untergefahrene Pontons, deren Tauchung durch Ballastwegnahme vermindert wird, von den Rüstungen abgehoben. Nach dem Einfahren in die Brückenöffnung erfolgt das Niederlassen der Konstruktion auf die Pfeiler durch Belasten der Pontons. Bei Gewässern mit Ebbe und Flut kann der Flutwechsel zum Heben und Senken der Brücke benutzt werden. Beispiele: Weserbrücke bei Bremen, Niemenbrücke bei Kowno, neue Taybrücke, Oliveninselbrücke in Pola, Jackfonvillebrücke in Nordamerika u. a. Soll der Brückenüberbau auf eine größere Höhe bis zu seinen definitiven Auflagern gehoben werden, was beim Einfahren auf Schiffen, aber auch bei andern Aufstellungsarten, wenn man beispielsweise bei großer Höhenlage der Brücke am Montierungsgerüst sparen will, notwendig werden kann, so werden hierzu Schraubenwinden, Kräne und bei großen Trägern (Britanniabrücke, neue Taybrücke) hydraulische Pressen benutzt.

Bei der frei schwebenden Montierung werden die Brückenträger von den Widerlagern oder Pfeilern aus frei auskragend vorgebaut. Es ist hierzu natürlich notwendig, daß die Träger mit ihren Enden verankert sind oder durch das Gegengewicht seitlicher Spannweiten gehalten werden. Diese Methode der Aufstellung findet in neuerer Zeit für die Ueberbrückung tiefer Schluchten oder reißender Gewässer zweckmäßige Anwendung. Sie eignet sich vorzugsweise zum Aufstellen des Mittelfeldes kontinuierlicher Träger und kontinuierlicher Gelenkträger, bei welchen die Seitenfelder als Gegengewichte wirken. Das großartigste Beispiel hierfür ist die Firth-of-Forth-Brücke [9]; ferner sind zu erwähnen: in Amerika, wo diese Aufstellungsart bei den Cantileverbrücken sehr häufig geübt wird, die neue Niagarabrücke [10] u. a., in Oesterreich der Moldauviadukt bei Cervena [11] (Fig. 5). Bei der im Bau befindlichen Brücke über den St. Lorenzstrom zu Quebec, einer Auslegerbrücke mit 549 m Mittelöffnung, also mit der größten derzeit bestehenden Spannweite, hat allerdings dieser Montierungsvorgang infolge Ausknickens der unteren Druckgurte der Seitenöffnung kürzlich zu einer großen Katastrophe, nämlich zum totalen Einsturz der

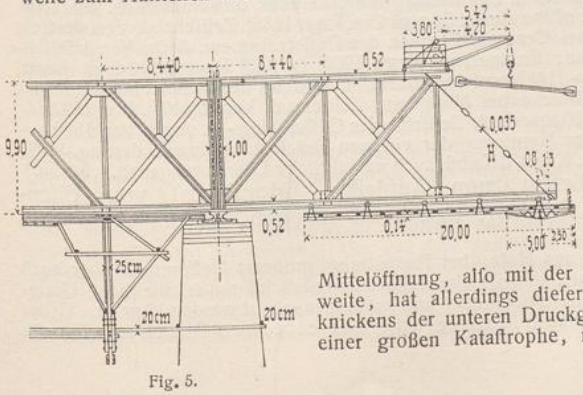


Fig. 5.

bis nahe zur Mitte aufgeftellten Konftruktion geführt [12]. Enthält das mit freier Auskragung zu montierende Mittelfeld (wie bei den obigen Beifpielen) zwei Gelenke bezw. einen zwifchen zwei Konfolenarmen frei fchwebend gelagerten Einzelträger, fo ift eine provifirifche Verbindung an Stelle des Gelenks notwendig, wobei auf die bei der auskragenden Montierung auftretenden Spannungen Rückficht zu nehmen ift. Beffer verfährt man allerdings, wenn man dort, wo es angeht, den Zwifchenraum zwifchen den Kragträgerenden durch Hilfsträger überbrückt und hierauf den mittleren Träger montiert oder diefen durch ein feftes Gerüft unterbaut, da fonft bei größeren Einzelträgern durch die frei auskragende Montierung eine ftellenweife Verftärkung der Querfchnitte bedingt wird. In einigen wenigen Fällen find auch Balkenträger über bloß eine Oeffnungsweite auf diefe Art aufgeftellt worden (Dalelfbrücke in Schweden, Columbiabrücke bei Rock Island).

Bei der Aufftellung der Bogenbrücken und der fteifen Hängebrücken wird vielfach in derfelben Weife wie bei den Balkenbrücken verfahren und mit Vorliebe das Montieren auf feften Rüftungen gewählt [13]. Letztere find natürlich der Bogenform entfprechend zu konftruieren. Man hat aber hier noch häufiger als bei den Balkenträgern durchgehende Rüftungen zu vermeiden gefucht und die Montierung mit freier Auskragung zur Anwendung gebracht. Die von den Kämpfern aus vorgebauten Bogen find an die Pfeiler oder an einftweilige Pfeilerauffätze zu verankern und in verfchiedenen Punkten an Rückhaltekabel anzuhängen. Für diefe Art der Montierung, die fchon bei der Miffiffippibrücke bei St. Louis, beim Garabitviadukt, bei der Dourobrücke zu Oporto, der Nocebrücke [14] angewendet wurde, beftehen hervorragende Beifpiele aus neuerer Zeit in der Kaifer-Wilhelm-Brücke bei Müngften [15] und der neuen Straßenbrücke über den Niagarafluß [16] (Fig. 6) Endlich ift noch das Montieren mit Hängerüftungen zu erwähnen, das derart bewirkt wird, daß zwei oder mehrere Hilfskabel über das zu überbrückende Tal gefpannt und an diefe die Arbeitsbrücken angehängt werden. Diefer Vorgang kommt insbefondere bei großen Kabelhängebrücken zur Anwendung.

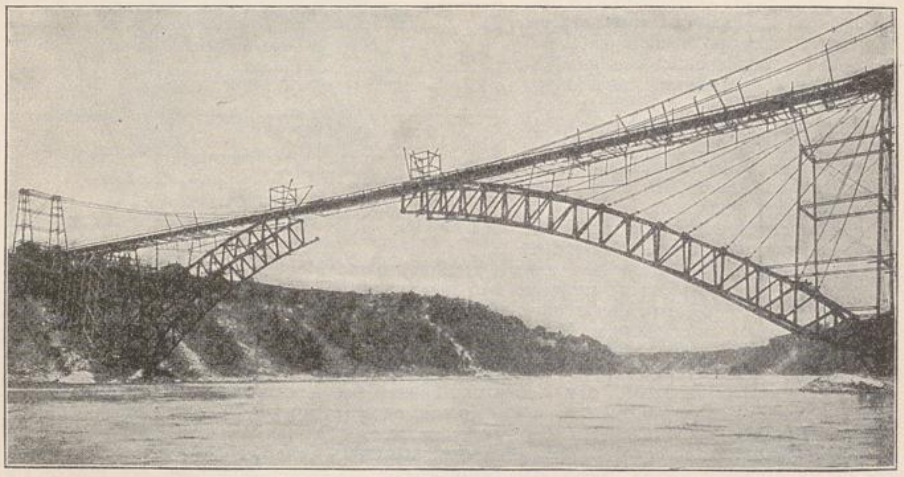


Fig. 6. Aufftellung des Bogens der Straßenbrücke über den Niagarafluß.

Literatur: [1] Leckbrücke bei Kuilenburg, Zeitfchr. des Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1872. — [2] Brücke über die Aemmä-Elf in Finnland, ebend. 1890. — [3] Trifanaviadukt der Arlbergbahn, Zentralbl. d. Bauverw 1884. — [4] Neue Weichfelbrücke bei Dirfchau, Zeitfchr. f. Bauwefen 1895. — [5] Varrugasviadukt, Engineering 1872; Portageviadukt, ebend. 1876. — [6] Donaubrücke der Oefterr. Nordweftbahn, Zeitfchr. des Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1879. — [7] Ferdinandsbrücke in Graz, ebend. 1883 — [8] Iglawaviadukt, Allg. Bauztg. 1870; Donaubrücke bei Stadlau, ebend. 1870. — [9] Brücke über den Firth-of-Forth, Engineering 1887, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1888. — [10] Neue Niagarabrücke, Journ. of the Amer. Soc. of Civ. Eng. 1885, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1884. — [11] Moldauviadukt bei Cervena, Zeitfchr. des Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890. — [12] Der Einfturz der Quebecbrücke, Engineering News 1907. — [13] Rheinbrücke zu Bonn, Zeitfchr. d. Ver deutfch. Ing. 1899. — [14] Nocefchluchtbrücke, Zeitfchr. des Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1889. — [15] Kaifer-Wilhelm-Brücke bei Müngften, Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1897. — [16] Neue Straßenbrücke über den Niagarafluß, Zeitfchr. des Oefterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1899. — Ferner eingehende Abhandlung über Montieren der eifernen Brücken in Handb. der Ing.-Wiff., II: Brückenbau, 6. Abt., 3. Aufl., 16. Kap.; dafelbft auch ausführliche Literaturangaben. *Melan.*

Montierungsgerüfte dienen zum Aufftellen (Montieren) von Eifenkonftruktionen, als da find: Brücken, Dachkonftruktionen, eiferne Turm- und Pfeilerbauten u. f. w.

Sie find in der Regel ganz aus Holz, bei Freihaltung größerer Oeffnungen aber auch aus Eifen errichtet und fo ausgeführt, daß fie eine feite und möglichft unverfchiebliche Unterlage geben, auf welcher die Eifenteile aufgebracht und zufammengebaut werden können. Ueber Montierungsgerüfte für eiferne Brücken f. Montierung der eifernen Brücken. Für die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aufſtellung größerer und längerer Hallendächer werden gewöhnlich, um eine Einrüſtung der ganzen Halle zu erſparen, verſchiebbare Gerüſtungen angewendet, welche nur die gleichzeitige Montierung eines oder zweier Dachbinder ermöglichen und nach Maßgabe des Fortſchreitens der Arbeiten nach der Längenrichtung der Halle auf Laufrädern verſchoben werden. *Melan.*

Montierungskammer, an Bord der Kriegsſchiffe ein zum Aufbewahren der Reſervekleidungsſtücke der Mannſchaft eingerichteter Raum; derſelbe muß gegen Eindringen bezw. Niederſchläge von Feuchtigkeit geſchützt ſein. *T. Schwarz.*

Montierungsſpannungen, die in einer Eiſenkonſtruktion durch ihre Aufſtellung erzeugten Spannungen.

Dieſelben ſind in der fertigen Konſtruktion von Anfang an, d. h. bevor noch dieſelbe der Wirkung des Eigengewichts und einer zufälligen Belaſtung unterworfen wurde, vorhanden, und man bezeichnet ſie daher auch als Anfangsſpannungen. Die Montierungsſpannungen können entweder beabſichtigte oder unbeabſichtigte ſein. Sie laſſen ſich nur in ſtatiſch unbeſtimmten Syſtemen hervorrufen, und zwar dadurch, daß entweder die Lage der Stützen gegen den durch die geometriſche Form des ſpannungsloſen Syſtems beſtimmten Zuſtand geändert wird oder daß einzelne Glieder der Konſtruktion nicht zwanglos, ſondern mit künſtlicher Anſpannung in das Syſtem eingefügt werden. Letzterer Fall tritt dann ein, wenn Konſtruktionsglieder, welche geometriſch unverſchiebliche Punkte eines Syſtems verbinden, mit einer etwas unrichtigen Länge gewaltſam eingezwängt oder durch Dorne, Schrauben oder Keilſchlöſſer in Spannung verſetzt werden (Fachwerke mit künſtlicher Anſpannung, Howeſche Träger). Die gleiche Wirkung wird erzielt, wenn die einzelnen Konſtruktionsteile mit verſchiedenem Wärmezuſtande zuſammengefügt werden, da jeder Temperaturdifferenz t bei dem Ausdehnungskoeffizienten ω und der Länge l eines Stabes eine beſtimmte Längendifferenz $\delta l = \omega t l$ entſpricht. Die Temperaturwirkung wird auch benutzt, um bei Bogen- oder Hängeträgern, bei kontinuierlichen Trägern oder andern ſtatiſch unbeſtimmten Syſtemen Lagerverſchiebungen in beſtimmter Größe vornehmen zu können, wodurch ſich wieder, wie oben bemerkt, gewiſſe beabſichtigte Anfangsſpannungen herbeiführen laſſen. Beiſpiel: die König-Karl-Brücke über den Neckar bei Stuttgart.

In beſchränktem Maße können auch in ſtatiſch beſtimmten Fachwerken mit ſtarren, vernieteten Knotenpunktanſchlüſſen Montierungsſpannungen auftreten. Würde man bei einem ſtatiſch unbeſtimmten Syſteme von ſämtlichen überzähligen Stäben die Größe δl kennen, um welche bei der Zuſammenfügung die Stablänge von der richtigen, dem ſpannungsloſen Zuſtande des Syſtems entſprechenden Länge l abweicht, ſo ließen ſich unter Vorausſetzung unveränderten Temperaturzuſtandes die erzeugten Montierungs- oder Anfangsſpannungen S aus den Gleichungen

$$\Sigma\left(\frac{S}{EF}l+\delta l\right)u_1=0, \qquad \Sigma\left(\frac{S}{EF}l+\delta l\right)u_2=0 \ldots$$

berechnen, worin E Elaſtizitätskoeffizient, F die Querſchnittsfläche der einzelnen Stäbe und u_1, u_2 ... die Spannungsreihen bezeichnen, welche der Wirkung der Krafteinheit an Stelle der Spannung je eines überzähligen Stabes entſprechen. Da es ſich aber hier nur um ſehr kleine Längenmaße δl handelt, ſo folgt, daß von einer Genauigkeit in der Herbeiführung beabſichtigter Montierungsſpannungen durch Einzwängen oder Anſpannen von Stäben im allgemeinen nicht die Rede ſein kann, daß vielmehr hierdurch ſehr leicht ganz unbeabſichtigte Spannungen entſtehen können. *Melan.*

Montpelliergelb (Caffelergelb), ſ. Bleifarben.

Monument, ſ. v. w. Denkmal (ſ. d.).

Monzonit, ſ. Syenit.

Moogſcher Brauerfirnis, ſ. Pech.

Moor, Moorboden, der mit an der Luft verweſten faſerigen oder erdigen, torfartigen Pflanzenteilen oder Humusſubſtanzen vermengte Verwitterungsboden, ein Erzeugnis ſtagnierenden Waſſers, in der Nähe von Quellen und in Sümpfen.

Die Beimengung organiſcher Subſtanzen kann beim Moorboden bis zu 50 % betragen; ſie färbt ihn meiſt dunkel, braun bis ſchwarz, macht ihn leichter als andre rein mineraliſche Verwitterungserden. Beim Glühen verflüchtigen ſich die organiſchen Beſtandteile unter Entwicklung eines Geruches nach Talg oder Wachs. Im trockenen Zuſtand der Vegetation förderlich, je nachdem er ſandige oder tonige Beimengungen führt. Moor geht bei Zunahme der organiſchen Beimengungen, beſonders bei größerer Mächtigkeit, in Torf über, mit dem er in manchen Gebieten gleichbedeutend iſt (vgl. Humus und Torfgewinnung).

Literatur: Potonié, H., Klaſſifikation und Terminologie der rezenten brennbaren Biolithe, Abhandl. der Geolog. Landesanſtalt, Berlin 1907, Neue Folge, Heft 49. *Leppla.*

Mooring, eine Vorrichtung, um das Vertörnen (Umeinanderdrehen) der Ketten zu verhindern, wenn das Schiff zwei Anker ausgebracht hat, z. B. vor Ebbe und Flut mit einem Anker voraus und einem achteraus vertäut liegt, bezw. mit beiden Ankern voraus einen Sturm abreitet.

Es iſt in ſolchen Fällen kaum möglich, das Schiff ſtets nach der richtigen Seite zum Schwojen (Drehen) zu bringen. Um das ſehr zeitraubende Klarmachen der vertörnten Ketten zu vermeiden, hilft man ſich durch Anbringung eines Moorings (Mooringsſchäkels), eines ſtarken Wirbels, an welchem ſich vier Kettenarme befinden. Dieſe haben verſchiedene Länge, um, wenn der Mooringsſchäkel abgenommen wird, daran zu ſehen, welche Schiffskettenenden zueinander gehören. Iſt das Schiff vermoort, ſo laufen ſowohl die im Waſſer befindlichen eigent-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

lichen Kettenenden, als diejenigen vom Schiff aus am Mooringsſchäkel derart zuſammen, daß erſtere an den unteren, letztere an den oberen Kettenenden des Moorings angreifen. Da beide Paare ſich im Mooringsſchäkel ineinander drehen können, mag das Schiff nach beliebiger Richtung ſchwojen und behält ſtets klare Ketten. In manchen Häfen mit geringem Drehraum oder Schutz finden ſich verankerte Doppelketten, die an Bojen (Mooringsbojen) befeſtigt ſind. Letztere vertreten die Stelle der Mooringsſchäkel. *von Nießen.*

Mooringsboje, ſ. v. w. Feſtmacherboje; ſ. Bojen.

Moorkanal, ein größerer Entwäſſerungskanal in einem Moorgebiete. Derſelbe wird in der Regel, ſo in Holland bei der Veenkultur (ſ. Moorkultur), ſtets ſchiffbar hergeſtellt und hat hier als Hauptkanal ungefähr 8 m Sohlenbreite, 2 m Waſſertiefe, 14 m Waſſerſpiegelbreite.

Würde man dieſes Profil ſogleich gänzlich aus dem lockeren Moore ausgraben, ſo würde der loſe, ſchwimmende Boden bald in die ſo gebildete Vertiefung zuſammenfließen und die geleiſtete Arbeit wäre vernichtet. Das Ausheben des Moorkanals darf daher vom unterſten Punkte, d. h. an der Vorflut beginnend, nur mit kleinem Profil erfolgen, ſo daß er anfänglich nur ein etwa 0,5 m breiter und 0,8 m tiefer Entwäſſerungsgraben iſt; dazu kommen noch in je 10 m Entfernung Seitengräben und auf jeder Seite des Mittelgrabens, 100 m davon entfernt, ein dazu paralleler Hintergraben. Erſt nach hierdurch erfolgter Abwäſſerung der oberſten Schichte kann in den nächſten Jahren die Vertiefung und Verbreiterung des Grabens fortgeſetzt werden. In einigen Fällen hat man bei raſch vorzutreibenden Moorkanälen auch maſchinellen Aushubbetrieb mittels beſonderer Torfſchiffe [3] eingerichtet. Bei den auch als Schiffahrtskanal dienenden Moorkanälen ſind die Höhenſtufen der einzelnen Haltungen (ſ. d.) in den primitivſten Fällen als Klappſtau, in größeren Kanälen aber als Kammerſchleuſen (ſ. d.) ausgebildet.

Literatur: [1] Wortmann, Moorkultur in Holland. — [2] Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 559. — [3] Ebend. 1885, S. 579. *v. Schneller.*

Moorkultur. Moor oder Torfmoor heißt eine mit einem Torflager bedeckte Oertlichkeit; die landwirtſchaftliche Nutzung der Moore nennt man Moorkultur.

Beſchaffenheit der Moore. Den Hauptbeſtandteil der Moore bildet die aus abgeſtorbenen Pflanzenreſten beſtehende Torfmaſſe, welche mit mehr oder weniger Mineralſubſtanz vermiſcht ſein kann. Bei der Bildung des Torfes aus Pflanzenreſten hat man es mit jenem Zerſetzungsvorgang organiſcher Subſtanz zu tun, welcher als Fäulnis oder Vermoderung — im Gegenſatz zu Verweſung — bezeichnet wird; während bei letzterer unter ungehindertem Zutritt des Sauerſtoffes der Luft eine vollkommene Zerſetzung und Verflüchtigung der organiſchen Stoffe (zu Kohlenſäure, Ammoniak und Waſſer) unter Zurücklaſſung der nichtflüchtigen Mineralſtoffe vor ſich geht, tritt Fäulnis nur bei ſtark vermindertem oder gänzlich aufgehobenem Luftzutritt ein, wobei die organiſche Subſtanz im weſentlichen erhalten, jedoch in eine dunkelgefärbte, der weiteren Zerſetzung in hohem Grade widerſtehende Maſſe unter gleichzeitiger Bildung einer Reihe von gasförmigen Verbindungen (Kohlenſäure, Sumpfgas, Waſſerſtoff, Stickſtoffoxydul u. ſ. w.) verwandelt wird [1]. Gelegenheit zur Torfbildung bietet ſich beim Vorhandenſein ſtehender oder ſchwachfließender Gewäſſer, an oder in welchen ſich eine Sumpf- oder Waſſerflora anſiedelt, deren abgeſtorbene Körper unter Waſſer ſinken und vermodern, derweil immer neue Generationen entſtehen und durch ihr Abſterben die Torfablagerung im Verlauf längerer Zeit zu erheblicher Mächtigkeit emporwachſen laſſen.

Einteilung, Mächtigkeit und Verbreitung der Moore. Je nach den örtlichen Bedingungen der Entſtehung unterſcheidet man verſchiedenerlei Arten von Torfmooren, nämlich Hochmoore, Niederungsmoore und Miſchmoore.

Das Hochmoor bildet ſich in nährſtoffarmem ſtehenden Waſſer (z. B. in Sümpfen oder Tümpeln, welche nur von Atmoſphärilien geſpeiſt werden) zunächſt aus Torfmooſen, welche der Gattung Sphagnum angehören; iſt die Torfbildung bis über Waſſer vorangeſchritten, ſo ſiedeln ſich andre Pflanzenarten, namentlich die Heiden (Calluna vulgaris und Erica tetralix), das Wollgras (Eriophorum vaginatum) und andre an und vollenden die Moorbildung. Die Bezeichnung Hochmoor rührt daher, daß die Oberfläche desſelben in der Regel gewölbt iſt (z. B. das Düvelsmoor bei Bremen ſoll in der Mitte 11,5 m höher als am Rande ſein, das Murner Filz bei Waſſerburg 7,3 m, das Arenenburger Moor in Oſtfriesland 6,4 m), was aus der Entſtehungsweiſe des Moores von der Mitte aus gegen den äußeren Rand hin zu erklären iſt.

Das Niederungs- oder Grünlands- oder Wieſenmoor hat ſeinen Urſprung dagegen in einem an Nährſtoffen, beſonders an Kalk nicht armen Waſſer und bildet ſich zumeiſt an den Ufern fließender Gewäſſer und in deren Ueberſchwemmungsgebiet oder auch in geſchloſſenen Becken, in welche ſich mineralreiche Wäſſer ergießen. Die moorbildende Flora beſteht hier hauptſächlich aus Gräſern (Phragmites communis, Glyceria spectabilis und aquatica), Seggen (Carex-, Juncus- und Scirpusarten), aus Mooſen, welche der Gattung Hypnum angehören u. a. Entgegengeſetzt zum Hochmoor iſt die Oberfläche der Niederungsmoore in der Mitte meiſt tiefer als am Rand, was mit dem Fortſchreiten der Torfbildung von dem Rand gegen die Mitte hin zuſammenhängt.

Miſchmoore oder Uebergangsmoore werden diejenigen genannt, welche entweder die beiden obigen Moorbildungen nebeneinander aufweiſen (ſo einige Hochmoore Südbayerns, welche Inſeln von Niederungsmoor einſchließen) oder aber einen unbeſtimmten Charakter haben. Dieſelben verdanken ihr Daſein meiſt dem Umſtand, daß während der Entſtehung des Moores die Wachstumsbedingungen der moorbildenden Pflanzen ſich geändert haben.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Mächtigkeit der Torfbildung beträgt in den Hochmooren Norddeutschlands und Hollands durchschnittlich 4—8 m und geht im Auricher Moor sogar bis 11,5 m; die Niederungsmoore zeigen meist geringere Mächtigkeit, so in Norddeutschland und am Oberrhein gewöhnlich nur 2—3 m; größere Tiefe findet sich ausnahmsweise in den südbayrischen Grünlandsmooren, so im Erdinger Moos bis 6,5 m, im Neuburger Donaumoos 6,5—9,5 m.

Die Verbreitung der Torfmoore auf der Erde ist sehr ungleich; in der heißen Zone fehlen sie gänzlich, weil dort unter dem Einfluß der hohen Temperatur eine vollkommenere Verwesung der Pflanzenstoffe vor sich geht; besonders ausgedehnt sind die Moorbildungen in flachen Küstenländern, so in Irland, Holland, Norddeutschland, ebenso aber auch im Harz, Fichtelgebirge, in den Ardennen, im Schwarzwald sowie in den bayrischen Flußgebieten.

Die **Eigenschaften der Moorböden** sind abhängig von der Entstehungsweise der Moore und deshalb mehr oder weniger verschieden. In physikalischer Beziehung sind sämtlichen Moorböden gemeinschaftlich eine hohe Wasserkapazität, geringe Durchlässigkeit und ein sehr starkes Kapillarvermögen bei geringem Volumgewicht (Gewichtsverhältnis eines Raumteils des trockenen Bodens zu einem gleichgroßen Raumteil Wasser). Diese Eigenschaften haben ein durchaus ungünstiges Verhalten der Moore im natürlichen Zustand zum Pflanzenwachstum zur Folge: die Böden sind naß und kalt sowie schwer durchlüftbar und — was für die Bewirtschaftung von größter Bedeutung — infolge der starken Wasserverdunstung in hohem Grade dem winterlichen Auffrieren und den im Frühjahr auftretenden Spätfrösten ausgesetzt. Günstig dagegen ist die dunkle Farbe des Moorbodens, die eine hohe Erwärmungsfähigkeit nach vollzogener Entwässerung bedingt. In bezug auf die chemische Zusammensetzung überwiegt bei sämtlichen Moorböden die organische vor der Mineralsubstanz. Von den wichtigsten Pflanzennährstoffen finden sich Kaliumverbindungen immer nur in sehr geringer Menge vor, phosphorsaure Salze auch nur spärlich; reichlicher sind Kalk und Stickstoff vertreten, insbesondere beim Niederungsmoor, das überhaupt immer mehr Mineralstoffe enthält als das Hochmoor. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß das Hochmoor besseres Brennmaterial liefert als das Niederungsmoor — der Brenntorf des letzteren ist zu aschenreich —, während umgekehrt für die landwirtschaftliche Benutzung die natürlichen Bedingungen im Niederungsmoor wesentlich günstiger sind als im Hochmoor — das erstere birgt mehr Pflanzennährstoffe und außerdem bewirkt der Mineralgehalt eine bessere Zersetzung und Aufschließung der organischen Bestandteile des Moorbodens. Das rohe (noch nicht kultivierte) Hochmoor ist deshalb meist ganz unfruchtbar, während im Niederungsmoor sich nicht selten eine Vegetation von Gräsern verhältnismäßig leicht ansiedelt.

Kulturmethoden. Wie alle Humusbildungen ist auch der Torf in ständiger chemischer Umbildung begriffen. Allein diese äußert sich im unentwässerten Moor infolge des Luftabschlusses durchaus zum Nachteil des Pflanzenwuchses, indem durch ungünstige Zersetzungsvorgänge, insbesondere Reduktionsprozesse, pflanzenschädliche Verbindungen erzeugt werden (statt Kohlendioxyd bildet sich Sumpfgas, der in den Pflanzenresten enthaltene Schwefel verwandelt sich in das giftige Schwefelwasserstoffgas u. s. w.), so daß das Gedeihen von Kulturgewächsen ganz unmöglich gemacht ist. Wird der Moorboden jedoch richtig kultiviert, so erweist er sich als einen der dankbarsten Kulturböden, welcher sogar die meisten Mineralböden an Fruchtbarkeit übertrifft. Hierzu ist in erster Linie eine genügende, jedoch innerhalb gewisser Grenzen bleibende Entwässerung des Moores geboten. Durch Ableitung des überschüssigen Wassers aus den Bodenzwischenräumen wird der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs und eine richtige chemische Tätigkeit des Bodens ermöglicht, welche die Umsetzung der Bestandteile desselben in Pflanzennährstoffe (s. Assimilation) bewirkt. Der bisher kalte Boden wird erwärmungsfähig, und sein hohes Kapillarvermögen, welches ihn befähigt, die für die Pflanzen nötige Feuchtigkeit auch aus tieferen Erdschichten heraufzuholen, reguliert auf das vorteilhafteste die Wasserzufuhr. Begünstigt wird die Wirkung der Entwässerung durch die Aufbringung von Kalk, indem durch diesen erfahrungsgemäß die chemische Tätigkeit des Bodens aufs lebhafteste angeregt, die Entwässerung befördert (aus dem „sauren" bildet sich der „milde" Humus, s. d.) und die Aufschließung (s. d.) des Moorbodens beschleunigt wird. — Man unterscheidet vier verschiedene Kulturmethoden: 1. die Brennkultur, 2. die holländische Veenkultur, 3. die Rimpausche Dammkultur, 4. die deutsche Hochmoorkultur.

1. Die Brennkultur ist alten Ursprungs, kann jedoch den Anforderungen eines richtigen Landwirtschaftsbetriebes nicht mehr genügen. Nachdem die zu bebauende Fläche durch flache Gräben notdürftig entwässert ist, wird die obere, mit Heidekraut bedeckte Moorschicht umgehackt, die Moorschollen werden zu Häufchen zusammengetragen und, nachdem sie trocken geworden sind, angebrannt. Durch das Brennen verwandelt sich die vordem filzige, allzu lockere Moordecke in eine erdartige Masse, in der die Pflanze zu wurzeln vermag; außerdem werden durch die erzeugte Hitze eine Reihe pflanzenschädlicher Säuren neutralisiert und unlösliche mineralische Bodenverbindungen in assimilierbare Pflanzennährstoffe umgewandelt. Das Brennen muß mit großer Vorsicht geschehen; ein zu stark gebranntes Moor (Müllmoor) bleibt unfruchtbar und erzeugt die gefürchteten Müllwehen, d. i. vom Wind fortgeführte Staubmassen. In die noch warme Asche der gebrannten Moorfläche wird der Samen eingelegt. Zumeist wird der anspruchslose Buchweizen gepflanzt, nur selten können Kartoffeln, Hafer oder Roggen angebaut werden. Dieselbe Fläche kann 5 oder 6 Jahre hintereinander wiederholt gebrannt werden, die Ernten werden jedoch immer geringer und der Boden muß dann etwa 30 Jahre ruhen, bis er wieder aufs neue gebrannt und angepflanzt werden kann. Der Erfolg dieser Kultur ist höchst unbefriedigend; die Erträge sind gering und durch die in den unentwässerten Moorgebieten häufig auftretenden Nachtfröste ständig gefährdet. Die Brennkultur ist außerdem ein Raubbau im schlimmsten Sinn, weil für einen Ersatz der dem Boden entzogenen Nährstoffe nicht gesorgt wird. Sie verursacht ferner den auf große Entfernungen hin so lästigen Moorrauch. Zu diesen Mißständen kommt, daß die Moorkolonisten infolge häufiger Mißernten meist dem Elend preisgegeben sind

und der öffentlichen Mildtätigkeit anheimfallen. Die Abſchaffung dieſer veralteten Bewirtſchaftungsweiſe iſt deshalb eine Forderung der Zeit.

2. Die Veenkultur, auch Fehnkultur (aus dem altdeutſchen Feen oder Fenne = Moraſt entſtanden) wird ſeit drei Jahrhunderten auf den holländiſchen Hochmooren mit größtem Erfolge betrieben. Der landwirtſchaftlichen Nutzung geht die Ausbeutung des Torflagers zu Brenn- und neuerdings auch zu Streumaterialien voraus (Näheres unter Torfgewinnung). Nachdem die Torfſchichten bis auf den ſandigen Untergrund abgebaut ſind, wird die zuvor abgehobene oberſte Moorſchicht, ſogenannte „Bunkerde“, auf der abgetorften Sohle ausgebreitet (Leegmoor), mit ſandigem Material vermiſcht (daher auch die Bezeichnung Miſchkultur) und landwirtſchaftlich angebaut. Die Verfrachtung der durch den Abbau des Moores gewonnenen Torfprodukte veranlaßte vor Beginn der Kultur die Herſtellung ſchiffbarer Kanäle, die zugleich die Einfuhr der für den landwirtſchaftlichen Betrieb in großen Mengen notwendigen Dungſtoffe vermitteln. Auf der Anlage eines rationellen Kanalnetzes zur Bewältigung des maſſenhaften Rohmaterialienverkehrs beruht nach der Anſicht Sachverſtändiger weſentlich der glänzende Erfolg der holländiſchen Moorkulturen, während die Mißerfolge der älteren deutſchen Hochmoorkulturen vorwiegend auf das Fehlen dieſer zweckmäßigen Verkehrswege zurückgeführt werden. Die Ausbildung des Kanalnetzes hat im Lauf der Zeit verſchiedene Wandlungen erfahren. Bei den älteſten Anlagen in Holland findet ſich das ſogenannte Einkanalſyſtem (Fig. 1), bei dem ſich an den 10—20 m breiten und 1,5—2 m tiefen Hauptkanal *a a* unter rechtem Winkel die kleineren Seitenkanäle *b*, ſogenannte „Inwieken“, in je 100 m Entfernung anſchließen. Zwiſchen je zwei Inwieken liegen zwei „Kolonate“ oder „Plaatſen“, deren Größe meiſtens zwiſchen 10 und 20 ha ſchwankt. Zu beiden Seiten des Hauptkanals liegt ein Weg, auf den die Gebäude der Koloniſten ſtoßen. Die Notwendigkeit, an den zahlreichen Kreuzungsſtellen der Inwieken mit den Wegen Drehbrücken anzuwenden, machte aber dieſes Syſtem koſtſpielig und für den Verkehr unbequem. Dies führte zum Syſtem der Achterkanäle *b* (Fig. 2), welche die Inwieken *d* aufnehmen und mittels einzelner Achterwieken *c* mit dem Hauptkanal *a* verbunden ſind. Neuerdings iſt als vollkommenſtes das Zweikanalſyſtem (Fig. 3) aufgekommen; zwei im Abſtand von 150—200 m parallel laufende Hauptkanäle *a* nehmen die Inwieken *b* auf; in dem Raum zwiſchen den beiden Hauptkanälen iſt für die bauliche Entwicklung und den Verkehr bequeme Gelegenheit geſchaffen. Von Wichtigkeit für das Gedeihen der Pflanzen iſt die richtige Regulierung des Waſſerſtandes; er darf nicht zu tief abgeſenkt werden und wird in der Vegetations-

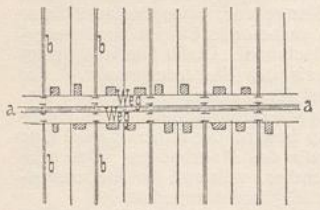


Fig. 1.

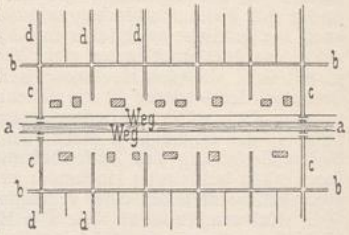


Fig. 2.

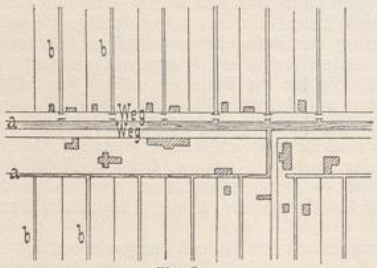


Fig. 3.

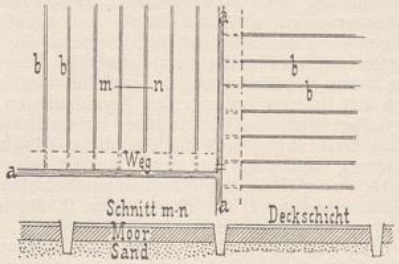


Fig. 4.

periode in der Regel 0,6—1 m unter der mit Pflanzen beſtellten Oberfläche gehalten, wobei die Kanäle und Gräben etwa 0,5 m tief in den ſandigen Untergrund eingeſchnitten ſind. Die mit bedeutenden Koſten verbundenen Kanalanlagen werden meiſt vom Eigentümer des Moors (Staat, Provinz, Stadt u. ſ. w.) hergeſtellt und nach und nach in das Innnere des Torfmoors vorgetrieben; das Land längs des Kanals wird in regelmäßige Stücke (Plaatſen) abgeteilt und an die Moorkoloniſten verkauft, welchen ſodann die Anlage der Inwieken und die Austorfung des Moors überlaſſen iſt; durch den Verkauf des Torfes erlangen dieſe die beträchtlichen Mittel, die zu den weiteren Kulturarbeiten erforderlich ſind. Iſt das Moor abgetorft, ſo wird der aus den Kanälen und Gräben gewonnene Sand auf die zuvor ausgebreitete Bunkerde in einer 10—15 cm ſtarken Schicht aufgebracht und dann durch wiederholtes Pflügen und Eggen mit derſelben innig vermiſcht. Zur landwirtſchaftlichen Nutzung dieſes Kulturbodens iſt ſodann noch eine kräftige Düngung mit Stickſtoff, Kalium, Phosphor und Kalk erforderlich. Sie erfolgt am beſten mittels Kompoſtdüngers (ſ. d.) ſowie mit dem als Bindemittel zwiſchen Sand und Moor geſchätzten Seeſchlick. Die Erfolge der holländiſchen Veenkulturen ſind die denkbar günſtigſten, die Koſten der Kultivierung allerdings auch ſehr beträchtlich. Nach Borgeſius [5] koſtet pro Hektar: der Ankauf des Landes 250 fl., das Planieren und Befanden des Leegmoores 100 fl., die erſtmalige Düngung 600 fl., zuſammen 950 fl., wobei allerdings die Düngung auf 4 Jahre vorhält.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. Die Rimpausche Dammkultur. Während die Veenkultur sich nach alter Erfahrung besonders für Hochmoore eignet, wurde in der durch den Gutsbesitzer Rimpau zu Cunrau (Provinz Sachsen) anfangs der sechziger Jahre planmäßig ausgebildeten Dammkultur (Moordammkultur) ein für Grünlandsmoore sehr erfolgreiches Kulturverfahren gefunden. Dasselbe hat gleichfalls eine gründliche Entwässerung des Moores zur Voraussetzung, von einem Abbau des Torfes wird jedoch abgesehen. Die durch Gräben entwässerte und alsdann ausgeebnete Moorfläche wird mit einer Lage Sand eingedeckt, dabei jedoch die bei der Veenkultur übliche Vermischung des Sandes mit dem Torf sorgfältig vermieden (daher Deckkultur). Die mit Sand bedeckte Kulturfläche wird gedüngt und ist alsdann zur Aufnahme aller Arten von Kulturgewächsen geeignet. Das Entwässerungsnetz besteht aus dem Hauptgraben *a a* und den in denselben einmündenden Beetgräben *b b*; unter dem längs des Hauptgrabens angelegten Weg sind die letzteren in einfachster Weise mittels Drains durchgeführt (Fig. 4). Die Tiefe der Gräben beträgt je nach der Mächtigkeit des Moors 1—1,5 m, ihre Entfernung nach Rimpau 22,6 m; neuerdings wird jedoch je nach der Schwierigkeit der Entwässerung (die von dem Zersetzungsgrad und der Mächtigkeit des Moors sowie von der Beschaffenheit des Untergrunds abhängt) mit der Breite der sogenannten Dämme bis auf 40 m gegangen. Beim Ausheben der Gräben ist auf das infolge der Entwässerung zu erwartende Setzen des Moors Rücksicht zu nehmen und demgemäß sind die Gräben tiefer, als endgültig beabsichtigt ist, auszuheben. Die Deckschicht wird in einer Stärke von 10—12 cm aufgebracht. Das Material derselben wurde durch Rimpau vorwiegend den Gräben entnommen, wird jedoch neuerdings vielfach von benachbarten Grundstücken beigeführt; ist letzteres auch kostspieliger, so bietet es doch den Vorteil, daß die Breite der Gräben, die sonst nach dem Bedarf an Decksand einzurichten ist, geringer angenommen werden kann, wodurch Land erspart wird; außerdem kann die Beschaffenheit des Deckmaterials besser ausgewählt werden. Es eignet sich hierzu am besten ein grobkörniger Sand; toniges Material ist nicht brauchbar, weil eine zu dichte Decke Luftabschluß bewirkt. Mit Sorgfalt ist darauf zu achten, daß der Sand frei ist von Schwefelkies, weil durch dessen Zersetzung an der Luft giftige Verbindungen (schwefelsaures Eisenoxydul u. s. w.) entstehen. Durch die Deckschicht soll eine Pressung des Moors bezweckt werden, wodurch dasselbe dichter wird und den Pflanzen einen besseren Standort gewährt; ferner wird die Wasserverdunstung vermindert, weil die Sanddecke das kapillare Aufsteigen des im Moor enthaltenen Wassers unterbricht; hierdurch wird die Bodenfeuchtigkeit erhalten und zugleich eine Milderung der Temperatureinflüsse erzielt; endlich auch wird das weiche Moor durch die Sanddecke zum Tragen der Fuhrwerke und Tiere besser befähigt. Eine kräftige Düngung mit Kali und Phosphorsäure in Form künstlicher Düngemittel (am besten Kainit und Thomasschlacke) erzeugt bei den so hergestellten Rimpauschen Kulturen eine hohe Fruchtbarkeit. Die Kosten der Kultivierung schwanken zwischen 300 und 900 *M.* für das Hektar.

4. Die deutsche Hochmoorkultur. Große Moorflächen in Norddeutschland, insbesondere in den Küstengebieten der Nordsee, harren noch der Urbarmachung und Besiedelung. Da sie von derselben Art wie die benachbarten holländischen Hochmoore sind, läge es nahe, die mit so großem Erfolg betriebene Veenkultur auch bei ihnen anzuwenden. Es ist denn auch in den letzten Jahren ein Teil dieser Moore (auf dem linken Emsufer) durch schiffbare Kanäle erschlossen worden. Allein die Anwendung des holländischen Kulturverfahrens verbietet sich dadurch, daß der Verkauf des Brenntorfes durch die immer weiter vordringende Konkurrenz der westfälischen Kohle unmöglich geworden ist. Darum muß vom Abbau des Torflagers abgesehen und die landwirtschaftliche Kultur auf der Oberfläche des unabgetorften Moors ausgeführt werden. Aehnliche Verhältnisse bieten sich auch in den übrigen Moorgebieten Deutschlands, z. B. auf den ausgedehnten bayrischen Hochmooren. Das Verfahren der Rimpauschen Dammkultur auf das Hochmoor zu übertragen ist wegen der Ungleichartigkeit der Moorsubstanz auch nicht möglich; ohnehin wäre die Besandung, da wegen der Mächtigkeit der Moorschicht der Sand nicht aus dem Untergrund gewonnen werden kann, zu kostspielig. Auf Grund mehrjähriger Versuche der Kgl. Preußischen Moorversuchsstation in Bremen ist folgendes Verfahren für die Kultivierung des rohen Hochmoors ausgebildet worden: Die Moorfläche wird zunächst durch flache Gräben — höchstens 1 m tief — und durch Nebenrinnen von 0,4—0,6 m Tiefe, in Abständen von 7—10 m bei Ackerfeld und von 20 m bei Wiesen, entwässert; die Länge der Rinnen beträgt höchstens 120 m. Alsdann wird die oberste Moorschicht auf 20—25 cm Tiefe umgehackt und hierauf gekalkt (80 Ztr. gebrannter Kalk oder 300—400 Ztr. Mergel auf 1 ha) und nochmals behackt. Auch vorsichtiges ein- bis zweimaliges Brennen der Moorfläche hat sich unter Umständen als zweckmäßig erwiesen. Die hierauf erfolgende Düngung geschieht mit Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter; außerdem empfiehlt sich das Aufbringen von Seeschlick zur Vermehrung des Mineralgehalts und zur besseren Zersetzung des lediglich aus Moortorf bestehenden Kulturbodens. Auch die Verwendung von Stalldung neben den genannten künstlichen Düngemitteln wird empfohlen. Den Verkehr innerhalb des Moorgebietes vermitteln mangels der Schiffahrtskanäle Feldbahnen. Die in dieser Weise bis jetzt ausgeführten Hochmoorkulturen im Bourtanger Moor (Provinz Hannover), Marcardmoor (Reg.-Bez. Aurich) und Kehdinger Moor (Reg.-Bez. Stade) haben guten Erfolg. Als Vorteile des neuen Kulturverfahrens gegenüber der in Holland geübten Veenkultur sind hervorzuheben: die geringeren Kulturkosten und die Möglichkeit, die noch brachliegenden Moorflächen weit schneller als dies bei dem Veenverfahren mit Abtorfung möglich ist (in Holland hat man zur Urbarmachung von 3 Quadratmeilen Hochmoor 300 Jahre gebraucht!) zu kultivieren und zu besiedeln. Der letztere Umstand ist für die deutschen Hochmoore von besonderer Bedeutung.

Literatur: [1] Wollny, Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen, Heidelberg 1897. — [2] Seelhorst, C. v., Acker- und Wiesenbau auf Moorboden, Berlin 1892. — [3] Krey, F., Die Moorkultur, Berlin 1885. — [4] Rimpau, T. H., Die Bewirtschaftung des Ritter-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gutes Cunrau, Berlin 1887. — [5] Borgeſius, J., Urbarmachung und Landbau in den Moorkolonien der Provinz Groningen, überſetzt von Peters, Osnabrück 1875. — [6] Peters, W., Die moderne Moorkultur, Osnabrück 1874. — [7] Macard, E., Ueber die Kanaliſierung der Hochmoore im mittleren Emsgebiet, Osnabrück 1871. — [8] Heuſchmid, Landesmelioration, Moorkultur, Arrondierung und Spüljauchenberieſelung, Reiſebericht, München 1880. — [9] v. Maſſenbach, Praktiſche Anleitung zur Rimpauſchen Moordammkultur, Berlin 1887. — [10] Perels, E., Handbuch des landwirtſchaftl. Waſſerbaues, 2. Aufl., Berlin 1884. — [11] Vogler, Ch. A., Grundlehren der Kulturtechnik, 3. Aufl., Berlin 1903 (Bd. 1, 2. Teil). — [12] Krüger, Die Beſiedelung der oſtfrieſiſchen Domänenmoore, Zeitſchr. des Arch.- und Ing.-Ver. zu Hannover 1890, S. 346. — [13] Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutſchen Reiche, Berlin 1897, S. 253; 1898, S. 215; 1899, S. 259; 1900, S. 247; 1905, S. 99; 1906, S. 38 u. a. *Drach.*

Moorſtraßen erfordern bei ihrer Anlage eine beſonders ſorgfältige Unterſuchung des Untergrundes und eine Beachtung der örtlichen Verhältniſſe.

Iſt das Moor nicht ſehr tief, ſo kann nach Herſtellung ſeitlicher, bis auf den feſten Grund reichender Sanddämme die Moormaſſe abgegraben oder ausgebaggert und durch eine Sandſchüttung erſetzt werden, oder es wird einfach nach Abhebung der Narbe ſo lange Sand eingeſchüttet, bis mit dieſem der feſte Untergrund erreicht wird, die flüſſigen Maſſen zur Seite gedrängt werden und der Damm nicht mehr ſackt. Iſt über dem flüſſigen Moor eine genügend tragfähige Schicht vorhanden, ſo ſtellt man den Straßendamm aus möglichſt leichtem Material, z. B. aus ausgetrockneter Moormaſſe oder aus Torf, und außerdem möglichſt niedrig her, jedoch ſo, daß die aufſteigende Feuchtigkeit die verſteinte Fahrbahn nicht feucht erhalten kann. Die Straßengräben werden dann in größerer Entfernung vom Straßenrande, unter Belaſſung breiterer Bankette, mit geringer Tiefe und flachen Böſchungen ſo angelegt, daß die Moordecke dabei nicht durchſtochen wird (Fig. 1). Vielfach hat man auch, um die Tragfähigkeit der Moordecke zu erhöhen, Faſchinenlagen unter der Straße ausgebreitet, ſo daß der Damm gewiſſermaſſen ſchwimmend auf dem Moor gehalten wird. Bei Hochmooren iſt nach den Erfahrungen von Schacht [1] der meiſt über dem Waſſerſpiegel der anliegenden Flüſſe und Bäche liegende feſte Untergrund zunächſt zu entwäſſern. Gelangt man mit den Entwäſſerungsgräben bis in den feſten Untergrund, ſo ſackt der entwäſſerte Moorteil auf zwei Drittel zuſammen und wird tragfähig, indem das flüſſige Moor durch Entziehung von Waſſer zunächſt in eine ſpeckige Maſſe und dann in Torf übergeht. Daher müſſen bei Straßenanlagen auf ſolchen Hochmooren zunächſt in Entfernungen von 11—14 m von der Achſe der anzulegenden Straße Längsgräben *a* (Fig. 2) und von 10 zu 10 m ſie verbindende Kopfgräben *b* gezogen werden, welch letztere mit ihrem faſt zu Torf gewordenen Aushube ſpäter wieder auszufüllen ſind und dann auch ferner entwäſſernd wirken. Damit keine Riſſe und Spalten entſtehen, muß ſehr langſam vorgegangen werden. Von Jahr zu Jahr ſind die Seitengräben zu verbreitern und ſtaffelförmig mit etwa 1 m hohen ſenkrechten Wänden zu vertiefen, wie dies Fig. 2 zeigt, bis man im 4. bis 8. Jahr den feſten Untergrund erreicht; erſt dann wird die Straße anfangen, unnachgiebig zu werden.



Fig. 1.

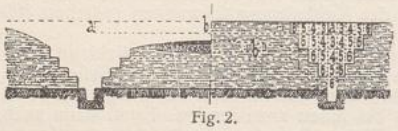


Fig. 2.

Literatur: Zeitſchr. des Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1885, S. 519; 1891, S. 749; ferner Handb. d. Ing.-Wiſſ., 1. Teil, Bd. 4, 4. Aufl., Leipzig 1907, S. 81; Handb. d. Baukunde, 3. Abt., 4. Heft, Berlin 1892, S. 158; Handb. für ſpez. Eiſenbahntechnik, 4. Aufl., Bd. 1, Leipzig, S. 97; v. Kaven, Der Wegebau, 2. Aufl., Hannover 1870, S. 217. *L. v. Willmann.*

Moosachat, ſ. Quarz.

Moosbüchſe, ſ. Schachtabteufen.

Moosfarben, waſſerlösliche, aus Teerfarbſtoffen und Dextrin gemiſchte, pulverförmige Farben, zum Färben von natürlichen getrockneten Mooſen beſtimmt; ähnlich den Eierfarben in kleinen Briefchen im Handel. *Andés.*

Moosgrün, ſ. v. w. Chromgrün; ſ. Chromfarben.

Moosmauer, Trockenmauer, deren Fugen ſtatt mit Kalkmörtel mit Moos ausgefüllt ſind. Dieſes Füllmaterial wird bei abgeböſchten Futtermauern, Brunnenmauern, Feldbrücken u. dergl. angewendet, um der im dahinterliegenden Erdreich vorhandenen Feuchtigkeit Abzug zu geſtatten, iſt aber wegen der eintretenden Verweſung nicht ratſam. *Weinbrenner.*

Mopſen, Bemopſen, auch Arroſieren, nennt man das Beſprengen der Gewebe mit Waſſer vor dem Preſſen. S. Tuchfabrikation.

Moränen, die Ablagerungen der Gletſcher, erzeugt durch die Aufhäufung der von dem fließenden Gletſchereis mitgeriſſenen und von ihm teilweiſe zerriebenen Geſteinsbrocken.

Die Moränen bilden ſich ſowohl an den Seiten des Gletſchers (Seitenmoränen), als auch am Grunde desſelben (Grundmoränen), an ſeiner Auflagerfläche, endlich an ſeinem Ende (Stirn- oder Endmoränen). Seitenmoränen beſtehen aus meiſt grobem, locker aufgehäuftem Blockmaterial, welches ziemlich abgerundet erſcheint. Bei den Stirn- und Grundmoränen beſteht das zumeiſt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ungefchichtete, regellofe Material in der Hauptfache ebenfalls aus groben Blöcken, zwifchen ihnen jedoch füllt das feinere Zerreibfel, toniger Schlamm, Sand u. f. w. die Zwifchenräume aus (vgl. Gefchiebelehm, Bd. 4, S. 414). *Leppla.*

Morafterz, f. Brauneifenerz.

Mordants, f. Beizen, Bd. 1, S. 658.

Mordeys Schaltung, f. Dynamomafchine, Bd. 3, S. 186.

Mordgang, f. Mauergang.

Moreske, f. Arabesken.

Morgan-Schaufelrad, ein Radpropeller mit beweglichen Schaufeln, um günftige Ein- und Austrittsverhältniffe der Schaufeln fowie geringe Stöße zu erzielen; f. Propeller. *T. Schwarz.*

Morgen, f. Flächenmaße.

Morgengänge, alte bergmännifche Bezeichnung für Gänge, die von Oftnordoft gegen Weftfüdweft ftreichen. *Leppla.*

Morgenweite, Bogen des Horizonts des Beobachtungsorts zwifchen dem Aufgangspunkt eines Geftirns und dem Oftpunkt des Horizonts; vgl. Abendweite, wo die Art der Berechnung u. f. w. angegeben ift.

Morion, f. v. w. Rauchquarz; f. Quarz.

Moroxit, f. v. w. Apatit (f. d.).

Morphin (Morphium), f. Alkaloide.

Morphotropie, die Erfcheinung, nach welcher durch Subftitutionsvorgänge die Kriftallform einer Subftanz einfeitig geändert wird.

So wird z. B. im Benzol durch Subftitution des Waffer ftoffs durch Hydroxyl und Nitryl das Kriftallfyftem und das Verhältnis zweier Achfen unverändert gelaffen, während die dritte Achfe Veränderungen erleidet. Subftitution des Waffer ftoffs durch Chlor, Brom und Jod (die diefelbe morphotropifche Wirkung haben, ifomorphotrop find) verwandelt das Syftem in ein weniger fymmetrifches, die neuen Kriftalle find aber in einer Zone denen der Mutterfubftanz ifogon.

Literatur: Groth, Poggend. Annalen, Bd. 141, S. 31 (1876); Hintze, Zeitfchr. „Kriftall", Bd. 12, S. 165 (1887); Retgers, Zeitfchr. phyfik. Chemie, Bd. 6, 193 (1890); Oftwald, Stöchiometrie, Leipzig 1892, S. 962. *Abegg.*

Morfefchrift, f. Telegraphie.

Mofaik (opus musivum), mufivifche Arbeit, entfteht durch Aneinanderfügung und Aufkittung von kleinen Stücken verfchiedenfarbiger Steinchen, Paften oder Glasftücken zum Zweck einer ornamentalen oder figuralen Darftellung.

Es gibt nach den verwendeten Stoffen verfchiedene Arten von Mofaiken, insbefondere Stein-, Marmor-, Glas- und Paftenmofaik, in neuerer Zeit die Platten- oder Fliefenmofaik, mittels der durch ornamentierte Platten insbefondere Fußböden hergeftellt werden, dann die Stiftenmofaik, die zur Anfertigung von kleinen Schmuckfachen dient, ferner die Holzmofaik oder Intarfia (f. Kunftgewerbe). Mofaikdarftellungen fand man fchon in den Trümmern des alten Babylon. Weitere Durchbildung erhielt fie im griechifchen Stile, wo fie namentlich fehr häufig zu Fußbodenverzierungen verwendet wurde; die bekannteften Beifpiele find: eine Mofaik aus der Vorhalle des Zeustempels zu Olympia (f. Bd. 2, S. 239), eine aus einem Haufe auf der Infel Delos u. f. w. In der römifchen Kunft wurde die Mofaik noch weit häufiger angewendet, und zwar nicht nur zur Verzierung von Fußböden [5], fondern auch zur Dekorierung von Säulen und Wänden, insbefondere in der Kaiferzeit, in der die Technik die größten Fortfchritte gemacht hatte. Die bedeutendften Beifpiele find: die fogenannte Alexanderfchlacht (eine lebendige Darftellung von 50 lebensgroßen Perfonen), gefunden in der Casa del Fauno zu Pompeji (Fig. 1, im Nationalmufeum in Neapel), die Taubenmofaik aus der Villa Hadrian, die Fußböden der römifchen Häufer, in welchen (allerdings ftiliftifch unftatthaft) wie zufällig hingeworfene Abfälle der Tafel durch Mofaik dargeftellt waren. — Häufiger als die figurale Mofaik ift in der römifchen Kunft die rein ornamentale; in Pompeji find die meiften befferen Räume mit einem zierlichen derartigen Mofaikfußboden verfehen (Fig. 2). Die byzantinifche und



Fig. 1. Mofaik aus Cafa del Fauno in Pompeji (Alexanderfchlacht).

altchristliche Kunst übernahm die Mosaik der spätrömischen Zeit, und in dieser Periode wurden namentlich die Wände mit großen figuralen Darstellungen auf Goldgrund verziert. Den Hauptschmuck erhielt die Apsis, in deren Halbkuppel die Kolossalgestalt des Heilandes, umgeben von den Aposteln, auf leuchtendem Goldgrund dargestellt war. Aehnliche musivische Bilder zeigten der Triumphbogen und in den meisten Fällen die Obergaden des Mittelschiffs oder des Mittelraums der Zentralkirchen. Die herrliche Farbenpracht dieser Räume mußte auf die Zeitgenossen von überwältigender Wirkung gewesen sein. Zu diesem musivischen Schmuck verwendete man meist Glasmosaik, wobei namentlich der Goldhintergrund durch kleine Glasstückchen hergestellt wurde, die dünne Goldplättchen zwischen zwei Glasschichten eingeschmolzen erhielten [3]. Die Fußböden wurden in dieser Zeit als eine etwas derbere Marmormosaik gebildet, die aus größeren Stücken bestand, die in zwei- oder mehrfarbiger Musterung nach Schnur und Richtscheit, in Zement oder Gips gelegt und durch sorgfältiges Schleifen zu vollendeter, spiegelnder Oberfläche verarbeitet wurden. Der Form nach waren es Drei- oder Vierecke, gleich- oder ungleichseitige Plättchen, in Rauten, Sechs- oder Achtecken — den sectilia oder scutulae des Vitruv [5] entsprechend —, die in sorgfältigster Bearbeitung mit haarscharfen Fugen zusammengesetzt wurden. In ihrer ruhigen Färbung und klaren flächenartigen Musterung wirkten sie einem Teppich ähnlich. Die dazu verwendeten Steingattungen waren vorzugsweise Marmor in den verschiedensten Farben, Porphyr, Serpentin, Jaspis, Lava, überhaupt solche Gesteinsarten, die durch Härte, gleichmäßiges Korn und Politurfähigkeit eine ebenso reiche und prächtig wirkende als monumentale Ausführung ermöglichten. Diese Ausführungen erfolgten zum Teil nach antiken Mustern, ebenso in altchristlicher Zeit, wie auch im Mittelalter (s. Fußböden, Bd. 4, S. 222). Als besonders förderndes Moment hierfür kommt in Betracht, daß zur Zeit der römischen Weltherrschaft, namentlich in der Kaiserzeit, die seltensten und kostbarsten Steinarten aus allen unterworfenen Erdteilen, besonders aus Aegypten und Afrika, herbeigeschafft wurden. Diese Vorliebe für die edleren Steinarten kam dann den späteren Geschlechtern zugute, die aus den in den Ruinen angesammelten ungeheuern Vorräten die Stoffe in Fülle entnehmen konnten, um ihre herrlich spiegelnden Steinböden daraus zu schaffen (Fig. 3) (S. Clemente in Rom). Im Laufe des 12. Jahrhunderts blühte auch die Kunst der musivischen Arbeit wieder auf. Aus dieser Zeit stammen die Mosaiken von S. Marco in Venedig, vom Dome zu Monreale und der Cappella Palatina zu Palermo [4]. Im 13. und 14. Jahrhundert machte sich die Familie der Cosmaten (Bd. 2, S. 479) bemerkbar, die eine eigne Art der Mosaik aus farbigen Steinen und Glasstückchen einführten; sie waren es auch, welche die zarten Säulchen mancher Klosterhöfe mit ihrer Mosaik inkrustierten. Im 16. Jahrhundert pflegte man zwar nicht mehr die Innenräume der Kirchen mit musivischen Arbeiten zu schmücken, es blieb vielmehr die Mosaik der Kleinkunst vorbehalten. So entstand in Florenz eine Technik, die man die Mosaik in pietra dura nannte, darin bestehend, daß zumeist in dunkeln Platten Zeichnungen ausgesägt und diese in den Zwischenräumen mit Steinmosaik in größeren Stücken ausgefüllt wurden, so daß verschiedene Ornamente, Blumenvasen, Blumen, Vögel u. dergl. entstanden. Auf diese Art wurden namentlich Tischplatten, Kästen, Füllungen, Altäre, Kanzeln u. s. w. geschmückt. Für kleine Schmuckgegenstände hat sich diese Technik auch noch heute erhalten, und insbesondere werden so Broschen, Armbänder und ähnliche Objekte hergestellt. Dabei ist der Grund vorwiegend schwarz, während das Ornament insbesondere Blumen enthält. Ist das Ganze fertiggestellt, so wird es sorgfältig geschliffen. In Rom und Venedig werden neuerdings Schmuckgegenstände derart hergestellt, daß das betreffende Ornament samt dem verschiedenfarbigen Grund aus kleinen eingeschliffenen Steinchen gebildet wird, die ihre rauhe Oberfläche behalten. Im Vatikan in Rom befindet sich heute noch eine sehr bedeutende Mosaikfabrik, die insbesondere große figurale Kompositionen und Heiligenbilder herstellt und ausschließlich Pasten dazu verwendet, die in Hunderten von Farbentönen den ausführenden Künstlern zur Benutzung vorliegen. Diese Fabrik hat namentlich die ganze musivische Ausstattung von S. Paolo und andre bedeutende Arbeiten übernommen. (Fig. 2 und 3 aus Dolmetsch, Ornamentenschatz, Stuttgart 1887.) Ebenso sind Villeroy & Boch in Mettlach sowie

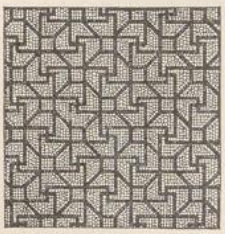


Fig. 2.

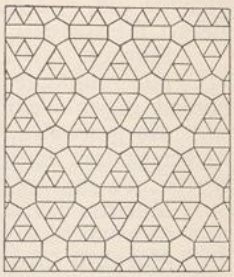


Fig. 3.

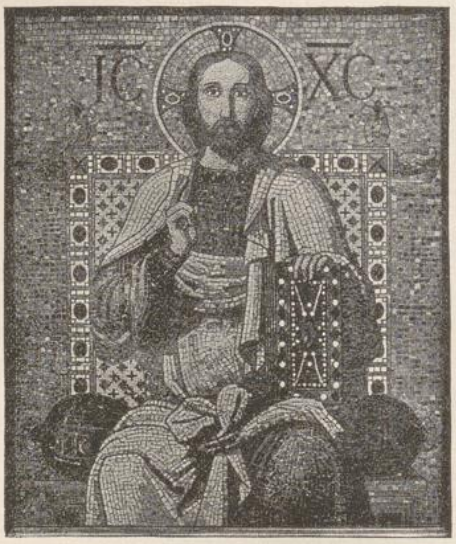


Fig. 4. Glasmosaik der Deutschen Glasmosaikanstalt Rixdorf.

Puhl & Wagner in Rixdorf (Berlin) Kunstanstalten, die sich der Pflege dieser Kunsttechnik widmen. Ueber die Leistung der letzteren hier ein Beispiel (Fig. 4 auf S. 496): Thronender Christus.

Literatur: [1] Bucher, Geschichte der techn. Künste, Stuttgart 1875. — [2] Gerspach, La mosaïque, Paris 1881 — [3] Barbet de Sony, Les mosaïques chrétiennes de basiliques et des églises de Rome, Paris 1857. — [4] Rossi, Mosaici cristiani, Rom 1872/1900. — [5] Vitruvius, M., De architectura, übersetzt von A. Rode, Leipzig 1796, 7. Buch, 1. Kap. *Weinbrenner.*

Mosaikdruck, s. Blockdruck.

Mosaikpflaster, s. Straßenbau.

Mosaikputz, musivischer Wandputz, bei dem in die Mörtelunterlage bunte Steinchen aus Granit, Porphyr, Marmor u. s. w. eingedrückt werden; es können auch Muster erzeugt und die Flächen geschliffen werden. *Weinbrenner.*

Mosaikverband entsteht durch Verwendung vollständig gleich- und regelmäßig bearbeiteter vielseitiger Steine für die Außenfläche einer Bruchsteinmauer, wobei durch regelmäßigen Farbenwechsel sich zierliche Muster erzeugen lassen; s. a. Polygonverband. *L. v. Willmann.*

Moschee, die Stätte der mohammedanischen Gottesverehrung, hat in ihrer Anordnung Aehnlichkeit mit der altchristlichen Basilika. Sie bestand zuerst aus einem großen, hallenartigen Raume (Mihrab) und einem weit kleineren (Kiblah), einer Art Sanktuarium, in dem der Koran aufbewahrt wurde. Vor diesem Gotteshause befand sich ein großer Hof mit einem Brunnen, an dem die üblichen Waschungen vorgenommen wurden. Daran schlossen sich schlanke, turmartige Bauten (Minaretts), von welchen der Muezzin die Mohammedaner zum Gebet auffordert. Häufig ist mit dieser Hauptanlage noch ein gewölbtes Grabdenkmal des Stifters in Verbindung gebracht. Die Nische im Innern, nach der sich alle Gläubigen bei ihren Gebeten zu wenden haben, ist stets nach Mekka gerichtet.

In der Grundrißbildung der Moscheen lassen sich zwei verschiedene Typen unterscheiden. Die erste besteht aus einem viereckigen, oft nahezu quadratischen Hof mit ringsum führenden Säulenhallen. An der Stelle aber, wo sich die Halle des Gebetes befindet und der Koran aufbewahrt wird, werden die Säulenstellungen vermehrt. Dadurch entstehen eine große Anzahl von Schiffen, die aber alle eine gleiche Höhe haben, wodurch sie sich prinzipiell von den verschieden hohen Schiffen der altchristlichen Basilika unterscheiden. Die so gebildeten gedeckten Säulenhallen umschließen einen freien Hofraum, in dessen Mitte sich ein kuppelartig überwölbter Brunnen zu befinden pflegt. Außerdem erheben sich an passenden Stellen ein bis zwei schlanke Minaretts (s. d.). Solche Anlagen werden Djami genannt. Die zweite Grundrißform lehnt sich dagegen wesentlich an byzantinische Vorbilder an, ebenfalls mit Ausbildung von mächtigen Kuppelbauten. Die am

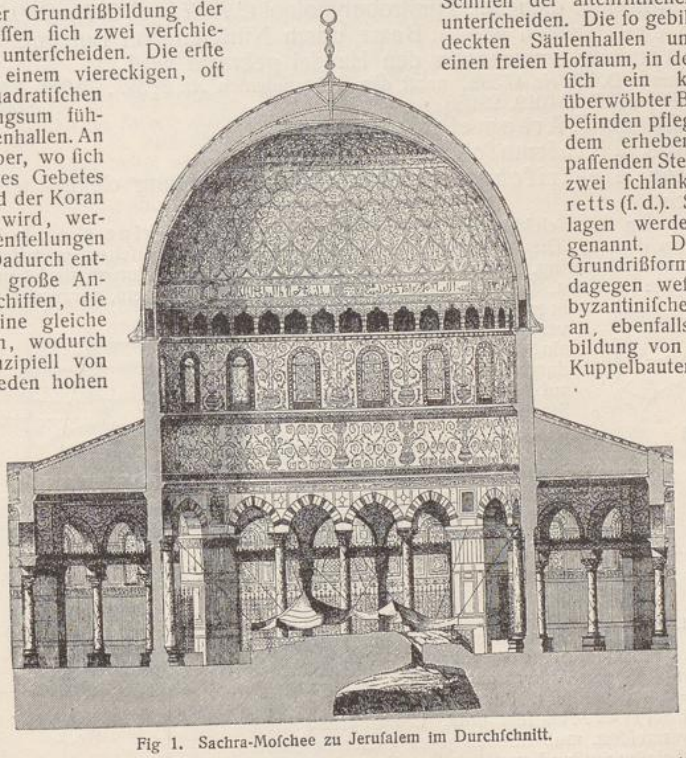


Fig 1. Sachra-Moschee zu Jerusalem im Durchschnitt.

häufigsten anzutreffende Form nimmt die Gestalt des griechischen Kreuzes an mit einer imposanten Kuppel in der Mitte und mehreren kleineren Kuppeln in den Seitenarmen, außerdem pflegt selten ein vorgelegter Vorhof zu fehlen (vgl. Fig 3). Diese Moscheen führen den Namen Messjida. Das Aeußere der Kuppelform entfernt sich häufig von der im byzantinischen Stile gebräuchlichen Gestalt und zeigt, dem asiatischen Formgefühl entsprechend, eine eigentümliche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

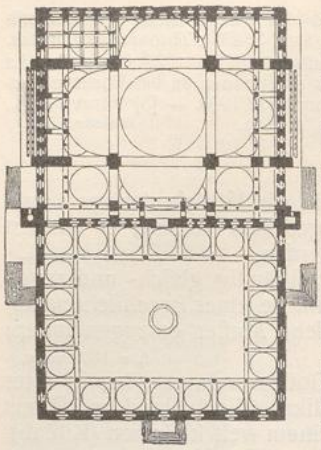


Fig. 3. Mahmuds II. Moſchee in Konſtantinopel im Grundriß.

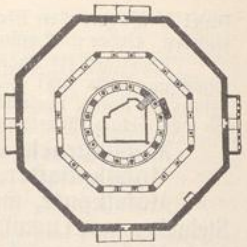


Fig. 2. Grundriß der Sachra-Moſchee zu Jerusalem.

Zwiebelform (Fig. 1 und 2). Als weitere Entwicklung des Moſcheebaus iſt zu erwähnen: eine kleine höhlenartige Vertiefung, hinter dem Mihrab (Halle des Gebetes) gelegen, zur Aufbewahrung des Korans. In geeigneter Entfernung hievon iſt die Kanzel (Mimbar) errichtet, von der herab der Koran erläutert wird. Außerdem ſind noch erforderlich ein erhöhter Platz zum Verleſen der Gebete (Knutbeh), Lesepult für den Koran und ein erhöhter Ort zum Ausrufen der Gebetſtunden durch den Muezzin. Im Vorhofe befanden ſich in früheren Zeiten auch noch Räume zur Aufnahme der Pilger ſowie Stallungen für Pferde und Kamele, desgleichen öffentliche Badanſtalten und Trinkhallen. An der Weſtſeite erhob ſich zuweilen ein großer Turm (Migalet) oder es wurden an paſſenden Orten ſchlanke Türmchen (Minaretts) angebracht.

Literatur: [1] Coſte, P., Architecture arabe ou monuments de Caire etc., Paris 1824. — [2] Girault de Praugey, Essai sur l'architecture des Arabes et des Maures en Espagne etc., Paris 1842. — [3] Allgem. Bauztg. 1856: Baukunſt der Araber. — [4] Adler, F., Die Moſcheen Konſtantinopels, Deutſche Bauztg. 1874. — [5] Jakobsthal, Das Maufoleum des Mahmud Paſcha in Konſtantinopel, ebend. 1888. — [6] Goſſet, Les coupoles d'Orient etc., Paris 1890. — [7] Franz-Paſcha, Die Baukunſt des Islam, Handbuch der Architektur, 2. Teil, 3, Bd. 2, Darmſtadt 1896. — [8] Gurlitt, C., Die Baukunſt Konſtantinopels, Berlin 1907. *Weinbrenner.*

Moſchus, künſtlicher, oder Musc Baur wird das als Erſatz für das teure Naturprodukt dienende Trinitrobutyltoluol $C_6HCH_3 \cdot C(CH_3)_3 (NO_2)_3$ genannt, das nach den Patenten von A. Baur durch Nitrieren von Butyltoluol erhalten und mit Acetanilid gemengt in den Handel gebracht wird.

Literatur: D.R.P. Nr. 47599, nebſt den Zuſatzpatenten Nr. 62362, 72998, 77299, 84336, 86447, 87130, 90291, 94019, 99256. *C. Häußermann.*

Moſtwage, ſ. Aräometer.

Motor, ſ. Kraftmaſchine, Maſchine.

Motor, elektriſcher, Maſchine zur Umwandlung elektriſcher Arbeit in mechaniſche.

Leitet man einen elektriſchen Strom in eine Dynamomaſchine (ſ. d.), ſo beginnt ſich der Anker zu drehen. Die Urſache der Drehung iſt aus Fig 1 zu erſehen, in welcher A einen gewöhnlichen Grammering, B eine Stromquelle (z. B. eine Akkumulatorenbatterie) und N und S die Magnetpole bedeuten. Der Strom tritt bei a in die Ringwicklung ein, verzweigt ſich daſelbſt in zwei Teile, welche ſich in b wieder vereinigen; hierdurch entſteht bei s ein Südpol, bei n ein Nordpol, ſo daß durch die Einwirkung der Pole n, s auf N, S ein Drehungsmoment im Sinne des Uhrzeigers auf den Anker ausgeübt wird. Sobald ſich der Anker jedoch im Sinne des Uhrzeigers innerhalb der Pole N und S dreht, ſo werden in den Windungen elektromotoriſche Kräfte induziert, welche die entgegengeſetzte Richtung beſitzen wie die eingezeichneten Pfeile; es entſteht eine elektromotoriſche Gegenkraft, welche den Strom zu ſchwächen ſucht. Bezeichnet e den Spannungsunterſchied zwiſchen a und b, E die elektromotoriſche Gegenkraft, w_a den Widerſtand des Ankers und i_a den Ankerſtrom, ſo iſt $i_a = (e - E) : w_a$, woraus $E = e - i_a w_a$ folgt. Für den Anlauf iſt $E = 0$, alſo der Anlaufſtrom $i_a = e : w_a$ ſehr groß. Um zu große Stromſtärken zu vermeiden, muß deshalb jeder Gleichſtrommotor mit einem Anlaßwiderſtand verſehen ſein, in welchem während des Anlaufs Effekt nutzlos verloren geht. Kehrt man den Strom im Anker um, ſo rotiert letzterer in entgegengeſetzter Richtung, wodurch ſich auch die Richtung der induzierten Kraft umkehrt, ſo daß dieſe wieder den Strom zu ſchwächen ſtrebt.

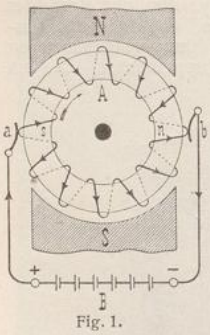


Fig. 1.

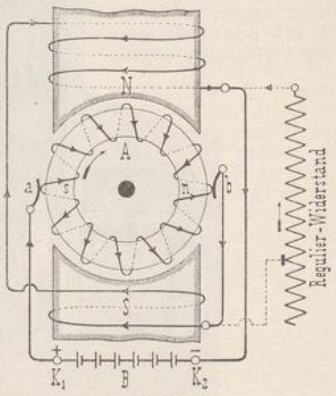


Fig. 2.

Je nach der Schaltungsart der Magnetwicklung unterſcheidet man bei den **Gleichſtrommotoren** Reihen-, Nebenſchluß- und Kompoundmotoren [4].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Beim Reihenmotor (Fig. 2) fließt der Strom von der Batterieklemme K_1 durch den Anker, den unteren Magnetschenkel, den oberen zur Klemme K_2. (Der in Fig. 2 weggelassene, obenerwähnte Anlaßwiderstand müßte zwischen a und K_1 eingeschaltet werden.) Die Wicklung ist derartig verbunden, daß im oberen Schenkel ein Nordpol N und im unteren ein Südpol S entsteht. Der Drehungssinn des Ankers ist der des Uhrzeigers. (Als Dynamomaschine müßte der Anker im entgegengesetzten Sinne gedreht werden, um Strom zu erhalten.) Kehrt man den Strom um, indem man die Verbindungen an den Klemmen K_1 und K_2 vertauscht, so ist in Fig. 2 die Richtung aller Pfeile umzukehren, wodurch, wie man sieht, die Drehrichtung nicht geändert wird. Will man letztere ändern, so hat man die Verbindungen bei a und b zu vertauschen, wodurch die Stromrichtung im Anker umgekehrt wird, nicht aber in den Magneten. — Wird ein Reihenelektromotor an eine Stromquelle mit konstanter Klemmenspannung angeschlossen, so nimmt seine Tourenzahl von Leerlauf bis Vollbelastung sehr wesentlich ab, ja es kann die Leerlauftourenzahl so hoch sein, daß die Zentrifugalkraft eine Beschädigung des Ankers herbeiführen würde. Zur Vermeidung derselben ist es in solchen Fällen erforderlich, den Motor mit einem Regulator zu versehen, der den Strom unterbricht, wenn der Motor durchgehen will. Schaltet man einen sogenannten Regulierwiderstand (s. Widerstand) parallel zu den Magnetwindungen, so läßt sich die Tourenzahl des Motors erhöhen, wenn man Widerstand ausschaltet, da hierdurch weniger Strom durch den Magneten fließt und jede Schwächung des magnetischen Feldes eine Erhöhung der Tourenzahl bewirkt. Anstatt einen Widerstand parallel zu den Windungen des Magneten zu schalten, kann man eine Schwächung des magnetischen Feldes auch dadurch erreichen, daß man die Magnetwicklung in mehrere Abteilungen teilt und diese entweder alle hintereinander oder parallel oder teilweise parallel und hintereinander schaltet. Verbindet man einen Reihenmotor hingegen mit den Klemmen einer Reihendynamo, so bleibt, bei richtiger Dimensionierung [1] des Motors, die Tourenzahl für beliebige Belastungen konstant. Das Anzugsmoment des Motors kann ein Vielfaches des Drehungsmoments bei voller Belastung sein.

Beim Nebenschlußmotor (Fig. 3) fließt ein Teil des Stromes von der Batterieklemme K_1 durch den Anker A, den Anlaßwiderstand und von da zur Klemme K_2, der andre Teil durch den unteren Magnetschenkel, durch den in die Magnetwicklung eingeschalteten Regulierwiderstand und den oberen Magnetschenkel zur Klemme K_2. Damit durch die Magnetschenkel nur ein geringer Strom fließen kann, sind sehr viele Windungen dünnen Drahtes aufgewickelt, deren Widerstand viele hundertmal größer zu sein pflegt als der des Ankers. Um beim Ingangsetzen des Motors im Anker nicht zu hohe Ströme zu erhalten, muß in den Ankerstromzweig ein Anlaßwiderstand eingeschaltet werden, der allmählich ausgeschaltet wird, wenn der Motor läuft. Wird ein Nebenschlußmotor an eine Stromquelle mit konstanter Klemmenspannung angeschlossen, so nimmt mit wachsender Belastung seine Tourenzahl ein wenig ab, und zwar um so weniger, je geringer der Ankerwiderstand ist. Durch Schwächung des magnetischen Feldes läßt sich übrigens die Tourenzahl wieder beliebig erhöhen. Die Schwächung läßt sich durch Vergrößerung des Regulierwiderstandes erreichen, oder, was des funkenfreien Ganges wegen so wie so erforderlich ist, durch Verschiebung der Bürsten im entgegengesetzten Sinne der Drehung. Hierdurch behält der Motor fast genau konstante Tourenzahl, was ihn sehr geeignet zum Antrieb von Arbeitsmaschinen aller Art macht.

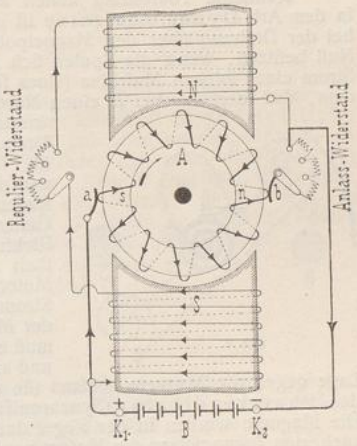


Fig. 3.

Soll die Tourenzahl ohne Regulierung genau konstant bleiben, so kann man kompoundgewickelte Motoren verwenden. Man verbindet wie beim Nebenschlußmotor eine dünne Wicklung mit einer dicken, entsprechend der des Reihenmotors. Die Reihenwindungen magnetisieren die Schenkel in entgegengesetzter Weise wie die Nebenschlußwindungen, so daß durch dieselben das magnetische Feld desto mehr geschwächt wird, je mehr die Belastung steigt, wodurch die konstante Tourenzahl zustande kommt. — Das Anzugsmoment eines Elektromotors läßt sich durch die Formel $PR = z\,N_0\,i_a : 61{,}6 \cdot 10^8$ [6] ausdrücken, wo z die Drahtzahl, N_0 die pro Pol in den Anker tretende Kraftlinienzahl und i_a die Stromstärke im Anker bezeichnet. Dieses Moment ist beim Reihenelektromotor am größten, da hier N_0 und i_a gleichzeitig wachsen. Beim Nebenschlußmotor ist N_0 konstant (genauer: nimmt wegen der Bürstenverschiebung mit wachsender Stromstärke etwas ab), also ist das Drehmoment dem Strome i_a proportional. Beim Kompoundmotor endlich schwächen sich die Ampèrewindungen des Hauptstromes und Nebenschlusses, so daß beim Anlauf N_0 sehr klein oder gar negativ ausfällt. Das Drehmoment dieser Motoren ist dementsprechend nur klein oder negativ, d. h. der Anker sucht gegen die Bürsten anzulaufen. Aus diesem Grunde werden kompoundgewickelte Motoren selten verwendet. Wohl aber nimmt man häufig Nebenschlußmotoren, die noch eine Hauptstromwicklung tragen, welche aber in gleichem Sinne wirksam ist wie die Nebenschlußwicklung. Man erzielt hierdurch ein größeres Anzugsmoment als beim Nebenschlußmotor. Ist der Motor in normalem Gange und wird auf konstante Tourenzahl großes Gewicht gelegt, so kehrt man den Strom in der Hauptstromwicklung entweder um oder schließt die Wicklung kurz.

Inwiefern eine Schwächung des magnetischen Feldes eine Erhöhung der Tourenzahl

bewirkt, läßt fich leicht durch folgende Formeln zeigen. Die elektromotorifche Gegenkraft eines Nebenfchlußmotors ift wie oben angegeben:

$$E = e - i_a w_a. \qquad 1.$$

Für E läßt fich leicht die folgende Formel [4] herleiten (f. Dynamomafchine):

$$E = \frac{N_0 n z}{60 \cdot 10^8} \text{ Volt}, \qquad 2.$$

worin N_0 die durch den Anker gehende Kraftlinienzahl, n die Anzahl der Umdrehungen pro Minute und z die Anzahl der Drähte auf der Ankeroberfläche bedeutet. Wird der Motor an eine konftante Spannung angefchloffen, fo ift N_0 konftant, während nach 1. E mit wachfender Stromftärke abnimmt, fo daß in 2. auf der rechten Seite die Umdrehungszahl n in derfelben Weife kleiner werden muß. Macht man daher den Ankerwiderftand w_a fehr klein, fo ändert fich E und fomit auch n nur fehr wenig. Die Kraftlinienzahl N_0 hängt, abgefehen von der Schwächung durch die Verfchiebung der Bürften, nur ab von den Ampèrewindungen des Magneten; verkleinert man daher diefe durch Schwächung des Stromes dafelbft, fo verringert man auch N_0. Um einen durch 1. beftimmten Wert von E zu erzeugen, muß dann n entfprechend wachfen.

Beim Reihenelektromotor geht 1. über in $E = e - i(w_a + w_m)$, worin w_m den Magnetwiderftand bedeutet. Nun ift bei Reihenmotoren $w_a + w_m$ fehr wefentlich größer als der Ankerwiderftand eines Nebenfchlußmotors, fo daß hierdurch E mit wachfender Stromftärke beträchtlicher abnimmt; außerdem ift aber die Kraftlinienzahl N_0 abhängig von der Stromftärke i in der Weife, daß mit wachfender Stromftärke N_0 zunimmt, es muß alfo die Tourenzahl n demgemäß bedeutender abnehmen, als dem Spannungsverluft $i(w_a + w_m)$ allein entfprechen würde. Bei Leerlauf ift i fehr klein, demnach angenähert $E = e$, während einem kleinen i auch ein kleiner Wert von N_0 entfpricht; es muß daher der Wert $E = e$ auf Koften von n erhalten werden, der Motor fehr viel Umdrehungen machen, wie oben angegeben.

Konftante Tourenzahl halten ebenfalls die **fynchronen Wechfelftrommotoren** [2]—[4]. In dem Art. Dynamomafchine ift gezeigt worden, daß in den beiden Spulen a und b (Fig. 4) bei der Drehung über den Magnetpolen N und S Wechfelftröme entftehen, welche den Wert Null befitzen, wenn die Spulen fich gerade über den Polen befinden. Schickt man nun den Strom einer folchen Mafchine (eines fogenannten Generators) in eine genau gleiche, fo fieht man, daß derfelbe bei a einen Nordpol und bei b einen Südpol erzeugt. Infolge der Einwirkung der Pole a und b auf die Pole N und S entfteht ein Drehungsmoment, deffen Richtung durch den Pfeil angegeben ift. Ift die Gefchwindigkeit der Motorfpulen genau diefelbe wie die der Wechfelftrommafchine, gelangen alfo die Motorfpulen in demfelben Augenblick über die Magnetpole wie die Generatorfpulen, fo wird durch den Stromrichtungswechfel die Richtung des Drehungsmoments nicht geändert. Der Motor läuft fynchron mit feinem Generator. Haben jedoch die Motorfpulen die Richtung NS noch nicht erreicht, wenn der Stromwechfel eintritt, fo ändert fich die Drehungsrichtung, und der Motor bleibt ftehen. Um ihn wieder in Gang zu fetzen, muß er erft auf die Tourenzahl des Generators gebracht werden, und außerdem müffen die Spulen in beiden Mafchinen diefelbe Lage gegen die Magnete befitzen (fie müffen fich in gleicher Phafe befinden), was man durch den Phafenindikator (Synchronifator, f. Kraftübertragung, Bd. 5, S. 654) erkennt [4]. Die Magnete werden in der Regel durch eine kleine Gleichftrommafchine erregt, welche dann auch zum Ingangfetzen des Motors benutzt werden kann, wenn etwa gleichzeitig eine Akkumulatorenbatterie zur Verfügung fteht.

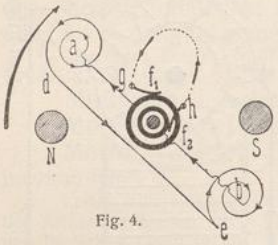


Fig. 4.

Bei der Benutzung mehrphafiger Wechfelftröme fpeziell des Drehftromes (f. Drehftrom) werden die Motoren außerordentlich einfach. Das Prinzip, auf welchem fie beruhen, ift in dem Artikel Drehftrom bereits auseinandergefetzt. Wie dafelbft erwähnt, baut man kleinere Motoren mit dem fogenannten Kurzfchlußanker (Kurzfchlußläufer). Da jedoch die Stromftärke im Momente des Anlaffens ein Vielfaches der Stromftärke ift, die der Motor im Betriebe gebraucht, fo fällt die Spannung im Leitungsnetz beim Anlaffen ftark ab, was fich unangenehm bemerkbar macht, wenn aus derfelben Leitung noch Lampen gefpeift werden. Bei Motoren von mehr als 3 PS. wird daher der Läufer in der Regel als Phafenläufer gewickelt, d. h. die Wicklung wird als Sternfchaltung in genau derfelben Weife ausgeführt wie die des Magnetfyftems. Die drei freien Enden find miteinander verlötet, während die drei Anfänge zu drei Schleifringen geführt werden. Auf diefen fchleifen drei Bürften, von denen Leitungen zu drei miteinander verbundenen Gruppen eines Anlaßwiderftandes führen. Die den einzelnen Teilen diefes Widerftandes entfprechenden Kontakte find kreisförmig angeordnet; drei untereinander verbundene, um je 120° voneinander abftehende Schleifbürften vereinigen die Widerftandsgruppen in Sternfchaltung und geftatten, beliebige, aber immer für die drei Windungsgruppen gleichgroße Teile des Widerftandes ein- oder auszufchalten. Beim Anlaffen ift der ganze Widerftand eingefchaltet, fo daß die in den Windungen des Ankers induzierten Ströme den ganzen Widerftand zu durchlaufen haben, alfo nicht zu ftark werden können. Wird dann nach und nach der Widerftand ausgefchaltet, fo wächft die Tourenzahl des Motors, bis bei vollem Betriebe der Widerftand völlig ausgefchaltet, der Anker alfo kurz gefchloffen ift [8].

Bei vielen Motoren ift noch eine Kurzfchlußvorrichtung vorhanden, welche es ermöglicht, nachdem der befchriebene Anlaßwiderftand kurzgefchloffen ift, die drei Schleifringe leitend miteinander zu verbinden und dann die Bürften abzuheben, um auf diefe Weife eine Schonung der Ringe und Bürften zu bewirken. Da Schleifringe, Kurzfchluß- und Abhebe-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vorrichtung die Herstellungskosten vergrößern und vor allem die Bedienung beim Anlassen schwieriger und umständlicher ist, zieht der Käufer Motoren mit Kurzschlußläufer im allgemeinen vor. Wegen der Stärke des Anlaufstromes (s. oben) ist die Ausführung solcher Kurzschlußläufer über 3 PS. hinaus nicht gut angängig, und es bauen deshalb, um die Vorteile des Kurzschlußläufers mit denen des Phasenläufers zu vereinigen, die Siemens-Schuckert-Werke nach Görges einen Motor mit sogenannter Gegenschaltung. Es liegen bei dieser Schaltung in jeder Phase des Läufers zwei Drahtwicklungen nebeneinander, die sich jedoch durch verschiedene Windungszahlen unterscheiden. Beim Anlassen sind die Windungen der beiden Wicklungen, wie Fig. 5 zeigt, verbunden. Die elektromotorischen Kräfte in diesen sind einander entgegengerichtet, so daß der entstehende Strom nur ihrer Differenz entspricht, also nicht zu stark werden kann. Hat der Motor eine gewisse Tourenzahl erreicht, so werden die drei Wicklungen nach Fig. 6 verbunden, wodurch sie parallel geschaltet worden sind, so daß sich jetzt eine große Stromstärke in ihnen ausbilden kann, durch die der Motor sehr rasch seine normale Tourenzahl erreicht. Die Umschaltung erfolgt entweder von Hand oder durch einen kleinen Zentrifugalregulator automatisch. Anstatt die beiden Wicklungen mit verschiedenen Windungszahlen in denselben Nuten unterzubringen, kann man sie auch mit gleichen Windungszahlen in getrennten, bei der zweipoligen Anordnung, um 60° voneinander entfernten Nuten unterbringen. Es wirkt dann beim Anlauf als elektromotorische Kraft die geometrische Differenz der beiden Wicklungen. — Die Wicklung wird bei fast allen neueren Motoren als Trommelwicklung ausgeführt. Bezeichnen $2p$ die Anzahl der Pole, die durch den Strom im Eisen des Magnetsystems (besser Stators oder Ständers) entstehen sollen, m eine Zahl, die angibt, auf wieviel Nuten eine Spulenseite verteilt werden soll, so ist die Nutenzahl $k_n = 6 \cdot m\,p$. In Fig. 7 ist $m = 1$, also $k_n = 6\,p$. Die kleinen Kreise bezeichnen die Nuten, in denen die Spulen liegen. Die Drähte der drei Phasen sind dann in den folgenden Nuten untergebracht:

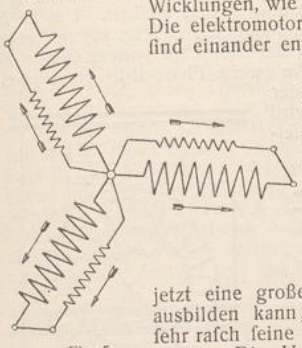


Fig. 5.

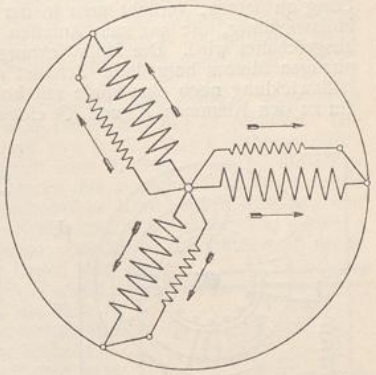


Fig. 6.

Erste Phase	Zweite Phase	Dritte Phase
(a_1) 1— 4	(a_2) 3— 6	(a_3) 5— 8
7—10	9—12	11—14
13—16	15—18	17—20
. . . .	. . . .	. . . .
. . . .	. . . .	. . . .

In diesem Schema gelten so viele Zeilen, wie Nordpole erzeugt werden sollen. Ist $m = 2$ oder 3 u. s. w., so behält das Schema seine Gültigkeit, wenn man m Nuten zu einer Nummer zusammenfaßt, wie dies in Fig. 8 für $m = 3$ dargestellt ist. Die Wahl von m bedingt die Streuung des Motors, d. h. je größer m gewählt wird, desto kleiner ist der Streuungskoeffizient und desto größer kann der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ werden, der durch die Gleichung $\sqrt{3}\,e'_k\,i'\cos\varphi = \mathfrak{E}$ bestimmt ist ($\mathfrak{E}$ eingeleiteter Effekt, e'_k Klemmenspannung, i' Stromstärke pro Phase). Der Zusammenhang zwischen dem Strom i' und dem Leistungsfaktor $\cos\varphi$ ist in sehr einfacher Weise durch das Heylandsche Kreisdiagramm bestimmt. Etwas komplizierter, aber genauer zeigt den Vorgang das Diagramm von Offanna. Eine einfache Berechnung von Drehstrommotoren und Anwendung des Heylandschen Diagramms s. [6].

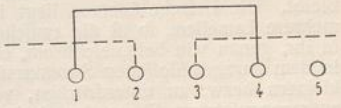


Fig. 7.

Auch zweiphasiger Wechselstrom kann zum Betriebe von Motoren verwendet werden, die den guten Eigenschaften der Drehstrommotoren um nichts nachstehen. Fig. 9 zeigt schematisch einen solchen Motor mit Kurzschlußanker. A ist ein Anker, der sich um die Achse O dreht; derselbe besteht aus aufeinander geschichteten Blechen oder auch aus massivem Gußeisen und enthält dicht an der Peripherie eine Anzahl Bohrungen zur Aufnahme von Kupferstäben, die an den beiden Enden des Ankers unter sich verbunden sind.

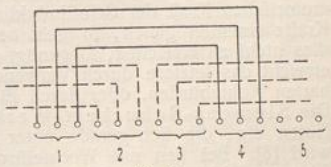


Fig. 8.

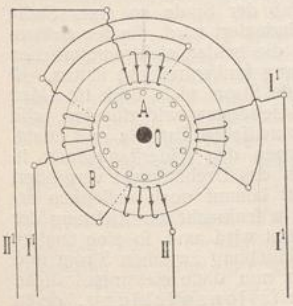


Fig. 9.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Der die Wicklung tragende Teil *B* ift ftets aus dünnen Blechen unter Zwifchenlage von Papier hergeftellt. Die Leitungen I und I^1 gehören der erften Phafe, II und II^1 der zweiten an. Damit der Luftzwifchenraum zwifchen *A* und *B* möglichft klein gemacht werden kann, legt man die Windungen in Nuten ein.

Schaltet man bei einem zwei- oder dreiphafigen Motor, wenn er fich in vollem Gange befindet, eine Leitung aus, fo läuft er ruhig weiter, trotzdem er jetzt nur einphafigen Wechfelftrom erhält. Diefe Tatfache hat zur Konftruktion der einphafigen afynchronen Wechfelftrommotoren geführt. Sie haben aber ebenfalls wie die fynchronen Motoren den Uebelftand, daß fie nicht von felbft angehen und bei Ueberlaftung ftehen bleiben. Um fie in Gang zu fetzen, verfieht man in der Regel die Wicklung des Magneten *B* (Fig. 10) mit einer Hilfswicklung, die nur zum Anlaffen nötig ift und die, wenn der Motor in vollem Gange ift, ausgefchaltet wird. Die Hilfswicklung ift in der Regel als die zweite Phafe II II^1 eines zweiphafigen Motors hergeftellt. Schaltet man vor die Windungen der Hilfswicklung noch eine Spule mit hoher Selbftinduktion, fo wird ein zu den Klemmen K^1 und K^2 eingeleiteter einphafiger Wechfelftrom in zwei Zweige verteilt, und zwar bleibt in dem erften Zweige die Stromftärke nur wenig hinter der Spannung zurück, während in dem andern Zweige eine Verzögerung um faft 90° eintritt. Hierdurch wird ein Drehfeld erzeugt, welches den Kurzfchlußanker *A* in Drehung verfetzt. Hat diefer feine normale Tourenzahl erreicht, fo kann die Belaftung aufgelegt und die Hilfswicklung I I^1 ausgefchaltet werden [4].

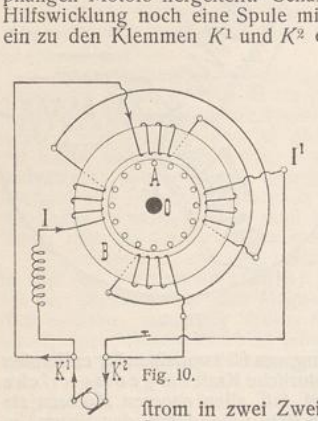


Fig. 10.

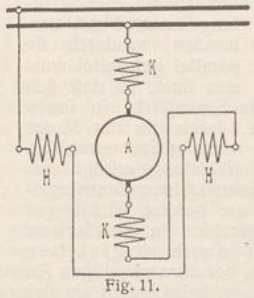


Fig. 11.

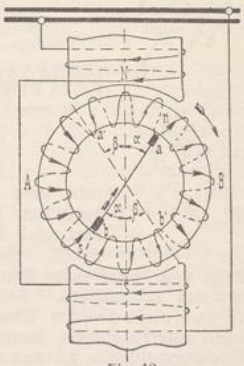


Fig. 12.

An Stelle der Spule kann man auch einen fogenannten Flüffigkeitskondenfator einfchalten. Ein folcher befteht aus einem Gefäß, in dem fich Sodalöfung befindet und in die ein Paket voneinander ifolierter Eifenplatten eintaucht. Die erfte und letzte dienen als Stromzuführungsftellen. Der Strom, der durch eine derartige Zelle geht, verhält fich ähnlich wie der durch einen Kondenfator fließende, d. h. er eilt der Spannung voraus.

Diefe Motoren, die im Gange nichts zu wünfchen übriglaffen, haben ein fehr geringes Anzugsmoment und find aus diefem Grunde für viele Zwecke, wie z. B. zum Betriebe von Aufzügen und Bahnen, direkt unbrauchbar. Hier greifen nun die **Kollektormotoren** helfend ein. Wie oben gezeigt, ändert fich die Drehrichtung eines Reihenmotors nicht, wenn der Strom im Anker und Magneten gleichzeitig umgekehrt wird. Es läßt fich daher vorausfehen, daß ein Reihenelektromotor mit Wechfelftrom gefpeift fich drehen muß. Um im Magneten die Wirbelftromverlufte herabzufetzen, ift es erforderlich, das Magnetgeftell ebenfo wie den Anker aus Blechen zufammenzufetzen. Für ein gutes Gehen des Motors genügt dies jedoch nicht, da am Kollektor eine ftarke Funkenbildung eintritt und der Strom hinter der Spannung zurückbleibt. Die Urfache hiervon liegt in folgendem: Bedeckt eine Bürfte gleichzeitig zwei oder mehrere Lamellen, fo ift die zwifchen zwei Lamellen liegende Spule kurzgefchloffen, wodurch in ihr, genau wie bei Gleichftrom, eine elektromotorifche Kraft der Selbftinduktion entfteht, die in dem kurzgefchloffenen Stromkreife der Spule einen Strom hervorbringt. Um diefen zu verkleinern bezw. zu unterdrücken, verfchiebt man bekanntlich bei Gleichftrom die Bürften in entgegengefetztem Sinne der Drehung, wodurch der Kurzfchluß der Spule an einer Stelle ftattfindet, an welcher in ihr bereits eine elektromotorifche Kraft induziert wird, die der elektromotorifchen Kraft der Selbftinduktion entgegengerichtet ift. Sind die beiden elektromotorifchen Kräfte einander gleich, fo geht bei Gleichftrom die Stromwendung funkenfrei von ftatten. Ift dies nicht zu erreichen, fo genügt es fchon, wenn der entftehende Strom nicht ftark ift. Man erreicht das letztere durch Verwendung von Bürften mit hohen Uebergangswiderftänden, alfo harten Kohlebürften, oder durch Einfchaltung eines Widerftandes zwifchen Lamelle und Draht. Die Siemens-Schuckert-Werke legen bei einigen ihrer Typen den Widerftandsdraht in Nuten ein, die fich gerade unter den Polen befinden, wodurch das Drehmoment vergrößert wird [8]. Bei den mit Wechfelftrom betriebenen Reihenmotoren kommt noch außerdem erfchwerend hinzu, daß die kurzgefchloffene Spule, deren Ebene ja fenkrecht zur Richtung der Kraftlinien fteht, von einem Wechfelfelde des Magneten durchfetzt wird und fo eine weitere elektromotorifche Kraft in ihr entfteht, die eine ftarke Phafenverfchiebung zwifchen Strom und Spannung hervorruft und fo die Kupferverlufte vergrößert. Um nun diefe elektromotorifche Kraft unfchädlich zu machen, bedient man fich der Kompenfationswicklung, deren Zweck es ift, das vom Anker erzeugte Querfeld aufzuheben. Sie befteht demnach aus einer

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wicklung, die ein magnetiſches Feld ſenkrecht zur Richtung des Hauptfeldes erzeugt, das gleichfalls vom Hauptſtrom durchfloſſen wird. Es iſt hierbei gleichgültig, ob die beiden Magnetfelder ausgeprägte Pole wie die Gleichſtrommaſchinen oder verteilte Pole wie die Drehſtrommotoren beſitzen, doch iſt letzteres vorzuziehen.

Das Schema eines kompenſierten Reihenelektromotors zeigt Fig. 11. In dieſer bedeuten *A* den obenbeſchriebenen Gleichſtromanker, *H* die Magnet- und *K* die Kompenſationswicklung. Da die Phaſenverſchiebung zwiſchen Strom und Spannung deſto kleiner wird, je kleiner die Periodenzahl iſt, geht man bei Bahnen, die mit einphaſigem Wechſelſtrom betrieben werden, bis auf 16 Perioden herab. Die Regulierung der Geſchwindigkeit kann, wie bei jedem Gleichſtrommotor, durch Schwächung des magnetiſchen Feldes geſchehen, indem man einen Widerſtand parallel zu der Magnetwicklung *H* legt. Man kann jedoch auch die Spannung des Motors herabſetzen, indem man einen Widerſtand in den Stromkreis einſchaltet. Vorteilhafter iſt es jedoch, durch einen Transformator mit veränderlicher Ueberſetzung die Spannung zu regeln, was bei Bahnmotoren allgemein angewendet wird [8].

Eine andre Art des Kollektormotors, die gleichzeitig mit dem Reihenmotor ausgebildet wurde, iſt der Repulſionsmotor. — Sein Prinzip wird durch die Fig. 12 erläutert. Die Pole *N* und *S* werden von einphaſigem Wechſelſtrom erregt und ſenden ihre Kraftlinien durch einen mit Gleichſtromwicklung verſehenen Anker, der durch zwei Bürſten *a* und *b*, die einen Winkel α mit der Linie *NS* bilden, kurzgeſchloſſen iſt. Durch das augenblicklich zunehmende Wechſelfeld entſteht in den Ankerwindungen eine elektromotoriſche Kraft, deren Richtung den eingezeichneten Pfeilen entſpricht. Die elektromotoriſchen Kräfte innerhalb der gleichen Winkel α und β heben ſich auf und die übrigen ergeben einen Strom, der durch die Bürſten im Sinne des ſtarken Pfeiles fließt. Durch denſelben werden bei *a* und *b* Pole *n* und *s* erzeugt, deren Wirkung auf die Pole *N* und *S* ein Drehmoment hervorruft, das den Winkel α zu vergrößern beſtrebt iſt.

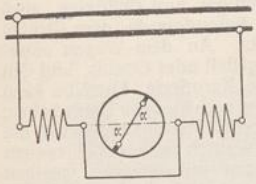


Fig. 13.

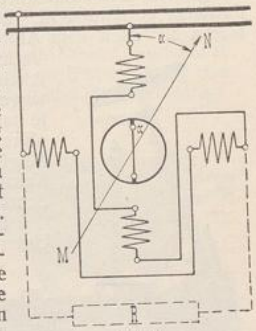


Fig. 14.

Durch die Drehung entſtehen neue elektromotoriſche Kräfte, deren Richtung die Fig. 1 angibt. Sie ſind dem Strome entgegengerichtet, ſuchen ihn alſo zu ſchwächen, wodurch das Drehmoment mit wachſender Tourenzahl abnimmt. Fig. 13 zeigt das Schema eines derartigen Motors. Will man die Drehrichtung umkehren, ſo hat man die Bürſten aus der Lage *a b* (Fig. 12) in die Lage *a′ b′* zu verſtellen oder beſſer einen zweiten Bürſtenſatz daſelbſt aufzulegen, während der erſte abgehoben wird. Wendet man zur Erzeugung des Feldes Magnetwicklungen an, wie dies Fig. 14 andeutet, ſo läßt ſich die Drehrichtung verändern, indem man den Strom in einer der beiden Wicklungen umkehrt. Da von der richtigen Größe des Winkels α das Drehmoment abhängt und bei der Anordnung nach Fig. 13 nur durch eine Verſchiebung der Bürſten der richtige Winkel eingeſtellt werden kann, ſo kann dieſer Winkel bei der Anordnung nach Fig. 14 durch Aenderung der Stärke in der einen Feldwicklung geändert werden, indem man zur Wicklung einen Widerſtand *R* parallel ſchaltet, wie dies in Fig. 14 punktiert angedeutet iſt. Da das entſtehende Feld die Reſultante aus den beiden einzelnen Feldern iſt, ſo erkennt man ohne weiteres, daß eine Schwächung der einen Komponente und gleichzeitige Verſtärkung der andern die Richtung der Reſultante ändert.

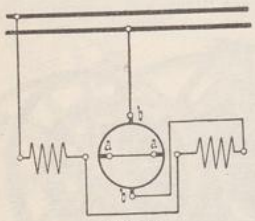


Fig. 15.

Winter und Eichberg wenden zwei Bürſtenſätze an. Der eine, *a a*, fällt in die Richtung der Erregung und iſt kurzgeſchloſſen, der andre, *b b* (Fig. 15), iſt in Reihe mit der Erregerwicklung geſchaltet. Durch die kurzgeſchloſſenen Bürſten *a a* wird die Kompenſationswicklung überflüſſig.

Literatur: [1] Kapp, G., Elektriſche Kraftübertragung, Berlin 1898. — [2] Derſ., Elektriſche Wechſelſtröme, Leipzig 1900. — [3] Thompſon, Mehrphaſige elektriſche Ströme, Halle 1904. — [4] Holzt, Schule des Elektrotechnikers, Leipzig 1903. — [5] Heinke, Handbuch der Elektrotechnik, Bd. 9, Leipzig 1901. — [6] Vieweger, H., Aufgaben und Löſungen aus der Gleich- und Wechſelſtromtechnik, Mittweida 1907. — [7] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. — [8] Hobart, Motoren für Gleich- und Drehſtrom, Berlin 1905. — [9] Heubach, Der Drehſtrommotor, Berlin 1903. — [10] Beniſchke, Die aſynchronen Drehſtrommotoren, Braunſchweig 1905. — [11] Elektrotechniſche Zeitſchr., Berlin 1903/07.

Holzt.

Motorfahrräder, ſ. Fahrrad, Bd. 3, S. 587.

Motorwagen (Kraftwagen, Automobil, Selbſtfahrer) dienen zur Beförderung von Perſonen oder Gütern. Sie ſind mit einem oder mehreren Motoren nebſt den erforderlichen Getrieben zur Fortbewegung ausgerüſtet und können unter Umſtänden auch noch einen oder mehrere Anhängewagen mitziehen. Je nach der Art der Betriebskraft unterſcheidet man elektriſche, Benzin- oder Dampfmotorwagen. Auch Spiritus und Petroleum werden zuweilen als Betriebsſtoff verwendet (vgl. hierüber S. 506).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

I. Elektrisch betriebene Motorwagen.

Für die auf Schienen laufenden Straßenbahnmotorwagen ist die Betriebskraft fast ausschließlich Elektrizität, die in eignen Kraftstationen erzeugt und den Motoren durch besondere ober- oder unterirdische Leitungen zugeführt wird (vgl. Bd. 3, S. 306, A); auch sind Versuche mit Eisenbahnmotorwagen auf Vollbahnen gemacht worden, worüber in Bd. 3, S. 310 unter B, nachzusehen ist. Elektrische Straßenbahnmotorwagen mit eignen Akkumulatoren konnten sich nur spärlichen Eingang verschaffen, dagegen haben die nach diesem System gebauten elektrischen Kraftwagen für Straßenverkehr namentlich in Städten mit geringen Steigungen große Aufnahme gefunden. Die Wagen vermögen mit einer Ladung je nach der Größe der Akkumulatorenbatterie und den Steigungsverhältnissen und der Beschaffenheit der Straßen unter günstigsten Bedingungen bis zu 100 km Weg zu durchlaufen. Diese Wegstrecken sind für unsre heutigen Verkehrsansprüche verhältnismäßig kurz, die Wagen eignen sich daher weniger zu großen Ueberlandfahrten, da ihr Betrieb immer an das Vorhandensein elektrischer Kraftstationen gebunden ist. Indessen ist ihr Gang ein außerordentlich ruhiger und stoßfreier, auch laufen sie nach dem Abstellen des Motors leicht wieder an, was besonders in dem dichten Verkehr großer Städte zu ihren Gunsten spricht. An dem Wagen unterscheidet man den mechanischen Teil, das Untergestell oder Chassis, und den wagenbautechnischen Teil, den Aufbau oder die Karosserie. Dieselbe kann je nach dem Zweck bezw. Gebrauch des Wagens verschiedene Form haben, ohne daß das Chassis geändert zu werden braucht. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, den Wagen nach Bedarf oder Wunsch mit verschiedenen Karosserien versehen zu können, die, weil nur mit einigen wenigen Schrauben am Untergestell befestigt, rasch auszuwechseln sind.

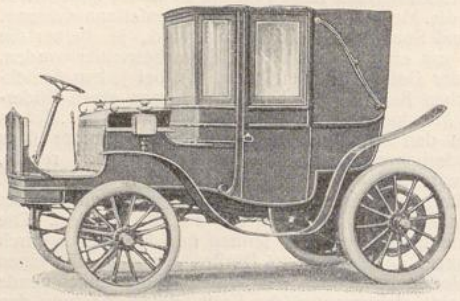


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt ein elektrisches Landaulet, Fig. 2 stellt das zugehörige Untergestell dar. Die beiden Längsträger sind aus Blech mit aufgenieteten



Fig. 2.

Winkeln in Z-Form hergestellt und ruhen mittels Federn auf der Vorder- und Hinterachse. Die auf den drehbaren Vorderachsschenkeln sitzenden Laufräder sind durch Hebel und Zugstangen mit der Lenkvorrichtung verbunden, die ihrerseits durch das oben auf der Lenksäule sitzende Handrad derart betätigt wird, daß beim Drehen dieses Rades die Vorderräder sich entsprechend einstellen und dem Wagen seine Richtung geben. Jedes der beiden Hinterräder wird durch einen besonderen Elektromotor angetrieben, deren Aufhängung so ausgebildet ist, daß sie unabhängig vom Rahmen frei ausschwingen können (Fig. 3). Die Kraftübertragung geschieht durch einen auf der Motorwelle sitzenden Zahntrieb, der in den am Hinterrad mittels Bronzeflanschen befestigten Zahnkranz aus Fiber mit der Uebersetzung von 1 : 10 eingreift. Die Lenkung, Bremsen, Anlasser, Um- und Ausschalter sitzen vorn auf der Stirnseite des Rahmens so gruppiert, daß sie im bequemen Bereich des Fahrers sind. Die Akkumulatorenbatterien sind getrennt auf dem Chassis gelagert, so daß Vorder- und Hinterachse je die Hälfte des Gesamtgewichts tragen. Sie bestehen in der Hauptsache aus gitterförmigen Bleiplatten, die nach einem besonderen Verfahren präpariert und zusammengesetzt werden. Eine Batterie von 240 Ampèrestunden mit einem Entlade-

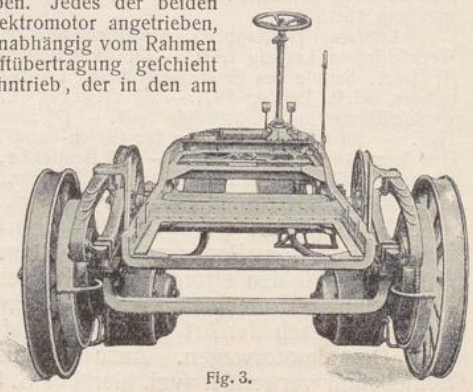


Fig. 3.

ſtrom von 48 Ampère bei 5 Stunden Entladezeit beſteht beiſpielsweiſe aus 46 Elementen, jedes zu 17 Platten, Größe 20 · 13 cm, und wiegt mit Kaſten 850—875 kg. Zur weiteren Orientierung ſei auf [1]—[8] verwieſen.

II. Kraftwagen mit Betrieb durch Benzinmotore.

Dieſe haben bis jetzt für Ueberlandfahrten die größte Verbreitung erlangt. Als Erfinder des heutigen Motorwagens mit Benzinbetrieb (Automobils) wie des Benzinmotors überhaupt gilt allgemein Gottlieb Daimler-Cannſtatt. Benz-Mannheim hat zwar etwa um dieſelbe Zeit auch angefangen, Automobile zu bauen, doch iſt nicht bekannt, inwieweit dieſer Erfinder unabhängig von Daimler arbeitete. Der Daimlerwagen wurde indeſſen erſt von dem Zeitpunkt an lebensfähig, in dem Daimler den bis dahin angewandten Riemenantrieb verwarf und an deſſen Stelle den komplizierteren, dafür aber einzig betriebſicheren Antrieb mit Zahnrädern einführte.

Eine Abart der für Ueberlandfahrten beſtimmten ſogenannten Tourenwagen bilden die in den letzten Jahren gebauten Rennwagen. Sie verdanken ihre Entſtehung vornehmlich dem von Gordon Bennet geſtifteten Preis, der in einem beſonderen, nach dem Stifter benannten internationalen Rennen dem ſiegenden Wagen bezw. dem Klub, dem der Wagen gehörte, überreicht wurde. Eine bemerkenswerte Eigenheit dieſer Wagen iſt, daß ſie nach den für dieſes Rennen gültigen Satzungen in der Leiſtung ihrer Motore zwar unbeſchränkt ſind, daß aber der ganze Wagen nicht mehr als 1000 kg wiegen darf. Dies hat dazu geführt, die Wagen mit gewaltigen Motoren bei denkbar geringſten Abmeſſungen der Einzelteile zu bauen. Damit aber bei der mit ihnen zu erreichenden hohen Geſchwindigkeit (bis 150 km/Stunde) und der hieraus reſultierenden Beanſpruchung des Materials keine Brüche vorkommen, können hierzu nur hochwertige Stahle, die ſogenannten legierten Nickel- oder Chromnickelſtahle, verwendet werden, deren Feſtigkeit im Mittel 100 kg pro 1 qmm bei 10 % Dehnung und darüber beträgt.

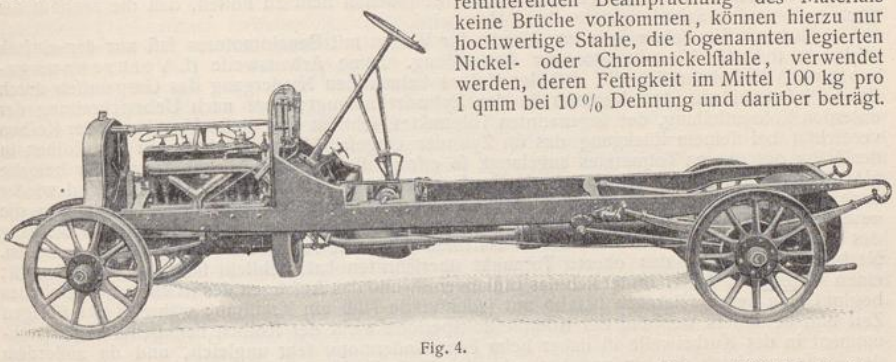


Fig. 4.

Ueber den Wert oder Unwert dieſer Rennen und der hierfür gebauten Wagen läßt ſich ſtreiten, jedenfalls aber hatten ſie zur unmittelbaren Folge, daß die Stahlwerke ſich einrichteten, beſonders für dieſen Zweck geeignete edle Stahlſorten herzuſtellen, die nunmehr auch für Tourenwagen von jeder beſſeren Automobilfabrik im Intereſſe erhöhter Betriebsſicherheit verwendet werden.

Untergeſtell (Chaſſis). Das Chaſſis oder Untergeſtell eines Benzinmotorwagens beſteht in der Hauptſache aus den folgenden Gruppen: dem Motor mit Vergaſer, Zündapparat, Kühler, Kühlwaſſerpumpe und Auspufftopf, dem Geſchwindigkeitsgetriebe und Uebertragungsmechanismus auf die Triebräder, dem Rahmen mit Achſen, Rädern, Federn, Lenkung und Bremſen.

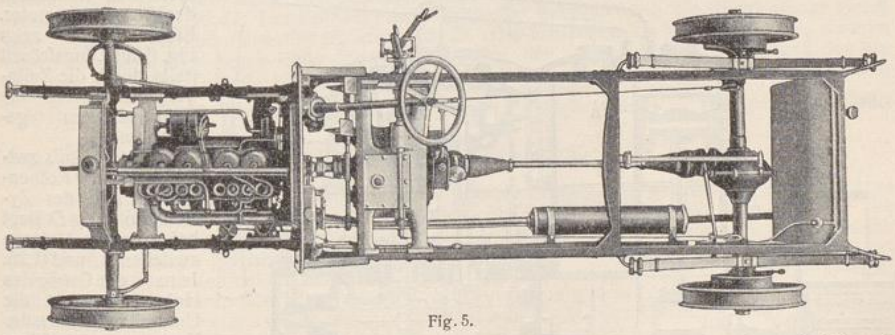


Fig. 5.

Die allgemeine Anordnung eines ſolchen Untergeſtells zeigt Fig. 4 im Aufriß und Fig. 5 im Grundriß; zwiſchen Kühler und Spritzwand ſitzt der Motor und hinter dieſem das Getriebe, beide an dem aus gepreßtem Stahlblech mit U-förmigem Querſchnitt hergeſtellten Rahmen befeſtigt. Die Motorkraft wird durch das Geſchwindigkeitsgetriebe hindurch mittels Wellen und Zahnrädern auf die Hinterachſe und die mit ihr feſt verbundenen Hinterräder übertragen. Die Räder der Vorderachſe ſitzen auf drehbaren Achsſchenkeln, die durch Hebel mit der Lenkung verbunden ſind; durch ſie erhält der Wagen beim Fahren ſeine Richtung, während der Antrieb des Fahrzeugs durch die Hinterräder geſchieht. Mit verſchwindend geringer Aus-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nahme ſind faſt alle Benzinwagenmotore nach dem ſogenannten einfach wirkenden Viertaktſyſtem in ſtehender Anordnung gebaut.

Der **Betriebsſtoff,** das Benzin, iſt ein Petroleumdeſtillat von 0,68—0,72 ſpez. Gew. und einem Heizwert von 10000—10500 W.E. Es iſt ſehr verflüchtbar und daher leicht zu vergaſen; die Benzindämpfe werden mit Luft gemiſcht, im Motor verdichtet und verbrannt, wobei etwa 20 % der in dem Gemiſch enthaltenen thermiſchen Energie ſich in mechaniſche Arbeit umſetzen.

Vorübergehend iſt vor einigen Jahren verſucht worden, Spiritus zum Betriebe von Verbrennungsmotoren zu benutzen. Als Vorteil galt neben der volkswirtſchaftlichen Seite, da der Spiritus im eignen Lande hergeſtellt werden konnte, die höhere thermiſche Ausbeute und der Umſtand, daß die Auspuffgaſe des Spiritusmotors weniger unangenehm riechen als diejenigen des Benzinmotors. Infolge der in die Höhe getriebenen Spirituspreiſe iſt man wieder davon abgekommen und zu dem billigeren Betrieb mit Benzin zurückgekehrt, um ſo mehr, als auch noch feſtgeſtellt wurde, daß das Innere der Motore beim Spiritusbetrieb ſtark roſtet.

Zuweilen wird in Verbrennungsmotoren auch Petroleum als Betriebsſtoff verwendet. Da dasſelbe aber kein gleichmäßiges Deſtillationsprodukt, vielmehr aus ſchwer und leicht flüchtigen Kohlenwaſſerſtoffen zuſammengeſetzt iſt, ſo geſchieht ſeine Vergaſung und Verbrennung nur unvollſtändig; dadurch riechen die ausgeſtoßenen Gaſe ſehr übel. Auch wirkt die hiervon herrührende Verſchmutzung im Zylinderinnern ſtörend auf den Dauerbetrieb ein und macht ein öfteres Reinigen des Motors notwendig. In neuerer Zeit werden, durch die Verteuerung des Benzins veranlaßt, wieder Verſuche mit dem gegenwärtig noch billigen Benzol aufgenommen, deſſen Verflüchtbarkeit zwar weit geringer und deſſen Vergaſung demzufolge ſchwieriger als diejenige des Benzins iſt; indeſſen ſteht zu hoffen, daß die Technik der noch beſtehenden Schwierigkeiten bald Herr wird.

Motor. Wie ſchon erwähnt, kommt für Wagen mit Benzinmotoren faſt nur der einfach wirkende ſtehende Viertaktmotor zur Anwendung. Seine Arbeitsweiſe (ſ. Verbrennungsmotoren) iſt bekanntlich die, daß der Kolben beim erſten Niedergang das Gasgemiſch durch das Einlaßventil aus dem Vergaſer in den Zylinder anſaugt; kurz nach Ueberſchreitung der unterſten Kolbenſtellung, des ſogenannten Totpunktes, ſchließt ſich dieſes Ventil und der Kolben verdichtet bei ſeinem Rückgang das im Zylinder eingeſchloſſene Gemiſch. Iſt der Kolben in der Nähe des oberen Totpunktes angelangt, ſo erfolgt die Zündung. Der während der beinahe plötzlichen Verbrennung ſich ſteigernde Gasdruck treibt jetzt den Kolben arbeitleiſtend wieder nach unten. Noch vor Beendigung dieſes Krafthubes öffnet ſich das Auspuffventil, um die nunmehr verbrannten Gaſe ins Freie entweichen zu laſſen. Beim darauffolgenden Hochgang des Kolbens werden dieſe Gaſe durch das offen gehaltene Auslaßventil vollends ausgeſtoßen. Nachdem der Kolben den oberen Totpunkt überſchritten hat, ſchließt ſich das Auspuffventil; einen Augenblick ſpäter öffnet ſich das Einlaßventil, und das Anſaugen des friſchen Gasgemiſches beginnt aufs neue. Hiernach iſt alſo nur jeder vierte Hub ein Krafthub; während der übrigen Zeit und beſonders während der Kompreſſionsperiode wirkt der Kolben hemmend. Das Drehmoment in der Kurbelwelle iſt daher beim Einzylindermotor ſehr ungleich, und da außerdem der Maſſenausgleich der hin und her gehenden Teile bei dieſem Motor auch nicht vollſtändig gelingt, ſo laufen Wagen mit Einzylindermotoren nie ſo gleichmäßig als ſolche mit Mehrzylindermotoren. Aus dieſem Grunde wird auch der Zweizylindermotor nur noch für billigere Fahrzeuge verwendet, während man in allen beſſeren Tourenwagen, ſofern die Preisfrage nicht an erſter Stelle ſteht, nur Vierzylinder- oder neuerdings gar Sechszylindermotoren findet, deren Maſſenausgleich mit der üblichen Kurbelanordnung faſt ideal iſt und die demzufolge in Verbindung mit dem gleichmäßigen Drehmoment dem Fahrzeug einen ruhigen, ſtoßfreien Gang geben. Am weitverbreitetſten iſt zurzeit der Vierzylindermotor. Einen ſolchen zeigt Fig. 6 im Längsſchnitt (teils durch die Zylinder, teils durch die Ventilkammern geſchnitten).

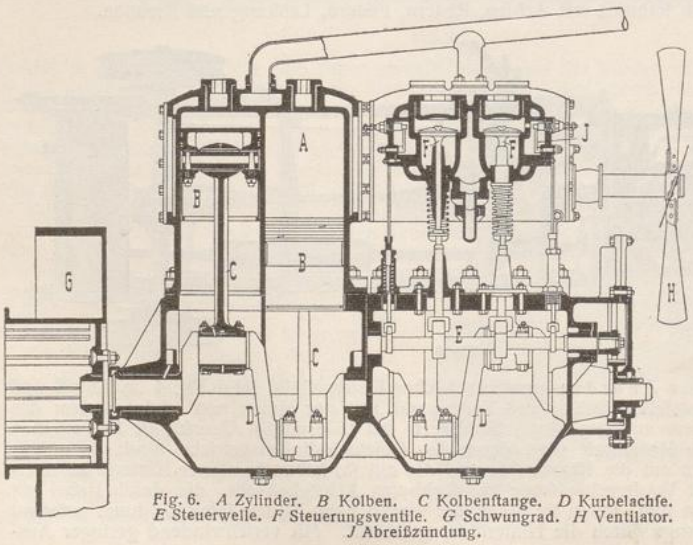


Fig. 6. *A* Zylinder. *B* Kolben. *C* Kolbenſtange. *D* Kurbelachſe. *E* Steuerwelle. *F* Steuerungsventile. *G* Schwungrad. *H* Ventilator. *J* Abreißzündung.

Das Verhältnis zwiſchen dem Kolbenhub S und der Zylinderbohrung D liegt bei normalen Motoren zwiſchen 1 und 1,25. Je nach der Größe des Hubes ſchwankt die Umdrehungszahl n der Kurbelwelle zwiſchen 800 und 1800 Umgängen in der Minute. Die Kolbengeſchwindigkeit $v = S \cdot n : 30$ erreicht bei dieſen Umgangszahlen 5 m/sec und darüber. Der mittlere effektive Druck p_m

auf die Kolbenfläche $F = \pi D^2 : 4$ wächſt mit der Größe des Motors und ſeiner Güte; er kann 4,5—6 kg/qcm betragen. Die Nutzleiſtung N_e des Motors in effektiven Pferdeſtärken iſt mit i Zylindern $N_e = F \cdot v \cdot p_m \cdot i : 4 \cdot 75$, alſo beim Vierzylindermotor $= F \cdot v \cdot p_m : 75$. (Die Leiſtungsformel, nach welcher der Wagen verſteuert werden muß, lautet für D in Zentimetern und S in Metern $N = 0{,}3 \cdot i \cdot D^2 \cdot S$.) Der Verdichtungsraum im Zylinder wird etwa 28 % vom Hubvolumen $F \cdot S$ gemacht, die Spannung des Gemiſches am Ende des Verdichtungshubes ſteigt mit dieſem Verhältnis auf rund 5 Atmoſphären. Der Verpuffungsdruck, nach welchem die Wandſtärken der Zylinder und Kolben, die Kurbelwelle mit ihren Lagern und Zapfen ſamt dem Geſtänge zu bemeſſen ſind, erreicht bei dieſer Verdichtungsſpannung und normalem Gemiſch 25—28 Atmoſphären. Die Zylinder werden entweder einzeln oder paarweiſe, bei Sechszylindern in Gruppen zu dreien oder bei kleineren Vierzylindern alle vier in einem Stück, in dichtem zähem Grauguß gegoſſen. Für die Form des Verdichtungsraumes wie des Zylinders überhaupt iſt die Anordnung der Ventile beſtimmend. Dieſe werden heute faſt nur noch ſeitlich vom Zylinder eingebaut und des Auswechſelns wegen alle gleich groß, entweder Ein- und Auslaßventile alle auf einer Seite oder aber die Einlaßventile auf der einen und die Auspuffventile auf der andern Zylinderſeite. Im erſten Falle hat man nur eine Steuerwelle und gemeinſamen Ein- und Ausſtrömkanal, im zweiten Fall werden zwei Steuerwellen benötigt, der Zylinder iſt aber mit den getrennten Ein- und Auslaßkanälen vollſtändig ſymmetriſch. Für die Ventildurchmeſſer d und ihre Hubhöhe s erhält man brauchbare Abmeſſungen, wenn $d = 0{,}35$ bis $0{,}4\ D$ und $s = 0{,}06$ bis $0{,}07 \cdot S$ gemacht wird. Die Kurbelachſe erleidet Biegungs- und Drehungsſpannungen, die erſtere iſt abhängig von der Zylinderbohrung und der Entfernung der Lagerſtützpunkte, die zweite von dieſer Bohrung und dem Kolbenhub. Die Zapfen der Achſe ſollen genügend lang ſein, damit der ſpezifiſche Flächendruck zwiſchen Zapfen und Lagerſchale innerhalb der zuläſſigen Grenze bleibt und ein Heißlaufen vermieden wird. Dieſe Länge iſt bei den Kurbelzapfen etwa gleich dem anderthalbfachen und an den Lagerſtellen gleich dem doppelten bis zweieinhalbfachen Achsdurchmeſſer. Für die nach dem Verpuffungsdruck im oberen Totpunkt ermittelten Biegungsſpannungen bezw. für die Biegungs- und Drehungsſpannungen im weiteren Verlauf des Kraftſtubs werden für das vorzügliche Material, meiſt Nickel- oder Chromnickelſtahl, bis zu 2000 kg/qcm zugelaſſen. Eine rechnungsmäßig nicht feſtzuſtellende Beanſpruchung kann auftreten, wenn bei Talfahrt der Fahrer die Gaszufuhr abſtellt und die Kupplung längere Zeit ausrückt. Der Motor bleibt dann nach und nach ſtehen, ſo daß, wenn man die Kupplung wieder einrückt und dieſe ſcharf faßt, die ganze Maſſe der Achſe mit Kolben und Geſtänge plötzlich und ſtoßähnlich aus dem Zuſtand der Ruhe in die Geſchwindigkeit des bergab rollenden Wagens übergeführt wird. Das dem Schwungrad zunächſtgelegene Wellenſtück wird hierbei am meiſten in Mitleidenſchaft gezogen, und es kann vorkommen, daß dieſes an ſeinem Anſchluß an den Kurbelarm abgewürgt wird. Die Zapfen und Lagerſtellen haben meiſtens alle gleichen Durchmeſſer, und man erhält paſſende Abmeſſungen hierfür mit $d = 0{,}35 \sqrt{D \cdot S}$. Das übliche Verhältnis zwiſchen der geometriſchen Länge L der Stange und dem Kurbelradius R iſt $R : L = 1 : 4{,}5$. Die Stange wird durch die Kolbenkraft in Richtung ihrer Achſe auf Druck bezw. Knickung und normal hierzu durch die Trägheitskräfte auf Biegung beanſprucht. Die Biegungsſpannungen kommen bei den kleinen Stangenlängen und Maſſen nicht in Betracht, man hat nur mit der Druckſpannung bezw. Knickfeſtigkeit zu rechnen. Es iſt daher auch falſch, den Stangenſchaft in Nachahmung der großen Lokomotivſchubſtangen mit rechteckigem oder gar doppelt T-förmigem Querſchnitt auszuführen, da für die Sicherheit gegen Knicken nur das kleinſte äquatoriale Trägheitsmoment des Stangenquerſchnitts in Rechnung geſtellt werden darf. Der Kreisquerſchnitt oder gar der durch Hohlbohren herzuſtellende Kreisringquerſchnitt iſt hierfür günſtiger, da er bei gleichem Gewicht die größte Knickungsfeſtigkeit bezw. bei gleicher Feſtigkeit das geringſte Gewicht hat. Der volle runde Stangenſchaft erhält oben einen Durchmeſſer von $0{,}18\ D$, unten einen ſolchen von $0{,}22\ D$. Der Kolbenbolzendurchmeſſer beträgt, wenn die Büchſenlänge gleich dem doppelten Bolzendurchmeſſer iſt, etwa $0{,}24\ D$. Die Schrauben am Lagerdeckel des unteren Stangenkopfes müſſen gegen Ende des Ausſchubhubes den ganzen Verzögerungsdruck der hin und her gehenden Kolben- und Stangenmaſſe aufnehmen. Dieſer Druck hat für den oberen Totpunkt, wenn $M = \frac{G}{g}$ die Maſſe bedeutet, auf die Kolbenfläche F bezogen, den Wert $p = \frac{v^2}{R}\left(1 + \frac{R}{L}\right)\frac{M}{F}$ und kann bis zu 12 kg/qcm anwachſen.

Vergaſer. Aufgabe des Vergaſers iſt es, für den Motor ein gleichmäßiges zündfähiges Gemiſch zuzubereiten, das, wie oben beſchrieben, im Zylinder zur Verbrennung gelangt. Die Vergaſung des Benzins geſchah früher durch Verdunſtung; jetzt geſchieht ſie faſt ausſchließlich ſo, daß das in einem geſchloſſenen Behälter befindliche Benzin dem Vergaſer in dichten Rohrleitungen zugeführt und beim Austritt aus der in den Vergaſer eingebauten Spritzdüſe mit feiner Bohrung zerſtäubt wird. Der Benzinaustritt wird unabhängig vom Stand oder Ueberdruck im Benzinbehälter durch einen Schwimmer geregelt; der Flüſſigkeitsſpiegel in der Düſe ſteht einige Millimeter unterhalb der Düſenmündung. Durch den beim Anſaugen des Motors entſtehenden Unterdruck tritt dann das Benzin vollends an die Mündung und miſcht ſich hier mit der gleichzeitig angeſaugten Luft. Da die Vergaſung des jeweils ausfließenden Benzins ſich nur während der Anſaugperiode und in geſchloſſenen Röhren vollzieht, ſo iſt jede Feuersgefahr vermieden. Die Querſchnitte der Benzindüſe und des Luftrohres müſſen in einem beſtimmten von der Tourenzahl des Motors abhängigen Verhältnis zueinander ſtehen, damit einerſeits kein überreiches, anderſeits aber auch kein zu armes, nichtzündfähiges Gemiſch gebildet wird. Die Tourenzahl des Motors ſoll innerhalb möglichſt weiter Grenzen regulierbar ſein; die Regulierung erfolgt in der Regel durch Veränderung der Gemiſchmenge mittels eines vom Lenker zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

betätigenden Abſperrorganes in Form eines Schiebers, Hahnes, Ventils oder einer Droſſelklappe. Während nun bei ganz geöffnetem Regulierorgan der Motor volle Füllung erhält, die Ladung alſo hoch verdichtet und dadurch ſchneller entzündet und verbrannt wird, iſt die Füllung bei Droſſelung weniger vollſtändig, die Kompreſſion alſo niedriger. Das Gemiſch muß ſomit, um gleich zündfähig zu bleiben, mit zunehmender Droſſelung reicher an Benzindämpfen werden. Die Veränderung des Gemiſches wird am einfachſten durch Vermehrung oder Verminderung der Luftzufuhr in der Weiſe erzielt, daß der Vergaſer mit einer Oeffnung für den Eintritt von Zuſatzluft verſehen wird, die entweder nach dem Gang des Motors von Hand verſtellt oder aber von dem in der Anſaugeleitung herrſchenden Unterdruck ſelbſttätig geöffnet oder geſchloſſen wird. Einen nach dem letzten Prinzip gebauten Vergaſer zeigt Fig. 7 im Querſchnitt; bei gedroſſeltem Motor iſt der Unterdruck, alſo auch die Saugwirkung auf die Benzindüſe gering, weshalb der Kolbenſchieber für die Zuſatzluft durch die oben ſitzende Feder geſchloſſen bleibt, während bei geöffnetem Regulierorgan der Motor raſcher läuft; der hierdurch wachſende Unterdruck überwindet die Federſpannung und der Schieber gibt die Oeffnung für die Beiluft frei. Bei geeigneter Wahl der Abmeſſungen arbeitet dieſer Vergaſer ſehr zuverläſſig, der Motor bereitet ſich gewiſſermaßen ſein Gemiſch der jeweiligen Tourenzahl entſprechend ſelbſt.

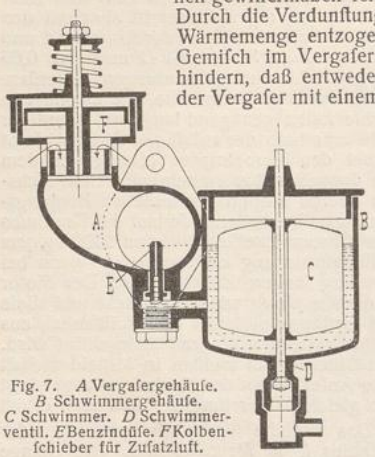


Fig. 7. *A* Vergaſergehäuſe. *B* Schwimmergehäuſe. *C* Schwimmer. *D* Schwimmerventil. *E* Benzindüſe. *F* Kolbenſchieber für Zuſatzluft.

Durch die Verdunſtung des Benzins wird der einſtrömenden Luft eine gewiſſe Wärmemenge entzogen, die bei kaltem Wetter ſo groß ſein kann, daß das Gemiſch im Vergaſer gefriert; man ſucht das Eingefrieren dadurch zu verhindern, daß entweder die Luft vor ihrem Eintritt genügend vorgewärmt oder der Vergaſer mit einem Heizmantel umgeben wird, in welchem heißes, von den Kühlmänteln der Zylinder kommendes Waſſer zirkuliert. Die Verbrennung von 1 kg Benzin erfordert theoretiſch die 15fache Luftmenge, praktiſch und im Intereſſe der Wirtſchaftlichkeit vergrößert man dieſes Verhältnis bis aufs Doppelte. Die Ableitung der günſtigſten Abmeſſungen des Vergaſers auf rechneriſchem Wege unter Berückſichtigung aller in Betracht kommenden Einflüſſe, als Form der Luftdüſe und der von ihr abhängigen Reibungsverluſte, Stoßverluſte durch Querſchnittsänderung im Miſchraum, Kapillarwiderſtände in der Benzindüſe, Zuſtandsänderung der Luft durch die Benzindämpfe u. ſ. w., iſt weitſchweifig und mangels genau ermittelter Koeffizienten unzuverläſſig. Brauchbare Querſchnittsverhältniſſe erhält man, wenn dieſe in ein Verhältnis zum Hubvolumen der Zylinder geſetzt werden, und zwar ſoll der Durchmeſſer der Luftdüſe in der Miſchzone (alle Größen in Zentimetern) $d = D\sqrt{S:25}$ betragen; der Querſchnitt des Miſchraumes und ebenſo die Beiluftöffnung können der ſiebenfachen Querſchnittsöffnung der Luftdüſe gleichgemacht werden. Die Bohrung der Benzindüſe ſchwankt zwiſchen 0,4 und 1,2 mm, je nach Motorgröße, und wird durch Ausprobieren beim Abbremſen des Motors ermittelt.

Zündung. Die meiſten Störungen verurſacht am Benzinmotor die Zündung. Bei den erſten Daimlermotoren wurde ſie durch ein Platin- oder Porzellanröhrchen bewirkt, das mit dem Verdichtungsraum des Zylinders in Verbindung ſtand und durch eine Lampe glühend erhalten wurde. Ein Teil des friſchen Gasgemiſches wurde an den glühenden Wandungen dieſes Röhrchens kurz vor Hubende zur Entzündung gebracht und leitete die Verbrennung der ganzen Ladung ein. Dieſe Zündung iſt ihrem Weſen nach zwar einfach, aber unvollkommen; je nach dem Grade der Erwärmung des Glührohres erfolgt die Verbrennung mehr oder weniger früh vor dem toten Punkt, unabhängig von der Tourenzahl des Motors; die Verdichtung darf, der möglichen Frühzündungen wegen, nur gering ſein; bei zufälligem Luftzug oder ſtarkem Wind kühlt ſich das Glührohr ab, wodurch der Zündzeitpunkt unerwünſcht verlegt wird, oder es erliſcht ſogar die Flamme, und der Motor bleibt ſtehen. Dieſe Mißſtände wurden durch die Einführung der elektriſchen Zündung behoben; ſie geſtattet die Anwendung hoher Verdichtung, der Zündzeitpunkt kann genau der Motorgeſchwindigkeit entſprechend eingeſtellt werden, beſonders aber iſt hiebei die Feuersgefahr mit richtigkonſtruiertem Vergaſer und gut iſolierten Leitungskabeln für den elektriſchen Strom vollſtändig beſeitigt. Man unterſcheidet die elektriſche Batteriekerzenzündung, die magnetelektriſche Lichtbogenkerzenzündung und die magnetelektriſche Abreißzündung.

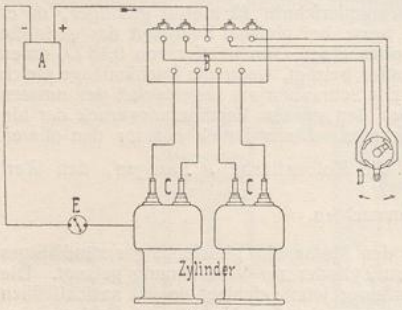


Fig. 8.

Die Einrichtung der Batteriekerzenzündung für einen Vierzylindermotor zeigt die ſchematiſche Skizze Fig. 8. Sie beſteht aus dem Akkumulator *A*, dem den elektriſchen Strom verſtärkenden Induktor *B* und den an den Zylindern ſitzenden Zündkerzen *C*. Während des Ganges wird im geeigneten Augenblick der Stromkreis durch den vom Motor geſteuerten Stromverteiler *D* geſchloſſen, wobei zwiſchen den beiden Elektroden der Zündkerze im Kompreſſionsraum ein Funken überſpringt, welcher die Verbrennung des Gasgemiſches bewirkt; mittels des Ausſchalters *E*

kann der Strom jeden Augenblick beliebig unterbrochen werden. Die Verbrennung der Ladung im Zylinder, obgleich faſt plötzlich, erfordert eine gewiſſe Zeit; je raſcher der Motor läuft, deſto früher kann ſie vor dem oberen Totpunkt erfolgen; ſie ſoll der größtmöglichen Leiſtung wegen beendet ſein, wenn der Kolben ſeinen Arbeitshub nach unten beginnt. Umgekehrt darf die Zündung nicht zu früh vor Ende des Verdichtungshubes erfolgen, weil ſonſt der Exploſionsdruck dem nach oben gehenden Kolben entgegenwirken, den Motor alſo hemmen würde und außerdem bei dem plötzlichen Druckwechſel Stöße in den Lagern der Kolbenbolzen und Kurbelachszapfen auftreten, die eine frühzeitige Zerſtörung dieſer Teile herbeiführen können. Aus dieſem Grunde muß der Zündzeitpunkt der Gangart des Motors entſprechend verſtellbar ſein; dies geſchieht durch Verdrehen des Stromverteilers *D* auf ſeinem Sitz mittels Geſtänge vom Führer aus, wobei dann der auf der Steuerwelle des Motors ſitzende Kontakt den Stromkreis früher oder ſpäter vor Hubende ſchließt und die Verbrennung einleitet.

Die innere Einrichtung des Induktors mit ſeinen Primär- und Sekundärſpulen kann im Prinzip als bekannt vorausgeſetzt werden. Die vier am Induktor ſitzenden federnden Schwingen, die den Primärſtrom öffnen und ſchließen, zeigt Fig. 9 in halber natürlicher Größe. Der Abſtand zwiſchen der Feder *A* und dem Eiſenkern *B* muß ſo bemeſſen werden, daß die Feder gerade noch ſchwingt; zur genauen Einſtellung dieſes Spielraumes dient die Stellſchraube *C*. Fig. 10 zeigt eine Zündkerze im Durchſchnitt. Der elektriſche Strom wird dem in der Kerze ſitzenden gutiſolierten Platindraht *A* zugeleitet und kehrt nach Ueberſpringen des Luftraumes zwiſchen *A* und dem an der Kerze leitend befeſtigten Platindraht *B* durch die Maſſe zum Minuspol der Batterie zurück. Die Kerzen ſollen gegen Kurzſchluß, ſei es infolge ſchlechter Iſolation des Leiters *A* oder angeſetztem Ruß und anhaftendem Schmieröl an den Elektroden, möglichſt unempfindlich ſein; in allen dieſen Fällen entſteht kein Zündfunken. Die größte Schwierigkeit bereitet die Iſolation; der häufige Temperaturwechſel, die hohe Temperatur ſelbſt und der große bei der Verbrennung auftretende Gasdruck wirken zerſtörend auf ſie ein; dem Verrußen oder Verölen an den Elektroden kann durch geeignete Anordnung der Kerze im Verbrennungsraum leicht begegnet werden. Da die Zündkerze auf dem Zylinder nur wenig Raum einnimmt, die übrigen der in Fig. 8 angedeuteten Teile aber ſonſtwie am Wagen befeſtigt ſein können, ſo läßt ſich die Batteriezündung auch an den kleinſten Motoren anbringen.

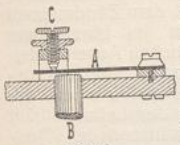


Fig. 9.

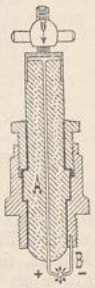


Fig. 10.

Der Akkumulator muß immer auf einer gewiſſen Spannung gehalten und, wenn erſchöpft, von einer elektriſchen Kraftquelle wieder aufs neue geladen werden. Auf längeren Touren kann dieſe Erſchöpfung Fahrtunterbrechung verurſachen, da bei zu tief geſunkener Spannung des Stromes die Zündung träge wird und die Leiſtung des Motors bedeutend abnimmt oder gar ganz aufhört. Dieſem Uebelſtand ſucht die Lichtbogenzündung abzuhelfen. Der Strom wird in dem vom Motor angetriebenen magnetelektriſchen Zündapparat fortwährend ſelbſt erzeugt und wie bei der Batteriezündung der Kerze zugeführt. Der verbreitetſte Apparat iſt zurzeit wohl der ohne beſondere Induktionsſpule arbeitende von Robert Boſch in Stuttgart. Fig. 11 zeigt den Apparat im Querſchnitt, während Fig. 12 eine ſchematiſche Schaltungsſkizze desſelben iſt. Das magnetiſche Feld wird durch permanente Stahlmagnete erzeugt. Durch die im Apparat feſtſtehend angeordnete Wicklung, in welcher der hochgeſpannte Strom entſteht, iſt eine direkte Stromabnahme vom Anker ermöglicht, indem die Enden der Ankerwicklung ohne Zuhilfenahme von Bürſten oder Schleifkohlen zu den Anſchlußklemmen geführt werden können. Die Stromverteilung geſchieht

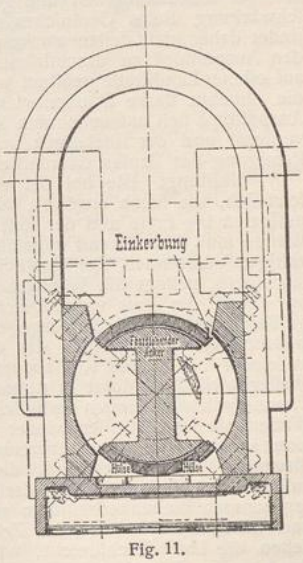


Fig. 11.

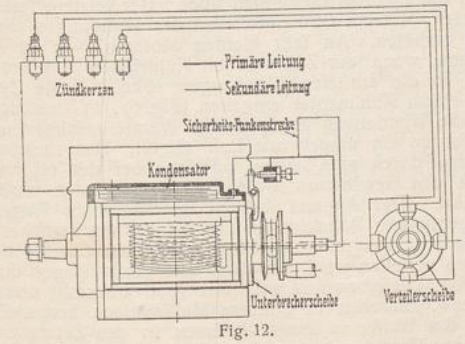


Fig. 12.

durch eine von der Achſe des Apparates angetriebene Verteilerſcheibe, die gleich der Zündmomentverſtellung direkt am Apparat angebracht iſt. Um die Iſolation des Apparates keinen zu hohen Spannungen auszuſetzen, wenn aus irgend einem Grunde und ſolange er in Bewegung iſt, die Zündkerzen nicht mit ihm verbunden ſind, iſt eine Sicherheitsfunkenſtrecke eingeſchaltet, an welcher die Entladungen vorübergehend ſtattfinden können. Die Tourenzahl

des Motors bezw. des Zündapparates darf nicht unter ein gewiſſes Maß fallen, weil andernfalls der Strom ſowohl als der Zündfunken zu ſchwach werden. Dies kann in Dörfern und Städten, die nur ganz langſam durchfahren werden dürfen, leicht ein Stehenbleiben des Motors zur Folge haben; man verſieht daher häufig den Wagen mit Batterie- und Lichtbogenzündung und benutzt die erſtere nur bei Ingangſetzung des Motors und der Durchfahrt bewohnter Plätze, die zweite dagegen auf offener Landſtraße.

Eine Vereinigung beider Zündungen, wenn auch nicht vollſtändig unabhängig voneinander, iſt bei dem Zündapparat Syſtem Eiſemann, Panhard & Levaſſor durchgeführt. Die Transformatorſpule zur Verſtärkung des Stromes iſt für Magnet- und Akkumulatorzündung gemeinſam, der Stromverteiler für beide Zündungen iſt am Lichtbogenapparat angebracht. Fig. 13 zeigt das Schaltungsſchema dieſer von Ernſt Eiſemann in Stuttgart gebauten Zündung. Der Zündapparat der magnetelektriſchen Abreißzündung wird wie der Lichtbogenapparat vom Motor ſelbſt angetrieben; er iſt auch ſo eingeſtellt, daß das bei der Drehung auftretende Maximum an Stromſtärke mit dem Zündmoment zuſammenfällt. Der Funken im Innern des Zylinders entſteht beim plötzlichen Auseinanderreißen der aus Zündſtift und Zündhebel beſtehenden Kontakte. Der gut iſolierte und abgedichtete Zündſtift, an den der Leitungsdraht angeſchloſſen iſt, ſteht feſt, während der Zündhebel mit ſeiner nach außen gehenden Welle in leitender Verbindung mit dem Zylinder ſteht und mittels Geſtänge und Federn durch eine beſonders geformte Nockenſcheibe, die auf der Steuerwelle ſitzt und ſich mit ihr dreht, betätigt wird (ſ. Fig. 6). Die Zündung wirkt außerordentlich ſicher auch bei langſamſter Gangart des Motors, ſie iſt aber ziemlich vielteilig und läßt ſich demzufolge erſt von einer beſtimmten Motorgröße ab an den Zylindern anbringen. Als Erſatz für die vielteilige Abreißzündung ſtellt Boſch neuerdings eine Art Magnetabreißkerze her, die an irgend einer Stelle in den Kompreſſionsraum der Zylinder eingeſchraubt werden kann. Die Kerze enthält im Innern den Abreißhebel, der durch eine ihn umgebende Magnetſpule betätigt wird. Der in dem mit Niederſpannung arbeitenden Zündapparat erzeugte Strom wird den Kerzen wie bei der Lichtbogenzündung mittels Kabel zugeleitet, durch den Wegfall jeglichen Geſtänges iſt die Zündung ſehr vereinfacht und kann demzufolge auch für kleinere Motore angewendet werden.

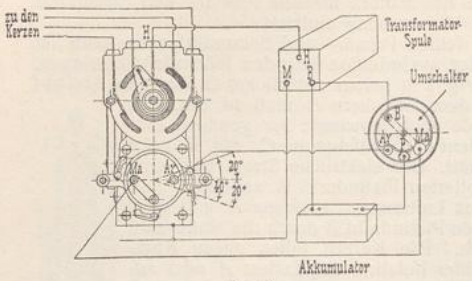


Fig. 13.

Auspuff. Zur Dämpfung des Lärmes, den die aus den Zylindern tretenden verbrannten Gaſe verurſachen, wird in der Nähe des Motors ein ſogenannter Auspufftopf eingebaut. Dieſer Topf iſt in ſeinem Innern in mehrere durch Scheidewände gebildete Zwiſchenräume geteilt, welche die vom Zylinder kommenden Gaſe nacheinander durchſtrömen müſſen, um zuletzt mit mäßiger Geſchwindigkeit und geringem Geräuſch in die Atmoſphäre zu entweichen. Die Abſchwächung dieſes Geräuſches geht indeſſen auf Koſten der Kraftleiſtung des Motors; man findet daher nicht ſelten am Auspuffrohr eine Klappe angebracht, durch welche die Gaſe, ohne den Auspufftopf zu durchſtrömen, austreten. Des Geräuſches wegen kann dieſe Klappe nur auf offener Landſtraße geöffnet werden; ihre Stellung iſt ſo zu wählen, daß bei ihrer Benutzung die ohnehin ſtarke Staubentwicklung nicht noch mehr gefördert wird. Die mit der Zeit im Auspufftopf ſich anſammelnden Rückſtände von unverbranntem Schmieröl, durch die das Innere verſtopft und der Rückdruck auf den Motor vergrößert wird, machen dann und wann eine Reinigung des Topfes erforderlich.

Kühlung. Die bei der Verbrennung des Gasgemiſches im Motor frei werdende Wärme ſetzt ſich, wie ſchon erwähnt, teilweiſe in mechaniſche Arbeit um, ein Teil geht mit den Auspuffgaſen ins Freie und der Reſt tritt in die Zylinderwandungen über. Der letztere Teil dieſer Wärme muß fortwährend abgeführt werden, um ein Glühendwerden der Wandungen und vorzeitiges Verbrennen des Gemiſches zu verhüten. An ſehr kleinen Motoren, wie an Motorfahrrädern, gelingt die Wärmeabfuhr ſchon, wenn der Zylinder mit Kühlrippen verſehen wird, an denen die Luft vorbeiſtreicht und ſo die erhitzten Wandungen abkühlt. Die Zylinder größerer Motoren werden dagegen mit einem Kühlmantel umgeben (Fig. 6), in welchem fortwährend Waſſer zirkuliert, das die in die Wandungen übergetretene Wärme aufnimmt und ſie in einem beſonderen Kühlapparat wieder an die umgebende Luft abgibt. Das rückgekühlte Waſſer wird dem Motor in ſtetem Kreislauf durch eine Pumpe oder wie bei den ſogenannten Thermoſyphonkühlungen lediglich durch den Gewichtsunterſchied der verſchieden erwärmten Waſſerſäule vom Kühler wieder zugeführt. Der Apparat beſteht bei kleineren Wagen aus einer in mehreren Lagen übereinander gebogenen Rohrſchlange, in der das als Zwiſchenträger dienende Waſſer durchfließt, die außen zur Vergrößerung ihrer kühlenden Oberfläche mit aufgeſteckten und gerippten Blechſcheiben verſehen wird. Größere und große Wagen ſind mit ſogenannten Bienenkorbkühlern ausgerüſtet. Dieſelben ſind aus einer großen Anzahl von über- und nebeneinander liegenden Zellen bezw. Röhrchen in dünnem Meſſingblech hergeſtellt, in denen die Luft durchſtreicht, während das Waſſer in feinen Strähnen in den Zellen oder in den von den Röhrchen freigelaſſenen engen Zwiſchenräumen durchfließt. Die Konſtruktion ermöglicht, in kleinem Raum eine große Kühlfläche bei geringem Gewicht unterzubringen. Der Kühler iſt in der Regel vorn auf dem Untergeſtell befeſtigt und bildet zugleich den vorderen Abſchluß für die den Motor überdeckende Haube, die nach hinten gegen die Spritzwand abſchließt. Fig. 14 zeigt einen ſolchen Kühlapparat. Die Kühlfläche iſt aus vielen Röhrchen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zuſammengeſetzt, die an ihren beiden Enden aufgedornt und verlötet werden. Das Ganze iſt mit einer Zarge umgeben, deren Umriß zugleich die Form der Haube beſtimmt, zwei ſeitliche Träger dienen zur Befeſtigung des Kühlers auf dem Rahmen. Zur Unterſtützung der Kühlwirkung wird noch ein Ventilator eingebaut, der entweder direkt hinter dem Kühler ſitzt und mittels Riemens vom Motor angetrieben wird (ſ. Fig 6) oder deſſen Windflügel durch die beſonders geformten Arme des Motorſchwungrades gebildet werden; in beiden Fällen wird die Luft durch die Kühlrohre bezw. Zellen angeſaugt und dadurch ihre Durchſtrömgeſchwindigkeit, die beim langſam fahrenden Wagen unter Umſtänden ungenügend ſein kann, erhöht.

Die Oberfläche der Kühlelemente muß ſo bemeſſen werden, daß ſelbſt bei längeren Bergfahrten in heißer Jahreszeit ein Kochen oder Verdampfen des Waſſers nicht vorkommt. Es darf angenommen werden, daß etwa 35 % der bei der Verbrennung frei werdenden Wärme in die Wandungen der Zylinder übertreten, ſo daß, wenn der Motor 300 g Benzin pro Stunde und Bremspferdekraft verbraucht und der Wärmewert von 1 kg Benzin 10500 Wärmeeinheiten (W.E.) beträgt, der Kühler $10500 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}3 =$ rd. 1100 W.E. pro Pferdeſtärke und Stunde an die Luft abführen muß. An heißen Tagen ſei die Erwärmung der Luft bei ihrem Durchzug durch den Kühler 15° C. Das Gewicht eines Kubikmeters dieſer Luft mit einer mittleren Temperatur von 55° C. beträgt etwa 1,08 kg und die ſpezifiſche Wärme 0,23 W.E., es ſind daher zur Abführung obiger 1100 W.E. $1100 : 15 \cdot 1{,}08 \cdot 0{,}23 =$ rd. 300 cbm Luft erforderlich. Bei mittlerer oder gar raſcher Fahrt tritt die Wirkung des Ventilators gegen den natürlichen Luftzug zurück, die Luft ſtreicht dann nahezu mit der Geſchwindigkeit des Wagens durch den Kühler. Die Summe der freien Durchgangsöffnungen F in Quadratmetern, d i beim Bienenkorbkühler die Summe der Querſchnitte ſämtlicher Kühlröhrchen, folgt aus dieſer Erwägung,

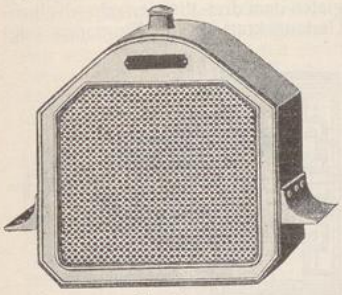


Fig. 14.

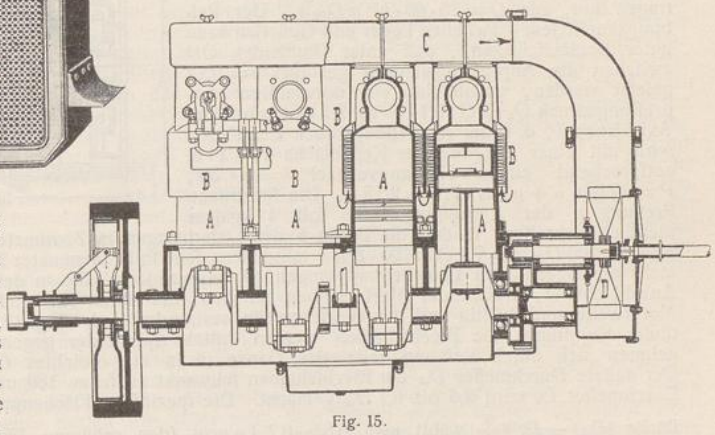


Fig. 15.

wenn mit N die Leiſtung des Motors in Pferdeſtärken und mit V die ſtündliche Geſchwindigkeit des Wagens in Metern bezeichnet wird, zu $F = 300\ N : V$. — Das Kühlwaſſer wird etwa von 90 auf 60° C. abgekühlt, der mittlere Temperaturunterſchied zwiſchen Waſſer und Luft iſt ſomit $90 + 60 : 2 - 55 = 20°$. Der ſtündliche Wärmedurchgang für 1° Temperaturunterſchied in Wärmeeinheiten für 1 qm Kühlfläche kann im Mittel zu $k = 250$ geſetzt werden, womit die Kühlfläche H für 1 PS. ſich ermitteln läßt aus $H = 1100 : 20 \cdot 250 = 0{,}22$ qm. Die Abmeſſungen der Zirkulationspumpe und Rohrleitungen ſind nach der in Umlauf zu ſetzenden Waſſermenge zu wählen, dieſe iſt für 1 PS. und Stunde unter den gemachten Annahmen $1100 : (90 - 60) =$ rd 37 l.

Der mit dieſer Kühlung verbundene Nachteil iſt, daß bei längerem Stillſtand des Motors in kalter Jahreszeit das Waſſer in den Kühlmänteln leicht gefriert, wodurch häufig Zylinderbrüche entſtehen. Man ſucht daher in neuerer Zeit die direkte Luftkühlung auch für größere Motoren wieder einzuführen. Fig. 15 zeigt einen derartigen luftgekühlten Vierzylindermotor amerikaniſchen Urſprungs. Die mit Rippen verſehenen Zylinder A ſind von Blechmänteln B umgeben, die in das Abſaugerohr C münden, das ſeinerſeits an den vom Motor angetriebenen Ventilator D angeſchloſſen iſt. Die Außenluft tritt am unteren Rand der Blechmäntel ein, nimmt beim Aufſteigen an den Zylindern die Wärme von den Kühlrippen auf und wird vom Ventilator abgeſaugt. Bei hinreichend ſtarkem Gebläſe ſoll die Kühlung zufriedenſtellend wirken.

Andrehvorrichtung. Die Inbetriebſetzung des Motors geſchieht faſt allgemein von Hand. Zu dieſem Behufe iſt vorn auf der Verlängerung der Kurbelwelle eine Handkurbel aufgeſteckt, mittels welcher dem Motor einige Umdrehungen erteilt werden. Hierbei ſaugen die Zylinder mit Gemiſch ſich voll, und der Motor ſpringt, wenn Vergaſung und Zündung in Ordnung ſind, ſofort an. Die Nabe der Handkurbel iſt an ihrem einen Stirnende mit Klauen verſehen, die in ein entſprechendes auf der Kurbelwelle befeſtigtes Gegenſtück eingreifen. Nach erfolgtem Andrehen ſchieben ſich die Klauen von ſelbſt auseinander und die Handkurbel bleibt ſtehen. Große Motore mit hoher Kompreſſion ſind ſchwer mit der Handkurbel zu drehen; man läßt deshalb während des Andrehens zunächſt einen Teil des komprimierten Gemiſches entweichen und ſchaltet erſt, wenn der Motor angeſprungen und im vollen Gange iſt, die ganze Verdichtung ein. In neuerer Zeit kommen auch ſelbſttätige Anlaßvorrichtungen mittels komprimierter Luft zur Anwendung. Zu dieſem Zweck wird der Motor mit einer kleinen Luft-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

pumpe ausgerüſtet, welche Luft bis zu einer beſtimmten Spannung in einen Behälter drückt. Beim Anlaſſen tritt die Preßluft durch Rohrleitungen und Ventile vom Behälter nach den Motorzylindern über und erteilt dem Motor einige Umdrehungen, worauf ſich derſelbe Vorgang wie beim Andrehen von Hand vollzieht.

Kupplung. Zwiſchen Motor und Geſchwindigkeits- bezw. Wechſelrädergetriebe iſt eine lösbare Kupplung eingebaut, die vornehmlich den Zweck hat, den Motor beim Wechſeln von dem einen Rädergang auf den andern vorübergehend auskuppeln zu können. Gewöhnlich beſteht ſie aus zwei einfachen ineinander gepreßten Reibkegeln. Fig. 16 zeigt eine nach dieſem Prinzip gebaute Kupplung. Das entſprechend ausgebildete Schwungrad enthält den einen Reibkegel, in welchen der andre mit Leder garnierte Gegenkegel paßt. Den erforderlichen Anpreſſungsdruck übt eine auf der Motorwelle ſitzende axial wirkende Spiralfeder aus. Beim Löſen der Verbindung zwiſchen Motor und Getriebe, dem Entkuppeln, wird durch einen Fußhebel, dem ſogenannten Kupplungspedal, der Innenkegel zurückgezogen; läßt der Druck auf dieſes Pedal nach, ſo ſchiebt die Feder die Kegel wieder ineinander. Bei den Reibkegelkupplungen richtet ſich der Durchmeſſer in der Regel nach der Größe des Schwungrades, deſſen äußerer Durchmeſſer gleich dem drei- bis vierfachen Kolbenhub gemacht wird. Die Umfangskraft Q in Kilogramm folgt dann, wenn D_m in Metern der mittlere Durchmeſſer des Kupplungskegels iſt und N Pferdeſtärken bei n minutlichen Umdrehungen zu übertragen ſind, aus $Q = 75 \cdot 60 \cdot N : n D_m \pi$. Der Reibungskoeffizient ϱ zwiſchen Leder und Gußeiſen kann unter Berückſichtigung, daß unter Umſtänden Oel zwiſchen die Anpreſſungsflächen gelangt, $\varrho = 0{,}14$ geſetzt werden, womit ſich ein notwendiger Anpreſſungsdruck $Q_1 = Q : 0{,}14 =$ rd. $7{,}1\ Q$ ergibt. Der Axialdruck P, d. i. der Anpreſſungsdruck der Feder, wird mit einer Neigung der Kegelfläche von 1 : 6, entſprechend einem Neigungswinkel $\alpha = 9^0\ 30'$, $P = Q\ (\sin\alpha + \varrho \cos\alpha) : \varrho = 2{,}15\ Q$. Die ſpezifiſche Preſſung p der Anpreſſungsfläche ſoll 1 kg/qcm nicht überſchreiten, ſo daß die Breite b des Lederbelages in Zentimetern mit D_m in Metern $b = Q_1 : 100\ D_m \pi = 7{,}1 \cdot Q : 100 \cdot D_m \pi$ mindeſtens fein ſoll. In neuerer Zeit kommen mehr und mehr die ſogenannten Lamellenkupplungen zur Anwendung, die in der Hauptſache aus einer Anzahl ebener, kreisrunder Blechſcheiben beſtehen, die durch Nut und Feder hälftig mit der Motorwelle und hälftig mit der Getriebewelle verbunden ſind. Fig. 17 zeigt die Einrichtung dieſer Kupplung, die Blechſcheiben werden mittels Spiralfeder gegeneinander gepreßt und nehmen ſich durch Reibung mit; das Ganze iſt in ein öldichtes Gehäuſe eingeſchloſſen. Der äußere Durchmeſſer D_a der Blechſcheiben ſchwankt zwiſchen 180 und 220 mm, der innere Durchmeſſer D_i wird 0,6 bis 0,7 D_a gemacht. Die ſpezifiſche Flächenpreſſung p auf die Ringfläche $(D_a^2 - D_i^2)\frac{\pi}{4}$ wählt man 0,55—0,7 kg/qcm (den größeren Wert für den kleineren Scheibendurchmeſſer), der Reibungskoeffizient ϱ kann $= 0{,}15$ geſetzt werden. Unter Einführung eines mittleren Durchmeſſers $D_m = (D_a + D_i) : 2$ wird zunächſt wieder die Umfangskraft Q beſtimmt, und da der Federdruck $P = p\,(D_a^2 - D_i^2)\frac{\pi}{4}$ gegeben iſt, ſo folgt die Anzahl a der Scheiben aus $Q = P \cdot \varrho \cdot a$ zu $a = \frac{Q}{P \cdot \varrho}$. Der Federdruck P und die Scheibenanzahl a iſt indeſſen durch die Forderung begrenzt, daß der Ausſchlag des Fußhebels ſowohl als der auf ihn auszuübende Druck keine für den Fuß des Fahrers unbequeme Größe annimmt. Der Spielraum S zwiſchen den einzelnen entkuppelten Blechſcheiben kann mit 0,3—0,4 mm angenommen werden, der Fußhebeldruck K ſoll 18 kg nicht überſchreiten und der von der Fußplatte beſchriebene Weg l nicht größer als 80 mm ſein. Aus der Arbeitsgleichung $K \cdot l = P \cdot a \cdot s$ wird dann das Produkt $P \cdot a = \frac{K \cdot l}{s}$ mit den obigen Werten $Pa = 4800$ bezw. 3600, im Mittel alſo 4200, wonach die früher aus der Beziehung $\frac{Q}{\varrho} = P \cdot a$ gefundenen Werte von P und a gegebenenfalls durch die Wahl andrer Scheibendurchmeſſer berichtigt werden müſſen. Neben dieſen Kupplungen findet man auch ſolche, die nach dem Prinzip der Band- oder Seilbremſen konſtruiert ſind und bei welchen ein Stahlband ſich in ein- oder mehrmaliger Umſchlingung um den Kupplungskörper der anzutreibenden Getriebewelle legt. Endlich wurden vor Jahren ſchon Verſuche mit magnetelektriſchen und dynamoelektriſchen Kupplungen gemacht, die aber bis jetzt zu keinerlei praktiſchen Ergebniſſen führten. An jeder Kupplung muß der auf der Getriebewelle ſitzende Teil beim Entkuppeln ſtehen bleiben, während der Motor weiterläuft, weil ſonſt ein Wechſeln der Getrieberäder nur ſchwer möglich iſt und die Zähne dieſer Räder ſich an den Stirnſeiten ſehr raſch abnutzen; ferner darf, damit das Anfahren des Wagens ohne Stoß erfolgt, das Einkuppeln ſelbſt, wenn der Fahrer den Fußhebel plötzlich losläßt, nur allmählich erfolgen; die Kupplung muß daher etwas ſchleifen können, ohne durch die hierbei auftretende Erwärmung Schaden zu nehmen.

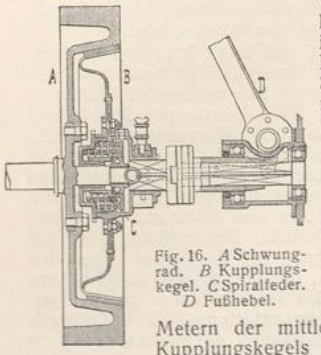


Fig. 16. *A* Schwungrad. *B* Kupplungskegel. *C* Spiralfeder. *D* Fußhebel.

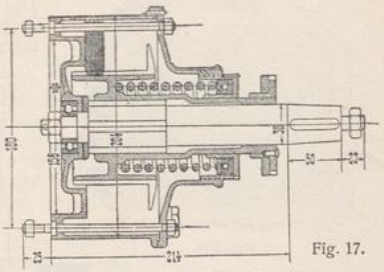


Fig. 17.

Getriebe. Die Arbeitsweise des Motors einerseits und die Wegverhältnisse anderseits bedingen, daß bei annähernd gleichbleibender Tourenzahl des Motors es möglich sein muß, dem Wagen verschiedene Geschwindigkeiten zu erteilen. Von allen zu diesem Zweck bisher gebauten Antrieben hat sich das Zahnräderwechselgetriebe am besten bewährt, und es ist auch fast allgemein eingeführt. Das Getriebe enthält je nach der Größe des Wagens zwei, drei oder vier Sätze Räder, von denen jeweils ein Satz den gegebenen Verhältnissen oder der gewünschten Geschwindigkeit entsprechend in Eingriff gebracht wird. Das Umsteuern des Motors bereitet große konstruktive Schwierigkeiten; man läßt ihn daher der Einfachheit halber immer in der gleichen Richtung umlaufen und versieht dafür das Getriebe neben den verschiedenen Wechselrädern für Vorwärtsgang mit einem Zwischenrad für langsamen Rückwärtsgang, um im Bedarfsfall mit dem Wagen, wie beim Wenden auf schmaler Straße, auch rückwärtsfahren zu können. Die nicht im Eingriff stehenden Räder sind gegen willkürliches Verschieben gesichert. Das Wechseln von einem Gang auf den andern geschieht mittels Gestänges und eines Handhebels, der bei modernen Wagen auf der rechten Rahmenseite im bequemen Bereich des Fahrers angebracht ist. In Fig. 18 ist ein Getriebe mit vier Geschwindigkeiten und einem Rückwärtsgang dargestellt. Bei der größten Geschwindigkeit, dem vierten Gang, läuft die direkt ohne Zwischenschaltung von Zahnrädern gekuppelte Getriebewelle mit der Geschwindigkeit der Motorwelle. Das Ganze ist von einem dichtschließenden Gehäuse umgeben, das zum Teil mit Oel gefüllt wird, um die Reibungsverluste in den Lagern und Zahnrädern und deren Verschleiß nach Möglichkeit zu verringern. Die Uebersetzungsverhältnisse werden etwa wie folgt angenommen. Wagen mit drei Geschwindigkeiten: dritter Gang, weil direkt gekuppelt, gleich der Geschwindigkeit des Motors; zweiter Gang 50—66 % und erster Gang 25–33 % hiervon. — Wagen mit vier Geschwindigkeiten: vierter Gang, direkt gekuppelt, also gleich der Geschwindigkeit des Motors; dritter Gang 70—80 %, zweiter Gang 40—50 % und erster Gang 20—30 % hiervon. Die Entfernung zwischen den beiden Getriebewellen schwankt zwischen 80 und 160 mm für Motore von 5—100 PS. und die Teilung der Zahnräder zwischen 3,5 und 5 π. Da die Räder ohne Spiel laufen, so ist die Zahnstärke gleich der halben Teilung, die Zahnbreite soll mit Rücksicht auf das Verziehen der Räder beim Härten nicht mehr als die fünffache Zahnstärke betragen. — Für die Abmessungen der Zähne ist in erster Linie die Festigkeit maßgebend, die Rücksicht auf Abnutzung tritt bei den im Einsatz gehärteten Rädern mit glasharten Zahnflanken in den Hintergrund. Bei der Berechnung wird angenommen, daß die aus dem Uebersetzungsverhältnis zu ermittelnde Umfangskraft am Zahnkopf angreift und daß nur ein Zahn im Eingriff ist; die größte zulässige Biegungsspannung am Zahnfuß der aus Chromnickelstahl hergestellten Räder kann dann 2500—3000 kg/qcm und darüber betragen. Die Zähne müssen absolut genau geschnitten sein, ebenso dürfen die Räder nach dem Härten weder seitlich schwanken noch unrund laufen. Die Getriebewellen sollen kräftig gehalten und möglichst kurz gelagert sein, Getriebe mit zu schwachen, sich durchbiegenden Wellen gehen nie ruhig, mögen auch die Zahnräder noch so genau sein. Die Kraft wird von der Getriebewelle auf die Hinterachse entweder durch eine starre Welle übertragen, die mit Gelenken versehen ist, um dem Federspiel der Achse folgen zu können (dem sogenannten Cardantrieb, aus Fig. 5 ersichtlich), oder durch Gelenkketten und Kettenräder; die erstere Art ist bei leichten, die zweite, der Kettenantrieb, bei großen und schweren Wagen vorherrschend (s. Fig. 31). Das Wechselgetriebe ist, wenn richtig dimensioniert, zwar durchaus betriebsicher, das starre System der Kraftübertragung zwischen Motor und Wagenräder mit seinen verschiedenen Sätzen von Zahnrädern ist aber nicht ideal zu nennen. Man hat deshalb wiederholt versucht, dieses Getriebe durch andre Uebertragungsarten zu ersetzen. Abgesehen vom Riemenantrieb oder Reibradgetriebe, die sich allenfalls für ganz kleine Wagen eignen, hatten bis jetzt die elektrischen Wagen, bei denen der Benzinmotor eine Dynamomaschine antreibt, die ihrerseits wieder zwei in die vorderen oder hinteren Wagenräder eingebaute Elektromotore speist, in dem Bestreben, einen Ersatz zu schaffen, den größten Erfolg. Der Antrieb erfolgt hier stoßfrei und geräuschlos wie beim elektrischen Wagen, die ganze Einrichtung ist aber ziemlich vielteilig, so daß sie sich nur für größere und teure Wagen eignet.

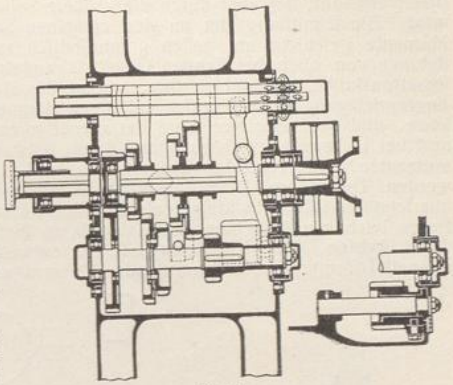


Fig. 18.

Der **Rahmen** bestand bei den ersten Automobilen in Nachahmung der Fahrradrahmen aus Stahlrohren, die durch besondere aufgelötete, aufgeklemmte oder aufgeschrumpfte Muffen und Verbindungsstücke zusammengehalten wurden. Diese Konstruktion findet man nur noch bei einzelnen billigen Wagen; im allgemeinen ist sie heute durch den Rahmen aus gepreßtem Stahlblech mit U-förmigem Querschnitt verdrängt worden. Der gepreßte Stahlblechrahmen kann den auf ihn wirkenden Kräften entsprechend als Träger gleicher Festigkeit ausgebildet werden, gestattet daher eine bessere Ausnutzung des Materials als der Rohrrahmen mit seinem auf die ganze Länge gleichbleibenden Querschnitt. Außerdem ist die Befestigung der einzelnen Teile viel einfacher und solider, wodurch der ganze Rahmen in seiner Gesamtheit widerstandsfähiger wird. Im Hinblick auf die heftigen Erschütterungen, denen der Rahmen unterliegt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

müſſen alle Verbindungen kalt genietet werden. Für die Verbindung der Quer- mit den Längsträgern iſt die Verwendung von getrennten Eckblechen nicht empfehlenswert, die Querträger müſſen vielmehr an ihren Enden ſo ausgebildet ſein, daß am Uebergang in die Längsträger eine genügende Anzahl Nieten eingezogen werden kann. Es bedingt dies zwar einen gewiſſen Blechverſchnitt, der aber durch die größere Solidität des Rahmens wieder reichlich aufgewogen wird. Die Ermittlung der an den einzelnen Stellen der Längsträger auftretenden biegenden Momente geſchieht am beſten graphoſtatiſch mittels Seilpolygons, indem die einzelnen den Rahmen von oben belaſtenden Gewichte angetragen und die von den Federn auszuübenden Reaktionskräfte beſtimmt werden, worauf die Momentenflächen ſich von ſelbſt ergeben. Unter Zugrundelegung einer gewiſſen zuläſſigen Biegungsſpannung, die bis zu 1000 kg/qcm betragen kann, und nach erfolgter Wahl der Blechſtärken, die bei Tourenwagen zwiſchen 3 und 5 mm und bei Laſtwagen zwiſchen 5 und 8 mm ſchwanken, können die den jeweiligen Widerſtandsmomenten entſprechenden Trägerhöhen und Gurtbreiten aus dem Momentenplan ermittelt werden. Der innere Uebergangsradius vom Steg zu den beiden Gurten des [-förmigen Trägerquerſchnittes ſoll nicht kleiner als die Blechſtärke ſein, weil bei noch kleinerer Abrundung der Ecken leicht ein Aufreißen des Materials an dieſer Stelle in der Längsrichtung ſich einſtellt.

Achſen. Die Vorderachſe iſt entweder in Stahl geſchmiedet bezw. gepreßt, mit doppelt-T-förmigem Querſchnitt, oder ſie wird aus Stahlrohr, das zur Erhöhung der Tragfähigkeit teilweiſe oval gepreßt iſt, den großen Durchmeſſer der Ellipſe ſenkrecht ſtehend, hergeſtellt. Maſſiv geſchmiedete Achſen mit rechteckigem Querſchnitt werden ihres unverhältnismäßig großen Gewichtes wegen bei Tourenwagen kaum mehr verwendet. Die beiden Enden der Vorderachſe ſind als Gabeln oder Scharnierköpfe ausgebildet, an die ſich die entſprechend geformten, in ihr drehbaren und die Vorderräder tragenden Achsſchenkel anſchließen (ſ. Fig. 19). Die Schenkel werden mit 2—3 % Neigung nach unten, der ſogenannten Unterachſe in die Achsgabeln eingebaut, ſo daß das Rad durch die auf ihm ruhende Belaſtung fortwährend nach innen gedrängt und dadurch der äußere Abſchluß entlaſtet wird. Für Tourenwagen iſt die Verwendung von Kugellagern allgemein üblich geworden. Man wählt die Lager für die in Frage kommende Belaſtung nach der auf S. 518 zuſammengeſtellten Tabelle aus und unterſucht, ob die hiernach feſtgelegten Durchmeſſer der Achsſchenkel auch die Forderungen der Biegungsfeſtigkeit erfüllen. Die Entfernung der beiden auf dem Achsſchenkel ſitzenden Kugellager voneinander ſoll nicht zu klein gewählt werden, weil bei zu kleinem Abſtand ſich bald ſeitliches Schlagen des Rades einſtellt; zweckmäßig macht man dieſen Abſtand im Verhältnis zum Raddurchmeſſer und zwar 0,11—0,12 von dieſem. Die Biegungsſpannungen in der Achſe und den Achsſchenkeln bewegen ſich, für ruhende Belaſtung gerechnet, in den Grenzen zwiſchen 800 und 1000 kg/qcm.

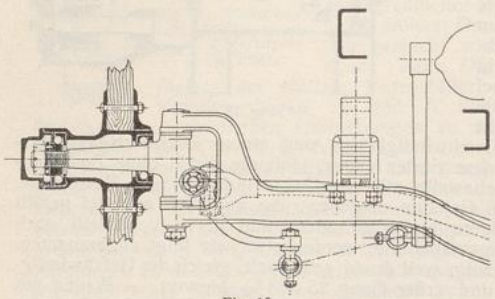


Fig. 19.

Je nachdem der Wagen Cardan- oder Kettenantrieb beſitzt, iſt die Hinterachſe (im erſteren Falle) als Hohlkörper ausgebildet und nimmt neben dem ſogenannten Differentialgetriebe auch die die Kraft auf die Hinterräder übertragenden Differentialgetriebeachſen auf, oder ſie trägt (im zweiten Falle) als einfaches Schmiedeſtück auf ihren Schenkeln nur die beiden Wagenräder, an denen die Kettenräder für den Antrieb befeſtigt ſind. Beim Durchfahren von Kurven und Wegebiegungen müſſen die Wagenräder, den Krümmungsradien der Fahrbahn entſprechend, verſchiedene Geſchwindigkeiten annehmen können. Um den vom Motor gemeinſchaftlich angetriebenen Hinterrädern zu ermöglichen, ihre Geſchwindigkeit den Kurven anzupaſſen, wie es die frei auf den Achsſchenkeln ſich drehenden Vorderräder ohne weiteres tun, iſt zwiſchen die Antriebsachſen ein Differentialgetriebe eingeſchaltet, welches das zwangloſe Vor- oder Nacheilen des einen oder andern Hinterrades geſtattet. Dieſes Getriebe iſt, wie ſchon bemerkt, beim Cardanwagen in der Hinterachſe und beim Kettenwagen zwiſchen den beiden Kettenantriebswellen im Wechſelgetriebegehäuſe eingebaut. Das Weſen des Differentialgetriebes iſt aus Fig. 20 erſichtlich. Die beiden Differentialwellen $A\,A_1$ erhalten ihren Antrieb indirekt von dem Kegelräderpaar $B\,B_1$. An B_1 iſt das die Differentialräder aufnehmende Gehäuſe C angeſchloſſen, deſſen Achſe D durch Zwiſchenſchaltung der Umlaufräder $E\,E_1$ die Differentialräder $F\,F_1$ mitnimmt. Die Räder $F\,F_1$ drehen ſich frei im Gehäuſe C und ſind mit den Achſen $A\,A_1$ gekuppelt. Solange der Widerſtand der beiden Wagenräder gleichgroß iſt, findet keinerlei Bewegung der Räder E und F im Gehäuſe C ſtatt; ſobald aber der Widerſtand auf der einen Seite ſich ändert, führen E und F Relativbewegungen gegeneinander aus und ſchaffen ſo einen vorübergehenden Geſchwindigkeitsausgleich. Das Differential tritt daher nicht nur beim Befahren von Kurven in Tätigkeit, ſondern auch dann, wenn durch die Beſchaffenheit der ſonſt geraden Fahrbahn das eine oder andre Hinterrad mehr oder weniger Widerſtand am Boden findet, wodurch es bei

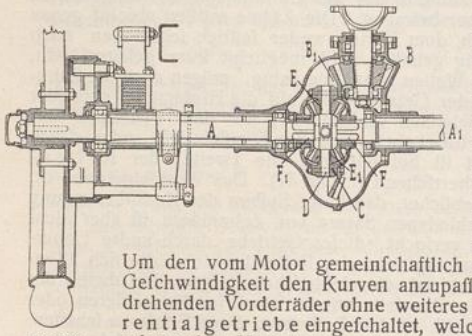


Fig. 20.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

naſſem Wetter das ſo ſehr gefürchtete Schleudern des Wagens fördert. Die Hinterachſe iſt beim Kettenwagen nur auf Biegung beanſprucht. Die Ermittlung der Achsſchenkeldurchmeſſer der auf Kugellager laufenden Räder erfolgt analog dem der Vorderachsſchenkel. Die Schrägſtellung der Schenkel iſt bei der Hinterachſe geringer, nur etwa $1^1/_2$ %, damit die Ebene des auf der horizontalen Vorgelegewelle befeſtigten treibenden Kettenrades nicht zu ſehr von derjenigen des auf dem Achsſchenkel geneigt ſitzenden getriebenen Rades abweicht und das zwangloſe Auf- und Ablaufen der Kette nicht zu ſehr geſtört wird. — Die in der hohlen Hinterachſe laufenden Wellen beim Cardanantrieb ſind auf Biegung und Drehung beanſprucht. Der Hohlkörper, die Cardanbrücke, erleidet Biegungs- und beim Bremſen der Hinterräder auch Drehungsſpannungen. Da die erſteren die Abdichtungsfugen des die koniſchen Räder einſchließenden Gehäuſes zu öffnen ſuchen, ſo wird die Brücke häufig mit einem Sprengwerk in Form einer einfachen Zugſtrebe verſehen. Auf die Neigung der Hinterräder, der Unterachſe, wird beim Cardanantrieb meiſtens verzichtet, weil in dieſem Falle ſtatt des einen Kegelradpaares deren zwei eingebaut werden müſſen und die hierdurch entſtehende Verteuerung des Antriebes in keinem Verhältnis zum erreichten Vorteil ſteht. Das Material der auf zuſammengeſetzte Beanſpruchung zu berechnenden Wellen muß zähe ſein und die Geſamtſpannung ſoll 900 kg/qcm nicht überſteigen. Das nicht abgefederte Gewicht beeinflußt die Federung im ungünſtigen Sinne, die ganze Hinterachſe ſoll daher möglichſt leicht gehalten und die einzelnen Abmeſſungen nur nach den jeweils wirkenden Kräften beſtimmt werden. Die Kegelantrieb- und bei guten Wagen auch die Differentialräder beſtehen aus demſelben Material wie die Wechſelräder, hinſichtlich deren Beanſpruchung und Bearbeitung das dort Geſagte gilt.

Die **Lenkung** des Fahrzeuges geſchieht durch Verſtellen der beiden Vorderräder in bezug auf die Längsachſe des Wagens. Die Lenkvorrichtung ſelbſt beſteht in ihrer einfachſten Form aus den an den Vorderachsſchenkeln befeſtigten Hebeln, die mit dem Lenkſpindelhebel mittels Stangen und Bolzen ſo verbunden ſind, daß je nach der Richtung, nach welcher der Fahrer das auf der Lenkſpindel befeſtigte Handrad dreht, der Wagen nach rechts oder links ausweicht. Die Anordnung des Geſtänges ſoll ſo gewählt werden, daß das Federſpiel der Vorderachſe keinerlei Rückwirkung auf die Lenkung auszuüben vermag. Beim Einſtellen des Lenkgeſtänges werden die Vorderräder vorne etwas enger als hinten geſtellt, weil erfahrungsmäßig bei raſcher Fahrt des Wagens die Achſe mit Lenkſchenkeln und Hebeln durch den Widerſtand, den die Räder am Boden finden, nach rückwärts gebogen werden. Die Stellung der Räder während der Fahrt iſt demnach von derjenigen am ſtillſtehenden Wagen verſchieden, und es hat dieſes ſogenannte Vorachsgeben, welches etwa 1 % vom Raddurchmeſſer betragen kann, den Zweck, die Räder bei höchſter Geſchwindigkeit, alſo gerade dann, wenn der Fahrbahnwiderſtand am größten und die Lenkung am ſchwierigſten iſt, wieder in die parallele Lage zueinander zu bringen. Um Stöße in der Lenkung, wie ſie bei den Unebenheiten der Straßen unvermeidlich ſind, vom Fahrer abzuhalten, wird die Lenkſpindel mit ſelbſthemmendem Gewinde verſehen. Fig. 21 zeigt dieſen Teil der Lenkung; die in dem öldichten Gehäuſe eingeſchloſſene Spindel *A* mit dreigängigem Gewinde trägt die Mutter *B*, die von den Gabeln des Lenkhebels *C* mittels Zapfen und Gleitſtücken umſchloſſen wird; beim Drehen der Spindel ſchiebt ſich die Mutter auf und ab und bewegt ſo den Hebel nach vor- oder rückwärts.

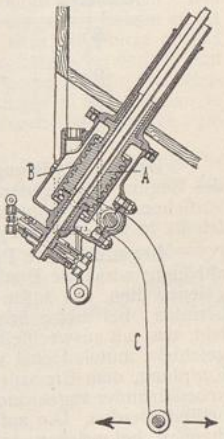


Fig. 21.

Das Geſamtüberſetzungsverhältnis zwiſchen dem an den Vorderrädern in der Radebene angreifenden Widerſtand und der vom Fahrer am Handrad aufzuwendenden Kraft iſt je nach der Größe des Wagens 1 : 8 bis 1 : 15. Der Durchmeſſer des Lenkrades ſchwankt zwiſchen 350 und 450 mm. Gewöhnlich bedient der Fahrer die Lenkung nur mit einer Hand, der linken, und nur im Notfalle mit beiden, die einzelnen Teile der Vorrichtung müſſen für dieſen Fall ſo kräftig gehalten ſein, daß ſie eine am Handrad angreifende Umfangskraft von 30 kg mit Sicherheit und ohne bleibende Deformation übertragen können.

Die **Wagenräder** der Automobile verlangen beſondere Sorgfalt in der Herſtellung und Auswahl der hierzu verwendeten Materialien. Die Nabe iſt Stahl, bei kleinen und billigen Wagen auch Stahlguß; zu den Speichen und der Felge muß beſtes und zäheſtes Holz verwendet werden. Der Felgenkranz beſteht durchgehends aus zwei im Halbkreis gebogenen Bügeln, in welchen die Speichen verzapft ſind. Da das Rad nicht nur ſenkrecht zur Nabe, ſondern auch ſeitlich beanſprucht wird, wie beim Anfahren an Bordſteine, ſo erhalten die Speichen eine geringe Neigung im Rad, den Sturz. Die Speichen liegen hierbei auf einem Kegelmantel mit der Spitze nach innen in der Achsmitte; auf dieſe Weiſe wird das Rad ſeitlich verſteift und iſt gegen Stöße, die parallel zur Achſe auftreten, widerſtandsfähiger. Räder mit Drahtſpeichen, wie ſie bei Fahrrädern üblich ſind, haben ſich nicht bewährt. Als Bereifung findet man bei den Tourenwagen faſt nur noch den Pneumatik- oder Luftkiſſenreifen, der mit zunehmender Geſchwindigkeit der Fahrzeuge alle andern Bereifungsarten nach und nach verdrängte. Ueber die Holzfelge wird hierbei eine dem aufzuziehenden Gummireifen entſprechend profilierte Reifenfelge aus Stahl geſchrumpft, die zur Befeſtigung des Reifens dient und zugleich dem Rad den nötigen Zuſammenhalt gibt. Die zu Anfang verwendeten Vollgummireifen kommen nur noch bei ſchweren und langſam fahrenden Omnibuſſen und Laſtwagen zur Verwendung. Die Luftkiſſenreifen

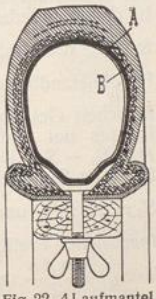


Fig. 22. *A* Laufmantel. *B* Luftſchlauch.

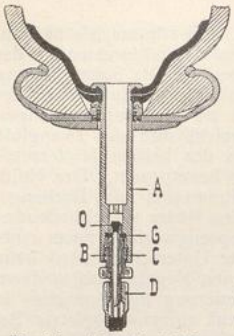


Fig. 23. *A* Ventilgehäuse. *B* Ventilſitz. *C* Ueberwurfmutter. *D* Schutzkappe. *G* Dichtungsring. *O* Ventilkegel.

oder Pneumatiks (ſ. Fig. 22) beſtehen aus dem inneren Luftſchlauch und dem äußeren Laufmantel oder der Decke. Der aus reinem Gummi beſtehende Schlauch erhält ein durch die Radfelge gehendes, ſelbſttätig ſchließendes Ventil (Fig. 23), durch welches er mittels einer kleinen Handpumpe mit Luft auf die erforderliche Preſſung von 4—6 Atmoſphären aufgepumpt wird. Der ebenfalls aus Gummi mit verſteifenden Leinwandeinlagen hergeſtellte Mantel erhält ſeitliche Wulſte, die ſich in das Profil der Stahlfelge legen und beim Aufpumpen des Schlauches ſich feſt in dieſe preſſen. Außerdem wird der Mantel noch durch einige Schrauben mit Flügelmuttern am Umfang des Rades befeſtigt.

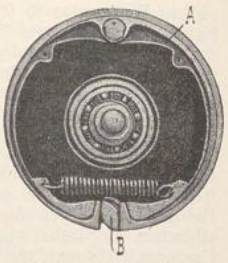


Fig. 24. *A* Bremsband. *B* Druckdaumen.

Die Pneumatiks werden in verſchiedenen Größen hergeſtellt. Nachſtehende Tabelle gibt für einige Profile die Tragfähigkeit pro Rad in Kilogramm und die zuläſſige ſtündliche Höchſtgeſchwindigkeit in Kilometern an.

Profil in Millimetern	Tragfähigkeit kg	Höchſtgeſchwindigkeit km	Aeußerer Laufmanteldurchmeſſer in Millimetern		
65	170	40	650	700	750
75	220	50	700	750	800
90	400	60	760	810	840
105	500	75	815	850	875
120	550	90	850	880	920
125	650	über 90	850	880	920

Zur Verminderung des bereits erwähnten Schleuderns werden ein oder mehrere Räder des Wagens mit ſogenannten Gleitſchutzreifen verſehen, deren Mäntel mit über die Lauffläche vorſtehenden Nietköpfen verſehen ſind, die ſich nach Art der mit Nägeln beſchlagenen Bergſchuhe in den weichen Grund der Fahrbahn eindrücken.

Bremſen. Die Polizeibehörden ſchreiben für jeden Motorwagen zwei voneinander unabhängig wirkende Bremsſyſteme vor; hiervon ſitzt das eine auf der Getriebe- oder den Vorgelegewellen, das andre auf den Hinterrädern. Die Getriebebremſen ſind meiſtens Außenbandbremſen, bei denen ſich um die auf der Welle befeſtigte Trommel aus Stahlguß ein Stahlband legt, das mit auswechſelbaren gußeiſernen Segmenten garniert iſt. Die Betätigung dieſer Bremſen geſchieht mittels Hebel und Geſtänge, die beim Niederdrücken eines Fußhebels, ähnlich dem der Kupplung, dem Bremspedal, das Bremsband anziehen. Bremspedal und Kupplungspedal ſind ſo nebeneinander angeordnet, daß die Kupplung vom linken, die Bremſe vom rechten Fuß des Fahrers bedient werden. Die auf den Hinterrädern ſitzenden Bremſen ſind der Mehrzahl nach Innenbandbremſen, bei welchen ein aufgeſchnittener Metallring mittels Kniehebels oder Daumens (ſ. Fig. 24) gegen den inneren Umfang der mit der Radnabe feſt verbundenen oder mit dem Kettenrad aus einem Stahlgußſtück beſtehenden Bremstrommel gepreßt wird. Die Bremſe wird vom Fahrer durch einen Handhebel bedient, der ſich neben dem Wechſelhebel befindet, und führt den Namen Handbremſe zum Unterſchied von der auf der Getriebewelle ſitzenden und durch Pedal betätigten Fußbremſe. Das Geſtänge für die Bedienung der Hinterradbremſen und ſofern am Getriebe mehr als eine Bremſe ſitzen, auch dort, muß mit einer Ausgleichvorrichtung verſehen ſein, damit beim Anziehen der Bremſen, der Schleudergefahr wegen, unter allen Umſtänden die Bremswirkung überall gleichmäßig und gleichzeitig auftritt. Fuß- und Handbremſe ſollen jede für ſich imſtande ſein, die Hinterräder ſo feſtzuhalten, daß dieſe nötigenfalls auf mäßig trockener Straße mit dem Wagen weiterſchleifen müſſen. Der Reibungskoeffizient zwiſchen Pneumatikreifen und mitteltrockener Straße kann = 0,5 geſetzt werden, womit der am äußeren Umfang der Hinterräder wirkende Bremswiderſtand gleich der halben Belaſtung der Hinterachſe wird. Iſt Q die Belaſtung dieſer Achſe in Kilogramm und D der äußere Durchmeſſer der Hinterräder, ſo wird die Umfangskraft P an den Bremstrommeln vom Durchmeſſer d_r bezw. d_g $P_r = \frac{Q \cdot D}{d_r \cdot 2}$ für die Handbremſen und $P_g = \frac{Q \cdot D}{d_g \cdot 2} \eta$ für die Getriebebremſen mit η = Ueberſetzungsverhältnis zwiſchen Getriebewelle und Hinterachſe. Sind S_1 und S_2 die Zugkräfte an den Enden des Bandes bei Außenbremſen bezw. Druckkräfte auf die Ringenden bei Innenbremſen, ſo iſt $P = S_2 - S_1$. Der Umſchlingungsbogen iſt bei Außenbremſen etwa 270° und bei Innenbremſen für jede Ringhälfte 170°. Für dieſe Werte wird im erſteren Falle $S_2 = 2{,}2\ S_1$, $S_1 = 0{,}83\ P_g$, $S_2 = 1{,}83\ P_g$ und im zweiten Fall $S_2 = 1{,}76\ S_1$, $S_1 = \frac{1{,}33\ P_r}{2}$, $S_2 = \frac{2{,}33\ P_r}{2}$. Die größte ſpezifiſche Preſſung p auf die Bandoberfläche von der Breite b folgt aus der Beziehung $2 \cdot S_2 \cdot \frac{\sin d\alpha}{2} \cong S_2\, d\alpha = \frac{d}{2} \cdot b \cdot p \cdot d\alpha$ mit $p = \frac{2\, S_2}{d \cdot b}$. Der Bremsweg s in Metern, den ein Fahrzeug vom Gewicht G in Kilogramm und der ſekundlichen Geſchwindigkeit v in Metern

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

nach erfolgtem Anziehen der Bremſen in der Ebene noch zurücklegen wird, ergibt ſich unter den früheren Annahmen aus $\frac{Q \cdot s}{2} = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{2}$ zu $s = \frac{G \cdot v^2}{g\,Q}$. Ein Fahrzeug von 1650 kg Gewicht und 40 km ſtündlicher Geſchwindigkeit, alſo $v = 11{,}1$ m, deſſen Hinterachſe mit 1050 kg belaſtet iſt, würde demnach vom Beginn der Bremswirkung bis zu ſeinem Stillſtand noch einen Weg $s = \frac{1650 \cdot 11{,}1^2}{1050 \cdot 9{,}81} \cong 20$ m zurücklegen. Beträgt der Raddurchmeſſer 810 mm und der Durchmeſſer der auf dieſen Rädern ſitzenden Bremstrommeln 300 mm, ſo wird $P_r = \frac{1050 \cdot 81}{2 \cdot 2 \cdot 30} = 710$ kg pro Rad bezw 315 kg pro Ringhälfte. Der Druck auf die Flanken der Bremsdaumen (ſ. Fig. 24) iſt für beide Räder zuſammen $= (1{,}33 + 2{,}33) \cdot 2 \cdot 315 = 2600$ kg; übt daher der Fahrer einen Zug von 50 kg am Handhebel aus, ſo muß in dem Bremsgeſtänge ein Ueberſetzungsverhältnis von $50 : 2600 = 1 : 52$ vorhanden ſein. Der größte Flächendruck p auf den 5,5 cm breiten Bremsring iſt $p = \frac{2}{30} \cdot \frac{2{,}33 \cdot 315}{5{,}5} = 10$ kg/qcm. Die Fußbremſe an dieſem Wagen hat einen Trommeldurchmeſſer von 180 mm. Da $\eta = 1/4$ iſt, wird $P_g = \frac{1050 \cdot 81}{2 \cdot 4 \cdot 18} = 590$ kg. Der Zug S_1 im Bremsband iſt $0{,}83\,P_g = 490$ kg und die Ueberſetzung im Bremsgeſtänge mit max. 50 kg Fußdruck $= 50 : 490 \cong 1 : 10$. Die Breite des Bremsbands iſt 6,5 cm, ſo daß der größte Flächendruck $p = \frac{2}{18} \cdot \frac{1{,}83 \cdot 590}{6{,}5} = 18{,}5$ kg/qcm wird.

Bergſtütze. Für jeden Motorwagen iſt polizeilich eine Bergſtütze vorgeſchrieben, zum Zwecke, den Wagen bei Bergfahrten und möglichem Verſagen der Bremſen aufzuhalten. Die Stütze wird am beſten aus einem Stahlrohr hergeſtellt, das einerſeits ein Auge mit Bolzen erhält und drehbar am Wagenrahmen aufgehängt wird. Während der Fahrt wird die Stütze mittels Drahtſeils hochgezogen und durch Ring und Haken gehalten. Statt der Bergſtützen verwendet man auch Geſperre mit Sperrad und Klinke; es iſt indeſſen verkehrt, das Geſperre auf die Getriebewelle zu ſetzen, weil bei Kettenbruch ſeine Verwendung aufhört. Richtiger iſt ſein Einbau in die Hinterräder, damit man in jedem Falle in der Lage iſt, den Wagen durch das Geſperre zum Stehen zu bringen.

Federn. Die große Fahrgeſchwindigkeit der Automobile verlangt eine vorzügliche Federung des Wagenrahmens. Dieſe hat nicht nur großen Einfluß auf den ruhigen Gang des

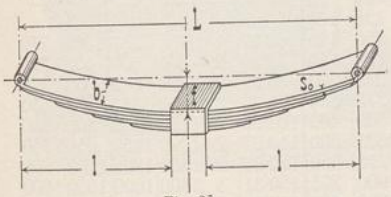


Fig. 25.

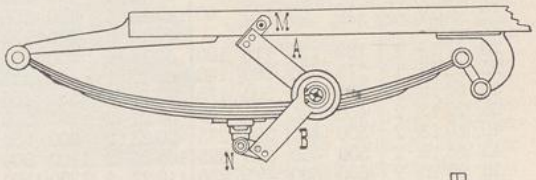


Fig. 26.

Fahrzeuges, ſondern auch auf den Kraftverbrauch des Motors, inſofern als alle auf der unebenen Fahrbahn auftretenden Stöße, Beſchleunigungs- und Hebearbeiten der Wagenmaſſen, einen Teil der Motorleiſtung aufzehren bezw. die Geſchwindigkeit des Wagens vermindern. Als Federn werden ausſchließlich Blattfedern verwendet, die auf den Radachſen befeſtigt und mit dem Rahmen durch Gehänge gelenkig verbunden ſind. Beim rechneriſchen Verfolg des Federſpiels, unter Berückſichtigung der Maſſenwirkung des Fahrzeuges und dem Verſuch, die günſtigſten Federabmeſſungen hieraus abzuleiten, ſtößt man auf Schwierigkeiten, die ohne vereinfachende Annahmen nicht zu überwinden ſind. Man behilft ſich daher bei der Federberechnung in der Weiſe, daß die Länge und Blattbreite angenommen und die Anzahl der Blätter und ihre Dicken nach der von der Feder am ſtillſtehenden Wagen zu tragenden Laſt auf Biegung berechnet werden. Je länger die Feder wird, deſto weicher und nachgiebiger wird ſie gegen Stöße ſein; die Breite der Blätter muß in einem gewiſſen Verhältnis zur Belaſtung ſtehen, bei zu ſchmalen Blättern wird die Geſamthöhe der Feder zu hoch und infolgedeſſen dieſe zu ſteif; iſt die Breite zu groß, ſo erhält die Feder zu wenig Blätter und verliert dadurch ebenfalls an Nachgiebigkeit. Bedeutet L die Länge der einfachen Blattfeder von Mitte zu Mitte Bolzenauge in Zentimetern (ſ. Fig. 25) und P die auf ihr ruhende Laſt in Kilogramm, ſo erhält man mit $L = 14{,}5 \sqrt[3]{P}$ für Vorderfedern bezw. $L = 16 \sqrt[3]{P}$ für Hinterfedern durchaus brauchbare Abmeſſungen. Die Blattbreite b ſchwankt zwiſchen 0,04 und 0,045 L. Die Sprengung oder Pfeilhöhe f der belaſteten Feder wechſelt zwiſchen 0,8 bis 1,1 b, zu große Sprengung macht die Feder unnötig ſteif. Das die Bolzenaugen tragende Hauptblatt iſt das ſtärkſte; ſeine Dicke s_0 beträgt 0,15—0,18 b, nach unten werden die Blätter ſchwächer, derart, daß die Dicke des unterſten nur noch 0,6—0,7 s_0 ausmacht. Das biegende Moment M_b in der Feder hat an der Einſpannſtelle den Wert $M_b = \frac{P \cdot l}{2}$, das Widerſtandsmoment iſt $W = \left(s_0^3 + s_1^3 + s_2^3 + \ldots s_n^3\right) \frac{b}{6\,s_0}$, ſomit die größte

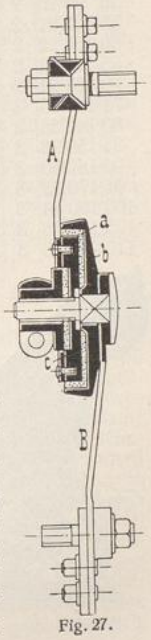


Fig. 27.

Biegungsſpannung, d. i. im oberſten Blatt, $k_b = \frac{M_b}{W}$. Mit Rückſicht auf die beim unvorſichtigen Ueberfahren der in den Dorfſtraßen zuweilen angelegten Waſſerrinnen auftretenden ſtarken Stöße ſollte k_b nicht höher als 4000—4500 kg/qcm gewählt werden. Die rechneriſche Ermittlung der Pfeilhöhe aus $f = \frac{P \cdot l^3}{4 J E}$ als Dreiecksfeder kann ſehr ſtark beeinflußt werden durch die Art der Ausführung der Feder; man tut daher wohl daran, ſie vor dem Einbau in den Wagen durch direkte Belaſtung zu prüfen. Zur Dämpfung der Federſchwingungen und zum Schutz gegen Federbrüche werden zuweilen Federdämpfer angewendet. Einen ſolchen Dämpfer nach Patent Truffault zeigt Fig. 26 in ſeiner Anordnung am Wagen, während Fig. 27 die Einzelheiten in vergrößertem Maßſtabe wiedergibt. Seine Wirkung beruht darauf, daß das gemeinſchaftliche Gelenk der beiden Arme *A* und *B*, wovon der eine mit dem Rahmen, der andre mit der Radachſe beweglich verbunden iſt, das Federſpiel durch die zwiſchen den Scheiben *a*, *b* und *c* auftretende Reibung hemmt bezw. dämpft.

Lager. Die Achſen und Wellen der Automobile laufen zur Verminderung der Reibungswiderſtände faſt ſämtlich auf Kugellagern (ſ. Fig. 16—20). Die gehärteten, aus beſtem Gußſtahl beſtehenden Kugeln ſind zwiſchen zwei Laufringen aus demſelben Material gehalten und rollen in ihnen; der innere Ring ſitzt feſt auf der Achſe, während der äußere faſt, aber verſchiebbar in die Nabe bezw. das Gehäuſe eingepaßt iſt. Die Lager beſitzen, wenn ſorgfältig hergeſtellt und nicht überlaſtet, bei geringer Wartung eine große Lebensdauer. Für die Kurbelwellen der Motore haben ſie ſich indeſſen nicht bewährt; man iſt hierfür vielmehr wieder zu

Serie I								Serie II							Serie III						
Innerer Durchmeſſer	Aeußerer Durchmeſſer	Breite der Ringe	Abrundungsradius	Zuläſſige Belaſtung in kg bis zu Umdrehungen pro Minute				Aeußerer Durchmeſſer	Breite der Ringe	Abrundungsradius	Zuläſſige Belaſtung in kg bis zu Umdrehungen pro Minute				Aeußerer Durchmeſſer	Breite der Ringe	Abrundungsradius	Zuläſſige Belaſtung in kg bis zu Umdrehungen pro Minute			
d	*D*	*B*	*r*	150	300	500	1000	*D*	*B*	*r*	150	300	500	1000	*D*	*B*	*r*	150	300	500	1000
10	32	9	0,5	90	70	60	50	35	11	1	100	90	80	65	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	37	12	1	125	100	90	75	—	—	—	—	—	—	—
15	37	10	0,5	110	85	75	60	42	13	1	180	150	125	100	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	47	14	1	240	175	150	125	62	17	1	450	350	300	270
20	47	14	1	180	125	115	100	52	15	1	300	225	175	150	72	19	2	600	500	400	325
25	52	15	1	275	200	180	140	62	17	1	450	325	275	220	80	21	2	800	640	500	425
30	62	16	1	320	240	200	175	72	19	2	550	450	375	300	90	23	2	950	750	650	550
35	72	17	2	450	325	275	225	80	21	2	725	570	500	400	100	25	2	1150	950	800	650
40	80	18	2	500	400	350	275	90	23	2	900	750	625	500	110	27	2	1300	1150	950	750
45	85	19	2	550	450	375	325	100	25	2	1100	900	775	650	120	29	2	1550	1300	1100	900
50	90	20	2	600	500	425	350	110	27	2	1300	1100	900	725	130	31	3	1800	1600	1300	1000
55	100	21	2	800	600	500	400	120	29	2	1500	1200	1000	800	140	33	3	2300	1800	1650	1400
60	110	22	2	900	650	575	450	130	31	2	1600	1300	1100	900	150	35	3	2400	2000	1750	1500
65	120	23	2	1000	800	725	550	140	33	3	2000	1600	1350	1100	160	37	3	2700	2500	2100	1600
70	125	24	2	1200	1000	850	700	150	35	3	2300	1900	1600	1250	180	42	3	3200	2600	2200	1800
75	130	25	3	1300	1100	900	750	160	37	3	2550	2225	2000	1700	—	—	—	—	—	—	—
80	140	26	3	1400	1200	1000	800	170	39	3	2800	2450	2100	1800	200	48	3	3800	3300	2600	2200
85	150	28	3	1600	1300	1150	950	180	41	3	3300	2800	2275	2000	—	—	—	—	—	—	—
90	160	30	3	1850	1600	1400	1100	190	43	3	3600	3000	2500	2250	225	54	3	4900	4400	3500	2700
95	170	32	3	2000	1700	1500	1250	200	45	3	4200	3300	2800	2500	—	—	—	—	—	—	—
100	180	34	3	2400	2000	1600	1400	215	47	3	4500	3600	3000	2700	265	60	3	6500	5400	4500	3800
105	190	36	3	2650	2250	2000	1700	225	49	3	5100	4000	3500	3000	—	—	—	—	—	—	—
110	200	38	3	2800	2500	2200	1800	240	50	3	6000	4600	3800	3200	—	—	—	—	—	—	—



Fig. 28.

den gewöhnlichen Gleitlagern in Weißmetallausguß zurückgekehrt. — Die Kugellager werden von den Spezialfabriken für ein und dieſelbe Bohrung oder den inneren Durchmeſſer *d* in drei verſchiedenen äußeren Durchmeſſern *D* und Breiten *B* hergeſtellt, wie die vorſtehende Tabelle zeigt.

Wagenaufbau (Karoſſerie). Dieſer Zweig umfaßt die Stellmacher-, Sattler- und Lackiererarbeiten und bildet eine Induſtrie für ſich oder wird zum Teil von den Automobilfabriken ſelbſt betrieben. Man unterſcheidet hier zwiſchen offenen und geſchloſſenen Wagen; die erſteren werden meiſtens als Doppelphaethon (ſ. Fig. 28) ausgeführt und erhalten dann häufig ein abnehmbares Ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

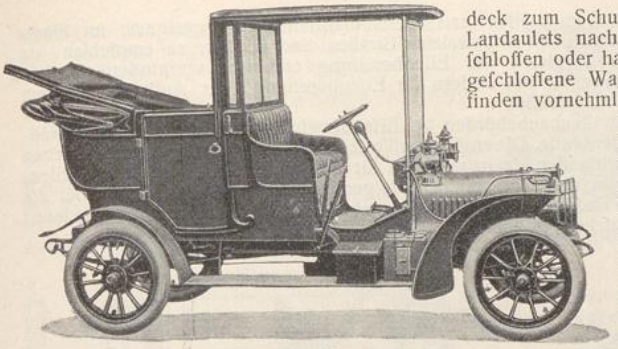


Fig. 29.

deck zum Schutz gegen Regen und Schnee. Landaulets nach Fig. 29 können entweder geſchloſſen oder halboffen gefahren werden. Ganz geſchloſſene Wagen, die Limouſinen (Fig. 30), finden vornehmlich für den Stadtverkehr Verwendung, ſie eignen ſich aber auch in der kälteren Jahreszeit für längere Ueberlandfahrten. Zuweilen wird bei ihnen der obere Teil zum Abheben eingerichtet; dieſe Einrichtung iſt indeſſen nur bei ganz ſorgfältiger Ausführung zu empfehlen, da leicht ein Verziehen von Ober- und Unterteil eintritt, wodurch das Abnehmen bezw. Wiederaufſetzen erſchwert, wenn nicht ganz unmöglich gemacht wird.

Der Wagenkaſten beſteht aus einem Gerippe von zähem Holz, das außen mit Blech (Aluminium, Kupfer oder Eiſen) beſchlagen oder mit dünnen Brettern verſchalt wird; das Gerippe wird innen ausgepolſtert und mit Leder oder Tuch überzogen, die Außenwand erhält nach mehrmaligem Spachteln und Schleifen einen guten Lackanſtrich.

Die heftigen Erſchütterungen, denen die Fahrzeuge bei großer Geſchwindigkeit ausgeſetzt ſind, in Verbindung mit dem unvermeidlichen Straßenſchmutz und -ſtaub ſtellen an den Wagenbauer die höchſten Anforderungen; der Stellmacher darf am Rohbau nichts vernachläſſigen, Türen und Fenſter müſſen gut und dicht ſchließen, die Lackierung muß mit den beſten Materialien ausgeführt werden, wenn anders der Wagen bei dem vielen unumgänglichen Abwaſchen dauernd ſchön ausſehen ſoll. Die Kiſſen und Lehnen dürfen weder zu hart noch zu weich gepolſtert werden, das verwendete Leder oder Tuch muß von beſter Beſchaffenheit ſein, minderwertiges Material oder mangelhafte Polſterarbeit werden ſchon nach den erſten Ausfahrten entdeckt. Verſchiedene Luxuswagenbauer für Pferdebeſpannung haben deshalb den bereits angefangenen Bau von Karoſſerien für Automobile wieder aufgegeben, weil eben die Anforderungen hier ganz andre als dort ſind und ſie der Schwierigkeiten nicht Herr werden konnten.



Fig. 30.

Ueber die Leiſtungen der Motoren, Wagengewichte und Wagengeſchwindigkeiten laſſen ſich keine allgemein gültigen Angaben machen, da die einzelnen Konſtruktionen ziemlich voneinander abweichen. Für mittlere Verhältniſſe und offene normale Tourenwagen kann die nachſtehende kleine Tabelle gelten:

Wagenſtärke in PS.	Anzahl der Zylinder	Zylinderdurchmeſſer mm	Kolbenhub mm	Wagengewicht kg	Geſchwindigkeit in der Ebene km/Stunde	Benzinverbrauch pro 100 km Fahrt Liter
20	4	100	110	1100	65	16
30	4	110	130	1350	75	20
45	4	125	150	1600	85	26

Laſtwagen. Zum Transport von Laſten und Gütern werden beſonders kräftige, langſamfahrende Laſtwagen gebaut, die bis zu 5000 kg Tragfähigkeit bei einer Geſchwindigkeit von 15—18 km/Stunde beſitzen. Am Untergeſtell findet man dieſelben Teile wie beim Tourenwagen, ſelbſtredend den wirkenden Kräften entſprechend ſtark gehalten; der Antrieb auf die Hinterräder geſchieht faſt immer durch Gelenkketten, weil die nötige Ueberſetzung ins Langſame ſich einfacher als beim Cardanantrieb durchführen läßt. Eine Ausnahme hiervon macht die Konſtruktion von Daimler, Zweigniederlaſſung in Marienfelde, bei welcher auf den Hinterrädern große Innenzahnkränze befeſtigt ſind, die von kleinen, auf der Vorgelegewelle ſitzenden Ritzeln angetrieben werden. Der Antrieb der Hinterachſe mittels Schaltwerkes, wie ihn R. Hagen ſeinerzeit einführte, iſt, weil er nicht befriedigte, inzwiſchen wieder von der Bildfläche verſchwunden. Für die Rentabilität des Laſtwagenbetriebes iſt die Bereifung der Räder von einſchneidender Bedeutung. Räder mit gewöhnlichen Eiſenreifen übertragen alle Erſchütterungen trotz der Abfederung auf das Untergeſtell und den geſamten Wagen, der Verſchleiß wird daher größer ſein als bei Rädern mit Vollgummireifen, die infolge ihrer Elaſtizität die Stöße mehr vom Wagen fernzuhalten vermögen. Ihre Abnutzung iſt auf Landſtraßen aber ganz erheblich,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und es ſind aus dieſem Grunde Gummireifen für Ueberlandfahrten wenig geeignet; im Stadtverkehr dagegen mit gutem Pflaſter oder eingewalzten Straßen ſind ſie ſehr zu empfehlen, da die Koſten für Reparaturen im Vergleich zur Eiſenbereifung erheblich vermindert werden. Fig. 31 zeigt ein Laſtwagenuntergeſtell mit Rädern für Eiſenbereifung, der Aufbau wird dem jeweiligen Zweck entſprechend ausgebildet.

Meiſtens verlangen die Straßenbaubehörden bei Eiſenbereifung für einen gegebenen Raddruck eine beſtimmte Mindeſtreifenbreite. Die engliſchen Vorſchriften berückſichtigen hierbei neben dem Raddruck auch den Raddurchmeſſer, da naturgemäß für die Auflagefläche außer der Reifenbreite auch der Raddurchmeſſer in Frage kommt. Die folgende Tabelle gibt Aufſchluß über die zuläſſigen Höchſtbelaſtungen pro Rad in Kilogramm bei gegebener Reifenbreite und verſchiedenen Raddurchmeſſern nach den engliſchen Vorſchriften.

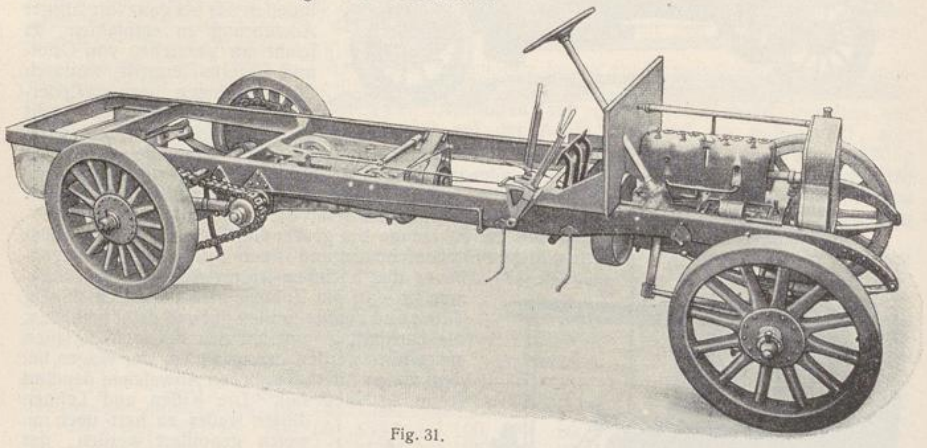


Fig. 31.

Reifenbreite in mm	Belaſtung bei einem Raddurchmeſſer von								
	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400 mm
100	1000	1150	1300	1450	1600	1700	1800	1900	2000 kg
125	1300	1500	1650	1800	1900	2000	2100	2200	2300 kg
150	1600	1800	2000	2200	2300	2400	2500	2600	2700 kg
175	1900	2100	2300	2450	2600	2750	2900	3050	3200 kg
200	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3350	3500	3650 kg
225	2450	2790	3000	3250	3500	3650	3800	3900	4000 kg
250	2700	000	3300	3560	3800	4000	—	—	— kg

Mit geringen Aenderungen werden die Untergeſtelle von Motorlaſtwagen auch für Motoromnibuſſe verwendet. Kleinere Omnibuſſe mit verhältnismäßig geringerem Gewicht werden mit beſonders ſtarken Luftkiſſenreifen verſehen, die Räder ſchwerer Fahrzeuge erhalten dagegen maſſive Gummireifen und zwar die Vorderräder einfache, die Hinterräder, der größeren Belaſtung wegen und zur Verminderung des Schleuderns, Doppelreifen. Statt der Holzräder werden mit dieſer Bereifung vielfach Räder in Stahlguß angewendet. Es ſcheint aber, daß ſie nur auf den glatten Straßen der Städte vollauf befriedigen, auf holperigen Landſtraßen dagegen nicht ſelten Speichenbrüchen ausgeſetzt ſind. Einen Anhalt für die zuläſſige Belaſtung von Vollgummireifen in den gebräuchlichſten Profilen und Durchmeſſern gibt die untenſtehende Tabelle:

Profil zugleich Reifenbreite in mm	Tragfähigkeit in kg	Aeußerer Durchmeſſer der Reifen in mm			
55	300	730	750	800	850
65	400	750	800	850	900
75	550	800	860	900	950
90	700	810	875	920	950
100	900	820	900	1000	1050
125	1250	950	1000	1050	1100
150	1750	1000	1050	1200	1300

Der Motoromnibusbetrieb hat ſich in den letzten Jahren mächtig entwickelt. Außer den Omnibuslinien in Großſtädten, die teilweiſe neben den Straßenbahnen verkehren, ſind vornehmlich die ins Leben gerufenen Linien auf dem Lande, die entlegene Ortſchaften unter ſich und mit der nächſtgelegenen Bahnſtation verbinden, von Bedeutung. Nicht ſelten wird dieſen Linien auch der Poſtverkehr übertragen, wodurch ihnen von vornherein eine gewiſſe Einnahme ſichergeſtellt iſt. Einen Omnibus dieſer Art zeigt Fig. 32. Der Führerſitz iſt zum Schutz gegen Unwetter ganz geſchloſſen; das geräumige Wageninnere iſt gut ventiliert, bei heißem Wetter

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

können die Fenſter ganz heruntergelaſſen werden, oben auf dem Wagenkaſten iſt eine Galerie zur Aufnahme von Gepäckſtücken vorgeſehen.

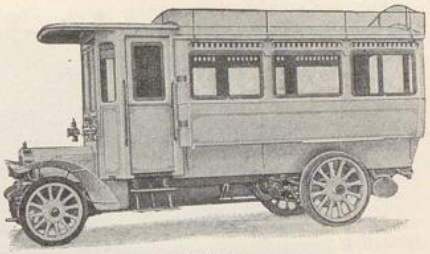


Fig. 32.

III. Mit Dampf betriebene Motorwagen.

Neben den durch Benzinmotoren betriebenen Wagen ſind auch Dampfwagen im Gebrauch, die ſich aber als Straßenfahrzeuge bis jetzt nicht ſo recht Eingang verſchaffen konnten. Vornehmlich war es Serpollet, der jahrzehntelang an der Vervollkommnung ſeines Dampfwagens arbeitete und auch ganz beachtenswerte Erfolge damit erzielte. Der weſentlichſte Teil an den Dampfwagen iſt der Keſſel; er beſteht bei Serpollet aus einer Anzahl Rohrſchlangen mit teilweiſe nierenförmigem Querſchnitt. In die auf Dunkelrotglut erhaltenen Schlangen wird nur jeweils ſo viel Waſſer eingepumpt, als die Maſchine gerade an Dampf verbraucht. Die Exploſionsgefahr iſt zwar dadurch unter allen Umſtänden vermieden, in wechſelndem Gelände iſt aber durch das Fehlen jeglichen Waſſer- und Dampfraumes die Bemeſſung der Speiſewaſſermenge und die Bedienung der Feuerung ſehr ſchwierig. Eine erhebliche Verbeſſerung weiſt in dieſer Beziehung der Dampfwagen von Stoltz auf; der Keſſel beſteht hier aus mehreren nebeneinander ſtehenden Rohrplatten, die unter ſich durch außerhalb der Keſſelbekleidung liegende Sammelrohre verbunden ſind. Zwiſchen den Platten liegen ſchlangenförmig gebogene Ueberhitzerrohre und über dem Plattenſyſtem die ähnlich gebogenen Vorwärmerrohre. Die aus Stahl beſtehenden Rohrplatten (ſ. Fig. 33) ſind aus dem vollen Material in der Weiſe herausgearbeitet, daß die äußeren Formen gefräſt und die horizontalen und vertikalen Hohlräume und Verbindungslöcher auf Spezialmaſchinen mittels Spiralbohrer gebohrt werden. Die Betriebsſpannung beträgt 50 Atmoſphären. Die Platten werden aber mit 100 Atmoſphären Waſſerdruck geprüft. Die Feuerung kann ſowohl für feſten als flüſſigen Brennſtoff eingerichtet werden. Der auf ca. 380° C. überhitzte Dampf gelangt in einer liegend eingebauten umſteuerbaren Verbundmaſchine mit Ventilſteuerung zur Arbeitsleiſtung. Der Abdampf wird in einem Kondenſator niedergeſchlagen und als Kondenswaſſer wieder zur Keſſelſpeiſung mitverwendet. Fig. 34 zeigt einen Dampflaſtwagen, wie er von der Hannoverſchen Maſchinenbauaktiengeſellſchaft vormals Georg Egeſtorff in Hannover nach Patent Stoltz gebaut wird. Vorne über der Vorderachſe iſt der Keſſel und zwiſchen Vorder- und Hinterachſe die Dampfmaſchine mit Getriebe eingebaut. Der Antrieb auf die Hinterräder geſchieht auch hier durch Ketten. Eine Beſonderheit weiſt die Bereifung dieſer in Stahlguß hergeſtellten Räder auf inſofern, als die Eiſenreifen auf Gummilage aufgepreßt werden in der Abſicht, das Geräuſch zu dämpfen und die Stöße zu mildern.

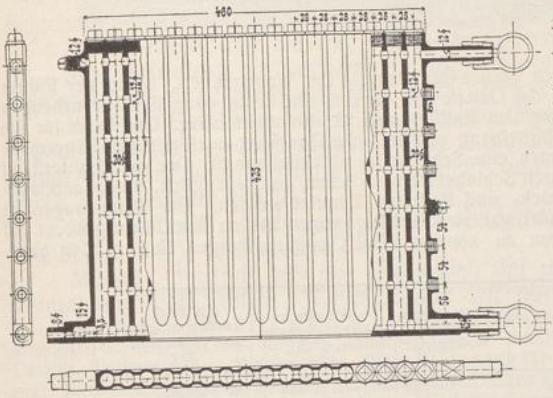


Fig. 33.



Fig. 34.

Als Motorgetriebewagen im Eiſenbahnbetrieb haben die Dampfwagen ſchon ſeit Jahren vielfach Aufnahme gefunden. Der in Fig. 35 abgebildete Heißdampfmotorwagen Bauart Kittel, wie ihn die Maſchinenfabrik Eßlingen in Eßlingen für die Württembergiſche Staatseiſenbahn geliefert hat, beſitzt einen am vorderen Ende des Wagens im Führerhaus aufgeſtellten ſtehenden Heizröhrenkeſſel, der bei verhältnismäßig geringem Waſſerinhalt eine große Verdampfungsoberfläche und großen Dampfraum hat. Die Ueberhitzerrohrſchlangen ſind in die oben gelegene Rauchkammer eingebaut. Als Brennmaterial dient kleine Nußkohle. Der Motor iſt eine Zwillingsdampfmaſchine in der bei Lokomotiven angewendeten Bauart und Anordnung mit Umſteuerung durch Handhebel. Der Wagen ruht auf zwei Achſen, von denen die eine als feſte Treibachſe vom Motor unmittelbar angetrieben wird, während die andre als freie Lenkachſe ausgebildet iſt. Das wie üblich ausgeführte Untergeſtell iſt mit dem Rahmengeſtell, das die Dampfmaſchine trägt, feſt zuſammengebaut und auf den Achſen federnd gelagert. Das vorn

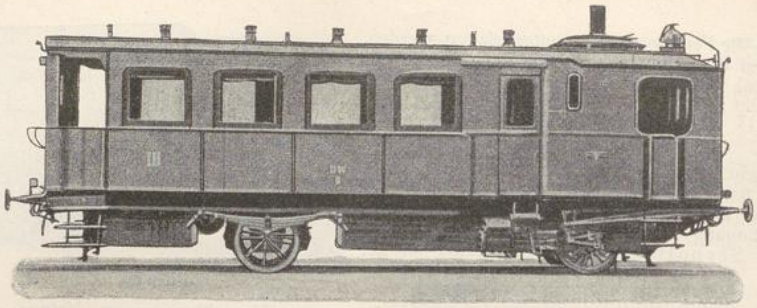


Fig. 35.

angeordnete Führerhaus ift wefentlich breiter gehalten als der Wagenkaften, damit der Führer auch bei Rückwärtsfahrt des Wagens das Geleife frei überblicken kann, ohne fich herausbeugen zu müffen, ein Drehen des Wagens an den Endftationen ift alfo nicht nötig. Der Raum für die Fahrgäfte hat einen durchlaufenden Mittelgang und feitliche Querfitze, er ift mit dem Führerhaus durch einen Gang verbunden, der durch eine Schiebetüre abfchließbar ift. Der dem Führerftand zunächftgelegene Abteil, ebenfalls durch Schiebetüre von diefem aus zugänglich, befitzt aufklappbare Sitze und kann auch als Gepäck- und Poftraum benutzt werden. Der Dampfwagen ift genügend leiftungsfähig, um einen oder gar zwei Anhängewagen bis zu 30 t Gefamtgewicht auf nicht zu großen Steigungen mitführen zu können. Die Gewährleiftungen find in der nachfolgenden Tabelle zufammengeftellt:

Steigung		Motorwagen allein; vollbefetzt	Mit einem Anhängewagen von 15 t	Mit zwei Anhängewagen von zufammen 30 t
	‰	Gefchwindigkeit in km in der Stunde		
1 : 40	= 25	25	—	—
1 : 50	= 20	30	—	—
1 : 60	= 16,7	32	—	—
1 : 70	= 14,3	35	25	—
1 : 80	= 12,5	38	28	—
1 : 90	= 11,1	40	30	—
1 : 100	= 10	42	32	25
1 : 200	= 5	50	40	35
1 : 300	= 3,3	50	45	40
1 : 500	= 2	50	50	45
1 : ∞	= 0	50	50	50

Die Hauptverhältniffe des Wagens für Vollfpur find die folgenden:

Zylinderdurchmeffer	220 mm	Speifewaffervorrat	1500 l
Kolbenhub	300 mm	Brennftoffvorrat	450 kg
Raddurchmeffer	1000 mm	Zahl der Sitzplätze	40
gefamte Heizfläche	33,6 qm	Zahl der Stehplätze	4
Roftfläche	0,712 qm	Leergewicht	17,80 t
Ueberdruck im Keffel	16 Atm.	Dienftgewicht des unbefetzten Wagens	21,00 t
Dampftemperatur	rd. 250° C.	Achsbelaftungen des vollbefetzten Wagens:	
Achsftand	5,0 m	auf der Triebachfe	13,86 t
Länge des Wagenkaftens mit Plattform und Führerhaus	10,42 m	auf der Laufachfe	10,45 t
Gefamtlänge zwifchen den Puffern	11,44 m	mittlere Leiftung der Dampfmafchine	80 PS.
größte Breite	3,08 m	Spurweite	1435 mm
größte Höhe	4,15 m		

In diefen Getriebewagen haben die Eifenbahnverwaltungen jedenfalls ein vortreffliches Betriebsmittel, um in Gegenden mit fchwacher Bevölkerung den Perfonenverkehr zu heben, und es fteht zu erwarten, daß auch diejenigen Verwaltungen, die fich bis jetzt noch ablehnend verhalten, in Bälde hierzu übergehen werden.

Literatur: [1] Elektrifche Drofchken mit Akkumulatoren der London Electrical Cab Co., Ind. and Iron, (mit 5 Figuren), 1897, S. 159. — [2] Elektrifche Motorwagen der Württemberg. Staatsbahn, Der Motorwagen 1898, S. 8. — [3] Elektrifche Drofchken in Paris, Le Génie civil 1899, S. 373. — [4] Wettbewerb für Akkumulatoren auf Motorwagen, ebend. 1900, S. 171. — [5] Radnabenmotor der Hub Motor Co. in Chicago, Electrical World and Engineer 1900, S. 173. — [6] Elektrifche Automobile der franzöf. Poftverwaltung, Zeitfchr. des Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 456. — [7] Elektrifch betriebene Motorwagen auf der Automobilausftellung in Berlin 1906, ebend. 1907, S. 561. — [8] Die elektrifchen Bahnen auf der Ausftellung in Mailand 1906, ebend. 1907, S. 161 (mit Abbildungen elektrifcher Motorwagen). — [9] Güldner, Hugo, Das Entwerfen und Berechnen von Verbrennungsmotoren, Berlin 1903. — [10] Küfters Autotechnifche Bibliothek, Leipzig 1906. — [11] Valentin, Ernft, und Huth, Fritz, Entwerfen und Berechnen von Kraftwagen,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hannover 1907; Stavenhagen, W., Der gleislose Kraftwagen in militärischer Bedeutung, Oldenburg 1908; zahlreiche Abhandlungen über Motorwagen in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., in der Fachzeitschr. „Der Motorwagen" und der Zeitschr. des Mitteleuropäischen Motorwagenvereins; Hochdruckdampfmotorwagen, Zeitg. des Ver. deutsch. Eisenbahnverwalt. 1902, 12. Sept., und 1905, I. — [12] Bedeutung der Straßenlokomotiven für den Verkehr in England, Zentralbl. der Bauverwalt. 1904, 18. Juni. — [13] The Pyrodyen steam wagon, Engin. 1904, S. 387. — [14] Ergebnisse der Motorwagenlinien der Bayr. Eisenbahnverwaltung, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 2121. — [15] Motorwagen im Eisenbahnbetriebe, ebend. 1905, S. 1541, 1634, 1705. — [16] Der Eisenbahnmotorwagen der Maschinenfabrik Eßlingen, ebend. 1906, S. 860. — [17] Motorlastzug mit Dampfbetrieb, ebend. 1906, S. 923 (mit Abbildungen); 1907, S. 121 ff. *G. Schwarz.*

Mottramit, Mineral, wasserhaltiges Kupfer-Bleivanadinat, $CuPb \cdot 5\,V_2O_{10} + 2\,H_2O$ (20,39 % *Cu*, 57,18 % *Pb*, 18,74 % *V*, 3,69 % H_2O), schwarz, in dünnen Schichten gelb durchscheinend. Spez. Gew. 5,894. Selten. *Leppla.*

Moulinieren der Seide, s. Seidenspinnerei, Zwirn.

Mozambique, ein tuchartiges Doppelgewebe, dessen Oberschuß auf der Rauhmaschine durchgerissen wird. S. Tuchsorten.

Mucine (Schleimstoffe), sogenannte Glykoproteide (Verbindungen von Eiweißstoffen mit Kohlehydraten). Ihre Lösungen gerinnen im Gegensatz zu denen der Eiweißstoffe beim Kochen nicht und werden auch nicht wie diese durch Salpetersäure gefällt. *Mezger.*

Mud (Muid), Hohlmaß, in den Niederlanden und im Kaplande = 1 hl (früher 1,113 hl), in Marokko = 14,387 l.

Mühle, Gebäude mit der Gesamtheit der mechanischen Einrichtungen zur Vermahlung von Stoffen. Ohne Zusatz fast nur auf Getreidemühlen bezogen.

Bei der Mehlfabrikation (s. d.) erfolgt die Benennung nach Art des bearbeiteten oder erzeugten Stoffes: Weizen-, Roggen-, Graupen- u. s. w. -mühlen; nach Art der Betriebskraft: Wind-, Dampf-, Wassermühle. „Kunstmühle", ältere Benennung für (Dampf-, Wasser-) Mühlen vollkommenerer Einrichtung gegenüber einfachen Wind- oder kleinen Wassermühlen älteren Schlages. *Arndt.*

Mühleisen, die Spindel eines Mahlganges (s. d.).

Sie besitzt am unteren Ende den Spurzapfen, nahe dem oberen Ende den Halszapfen, der von der Büchse (Halslager) umschlossen wird, und am oberen Ende einen in den Treiber für den oberen Mühlstein eintretenden Vierkant. Ueber dem Spurzapfen sitzt das Antriebrad (Stirnrad, Kegelrad oder Riemscheibe). *Arndt.*

Mühlen. Unter der Gruppe Zerkleinerungsmaschinen für die Aufbereitung, die mit dem Namen Mühlen bezeichnet werden, finden sich außerordentlich verschiedenartige Einrichtungen, deren Einteilung am übersichtlichsten wird, wenn man die vorwiegende mechanische Wirkungsweise, durch welche die Zerkleinerung bewirkt wird, zugrunde legt. Die Zerkleinerung auf Mühlen, das Mahlen, ist die älteste maschinelle Zerkleinerungsmethode; die Mühlen wurden jedoch seit dem 16. Jahrhundert durch die Pochwerke in vielen Bergrevieren verdrängt und haben sich erst im Laufe der letzten Jahrhunderte durch Vervollkommnung der Bauart neben Pochwerk, Walzwerk und Steinbrecher ein bedeutendes Gebiet in der Zerkleinerungsarbeit zurückerobert. Unter Erzmühlen versteht man, ganz abgesehen von der Bauart, Mühlen für hartes Material, unter Kohlenmühlen solche, die weiches Material grob zerkleinern. Von der großen Zahl der Mühlen können hier nur einige der in Europa üblichsten als Beispiele angeführt werden.

Vorwiegend Zerkleinerung durch Zerreiben findet auf den **Mahlgängen** statt; sie sind für Zwecke der Erzaufbereitung ähnlich eingerichtet wie die Mahlgänge für das Mahlen des Getreides, doch werden Mineralien sehr häufig naß vermahlen (s. Mahlgang). Im spanischen Amerika sind noch vielfach Erzmühlen gebräuchlich (Arrastra genannt), deren Tisch aus großen Gesteinsblöcken gebildet wird; als Läufer dienen zwei schwere Steine, die von den wagerechten Armen einer senkrechten Welle an Ketten über den Tisch geschleift werden.

Die **Rollquetschen** (Kollergänge) wirken zerdrückend auf das Gut durch das Gewicht der darüber hinweglaufenden schweren Läufer. Fig. 1 zeigt einen Kollergang mit oberem Antrieb, Bauart Fried. Krupp, Grusonwerk. Auf einem Tische, der mit Mahlplatten aus Hartguß belegt ist, werden von einer stehenden Welle zwei zylindrische Läufer, mit auswechselbaren Hartgußmahlringen versehen, im Kreise herumgeführt und zerdrücken das aufgegebene Material. Rührer bringen das seitlich ausweichende Gut immer wieder in die Bahn der Läufer. Beim Trockenmahlen wird das eingetragene Gut mittels Schaufel vom Tische entfernt und durch ein Sieb geworfen, worauf die Gröbe wieder auf den Kollergang kommt. Uebrigens müssen die Läufer mit der stehenden Welle derart verbunden sein, daß sie sich, je nachdem viel oder wenig Material auf dem Tische liegt, etwas heben und senken können. Zylindrische Steine haben das Bestreben, sich in gerader Linie fortzubewegen; sie im Kreise herumzuführen, erfordert wesentlich mehr Kraft, als bei abgestumpften Kegeln nötig ist, die, einmal in Bewegung gesetzt, auf der Kreisbahn bleiben; es tritt auch bei kegelförmigen Läufern die rein zerdrückende Wirkungsweise noch besser hervor. Ein interessanter Kollergang mit drei kegelförmigen Läufern und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

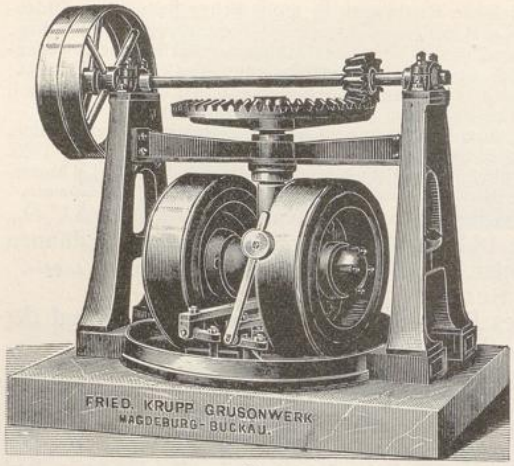


Fig. 1.

flach kegelförmigem Tiſche iſt die Schranzmühle [1]; ſie dient namentlich zum Naßmahlen von Zwiſchenprodukten der Setzarbeit. Der Tiſch dreht ſich unter den Läufern, deren Achſen in einem Geſtell elaſtiſch verlagert ſind.

Die Huntington-Mühle iſt ein Kollergang, der gleichzeitig als Amalgamator für Freigold führende Erze dient (vgl. [2]); ſie gehört zu den Pendelmühlen. Der Tiſch bildet eine flache Schale, in der ſich ein Queckſilberbad befindet; auf den Tiſch iſt ein ſenkrechter Mahlkranz aufgeſetzt, über dem ein Sieb anſchließt. An einem Armkreuz, das von einer ſtehenden Welle getragen wird, ſind vier Läufer an angenähert ſenkrechten Achſen ſo aufgehängt, daß ſie bei Drehung der Hauptachſe durch die Schwungkraft nach außen gedrückt werden und am Mahlkranze des Tiſches entlang rollen. Das Erz, das mit Waſſer eingetragen wird, gelangt ebenfalls durch die Fliehkraft zwiſchen die mahlenden Flächen, das fein zerkleinerte Gut verläßt nach erſtmaliger Entgoldung die Mühle durch das obenerwähnte Sieb und wird auf andern Apparaten weiterbehandelt.

Kugelmühlen ſind Rollquetſchen, deren Läufer Kugeln ſind. Unter den vielen Bauarten haben ſich die Patentkugelmühlen von Fried. Krupp, Gruſonwerk (Fig. 2), mit ſtetiger Aus- und Eintragung beſonders gut eingeführt, da ſie bei hoher Leiſtung ein ſehr gleichmäßiges Mahlerzeugnis liefern. Die Kugelmühle beſteht aus einer ſtarken, wagerecht verlagerten Welle *w*, auf der die Mahltrommel ſitzt; dieſe wird gebildet aus zwei Kopfwänden *t*, t_1, deren Innenſeiten mit Hartgußplatten gepanzert ſind; *t* iſt durch die Einlaufnabe *k*, t_1 durch die Nabe *z* mit der Hauptwelle verbunden. Der Mantel der Trommel beſteht aus eigenartig gebogenen durchlochten Mahlplatten *a*, die von einem groben Siebe *c* und einem feinen Siebe *d* umgeben ſind. Im Innern der Mahltrommel befindet ſich eine größere Anzahl Stahlkugeln, die bei der Umdrehung der Mühle das Mahlgut zerkleinern. Die Mahltrommel wird allſeitig von dem auf der Fundamentmauer ruhenden Blechgehäuſe *s* umgeben, das unten in den Austrag *e* zuſammengezogen iſt. Das fertige Mehl gelangt durch die Löcher der Mahlplatten und die Siebe am Trommelumfang zum Austrag; dagegen werden durch die eigentümliche, etwas nach innen gebogene Stellung der Mahlplatten und durch Schlitze des groben Siebes die gröberen Körner

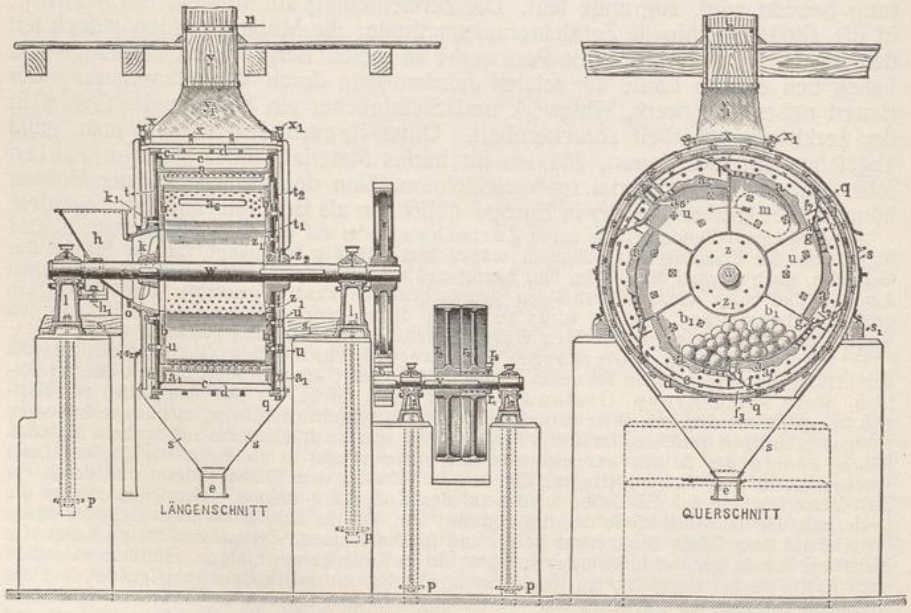


Fig. 2.

wieder den Mahlkugeln zugeführt. An der Einlaufnabe *k* ist eine Förderschnecke eingebaut, die den gleichförmigen Eintrag des Mahlgutes besorgt. Das Vermahlen kann trocken oder naß erfolgen, die Abnutzung der Mahlplatten und der Kugeln ist durch sehr widerstandsfähiges Material auf ein geringes Maß beschränkt, sämtliche Teile können leicht ausgewechselt werden. Mahlergebnisse der mannigfachsten Art enthält die Preisliste des Grusonwerkes.

Vorwiegend zur Zerkleinerung weicherer Materialien werden die folgenden beiden Gruppen von Mühlen verwendet; es sind solche mit abscherender Wirkung und die Schlag- und Schleudermühlen. Fig. 3 zeigt die Schraubenmühle und die Form der als Mahlkörper benutzten Brechschnecke. Letztere ist eine Walze aus Hartguß mit etwa 5 cm vertieften Gängen. Die Stirnflächen und Seitenwände des Mühlenkastens sind mit harten Mahlplatten bekleidet, während die Walze unten von einem Roste aus Stahlgußstäben umgeben ist. Durch die Zwischenräume der letzteren fällt das Mahlgut nach der Zerkleinerung. Die Schraubenmühlen werden in der Steinkohlenaufbereitung zur Zerkleinerung der Zwischenprodukte von den Grobkornsetzmaschinen verwendet. — Eine Zahl von Mühlenkonstruktionen sind unsrer Kaffeemühle nachgebildet, indem innerhalb eines mit Vorsprüngen versehenen Mantels ein mit ähnlichen Vorsprüngen versehener

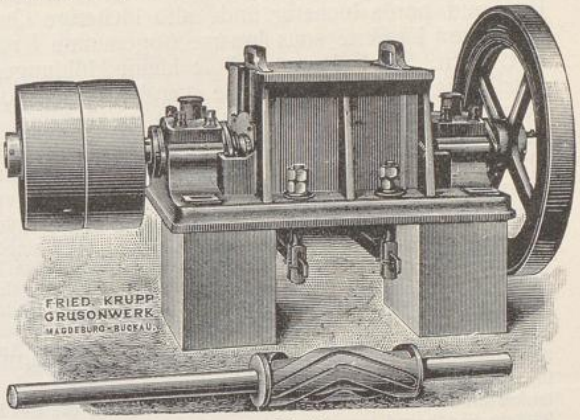


Fig. 3.

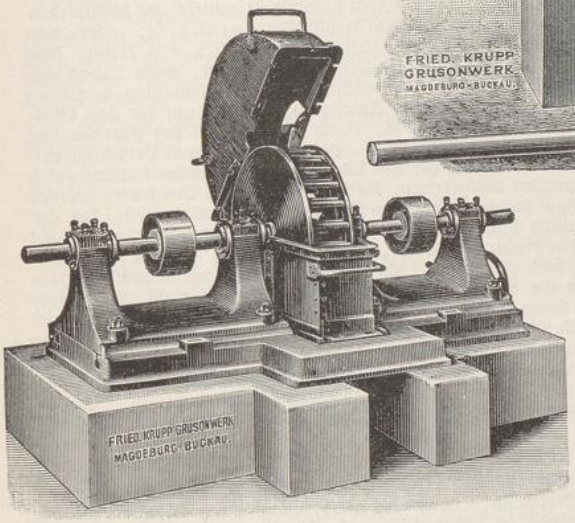


Fig. 4.

Mahlkörper an einer senkrechten Welle in schnelle Umdrehung versetzt wird (vgl. Fig. 1 und 2, Bd. 4, S. 574). Die Stücke des Mahlgutes gelangen zwischen die beiderseitigen Vorsprünge und werden durch Abscherung zerkleinert. Je nach der besonderen Form des Mahlkörpers werden diese Mühlen Glocken-, Kegel- oder Mörsermühlen genannt. Die Heberle-Mühle [3], auch die Exzelsior-Mühle von Friedr. Krupp, Grusonwerk (vgl. Bd. 3, S. 523), arbeiten durch Abscheren, jedoch sind die Mahlkörper zwei Scheiben, die mit Furchen oder Hervorragungen versehen sind. Die Mahlscheiben stehen sich nur am äußeren Teile nahe gegenüber, während sie nach der Mitte zurückgekrümmt sind. An der Nabe einer der Scheiben wird das Gut eingetragen und tritt am Scheibenumfange zerkleinert aus.

Bei den eigentlichen Schleudermühlen (s. d.), die nur für ganz weiches Mahlgut, z. B. Steinsalz, trockenen Ton, dienen, wird dieses auf einen an senkrechter Welle sehr schnell rotierenden Streuteller aufgetragen und dann in tangentialer Richtung gegen einen im Gehäuse eingebauten, mit Rippen versehenen Mahlring geschleudert. Durch hartes Material würden derartige Mühlen in wenigen Tagen zerstört werden, dagegen leisten sie für weiche Mineralien gute Dienste. — Carrs Schleudermühle (Desintegrator, Schlagmühle) ist in Fig. 4 mit aufgeklapptem Gehäusedeckel abgebildet, die mahlenden Teile sind sogenannte Körbe aus Stahlbolzen, die an seitlichen Scheiben und Ringen, die ihrerseits auf horizontaler Welle sitzen, kreisförmig angeordnet sind. Im Desintegrator sind zwei solcher Körbe, jeder aus zwei Gruppen Stahlbolzen bestehend, ineinander gerückt; sie werden durch Riemenscheiben nach entgegengesetzten Richtungen angetrieben. An der Nabe des einen Korbes wird das Mahlgut zentral eingetragen und dann durch die Bolzen zerschlagen. Ein Desintegrator von 1 m äußerem Durchmesser macht 600 Umläufe in der Minute. Diese Mühle wird vielfach zum Zerkleinern und Mischen der Kohle für die Verkokung und Brikettierung angewendet. Hierher gehören noch die Schlagstiftmühle (Dismembrator) und die Schlageistenmühle (Diffipator) [4]. S. a. Farbenreibmaschine, Glafurmühlen, Mehlfabrikation, Zerkleinerungsmaschinen.

Literatur: Vgl. die Werke über Aufbereitung (s. d.), außerdem die Preisliste von Fried. Krupp, Grusonwerk, Magdeburg-Buckau, Zerkleinerungsmaschinen. — [1] Linkenbach, C., Die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Aufbereitung der Erze, Berlin 1887, S. 40. — [2] Schulz, W., Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1892, S. 7. — [3] Linkenbach, a. a. O., S. 32. — [4] Loewe, L., Die mechanifche Aufbereitung der Kalifalze, Zeitfchr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwefen im preußifchen Staate 1903, S. 330. *Treptow.*

Mühlgraben, f. Werkkanäle.

Mühlhaufenerweiß, f. Kreide.

Mühlfteinbüchfe (Buchs), in das Steinloch des Bodenfteins eingefetztes Halslager für die Mahlgangfpindel (f. Mahlgang).

Sie ift nach oben abgedeckt, füllt das Steinloch ganz aus und ift fo eingerichtet, daß die genaue Lage der Spindel mittels dreier Schraubenkeile eingeftellt werden kann. *Arndt.*

Mühlfteine, zum Mahlen von Getreide brauchbare Gefteine, welche sehr hart und porös löcherig find, alfo löcherige Quarze, wie z. B. der Süßwafferquarz von La Ferté sous Jouarre (fogenannte Franzofen) oder von Sárospatak in Ungarn. Sie befitzen zahllofe kleine Höhlungen, in welchen Quarzfäden, dem netzförmigen Knochengewebe vergleichbar, vorhanden find, die natürliche Schneiden bilden. Statt der poröfen Gefteine können auch folche mit fehr rauher Bruchfläche verwendet werden, z. B. Quarzbreccien oder Quarz- oder Quarzitkonglomerate oder deutlich körnige Quarzite und quarzige Sandfteine. Etwas weniger harte Gefteine, zu Mühlfteinen verwendbar, find gewiffe Lavaarten, wie diejenige von Niedermendig und Mayen.

Für den Gebrauch werden die Mühlfteine nach einem Richtfcheit mittels der Mühlpicken (Mühlbillen) geebnet und alsdann die fo hergeftellte Mahlfläche gefchärft, indem man Furchen (Haufchläge) darin ausarbeitet. Letzteres gefchieht gewöhnlich von Hand. Man hat zwar mehrfach Mafchinen für die Ausführung der Schärfung konftruiert, doch haben diefelben bis jetzt noch wenig Anklang gefunden, mit Ausnahme der mit Diamanten armierten Schärfmafchinen, welche aber wegen ihrer fehr großen Anfchaffungskoften nur für den Großbetrieb in Betracht kommen [1], S. 181, und [2], S. 208. Form und Verlauf der Furchen find für das Gelingen der Mahloperation von großer Bedeutung. Bei dem deutfchen Verfahren verlaufen die Haufchläge des Bodenfteins in radialen, die des Läufers in gekrümmten Linien, welch letztere annähernd logarithmifchen Spiralen entfprechen. Nach der Mitte des Steines zu werden die Rillen ftetig tiefer, weil das Mahlgut in der Mitte des Steines aufgefchüttet wird. Bei den nach franzöfifcher Art gefchärften Steinen find die Rillen geradlinig, fie bilden Tangenten (und Parallele zu denfelben) zu dem inneren Hohlraum, dem „Auge". Die Rillen der amerikanifchen Steine verlaufen ganz ähnlich, find jedoch gekrümmt. Als Felderfchärfe bezeichnet man jene Art der Mühlfteinbearbeitung, bei der die Steinoberfläche durch eine Anzahl meift geradliniger Hauptfurchen in Sektoren geteilt ift, deren jeder mit Nebenfurchen bedeckt wird, die entweder „gleichen Zug" haben wie die Hauptfurchen (d. h. in ihrer Verlängerung den gleichen um den Steinmittelpunkt gezogenen Kreis tangieren) oder aber der einen von den beiden den Sektor begrenzenden Hauptfurchen parallel laufen. Näheres über die Verzeichnung von Schärfen findet fich in [1], S. 169 ff.

Literatur: [1] Kick, Mehlfabrikation, Leipzig 1894. — [2] Pappenheim, Lehrbuch der Müllerei, Wien 1890. *Arndt.*

Mühlfteinlava, die dunkelgraue, fehr poröfe und fchlackenartige, harte und widerftandsfähige Lava von Niedermendig und Mayen am Laacher See.

Sie befteht aus Augit, Olivin, Nephelin, Leucit und Glas, dann etwas Glimmer (Biotit), Magneteifen, Hauyn, Apatit und enthält 40—50 % SiO_2, 11—13 % Al_2O_3, 20—29 % Fe_2O_3, 10—12 % CaO, 5 % $Na_2O + K_2O$. Ihr fpez. Gew. ift 2,78—2,98, das Raumgewicht bei der fehr poröfen Befchaffenheit natürlich viel niedriger. Die Härte überfchreitet nicht 6 nach Mohs. Die in 12—15 m mächtigen Strömen von mehreren Quadratkilometern Fläche auftretende Lava fondert in dicken Pfeilern ab, ift hervorragend wetterbeftändig, wird unterirdifch abgebaut und zu Mühlfteinen, Treppenftufen, rauhem und leichtem Mauerwerk von guter Ventilation, neuerdings auch zu Haufteinen von gröberen Formen aller Art (Gefimfe, Fenftergewände, Brückengeländer, Sockel u. f. w.) verwendet und weit verfandt. *Leppla.*

Mühlfteinpicke, auch Bille genannt, hammerartiges Werkzeug zum Einarbeiten der Furchen in die Mahlflächen der Mühlfteine, das an beiden Enden meffferartige Schneiden oder Spitzen (Spitzpicke) befitzt.

Die Picken find in den Haltern meift auswechfelbar befeftigt. Sind die Stirnflächen des Hammers mit vielen kleinen Schneiden oder Spitzen befetzt, fo heißt das Werkzeug Kraushammer und dient zum Ebnen und Rauhen der Mahlflächen. *Arndt.*

Mühlfteinporphyr, f. Quarzporphyr.

Mühlfteinquarz, f. Quarzit.

Mühlweiher (Mühlteich), ein Sammelteich behufs Ausgleichung zwifchen dem Waffferzufluffe und dem Waffferverbrauche eines Mühlenwerkes.

Hierbei ift der gewöhnliche Zufluß 1. auf eine längere Zeitperiode ein zu geringer, um die nötige Waffferkraft zu erhalten; dann findet (bei kleineren Weihern, welche nicht eine Maffenaufpeicherung aus der Regen- oder Hochwafferzeit bewirken follen) der Mühlbetrieb nur intermittierend ftatt, d. h. nach einer kurzen (z. B. halbftündigen) Betriebsunterbrechung und gleichzeitiger Waffferaufftauung im Mühlweiher. 2. Der mittlere Zufluß kann für einen unteren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betrieb wohl ausreichend sein; es kommen aber im oberen Laufe für derartige Werke periodische Aufstauungen, Schwellungen, wie unter 1., vor. Dann erfährt der solchermaßen zeitweilig von oben zu- und sonst unnütz abfließende Wasserüberschuß je eine Ansammlung im und nachherige Wiederabgabe aus dem Mühlteiche, so daß hierdurch ein ununterbrochener Mühlbetrieb möglich wird. Die allgemeine Ermittlung des mindestens nötigen Fassungsraumes für einen Mühlweiher s. Stauanlagen.

Müll, s. Abfallstoffe.

Müllerei (Getreide-), s. Mehlfabrikation.

Müllergaze, s. Beuteltuch, Weberei.

Mülltransport, s. Massentransport und [1].

Literatur: [1] Buhle, Techn. Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, 1. Teil, Berlin 1901, S. 30 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 258 ff.); Ders., ebend., 2. Teil, Berlin 1904, S. 81 ff. (Glasers Ann. 1902, I, S. 13 ff.); Ders., ebend., 3. Teil, Berlin 1906, S. 66 und S. 70 ff. (Gewerbefleiß 1904, S. 276 ff.; Ders., ebend., S. 86 ff. und S. 237 ff. (Deutsche Bauztg. 1906, S. 310 ff.). — [2] Buhle, Massentransport, Stuttgart 1908. *M. Buhle.*

Müllverbrennung, -vergasung, s. Kehrichtverbrennung.

Münchnerlack, s. Lackfarben.

Münster (lat. monasterium, Kloster), eine Kloster- oder Stiftskirche, wird aber heute häufig für Dom gebraucht (s. Kirche, Bd. 5, S. 485).

Münze (Münzgebäude), ein Gebäude mit den nötigen Einrichtungen für Aufbereitung der Metalle und Ausprägung der letzteren zu Geld.

Das Gebäude ist fehr fest und feuersicher auszuführen, und es sind alle Schutzvorrichtungen gegen Einbruch zu treffen. Es sind die Räume zu beschaffen: für Schmelzen der Metalle, zur Aufstellung von Streck- und Walzwerken, des Adjustierungswerks, des Stanzwerks zur Herstellung der runden Stücke, des Druck- und Prägwerks; ferner Räume für Rohmetall und die fertigen Münzen. *Weinbrenner.*

Münze, Münzenherstellung. Münze bezeichnet 1. geprägtes Geld, 2. die Münzwerkstätte.

Man unterscheidet zwischen vollwertigen Münzen und Scheidemünzen, deren Metallwert dem Nennwert nicht entspricht.

a) Gold- und Silbermünzen enthalten (zur Erhöhung der Härte) Kupfer, und zwar beträgt der gesetzliche Feingehalt der Münzen

	an feinem Gold	Silber
Deutsches Reich, Vereinigte Staaten von Nordamerika	0,900	0,900
Oesterreich (neue Währung)	0,900	0,835
Belgien, Italien, Frankreich, Schweiz	0,900	0,900 (für 5-Fr.-Stücke) 0,835 (für 2-Fr.-u.s.w.Stücke)
Großbritannien und Irland	0,917	0,925.

Die (durch die Herstellung bedingte) zulässige Abweichung (Toleranz) im Feingehalt und Gewicht jeder Münze beträgt im Deutschen Reiche:

für Silbermünzen . . ± 0,003 im Feingehalte, ± 0,01 im Gewichte,
„ Goldmünzen . . ± 0,002 „ „ ± 0,0025 „ „

Der **Münzfuß** gibt an, wie viel Münzen aus einem bestimmten Gewichte des Feinmetalls hergestellt werden. (Im Deutschen Reich aus 1 kg Feingold für 2790 ℳ Nennwert Goldmünzen und aus 1 kg Feinsilber für 200 ℳ Nennwert Silbermünzen.)

b) Kupfermünzen bestehen in Deutschland, Frankreich, Oesterreich, England und andern Ländern aus 95 % Kupfer, 4 % Zinn, 1 % Zink.

c) Nickelmünzen werden in der Schweiz und in Oesterreich aus reinem Nickel, in Deutschland, Belgien, Brasilien, Nordamerika aus einer Legierung von 75 % Kupfer, 25 % Nickel hergestellt.

Zur leichteren Unterscheidung annähernd gleich großer Münzen verschiedenen Werts wird der Rand glatt, gekerbt oder vieleckig (Belgien) gestaltet oder die Münzen werden durchlöchert (Belgien).

Herstellung der Münzen.

Das **Schmelzen** der Metalle bezw. Legierungen erfolgt in Graphittiegeln bis 500 kg Inhalt, die vor dem Füllen auf Rotglut erwärmt werden. Für Silber hat man auch eiserne Tiegel bis zu 1100 kg Inhalt verwendet [12], bei denen aber das Silber durch Eisenaufnahme leicht spröde wird. Die Erhitzung der Tiegel geschieht in feststehenden oder kippbaren (s. Fig. 2) Schachttiegelöfen mit Gas- oder Koksfeuerung. Zur Verhinderung der Oxydation der Metalle wird Holzkohle auf das Schmelzgut aufgeworfen. Zur Wiedergewinnung der sich teilweise verflüchtigenden Edelmetalle befindet sich zwischen Ofen und Esse zweckmäßigerweise ein Kanal oder eine Kammer. Nach dem Einschmelzen nimmt man bei Gold- und Silberlegierungen mit dem Schöpflöffel eine Probe, deren Feingehalt auf trockenem oder nassem Wege festgestellt wird.

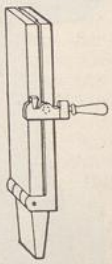


Fig. 1.

Das **Gießen** der Zaine (Stäbe von 400—600 mm Länge, bis zu 12 mm Dicke und einer dem ein- oder mehrfachen Durchmesser der betreffenden Münzsorte entsprechenden Breite) erfolgt in gußeisernen, mit Talg oder Oel bestrichenen Gußformen (Kokillen, Ingüssen). — Eine einfache Gußform (Fig. 1) besteht aus zwei mit Scharnier verbundenen Teilen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

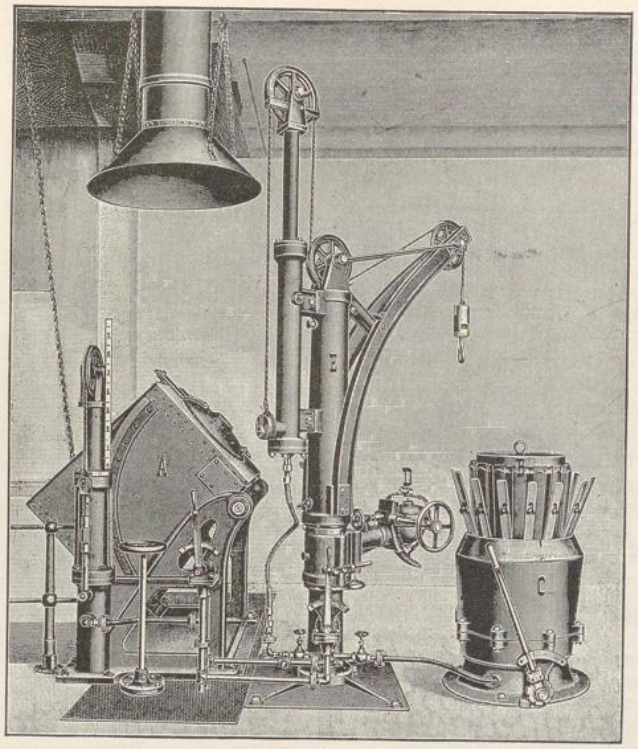


Fig. 2.

Für die Herſtellung einer größeren Anzahl von Zainen verwendet man Gießvorrichtungen, bei denen die aus [- oder T-förmigen Stäben gebildeten Gußformen durch Schrauben zuſammengehalten werden, um die Eingüſſe der Reihe nach vor die Gießpfanne zu bringen, ordnet man ſie auch auf Wagen fahrbar oder im Kreiſe drehbar an (vgl. [12]). — Eine neuere Ausführung dieſer Art in der Kgl. Münze zu Stuttgart (vgl. Fig. 2), D.R.P. Nr. 165954 (Kgl. Württ. Hüttenwerk Wasseralfingen) beſteht aus dem hydrauliſch kippbaren Tiegelofen *A*, der drehbaren aus Formenkegel *B* und Kegelmantel *C* gebildeten Gießform, welche durch die in einem muldenförmigen Träger lagernde, um ihre Ausgußſchnauze kippbare kleine Gießpfanne *D* raſch hintereinander mehrmals abgegoſſen werden kann, und aus dem hydrauliſchen Drehkran *E* zum Einſetzen des Formenkegels *B*. Das Herausdrücken der gegoſſenen Zaine *a*, *a*, *a*, *a* ... findet hydrauliſch durch Empordrücken des Formenkegels *B* ſtatt. Nach dem Gießen werden die Zaine von den etwa gebildeten Gußnähten durch Abmeißeln, Befeilen oder auf Scheren (ſ. d.) mit kreisförmigen Meſſern befreit.

Das **Walzen** der Zaine zu Blechſtreifen von annähernd der Stärke der Münzplättchen erfolgt auf dem Streckwalzwerk, worauf ſie auf genaue Dicke mittels des Juſtierwalzwerks, das eine ſehr genaue Einſtellung der Walzen geſtattet, gebracht werden. Streck- und Juſtierwalzwerk ſind häufig nebeneinander aufgeſtellt und beſitzen gemeinſamen Antrieb. Der Durchmeſſer der Walzen ſchwankt in der Regel zwiſchen 150 und 250 mm, die Länge zwiſchen 120 und 300 mm, ihre Umdrehungszahl zwiſchen 20 und 30 in der Minute. Die aus gehärtetem Stahl oder aus Hartguß beſtehenden Walzen ſind feingeſchliffen und poliert. Die Stäbe werden durch das Walzen hart und müſſen deshalb von Zeit zu Zeit ausgeglüht (bei Kupfer auch in Waſſer abgelöſcht) werden. Die Prüfung auf richtige Dicke des Blechſtreifens erfolgt durch Abwägen einer ausgeſtoßenen Münzplatte (unter Berückſichtigung der durch Glühen und Beizen noch erfahrungsgemäß eintretenden Verluſte). Nach dem Fertigwalzen und Abſchneiden der unregelmäßigen Enden der Streifen werden dieſe in Muffelglühöfen ausgeglüht.

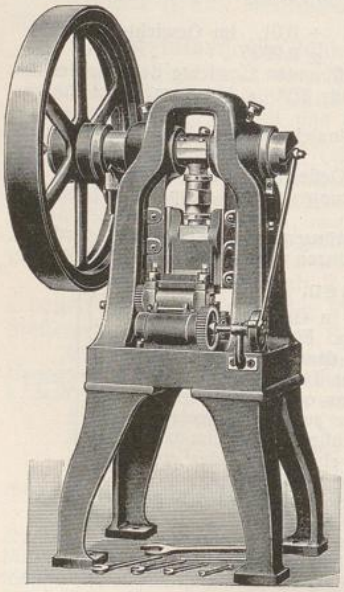


Fig. 3.

Das **Ausſchneiden** („Ausſtückeln") der Münzplatten (Blanketts, Rondelle) geſchieht auf dem Stanzwerk (Durchſchnitt, Lochmaſchine [ſ. d.]). In der Regel werden hierfür Exzenterpreſſen mit ſelbſttätiger Zuführung (Fig. 3, Deutſche Waffen- und Munitionsfabriken, Karlsruhe) angewendet, deren Werkzeuge der an dem auf und ab gehenden Schlitten (Stößel) der Maſchine befeſtigte gehärtete Stempel mit Schneidkante und die auf dem Tiſch befeſtigte Matrize (Ring) ſind, deren Innendurchmeſſer dem Durchmeſſer der Münze entſpricht. Der Stempel bewegt ſich über der Matrize in einer Führung. Auf jeden Hub der Preſſe werden eine bis zwei (ſeltener drei) Münzplatten ausgeſchnitten. Der beim Ausſtückeln übrigbleibende Teil des Streifens, die Schroten, der bisweilen durch eine am Stanzwerk angebrachte Schere ſelbſttätig in kleine Stücke zerſchnitten wird, wird wieder eingeſchmolzen. Minutliche Hubzahl des Stanzwerks 60—100.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das **Juſtieren** der Münzen iſt wegen der Unmöglichkeit der Herſtellung genau gleich ſchwerer Münzplatten notwendig. Beim Juſtieren geringwertiger Münzen (Nickel-, Kupfer- und kleinerer Silbermünzen) werden eine größere Anzahl Platten (z. B. 1 kg) gemeinſam gewogen. Wenn das geſamte Gewicht zu leicht oder zu ſchwer iſt, ſondert man eine Anzahl zu leichter oder zu ſchwerer Platten aus und erſetzt ſie durch andre, bis das richtige Geſamtgewicht herauskommt. Goldmünzen und größere Silbermünzen müſſen einzeln juſtiert werden. Weil zu leichte (untergewichtige) Münzen unbrauchbar, dagegen zu ſchwere (übergewichtige) Münzen leicht durch Schaben zu berichtigen ſind, ſo hält man die Stärke der geſtreckten Zaine derart, daß die daraus hergeſtellten Platten eher zu ſchwer als zu leicht ausfallen. Die Gewichtsprüfung geſchieht auf den Münzplattenſortiermaſchinen.

Die bekannteſte Münzplattenſortiermaſchine ſtammt von L. Seyß in Wien, die in der faſt urſprünglichen Form von K. N. Richter in Wien gebaut wird. Sie beſteht aus zehn nebeneinander befindlichen Wagen nach Fig. 4 zum gleichzeitigen Abwägen von zehn Münzplatten. Aus dem Füllbecher *a* wird die jeweils unterſte Münzplatte durch den Zubringer *b* in den Trichter *c* geſchoben und gleichzeitig durch den Anſchlag b^2 der Schieber *d* verſchoben, ſo daß er die Oeffnung des Trichters *c* abſchließt. Die Bewegung des Zubringers *b* erfolgt von der Welle *x* aus durch die Exzenter $y^1 y^2$ und den Hebel *z*. Bei der Rückwärtsbewegung des Zubringers wird der Schieber *d* durch den Anſchlag b^1 zurückgeſchoben und der Trichter *c* geöffnet, worauf die Münzplatte in den Trichter der Wagſchale *e* fällt und auf ihrem Boden *r* zu ruhen kommt. Der Wagebalken *f* beſteht aus zwei parallelen Stäben, die miteinander verbunden ſind und einen Zwiſchenraum für die Anſchläge *p q* laſſen. Zwiſchen den Stäben ſind die Stifte I und VI befeſtigt, während auf ihnen in Kerben die Reiter II—V loſe aufruhen. Auf der linken Seite hängt am Wagebalken das vorſchriftsmäßige Gewicht *g* und auf der rechten Seite die zur Aufnahme der Münzplatte dienende Wagſchale *e*. Am Ständer *h* iſt eine Hülſe *i* mit den Armen *k l* verſchiebbar angebracht; ſie wird von der Antriebswelle *x* aus mittels nicht gezeichneter exzentriſcher Scheiben und Hebel auf und nieder bewegt. Im erſteren Falle wird der Wagebalken vor dem Wägen feſtgehalten, indem die Arme *k* unter ihn greifen und die Federn *n* an den Armen *l* ſich unter das Gewicht *g* und die Wagſchale *e* legen. Iſt die Münze zu leicht, ſo neigt ſich der Wagebalken auf der linken Seite und der Reiter II wird abgehoben. Tritt dadurch Gleichgewicht ein, ſo bleibt der Wagebalken ruhig ſtehen. Iſt aber die Platte noch zu leicht, ſo neigt er ſich tiefer und wird von der Staffel 1 am Stifte I gehemmt. Iſt die Münzplatte umgekehrt zu ſchwer, ſo neigt ſich der Wagebalken auf der rechten Seite herab, bis der Reiter III, vielleicht auch IV oder gar noch V von ihm abgehoben wird und er zum Stillſtande kommt. Iſt die Münzplatte aber noch zu ſchwer, ſo ſenkt ſich der Wagebalken ganz herab, bis er von der Staffel 6 am Stifte VI aufgehalten wird. Wenn ſeit dem Freigeben des Wagebalkens eine gewiſſe Zeit, innerhalb deren er in jedem Falle zur Ruhe kommt, verfloſſen iſt, ſo werden von der Seite her zwei nicht abgebildete Klemmbacken gegen den Fuß der Wagſchale *e* angelegt, um ſie feſtzuhalten. Zugleich rückt die ſenkrechte Platte *m* mit den ſechs ſchrägen Rinnen gegen die Schale vor und bewegt den Schieber *w* nach links hin, ſo daß der mit demſelben verbundene Boden *r* den Trichter öffnet und die Münzplatte freigibt. Dieſe fällt und gleitet auf der Leitſchiene *v* herab in eine der ſechs Rinnen und durch dieſelbe in den damit verbundenen Behälter. Die außerhalb der Toleranz zu leichten Platten fallen in die oberſte Rinne, die innerhalb der Toleranz zu leichten Platten in die nächſtfolgende Rinne, die innerhalb der Toleranz zu ſchweren Platten in die dritte Rinne und die außerhalb der Toleranz zu ſchweren Platten in die vierte, fünfte oder ſechſte Rinne.

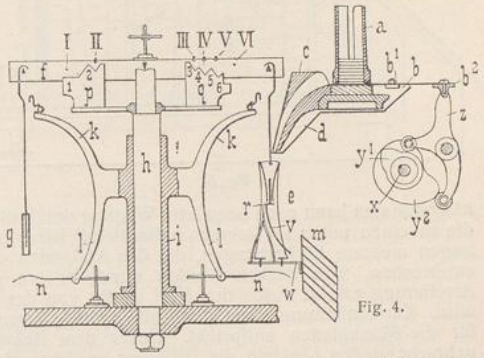


Fig. 4.

Bei der Münzplattenſortiermaſchine von D. Napier & Son in London [3], [13] beſteht jede Wage aus einem gleicharmigen Balken, an dem Wagſchalen aufgehängt ſind, wovon die eine zur Aufnahme des Gewichtsſtücks dient, während die andre oberhalb des Balkens einen Wagtiſch trägt, auf den die Münzplatte mittels des Zubringers gelangt. Als Gewichtsſtück dient das geſetzlich zuläſſige Minimalgewicht der Münzplatten. Am unteren Ende der mit dem Gewicht belaſteten Wagſchale befindet ſich ein Reiter im Gewicht der geſtatteten Toleranz (Abweichung vom Normalgewicht). Zur Arretierung der Wage dient eine unterhalb der Wagſchalen befindliche Regulierungsſtange ſowie eine unterhalb des Wagbalkens angebrachte Klemme. Durch die Regulierungsſtange erhält gleichzeitig auch ein Indikator eine ſolche Stellung, daß die Münzplatte in den richtigen Sammelbehälter gelangt. Die Wage fortiert in drei Klaſſen: die obere Toleranz überſchreitende, innerhalb der Toleranz liegende und zu leichte Münzplatten. Der Napierſchen Maſchine ähnlich iſt diejenige von P. Stückrath in Friedenau-Berlin.

Die aus der Bungeſchen Münzplattenſortiermaſchine hervorgegangene Maſchine von Wilh. H. F. Kuhlmann in Hamburg (Fig. 5) wird als zwei-, vier- oder ſechsfache Wage hergeſtellt [13]. Die Bewegung der verſchiedenen Teile erfolgt von der Hauptwelle *a* aus mit Hilfe der unrunden Scheiben I—IV und des Winkelhebels *l m*. Die Antriebsſcheibe *b* ſteht mit einem Vorgelege in Verbindung, die ihre Bewegung mit Hilfe einer Zahnradüberſetzung auf die Welle *a* überträgt. Bei Beginn einer Wägung bewirkt die Nutenſcheibe I durch den Winkel-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hebel *l m*, daß der an dem Rahmen *i* befeſtigte Zubringer *f* die unterſte Münzplatte aus dem Becher *c* herausſchiebt. Mit dem Rahmen *i* iſt ſenkrecht verſchiebbar der Rahmen *u* in Verbindung, welcher den eine zweizackige Gabel bildenden Aufleger *h* trägt. Der Rahmen *u* ruht mit Rollenſtützen *p* auf dem Tiſch *q*, der mit ſeinen Tragſtangen *r* durch das Exzenter II angehoben werden kann. Mit dem Herausſchieben der Münzplatte aus dem Trichter befindet ſich die gleichzeitig vorgeſchobene Auflegegabel *h* in emporgehobener Stellung, ſo daß die Münzplatte auf ſie zu liegen kommt. Bei weiterer Drehung der unrunden Scheibe II ſenkt ſich die Auflegegabel und legt die Münzplatte ſtoßfrei auf den Wagtiſch *g*, worauf Auflegegabel und Zubringer ſich wieder zurückbewegen und letzterer auch wieder in die urſprüngliche Stellung gehoben wird. Die Wage beſteht aus dem Wagbalken *s*, der die mit dem Wagtiſch *g* verſehene rahmenförmige Aufhängevorrichtung *u* und den mit dem Balken feſt verbundenen Metallzylinder als Gegengewicht trägt. Die Arretierung des Wagbalkens erfolgt durch zwei bewegliche, mit Achatzapfen verſehene Stifte *t* und t_1, die mit der Führungsſtange *w* verbunden ſind und deren Bewegung durch die unrunde Scheibe IV erfolgt. Der Aufhängerahmen kann nach beendeter Wägung durch die Arretierungsbacken *v v* feſtgehalten werden, die in einen unten am Rahmen befindlichen Blechſtreifen eingreifen. Die Arretierungsbacken *v v* tragen mehrere Einkerbungen, die den Abſtänden der (drei Trichter bildenden) Blechſtreifen *x x* entſprechen. Die Backen werden durch Federn gegeneinander gepreßt; die Auslöſung der Arretierung erfolgt durch den Keil *y*, der von der unrunden Scheibe III nach aufwärts gedrückt wird. Zur Einſtellung dient eine Einſtellplatte, deren Gewicht dem oberſten zuläſſigen Grenzwert für die Münzplatten entſpricht. Ueber dem Rahmen *u* iſt ein Galgen mit einem Reiter angebracht, deſſen Gewicht die Differenz zwiſchen dem zuläſſigen minimalen und maximalen Gewicht der Münzplatten beträgt. Beim Wägen der Münzplatten treten dieſe an Stelle der Einſtellplatte. Sind ſie leichter als dieſe, ſo wird der Reiter abgehoben, und das Gewicht des Reiters addiert ſich zum Plattengewicht. Kommt dieſe Gewichtsſumme dem Gewicht der Einſtellplatte gleich, ſo wird die ausgewogene Platte bei der Auf- und Vorwärtsbewegung der vorn mit Stiften verſehenen Auflegegabel *h* in den mittleren der drei Auswurftrichter geſchoben. Beträgt aber die Gewichtsſumme weniger als das Gewicht der Einſtellplatte, ſo ſteigt die Wagſchale *g* höher, und die Platte gelangt in den oberen Trichter. Eine zu ſchwere Platte zieht die Wagſchale nach abwärts, und die Platte wird in den unterſten Trichter geſchoben. — Die Leiſtungsfähigkeit der einzelnen Wage beträgt etwa 14—15 Platten minutlich.

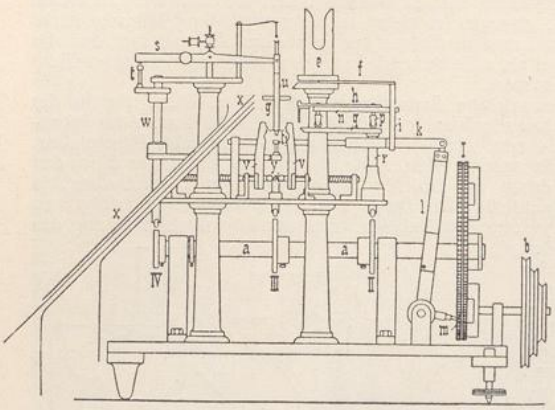


Fig. 5.

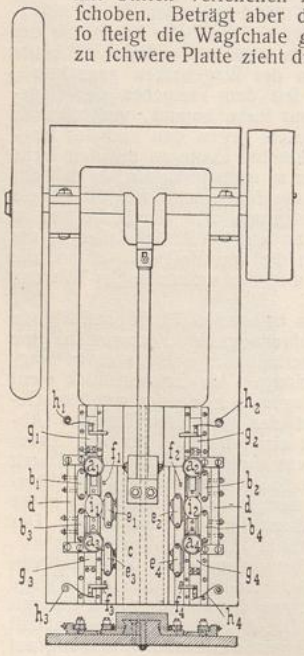


Fig. 6.

Wenn man, wie dies bei Münzplatten erwünſcht iſt, eine umfangreichere Sortenbildung erzielen will, ſo kann dies durch Verwendung von zwei dreiklaſſigen Sortiermaſchinen erreicht werden, indem man die von der erſten Maſchine abgeſonderten zu ſchweren Platten von der zweiten in drei Klaſſen fortieren läßt.

Die Berichtigung der übergewichtigen Münzplatten findet durch Abſchaben ſtatt, wozu in der Regel Maſchinen [3] verwendet werden. Bei der einen Art von Münzplattenſchabmaſchinen wird die Münzplatte über ein feſtſtehendes Meſſer durch einen Zubringer hinweggeſchoben, bei der andern macht die Münzplatte eine drehende Bewegung, während das Werkzeug darüber fährt. Nach dem Schaben werden die Münzplatten auf den Münzfortiermaſchinen nochmals geprüft.

Das Rändeln. Der Rand der Münzen wird zum Schutze der Prägung und gegen betrügeriſche Wegnahme von Metall in der Regel mit einer Randleiſte („Stäbchen“) oder mit Verzierungen und Inſchriften oder auch mit beidem verſehen. Zur beſſeren und leichteren Ausbildung des Stäbchens beim nachfolgenden Prägen wird gewöhnlich der Münzplattenrand in der „Rändelmaſchine“ aufgeſtaucht, auf der auch die Herſtellung vertiefter Randſchriften erfolgen kann.

Bei der in Fig. 6 dargeſtellten vierfachen Rändelmaſchine erfolgt das Rändeln durch Rollen der Münzplatte zwiſchen dem feſtſtehenden Rändeleiſen b_1 (bezw. b_2, b_3, b_4) und dem beweglichen Rändeleiſen e_1 (bezw. e_2, e_3, e_4), das an dem durch Kurbelgetriebe bewegten Schlitten *c* befeſtigt iſt. Die Rändeleiſen ſind mit Nut und für Randverzierung mit entſprechender Gravierung verſehen. Die Münzplatten befinden ſich in den

Bechern a_1, a_2, a_3, a_4, welche unten einen Spalt für je eine Münzplatte haben. Das Vorſchieben der Münzplatten geſchieht durch die Zubringer (Schieber) g_1, g_2, g_3, g_4. Der Stift f_1 des Schlittens c ſtößt gegen einen Arm des Zubringers g_1 und ſchiebt dieſen zurück, wodurch die unterſte Münzplatte im Becher ſich vor den Zubringer legen kann, der bei der Umkehr des Schlittens durch die Feder h_1 die Münzplatte vorſchiebt, ſo daß ſie von dem beweglichen Rändeleiſen gefaßt und an dem feſten Rändeleiſen entlang gerollt wird, worauf ſie durch die Oeffnung i_1 fällt.

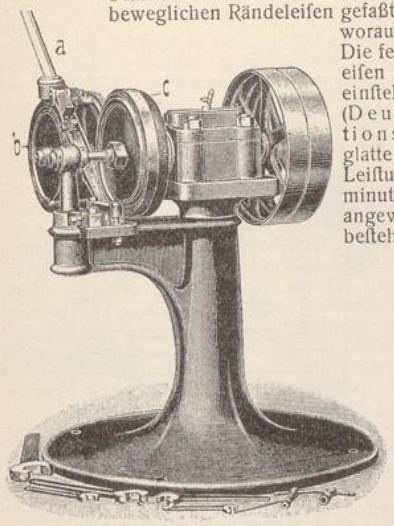
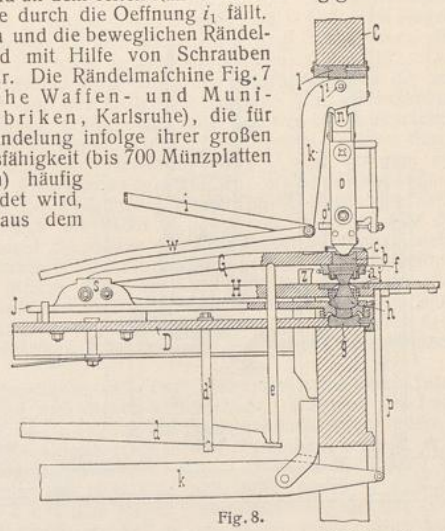
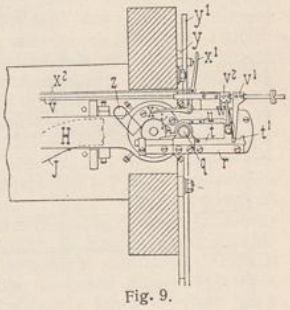


Fig. 7.


Fig. 8.

Die feſten und die beweglichen Rändeleiſen ſind mit Hilfe von Schrauben einſtellbar. Die Rändelmaſchine Fig. 7 (Deutſche Waffen- und Munitionsfabriken, Karlsruhe), die für glatte Rändelung infolge ihrer großen Leiſtungsfähigkeit (bis 700 Münzplatten minutlich) häufig angewendet wird, beſteht aus dem Becher a für die Münzplatten, dem gekerbten Rad b, das ſie Stück für Stück einer ſchiefen Ebene zuführt, von der aus ſie zwiſchen die mit einer Nut verſehene rotierende Rändelſcheibe c und das feſtſtehende einſtellbare Rändeleiſen gelangen, wobei die Aufſtauchung des Randes erfolgt. Bei einer andern Rändelmaſchine [3] mit rotierender Rändelſcheibe erfolgt die Rändelung zwecks Vermeidung axialen Lagerdrucks zwiſchen der am Mantel der Rändelſcheibe befindlichen Nut und einem feſten Rändeleiſen.

Das **Glühen** und **Beizen** der Münzplatten, das bisweilen auch ſchon vor dem Rändeln erfolgt, bezweckt die Reinigung der Münzplatten von Schmutz und Oxydſchichten. Das Beizen erfolgt mit verdünnter Schwefelſäure.


Fig. 9.

Das **Prägen** der Münzen geſchieht auf Kniehebelpreſſen, deren Prinzip von Uhlhorn herrührt. Die Münzplatten werden auf einer ſchrägen Rinne in den Becher g (Fig. 8 und 9) eingeführt. Die unten liegende Münzplatte wird von dem zangenartigen, aus dem Schieber t und dem Winkelhebel $u\,w$ und einer Feder gebildeten Zubringer gefaßt. Die Verſchiebung des Zubringers und der Münzplatte geſchieht durch den Arm v^1 der Knaggenſtange v, welche von einer unrunden Scheibe auf der Kurbelwelle der Maſchine betätigt wird. Beim unmittelbar darauf folgenden Rückgang der Stange v verdreht zunächſt der Anſatz v^2 den Winkelhebel $w\,u$ und öffnet damit die Zange, ſo daß die Münzplatte auf den unteren Prägeſtempel fallen kann, worauf der Zubringer durch Anſtoßen der Knagge v^1 an den Anſatz t_1 des Schiebers t zurückgeſchoben wird. Hierauf erfolgt das eigentliche Prägen. Die Münzplatte iſt hierbei von dem im Durchmeſſer etwas größeren Prägering i eingeſchloſſen, deſſen innerer Durchmeſſer die Größe der fertigen Münze beſtimmt. Man unterſcheidet: a) glatte Prägeringe für Münzen mit glattem Rand oder vertiefter (durch das Rändeln hergeſtellter) Randſchrift; b) gekerbte Prägeringe für gekerbten (gerieften) Rand; c) gebrochene (dreiteilige) Prägeringe (ſ. unten) mit vertiefter Gravierung für erhabene Randſchrift. Der Prägering i iſt in dem um eine Achſe im Lager s drehbaren Hebel H gelagert. Der beim Prägen auftretende Druck auf den Unterſtempel wird durch die ihn mittels Klemmrings feſthaltende Scheibe h, den kugelförmig ausgehöhlten Hebel J und die Spurpfanne auf das Rahmengeſtell der Maſchine übertragen. Der Oberſtempel iſt mit dem um eine Achſe im Lager s drehbaren Hebel G innerhalb des Rings a mittels Klemmrings feſt verbunden; b iſt eine Spurpfanne, c ein Oelbehälter. Der Oberſtempel wird durch die Stange e, den in d^1 drehbaren doppelarmigen Hebel d und ein an deſſen anderm Ende befindliches (in der Figur nicht gezeichnetes) Gewicht nach oben gegen die Druckſtütze o gedrückt. Die Abwärtsbewegung des Oberſtempels beim Prägen erfolgt durch den um die Achſe l^1 im Lager l drehbaren Winkelhebel $k\,l^1\,n$ der mit der Druckſtütze o zuſammen einen Kniehebel bildet. Die Bewegung des Winkelhebels $k\,l^1\,n$ erfolgt durch die Pleuelſtange i, die von der Kurbelwelle der Maſchine aus hin und her bewegt wird. Die Länge der Druckſtütze (Keilgehäuſe) o kann mittels Keils o^1 zwecks genauer Einſtellung des Oberſtempels verändert werden. Erfahrungsgemäß wird die Prägung der Münze weſentlich

erleichtert, wenn der Unterſtempel ſich im Augenblicke, da der Oberſtempel kräftiger drückt, etwas um ſeine Achſe dreht. Deshalb iſt am Winkelhebel $n\,l^1\,k$ eine Stange w angelenkt, deren krummes Ende periodiſch einen nicht gezeichneten Winkelhebel erfaßt, der durch eine Stange mit dem Hebel J verbunden iſt und ſo den letzteren dreht. Die Rückdrehung wird durch einen

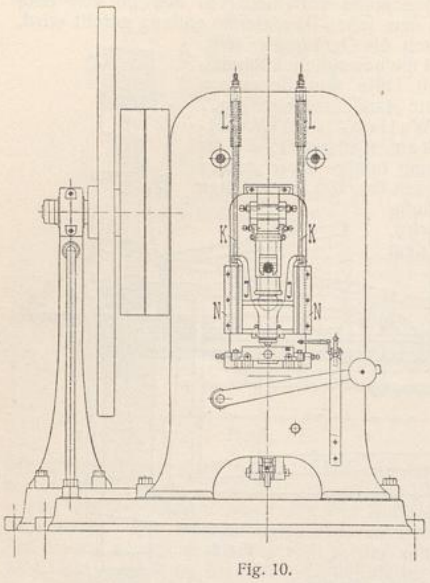


Fig. 10.

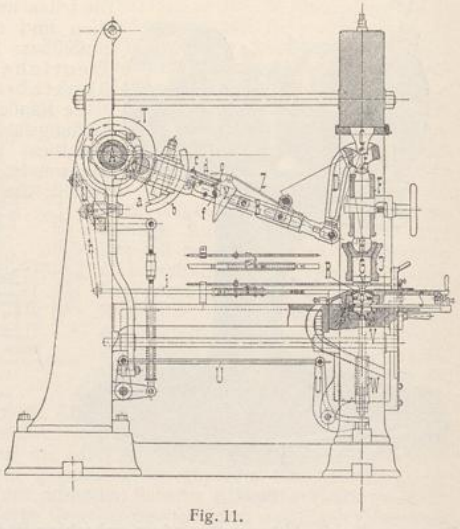


Fig. 11.

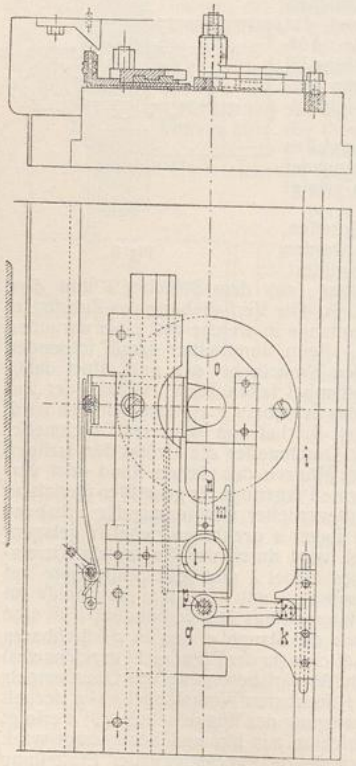


Fig. 12 und 13.

Stift an der Stange w oder auch durch eine Feder bewirkt. Nach erfolgter Prägung ſenkt ſich der im Hebel H gelagerte Prägering unter Beeinfluſſung einer auf der Kurbelwelle ſitzenden unrunden Scheibe und der Druckſtütze p und des doppelarmigen Hebels k, worauf der Oberſtempel emporſteigt; hiernach hebt der Hebel H ſich etwas, um die feſt im Prägeringe eingeſchloſſene Münze vom Unterſtempel abzulöſen, und ſenkt ſich ſogleich wieder ſo weit, daß die Münze aus dem Prägeringe i herausgedrückt wird und nun frei auf dem Unterſtempel ruht. Wenn der Zubringer $t\,u$ die nächſte Münzplatte vorſchiebt, ſchiebt gleichzeitig das bogenförmige Ende des Hebels u die freiliegende Münze vom Unterſtempel ab und bringt ſie auf eine geneigte Rinne im Hebel H, auf welcher ſie herabgleitet, um durch die Rinne z im Tiſche D in einen Behälter zu gelangen. — Um einer Beſchädigung der Stempel, im Falle keine Münzplatte in den Prägering x gelangt, vorzubeugen, iſt auf dem Hebel H der winkelförmige Fühlhebel $x\,x^1$ gelagert, welcher durch die Stange x^2 von der Kurbelwelle aus bei jeder Umdrehung einmal hin und her gedreht wird. Wenn der Zubringer $t\,u$ vorgeſchoben wird, legt ſich gleichzeitig der eine Arm x des Fühlhebels gegen den Hebel u an. Iſt eine Münzplatte im Zubringer enthalten, ſo hält der Hebel u den Fühlhebel an, was durch eine Feder an der Stange x^2 ermöglicht iſt. Iſt jedoch keine Münzplatte im Zubringer eingeſchloſſen, ſo wird der Hebel u vom Fühlhebel x einwärts gedreht, ſo daß der letztere mit ſeinem andern Arme x^1 auf die Feder y am Prägerahmen C drücken kann. Dadurch wird der in einer Führung gleitende Hebel y^1 frei, der nun niederfällt und den in Vorſprünge nahe ſeiner Achſe eingreifenden Ausrückhebel auslöſt, der durch ein Gewicht verdreht wird, wodurch die Maſchine zum Stillſtande kommt. Zur größeren Sicherheit iſt mit dem Ausrückhebel ein Arm verbunden, welcher einen Sperrkegel über einem Sperrade auf der Kurbelwelle freigibt. Da alsdann der Sperrkegel das einzahnige Sperrad aufhält, ſo kann die Kurbelwelle ſich nicht weiterdrehen. Wenn

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zwei Münzplatten zwiſchen die beiden Stempel gelangen ſollten, ſo iſt einer Beſchädigung der letzteren dadurch vorgebeugt, daß das Schwungrad nur durch einen Reibungsring mit der Kurbelwelle verbunden iſt, folglich bei zu großem Widerſtande ſich frei dreht.

Bei der Prägmaſchine von L. Schuler in Göppingen (Württ.), Fig. 10—14, erfolgt die Bewegung des an den Prägſtock *M* und der Kugelpfanne *G* befeſtigten Oberſtempels unter Vermittlung des mit dem Kugelzapfen *H* verſehenen Keilgehäuſes *F* durch den von der Kurbelwelle *A* aus betätigten und mit der Pleuelſtange *B* verbundenen Winkelhebel *D C E*. Die Kugelpfanne *G* iſt von dem im Geſtellrahmen geführten Schlitten (Stempelführung) *J* umgeben, der ſie durch zwei Zugſtangen *K* und zwei kräftige Federn *L* an den Kugelzapfen *H* andrückt. Der beim Prägen auftretende Druck auf den Unterſtempel wird durch den Prägſtock *O* und die mit Kugelfläche verſehenen Druckplatten *O* und *P* auf das Geſtell übertragen. Das Herausheben der Münze aus dem Prägering nach der Prägung erfolgt nicht wie bei der Uhlhornſchen Maſchine durch die Bewegung des Prägerings *R*, ſondern durch den Unterſtempel, welcher durch die (auf die Platte *Q* wirkenden) Stangen *V* und die Hebelübertragung *U* von der (auf der Kurbelwelle ſitzenden) unrunden Scheibe *T* ſeine Aufwärtsbewegung erhält; die Abwärtsbewegung des Prägeſtempels, der Platten *Q* und *P* und des Prägſtocks *O*, der mit *Q* durch den halbgeſchloſſenen Ring *X* verbunden iſt, erfolgt durch die Feder *W*. Nach der Prägung geht der Oberſtempel zuerſt hoch, worauf der Unterſtempel die Münze aus dem Prägering herausſchiebt. Infolge einer in der unrunden Scheibe *T* angebrachten Einkerbung geht hierauf der Unterſtempel raſch zurück und wieder hoch, wodurch die Münze durch die Oberkante des Prägerings vom Unterſtempel abgelöſt wird, ſo daß ſie nur loſe auf ihm ruht. Der Unterſtempel bleibt dann ſo lange in dieſer Stellung, bis die fertige Münze weggeſchoben und an ihre Stelle eine neue Münzplatte zugeführt iſt, worauf er wieder zurückgeht. Eine Drehung des unteren Prägeſtempels während des Prägens findet nicht ſtatt.

Um die Stempel vor Beſchädigung zu bewahren, falls zwei Münzplatten auf dem Unterſtempel liegen, iſt die Pleuelſtange *B* zweiteilig und in ſich verſchiebbar. Während des Leergangs der Maſchine wird ſie durch den Keil *Y* und zwei auf ihn einwirkende kräftige Federn *Z* auseinander gehalten. In dem Augenblick, wo der Oberſtempel auf die Münzplatte auftrifft, wird durch ein an der Kurbelwelle angebrachtes Segment und einer darauf (je nach der Stärke der Münzplatte) einſtellbaren Schiene *b* der Daumen des Hebels *c* nach unten gedrückt und der Keil *Y* durch den Bolzen *f*, der durch *e* und *d* mit dem Hebel *c* verbunden iſt, mit der einen Pleuelſtangenhälfte verkuppelt, ſo daß die Prägung vor ſich gehen kann. Liegen aber zwei Münzplatten auf dem Unterſtempel, ſo iſt infolge des früheren Auftreffens des Oberſtempels auf die obere Münzplatte in dieſem Augenblick der Keil noch nicht mit der zugehörigen Pleuelſtangenhälfte verkuppelt, ſo daß ſich die Pleuelſtange in ſich verſchieben und die verkürzte Pleuelſtange den oberen Prägeſtempel nicht in ſeine tiefſte Lage bringen kann. Die Zuführung der Münzplatten erfolgt von einem auf der Kurbelwelle ſitzenden Exzenter *g* aus, das unter Vermittlung des Winkelhebels *h* die Stange *i* hin und her bewegt. Auf dem Prägetiſch *s* iſt der Füllbecher *l* für die Münzplatten befeſtigt. Der durch den Anſatz *k* der Stange *i* betätigte Schieber *m q* ſchiebt die jeweils unterſte Münzplatte unter die Feder *n*, wo ſie bei der Bewegungsumkehr vom Rückgang zum Vorwärtsgang von der als Winkelhebel *o p k*¹ ausgebildeten Zange *o* zunächſt eingeſchloſſen und dann vorwärtsgeſchoben wird. Ueber dem Prägering iſt die Münzplatte von einem unter Federdruck ſtehenden kleinen Schieber und der Zange gehalten; letztere wird beim Rückgang der Stange *i* zunächſt nach außen gedreht, ſo daß ſie beim darauffolgenden Rückgang der Zange und des Schiebers *m q* die Münzplatte nicht mitnimmt. Die auf dem unteren Prägeſtempel liegende fertige Münze wird durch den vorderen Zangenteil nach rückwärts weggeſchoben und gleitet durch eine am Prägetiſch angebrachte ſchräge Rinne nach einem gekrümmten Kanal, der die Münze an der Vorderſeite der Maſchine herausfallen läßt. Der Stillſtand der Maſchine, im Falle keine Münzplatte zwiſchen den Prägeſtempeln ſich befindet, wird in ähnlicher Weiſe wie bei der Uhlhornſchen Maſchine erreicht.

Fig. 14 zeigt die Einrichtung des Prägetiſches für Münzen mit erhabener Randſchrift. Der mit entſprechender Gravierung verſehene Prägering iſt dreiteilig und wird durch den äußeren Rand des Oberſtempels in einen den Prägering umſchließenden koniſch ausgedrehten Ring eingepreßt. Beim Hochgehen des Unterſtempels bewegt ſich auch der Prägering unter der Einwirkung von Federn nach aufwärts, wobei ſich gleichzeitig die einzelnen Ringteile nach auswärts bewegen. Bei dieſer Einrichtung muß auch der Unterſtempel durch Keile in der Höhe einſtellbar ſein.

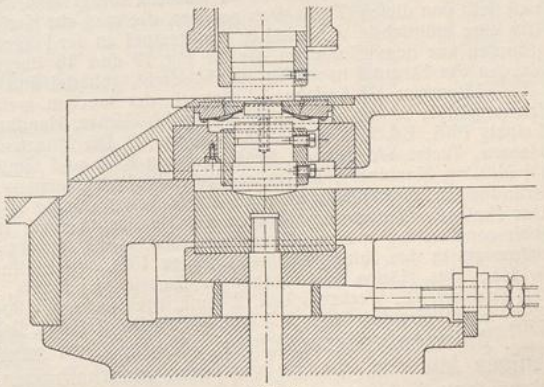


Fig. 14.

Man hat auch Prägmaſchinen gebaut, bei denen der Oberſtempel feſtſtehend und der Unterſtempel durch ein Kniehebelgetriebe emporgedrückt wird. Die Prägmaſchine D.R.P. Nr. 85647 (L. Schuler, Göppingen) beſitzt einen Revolver mit 8 Prägeringen und der Ober- und Unterſtempel werden je durch ein Kniehebel-

getriebe betätigt. — Die Leiſtungsfähigkeit der Prägmaſchinen beträgt durchſchnittlich zwiſchen 50 bis 100 Stück in der Minute. Ueber die beim Prägen auftretenden Drücke macht Bliß [5] für die amerikaniſchen Münzen folgende Angaben:

Münze	Metall	Durchmeſſer in Millimetern	Druck in Tonnen
Double-Eagle	Gold	34,0	155
Eagle	„	26,5	110
Half-Eagle	„	21,5	60
Quarter-Eagle	„	17,5	35
Standard-Dollar	Silber	38,0	160
Half-Dollar	„	30,0	98
Quarter-Dollar	„	24,0	60
Dime	„	17,5	35
5-Cent-Nickel	Nickel	20,0	60
1 Cent	Kupfer	19,0	40

Die **Münzſtempel** beſtehen aus zähhartem Werkzeugſtahl mit einem Kohlenſtoffgehalt von 1—1,2 % oder aus Spezialſtahl. Zur Herſtellung [9] der Gravierung dient ein ſtark vergrößertes Wachsmodell, von dem ein Gipsabguß genommen wird, der zur Herſtellung eines Gußeiſenmodells benutzt wird. Die verkleinerte Uebertragung von dem Gußeiſenmodell auf den Stahlpfropf geſchieht in der Reduziermaſchine (ſ. d.). Das Stahlrelief wird vom Medailleur ſorgfältig nachgearbeitet und hierauf der zylindriſche Stempel nach Fig. 15 abgedreht und gehärtet. Zum Härten [10], [11] wird der Stempel, um Entkohlung und Glühſpanbildung an der gravierten Fläche zu verhindern, zwiſchen kohlenſtoffhaltigen Subſtanzen (Hornſpäne u. ſ. w.) in einen mit Lehm verſchmierten Blechkaſten verpackt, geglüht und die Härtung durch Ablöſchen mittels eines genau auf die Mitte der zu härtenden Fläche auftreffenden Waſſerſtrahls vollzogen; die Arbeitsfläche wird meiſt gar nicht und der rückwärtige Teil des Stempels nur wenig angelaſſen. Der ſo erhaltene „Ur- oder Originalſtempel“ (mit erhabener Gravierung) dient durch „Abſenken“ (Einpreſſen) in einen Stahlzylinder mittels des „Senkwerks“ (Spindelpreſſe mit Handbetrieb [Fig. 16, Deutſche Waffen- und Munitionsfabriken, Karlsruhe] oder mit Reibſcheibenantrieb oder hydrauliſche Preſſen) zur Herſtellung der (vertieften) „Urmatrize“, auf der mittels Punzen die Umſchrift, das Münzzeichen und der Perlenrand

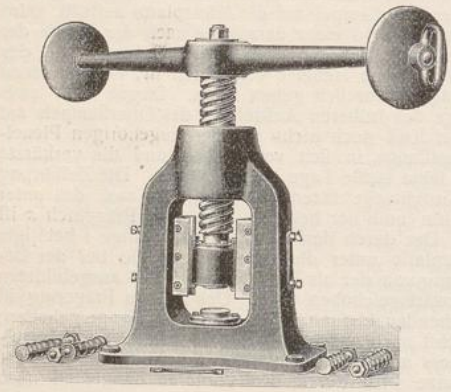


Fig. 16.

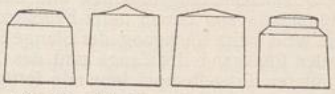


Fig. 15. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

eingeſchlagen werden. Mit der Urmatrize wird durch Abſenken die (erhabene) „Urpatrize“ hergeſtellt, die nun zum Anfertigen der (vertieften) Arbeitsſtempel durch Abſenken dient. Um jedoch die wertvolle Urpatrize zu ſchonen, fertigt man meiſt von ihr eine Anzahl Matrizen an und ſtellt von dieſen (Zweit-)Patrizen her, die man zur Herſtellung der Arbeitsſtempel verwendet. Um eine möglichſte Verdichtung der Stempel an der Prägefläche zu erzielen, erhalten die Stahlpfropfen vor dem Einſenken die in Fig. 17 und 18 dargeſtellte Form. Nach dem Einſenken werden die Stempel nach Fig. 19 abgedreht, gehärtet und hochglänzend poliert.

Literatur: [1] Ledebur, Lehrbuch der mechan.-metallurg. Technologie, 3. Aufl., Braunſchweig 1905, S. 740—761. — [2] Karmarſch-Fiſcher, Handbuch der mechan. Technologie, 6. Aufl., Leipzig 1891, Bd. 2, S. 531. — [3] Schlöffer, E., Die Münztechnik, Hannover 1884.—[4] Karmarſch-Heeren, Techn. Wörterbuch, bearbeitet von Kick und Gintl, Prag 1883, Bd. 6, S. 178—197. — [5] Minting Machinery, Broſchüre der E. W. Bliß Company, Brooklyn-New York. — [6] Buch der Erfindungen, Gewerbe und Induſtrien, 9. Aufl., Leipzig 1900, S. 683. — [7] Smith-Kannegießer, Das Preſſen, Stanzen und Prägen der Metalle, Leipzig 1903. — [8] Woodworth, J. V., Dies, their construction and use, New York 1903. — [9] Bericht über die Tätigkeit des K. K. Hauptmünzamts in den Jahren 1892—93, Wien 1894. (Herſtellung der Münzſtempel.) — [10] Reifer, Fridol., Das Härten des Stahls in Theorie und Praxis, 4. Aufl., Leipzig 1906, S. 122. — [11] Thallner, O., Werkzeugſtahl, 2. Aufl., Freiberg i. S. 1904, S. 152. — [12] Oeſterr. Zeitſchr. für Berg- u. Hüttenweſen 1887, S. 504 ff. — [13] Dingl. Polyt. Journ. 1907, Heft 3—5. *A. Widmaier.*

Münzenfortiermaſchine, -wage, dient zum ſelbſttätigen Ausſortieren derjenigen Münzen, welche von dem innerhalb der Toleranz zuläſſigen Gewichte abweichen (ſ. Münze).

Sie finden in Münzwerkſtätten zum Sortieren der fertigen Münzen Verwendung, wenn keine Sortierung der Münzplatten (ſ. Münze) ſtattgefunden hatte; man ſortiert dann in drei

Klaſſen: untergewichtige, richtige und übergewichtige Münzen, von denen nur die mit richtigem Gewicht in den Verkehr kommen, während die andern wieder eingeſchmolzen werden. Ferner verwendet man die Münzenſortiermaſchinen in Banken zum Ausſortieren der durch Abnutzung untergewichtig gewordenen Münzen, wofür nur zweiklaſſig ſortierende Maſchinen notwendig ſind. Die Einrichtung der ſelbſttätigen Münzenſortiermaſchinen iſt dieſelbe wie die der Münzplattenſortiermaſchine (ſ. Münze), mit der Beſchränkung auf drei-, bezw. zweiklaſſige Sortierung. *A. Widmaier.*

Münzfuß, ſ. Münze.

Münzplattenſortiermaſchine, -wage, ſ. Münze, S. 529.

Münzſtempel, ſ. Münze.

Muffe, der am Ende gußeiſerner Röhren befindliche becherartige Anguß, in welchen das Zopfende der Röhren loſe eingeſchoben wird; hierauf erfolgt Verſtrickung und Ausgießen mit Blei. Mit Gewinde verſehene Muffen werden bei Schmiedeeiſen- und Stahlrohren verwendet; ſ. Rohrleitung.

Muffel, Muffelöfen, ſ. Oefen für techniſche Zwecke, Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren u. ſ. w.

Muffelfarben, ſ. Farben, keramiſche.

Muffeln, größere, rundum verſchließbare Gefäße aus feuerfeſtem Ton, in welche die zu brennenden Tonwaren eingeſetzt werden. Die Muffeln ſind meiſtens feſt mit dem Ofen verbunden und von einer Seite zugängig, welche nach Einſetzen der Waren wieder verſchloſſen wird. *Dümmler.*

Muffelöfen, Brennöfen der keramiſchen Induſtrien, die ſo eingerichtet ſind, daß die zu brennenden Waren nicht in direkte Verbindung mit den Feuergaſen kommen, ſondern in größeren Abteilungen oder Kammern (Muffeln genannt) ſtehen, die von den Feuergaſen umſpült werden (ſ. Oefen zum Brennen von Ziegeln, Tonwaren u. ſ. w.). *Dümmler.*

Muffelpreſſen dienen zur Herſtellung von Muffeln oder Muffelröhren aus Ton, Schamottemaſſe u. ſ. w.

Fig. 1 ſtellt eine Preſſe der Maſchinenfabrik C. Mehler in Aachen für Zinkdeſtillationsmuffeln (Fig. 2 und 3) dar [1]. In den durch Entfernen des Deckels *H* und des Mundſtücks *G* geöffneten Zylinder wird die zu preſſende Maſſe eingebracht. Nach dem Verſchließen des Zylinders und dem Eintretenlaſſen von Druckwaſſer in die hydrauliſchen Zylinder *A*, *F*, *F* ſteigen die Kolben *B* und *D* zunächſt gemeinſam empor, worauf der Kolben *B* bis zur Begrenzung durch den Keil *L* allein emporgeht und den ringförmigen Kolben infolge der kleineren Flächen der Kolben *EE* zurückdrängt. Damit iſt der Boden der Muffel gebildet; ihr zylindriſcher Teil wird nach Wegnahme des Deckels *H* durch Hinauspreſſen der Maſſe zwiſchen dem Mundſtück *G* und dem in ſeiner höchſten Lage befindlichen Stempel *B*, der jetzt einen Dorn bildet, durch den ringförmigen Kolben *D* bewirkt. Die Preſſe arbeitet mit 200 Atmoſphären Druck und preßt in der Stunde etwa neun Muffeln.

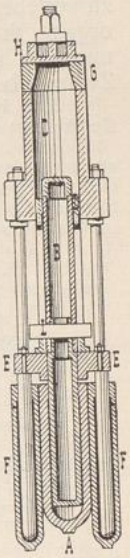


Fig. 1.


Fig. 2 und 3.

Literatur: [1] Weisbach-Herrmann, Lehrb. d. Ingenieur- u. Maſchinenmechanik, 2. Aufl., 3. Teil, 3. Abt., 2. Hälfte, S. 1449. *A. Widmaier.*

Mugeliger Schliff, ſ. Edelſteinſchleiferei.

Muhre, ſ. Rutſchungen.

Mukronatenſchichten (Mukronatenkreide), den oberſten Schichten der Kreideformation (Senon) angehörige, nach dem Vorkommen von Belemnitella mucronata benannte, mergelige, kalkige und ſandſteinartige Schichten in Norddeutſchland (Weſtfalen).

Die Mergel der tiefen Mukronatenſchichten führen neben etwas Aſphalt zwiſchen Hamm und Drenſteinfurt 0,30—2,5 m mächtige Gänge von kriſtalliniſch ſtengligem Strontianit, der gewonnen wird. In den oberen Schichten wird bei Münſter (Baumberg) ein gelblichweißer, etwas Glaukonit führender, ſehr kalkreicher Sandſtein gewonnen, der weich und leicht zu bearbeiten iſt und zu Bildhauerarbeiten verwendet wird. Manche Mergel und Kalke dienen zur Mörtelbereitung. *Leppla.*



Muldbrett, ein in Form einer großen Schaufel ausgeführtes Transportgerät für Erdbewegung auf geringe Entfernung.

Das in der Breite von 1—1,25 m ausgeführte Muldbrett (ſ. die Figur) beſitzt vorn eine ſcharfe Schneide, iſt am Boden mit Blech beſchlagen und trägt einen langen Handgriff, an dem noch ein Strick befeſtigt wird. An den beiden Oefen werden die verlängerten Stränge eines Zugtiers befeſtigt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wenn man nun, das Muldbrett hinten auf halbe Höhe aufhebend, über lockeren Boden fährt, ſo füllt ſich dasſelbe mit Erde; hierauf läßt man den Handgriff los und fährt an die auszufüllende Stelle, hebt dann während der Fahrt das Muldbrett über ſenkrecht auf, wodurch die ſich entleerende Erde ſchön verteilt wird. Mit einem Ruck wird das leere Muldbrett wieder umgelegt. Ein derartiges Muldbrett koſtet 35—40 *M.* Das amerikaniſche Muldbrett Syſtem Doddy iſt aus Stahlblech und ſo hergeſtellt, daß man die Sterzen ſtets feſthalten kann und nur zu heben oder zu ſenken braucht, um ihre federnde Verbindung mit der am Zapfen ſich drehenden Mulde zu löſen und ſo dieſe zum Kippen und Wiederaufrichten zu bringen. Auch werden die Muldbretter durch ein Räderpaar fahrbar eingerichtet. Preis 85 *M.* Bezugsquellen: Cegielski in Poſen, Mayfarth in Frankfurt a. M. u. a. *Wrobel.*

Mulde (topographiſch), Hohlform des Geländes mit einſeitigem Waſſerabfluß, in der Regel eine Folge gebogener Schichtenlagerung. Muldental, dementſprechend ein Tal mit flacher Sohle und ſanften Hängen.

Mulde (Molle), ein flaches, 60 cm langes, 35 cm breites Holzgefäß, in dem durch Handlanger Steine oder Mörtel auf die Gerüſte getragen werden.

Muldenkipper, ſ. Erdförderwagen, Kipper.

Muldenlinie, ſ. Lagerung.

Muleſpinnmaſchinen, ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 612; vgl. a. Kammgarn-, Streichgarnſpinnerei.

Mulezwirnmaſchinen (Twiner) liefern einen aus mehr oder weniger (geſponnenen) Garnfäden gedrehten Zwirnfaden (zur Verwendung für Nähfaden, Geſchirrfaden, Stickgarn, Strumpfgarn u. ſ. w., indem ſie nach Art der Muleſpinnmaſchinen (ſ. Baumwollſpinnerei, Bd. 1, S. 612) die Arbeit des Zwirnens (bei gleichzeitiger Lieferung des Grundfadens) und des Aufwindens zeitlich trennen [1]. Deshalb iſt auch die Mulezwirnmaſchine im Unterſchied zur Flügel- oder Ringzwirnmaſchine für jede dieſer Funktionen mit beſonderen Mechanismen zu verſehen, deren Antrieb durch eine Steuerung eingeleitet wird. Die Betriebsorgane ſind im weſentlichen dieſelben wie am Selfaktor (Muleſpinnmaſchine); nur fällt hier das Streckwerk (die Lieferzylinder) weg, da der Grundfaden eines Zwirnes bereits Drehung hat.

Der Konſtruktion nach ſind zu unterſcheiden: 1. Twiners mit fahrender Aufſteckung; 2. Twiners mit fahrenden Spindelwagen.

ad. 1. Die Maſchinen mit fahrender Aufſteckung tragen in einem über der Geſtellwand *C* aus und ein fahrenden Wagen *w* die Copsaufſteckung, während die Zwirnſpindeln in einem feſten Geſtell *W* gelagert ſind (Fig. 4). Die Aufſteckung des als Grundfaden dienenden Materials beſteht hier aus Cops (Kötzern), die der Selfaktor (Bd. 1, S. 614) liefert. Dieſe Cops *s* (Fig. 1) werden im Wagen *w* ſo aufgeſteckt (auf Stahlſpindeln *s*), daß ſie gemäß ihrer koniſchen Windung über

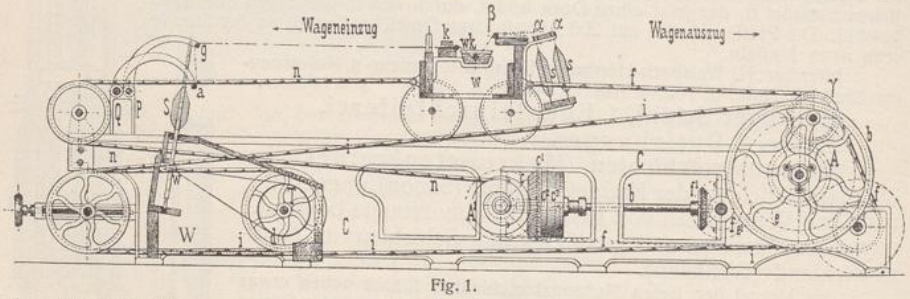


Fig. 1.

die Spitze der erſteren abgewunden werden, weil dieſe nach einem Führungsauge *a* gerichtet iſt, durch welches der Faden, dem Zug der Zwirnſpindel *S* folgend, abgezogen wird. Ueber Glasſtangen geht nun der Faden durch einen Waſſertrog *w k* (wo die Komprimierung vorſtehender Faſern ſtattfindet) und durch die Klappe *k* nach dem aufwindenden Organ, der Spindel *S*. Dieſe ſteht ſchräg in einem Holzgeſtell *W*, nach der Bauart der Selfaktorwagen, und wird 6—7000mal pro Minute umgedreht durch die Trommel *T*. Dieſe empfängt ihren Antrieb durch das Hanfſeil *i* von der Seilſcheibe *b* auf die Rolle *d* (mit der Streckrolle *c*). Der Wagen *w* mit der Aufſteckung bewegt ſich auf Rollen über den Geſtellrahmen *C* und wird für den Ein- und Auszug nach links und rechts bewegt durch die Seile *n* und *f*, welche, beiderſeits am Wagen feſt, ſich an den ſchneckenförmigen Seilſcheiben A^1 auf- bezw. abwickeln.

Die Anordnung der Mechanismen zeigen Fig. 2 und 3. *A* Antriebachſe mit Voll- und Leerrolle und Abwindfriktion *c*, Zwirnſcheibe *b* zum Antrieb der Spindeln beim Auszug (alſo während des Zwirnens). Die Spindelbewegung beim Einzug aber beſorgt für das Aufwinden des vorher gezwirnten Fadens der Quadrantarm *e*, deſſen Drehpunkt hier im beweglichen Wagen *w* liegt, während ſein Endpunkt mittels der Stange *p* am feſten Geſtell hängt. Durch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

beſchleunigtes Abwickeln der Kette *q* infolge des Bogenweges von *o* gegenüber dem geradlinigen von *w* wird eine Beſchleunigung der Spindelbewegung beim Einzug des Wagens erreicht und damit ein gleichmäßiger Fadenzug bei abnehmendem Windungsdurchmeſſer erzielt. Die Bewegung von Aufwinder *a* und Gegenwinder *g* zum Zweck der Fadenführung auf die Spindel beim Aufwinden wird durch ein Kopingplatlineal *l* (Fig. 2), auf welches ſich ein mit den Aufwind- und Leitſtangen *Q* und *P* (Fig. 1) gekuppelter vertikaler Arm *k* ſtützt, erreicht. Die Steuerwelle, hohl, mit Exzentern verſehen und angetrieben durch eine innere, beſtändig rotierende Achſe, liegt ſenkrecht zur Hauptachſe *A* im Geſtell und dreht ſich nach Ein- und Auszug je $^1/_2$ mal, wobei die entſprechenden Hebel zum Ein- und Ausrücken der Einzugfriktion *c* (Fig. 1), der Auszugfriktion, der Abwindfriktion *c* (Fig. 3) durch die Exzenterſcheiben der Steuerwellen bewegt werden.

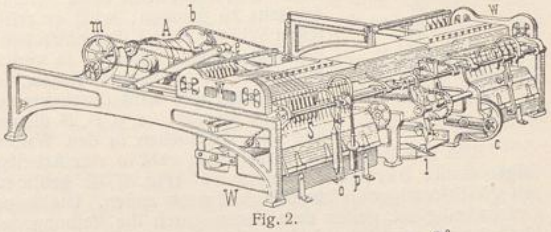


Fig. 2.

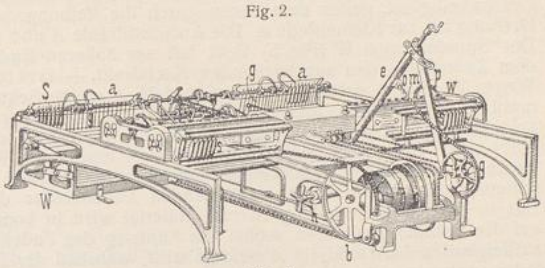


Fig. 3.

Bewegungsperioden: 1. Wagen *w* (Fig. 1) vor den Spindeln *S*. *a* und *g* in Ruhe; der Auszug beginnt, gleichförmig angetrieben, durch Hauptwelle *A* und Rolle *γ*; die Spindeln *s* drehen ſich ebenfalls gleichförmig, durch Zwirnſcheibe *b* getrieben (ſie heißt Zwirnſcheibe, weil durch ihre Aenderung die Spindelgeſchwindigkeit und damit die Drehungen pro Längeneinheit des Auszuges geändert werden). — 2. Wagen *w*, am Ende rechts ſeiner Auszugbahn angelangt, ſteht ſtill bei ausgerücktem Auszugantrieb *γ*. Die Spindeln drehen ſich behufs Nachdrehens (Ausgleichen des Zwirnes) noch fort, bis nach einigen Sekunden auch dieſe Motion ausrückt. — 3. Einzugfriktion $c^2 c^3$ (Fig. 1) rückt ein, der Wagen fährt mit anfangs beſchleunigter, am Ende verzögerter Geſchwindigkeit nach links, angetrieben durch die koniſchen Räder $c c^1$ und die ſchneckenförmige Seilſcheibe A_1, durch $e e^1$ und $f f^1$ von der Hauptachſe *A* aus. Die Spindeln *s* drehen ſich mit beſchleunigter Bewegung, Aufwinder *a* und *g* gehen ſchnell in die Grundſtellung am Fuß der koniſchen Windungsſchicht, dann langſam nach aufwärts. Deshalb legen ſich auf den Konus der Aufwindung nach abwärts Schraubenlinien mit großer Steigung, nach aufwärts ſolche mit geringer Steigung, wodurch die zum Halt des Kötzers nötige Fadenkreuzung entſteht. Zu Anfang der dritten Periode rotieren die Spindeln rückwärts behufs Anlegens des Fadens durch den Aufwindedraht. — 4. Die Kluppe *k* (Fig. 1) iſt während des ganzen Einzuges zu, ſo daß der vorher gezwirnte Faden hier feſt iſt und nur dieſes gezwirnte Stück aufgewunden wird. Beim Auszug war *k* offen, und es wurde die Fadenauszuglänge durch den fahrenden Wagen *w* von den Aufſteckſpindeln *s* abgezogen. Die Kluppe wird gleichzeitig mit beendigter Auszugbewegung geöffnet und geſchloſſen.

ad. 2. Die Maſchinen mit fahrendem Spindelwagen haben eine Getriebkonſtruktion, welche vollſtändig derjenigen des Selfaktors zum Spinnen entſpricht (Bd. 1, S. 614 ff.); abweichend iſt Aufſteckung und Fadenkluppe.

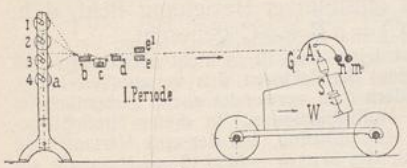


Fig. 4.

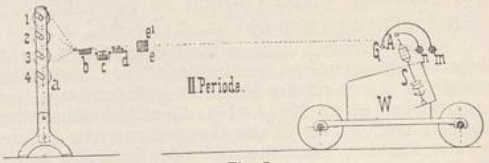


Fig. 5.

Die Aufſteckung *a* (Fig. 4—7) enthält hier Scheibenſpulen 1, 2, 3, 4, welche auf einer Spulmaſchine gewunden wurden. Die Grundfäden werden durch den fahrenden Wagen *W* von ihnen abgezogen und gehen durch die Kluppe *h* (Fig. 8), in welcher ſie beim Auszug frei

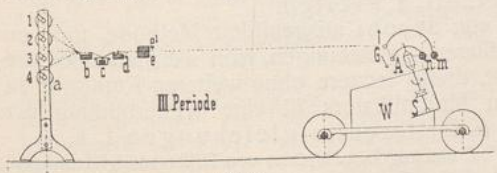


Fig. 6.

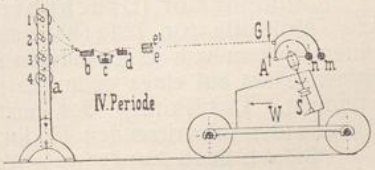


Fig. 7.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

paſſieren, ſo daß die Fäden abgezogen und gedreht werden können. Beim Einzug von *W* iſt die Kluppe auf die Fäden feſtgelegt, und hält ihr freiliegendes Ende behufs Zwirnens derſelben feſt. Die Fadenkluppe hat in Wirklichkeit die Konſtruktion von Fig. 8 und iſt in Fig. 4—7 nur ſchematiſch angedeutet. Um den Faden beim Feſthalten während des Zwirnens und Aufwindens zu ſchonen, wird er zwiſchen den Doppelſtiften *h* (Fig. 8) der feſten Schiene *k* und den einfachen Stiften h^1 der beweglichen Schiene h^0 hindurchgeführt. Wird h^0 ſo verſchoben, daß *h* und h^1 und *h* in der Fadenlinie hintereinander ſtehen, ſo iſt der Faden S-förmig um die drei Stifte gelegt und wird durch vermehrte Reibung feſtgehalten, ohne gepreßt zu werden. *x*, *y*, l^1, l^2 dienen zur Fadenführung beim Abwinden und zum Eintauchen in den Waſſerkenel w^1; *w* Abtropfkenel.

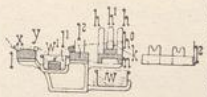


Fig. 8.

Die Erſtellung des Zwirnfadens geht in vier Arbeitsperioden nach Fig. 4—7 vor ſich wie folgt: Erſte Periode. Kluppe $e\,e^1$ (Fig. 4) iſt geöffnet. Der Spindelwagen *W* bewegt ſich mit gleichförmiger Geſchwindigkeit nach außen. Die Spindeln *S* drehen ſich mit gleichförmiger Geſchwindigkeit, geben dem Faden durch die Reibung, welche er über ihnen erhält, die eigne Drehung bis zur Klemmſtelle *e*. Die Aufwinddrähte *A* und *G* ſind in Ruhe. — Zweite Periode. Der Spindelwagen *W* (Fig. 5) ſteht feſt am äußeren Ende ſeiner Bahn. Die Spindeln geben dem Zwirnfaden den ausgleichenden Nachdraht. — Dritte Periode. Bei noch ſtillſtehendem Wagen *W* (Fig. 6) drehen ſich die Spindeln *S* einige Sekunden nach rückwärts. Der Aufwinddraht *A* geht abwärts, der Gegenwinder *G* aufwärts zur Streckung der durch das Abwinden gelockerten Fadenkette und zur Führung des Fadens an die Stelle der Aufwindung. — Vierte Periode. Bei immer noch geſchloſſener Kluppe $e\,e^1$ (Fig. 7) bewegt ſich *W* nach der Aufſteckung zu mit ungleichförmiger Geſchwindigkeit; die Spindeln drehen ſich mit einer Beſchleunigung, welche dem abnehmenden Durchmeſſer der koniſchen Aufwindung entſpricht. Das in der erſten Periode gezwirnte Material wird in koniſchen Windungsſchichten ſpiralförmig auf die Spindel gewunden, wobei die Führung des Fadens durch den ſchnell ab- und langſam aufſteigenden Aufwinddraht *A* beſorgt wird, während der Draht *G*, der Gegenwinder, die Zwirnfäden anſtreckt.

Produktion. Macht die Maſchine für Zwirn Nr. 30 zweifach 4 Auszüge pro Minute à 68″ engl. = 1700 mm, ſo hat man pro Minute eine Längenlieferung = 4 · 68 = 272″ engl. und in 10 Arbeitsſtunden (effektive Produktionszeit pro Tag) eine Lieferung = 600 · 272 = 163200″ engl. oder 5,4 Hanks (Schneller).

Verwendung. Das erſtbeſprochene Twinerſyſtem wird in England und auf dem Kontinent verwendet zur Herſtellung von Zettelzwirn für grobe Baumwollſtoffe, wie Fuſtian und Corderoa, aus Cops Nr. 6—12. Zur Herſtellung feinerer Zwirne iſt aber die zweite Gattung Twiners mit Spulenaufſteckung beſſer am Platz; denn es iſt hier ein fehlerfreies Abwinden ſicherer als bei Copsaufſteckung, und zudem können zur Erſtellung der Windung auf Scheibenvorſteckſpulen fehlerhaft gewundene, aber gut geſponnene Selfaktorcops verwendet werden.

Literatur: [1] Boßhard, O., Baumwollzwirnerei, Weimar 1891. *Boßhard.*

Mull, lockeres Baumwollgewebe, ſ. Weberei; auch ſ. v. w. feiner Streutorf, ſ. Torfgewinnung.

Multicopapier. Unter dieſem Namen wurden von Slavik photographiſche Pigmentpapiere in den Handel gebracht, die mit drei oder mehreren bunten Farbſchichten überzogen waren; ſie geben, unter einem Negativ belichtet, polychrome Bilder, die jedoch nicht naturwahr ſind. Das Verfahren fand in der Praxis keinen Eingang. Vgl. Eder, Jahrb. f. Photogr., Halle a. S. 1904, S. 417. *J. M. Eder.*

Multigraph, ſ. Hektograph.

Multiplikation kann jede Verknüpfung von Größen genannt werden, die zur Addition dieſer Größen in vollkommener diſtributiver Beziehung ſteht, d. h. den Geſetzen $(a+b)\,C = aC + bC$, $a(B+C) = aB + aC$ gehorcht.

Die Faktoren können Größen verſchiedener Art ſein; auch iſt es nicht notwendig, daß (wie bei der gewöhnlichen arithmetiſchen Multiplikation) die Faktoren ſich vertauſchen laſſen, ohne daß der Wert des Produkts geändert wird, ſondern man verwendet auch, namentlich im geometriſchen Kalkül (ſ. d.) nicht-kommutative Multiplikationen. In dieſer Hinſicht beſonders merkwürdig iſt die Graßmannſche äußere Multiplikation, bei der eine Vertauſchung zweier Faktoren Zeichenwechſel des Produkts bewirkt, alſo $[b\,a] = -[a\,b]$ iſt, und deshalb ein Produkt mit zwei gleichen Faktoren verſchwindet: $[a\,a] = 0$. Für Produkte aus mehreren Faktoren gilt bei manchen, aber nicht allen Multiplikationen, z. B. der arithmetiſchen und der äußeren, das Aſſoziationsgeſetz $a\,b\,c = (a\,b)\,c = a\,(b\,c)$. *Mehmke.*

Multiplikator, ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche.

Multiplikator (Drucküberſetzer), ſ. Preſſen.

Multiplikator, letzter, eine von Jacobi ausgebildete Methode, um von einem Syſtem von gleichzeitigen Differentialgleichungen, von welchen man alle Integrale bis auf eines gefunden hat, dieſes letztere ohne weiteren Kunſtgriff zu ermitteln. Das Prinzip des letzten Multiplikators iſt eine Weiterbildung der Theorie des integrierenden Faktors (ſ. Differentialgleichungen I, a, δ).

Beiſpiel: Es ſei $dx : dy : dz = X : Y : Z$ das gegebene Syſtem von Differentialgleichungen, $\varphi(x, y, z) = \beta$ ein Integral desſelben, *M* eine Löſung der partiellen Differentialgleichung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$X\frac{\partial M}{\partial x}+Y\frac{\partial M}{\partial y}+Z\frac{\partial M}{\partial z}+M\left\{\frac{\partial X}{\partial x}+\frac{\partial Y}{\partial y}+\frac{\partial Z}{\partial z}\right\}=0$, ſo iſt $\frac{M}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}}X\,dy-\frac{M}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}}Y\,dx=0$

eine exakte Differentialgleichung, deren Löſung unmittelbar zu finden iſt und das zweite noch fehlende Integral des gegebenen Syſtems darſtellt. In einzelnen Fällen iſt der Multiplikator M leicht zu finden. Iſt z. B. $\frac{\partial X}{\partial x}+\frac{\partial Y}{\partial y}+\frac{\partial Z}{\partial z}=0$, ſo iſt $M=1$. Iſt dagegen $\frac{1}{X}\left(\frac{\partial X}{\partial x}+\frac{\partial Y}{\partial y}+\frac{\partial Z}{\partial z}\right)$ die totale Ableitung einer Funktion $\xi(x\,y\,z)$ nach x, ſo iſt $M=e^{-\xi}$.

Literatur: Jacobi, Vorleſungen über Dynamik, herausgegeben von Clebſch, Vorl. 10—18, Berlin 1866. *Wölffing.*

Multirotation, die bei verſchiedenen optiſch aktiven Körpern beobachtete Eigenſchaft, daß die friſch bereitete Löſung derſelben unmittelbar nach der Bereitung das polariſierte Licht anders dreht als einige Zeit ſpäter (ſ. a. Zuckerarten). *Mezger.*

Multon, ſ. v. w. Melton (ſ. d.).

Mundloch, ſ. Schacht, Stollen.

Mundpfeifen, ſ. Abfahrtsſignale, Rangierſignale.

Mundſtücke, die Ausflußöffnungen von Spritzſchläuchen, Zierbrunnen und Strahlröhren (ſ. d.), Strangpreſſen (ſ. Rohrherſtellung, Ziegelfabrikation) u. ſ. w.

Mungo, ſ. Spinnfaſern.

Munition der Geſchütze. Zur Munition gehören die Geſchützladungen, die Geſchoſſe und die für beide nötigen Zündungen. Geſchoß und Geſchützladung werden entweder einzeln nacheinander oder, durch eine Patronenhülſe verbunden, auf einmal ins Rohr gebracht; man unterſcheidet hiernach getrennte und Einheitsmunition.

Die **Geſchützladung** umfaßt die zum Forttreiben der Geſchoſſe nötige Pulvermenge. Bei Einführung der gezogenen Geſchütze beſtand die Pulverladung aus grobkörnigem Schwarzpulver. Mit der wachſenden Widerſtandsfähigkeit der Ziele (Panzer) mußte die Triebkraft der Geſchoſſe geſteigert werden. Man wußte die Arbeitsleiſtung einer beſtimmten Pulvermenge dadurch zu erhöhen, daß man das Pulver langſamer verbrennen ließ, das Druckverhältnis im Rohr hierdurch verbeſſerte und durch längere Rohre dem Geſchoß bis zur Geſchützmündung eine ſteigende Geſchwindigkeit erteilte. Es entſtanden die langſamer verbrennenden Schwarzpulverſorten in Würfel- und ſpäter Prismenform und ſchließlich das Braunpulver für ſchwere Geſchütze. Dieſe mechaniſch gemengten Pulverarten wurden anfänglich durch Schlag oder Reibung entzündet, während beim Braunpulver beſondere Zündladungen notwendig wurden. Eine weitere Steigerung der Leiſtungen ſowie das Beſtreben, nach Einführung der Schnellfeuerkanonen die Rauchentwicklung zu beſeitigen, führte dann ſchließlich zu den rauchſchwachen chemiſchen Pulverſorten, nachdem es gelungen war, der Schießwolle (Nitrocelluloſe) durch Gelatinierung eine verlangſamte, gleichmäßige Verbrennung zu verleihen. Die chemiſchen Pulver finden bei allen modernen Geſchützen vom leichteſten bis zum ſchwerſten Kaliber, und zwar für Kanonen, Haubitzen und Mörſer ſowie bei den neuen Handfeuerwaffen Verwendung. Nach der Form unterſcheidet man Blättchen-, Würfel- und Röhrenpulver, nach der chemiſchen Zuſammenſetzung Schießwoll-(Nitrocelluloſe-)pulver und Nitrocelluloſe-Nitroglyzerinpulver, ſ. Geſchoßtreibemittel [2], [6], [7], [8].

Die chemiſchen Pulver ſind ſchwerer entzündlich als Schwarzpulver; die Verbrennung geht mit großer Gleichmäßigkeit vor ſich, und es verbleiben keine Rückſtände. Die Leiſtungsfähigkeit der chemiſchen Pulver iſt zwei- bis dreimal ſo groß wie jene der mechaniſch gemengten Pulver infolge der größeren Verbrennungstemperatur und des größeren ſpezifiſchen Volumens, da der Druck der Pulvergaſe gleich dem Druck des ſpezifiſchen Volumens und der Verbrennungstemperatur iſt. Die chemiſchen Pulver greifen jedoch wegen der hohen Verbrennungstemperaturen die Rohre an (Ausbrennung der Rohre) und ſind zum Teil nicht genügend lagerbeſtändig [6], [7], [9].

Nitrocelluloſepulver findet in Frankreich, Rußland und in den Vereinigten Staaten Verwendung. Es erzeugt niedrigere Verbrennungstemperaturen und demnach geringere Rohrausbrennungen; es iſt jedoch ſchwerer entzündlich und bedarf daher einer Zuladung von Schwarzpulver, wodurch es nicht ganz rauchfrei wird. Dagegen neigt es bei höheren Bordtemperaturen leichter zur Zerſetzung und kommen leicht Selbſtentzündungen bei Temperaturen über 40° C. vor; es beſitzt ungenügende Gleichmäßigkeit und gibt daher unregelmäßige balliſtiſche Leiſtungen und wegen der größeren Sauerſtoffarmut entſtehen häufiger Nachflammer im Rohr, wodurch die Bedienungsmannſchaften verletzt und die Bereitſchaftskartuſchen gefährdet werden [6], [9]. Nitroglyzerinpulver im Gemiſch mit Nitrocelluloſe verwenden England, Deutſchland, Oeſterreich-Ungarn, Italien und Japan. Es entwickelt hohe Temperaturen und verurſacht daher leicht ſtarke Ausbrennungen des Rohres, iſt jedoch ziemlich ſtabil, faſt rauchlos und kommen Nachflammer ſeltener vor. Um dem Ausbrennen der Rohre vorzubeugen, wird bei den modernen Nitroglyzerinpulvern der Nitroglyzeringehalt verringert. Während das engliſche alte Corditpulver aus 58% Nitroglyzerin, 37% Nitrocelluloſe und 5% Vaſelin beſteht, weiſt das neue MD.-Cordit 30% Nitroglyzerin, 65% Nitrocelluloſe und 5% Vaſelin auf.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ueber die Leiſtungen der verſchiedenen Pulverſorten gibt nachſtehende Tabelle Aufſchluß [8]:

		Spezifiſches Volumen	Verbrennungstemperatur	Pulverdruck in kg/qcm	Wärmegehalt Kalorien
Schwarzpulver		285	2000	3250	680
Nitrocellulose	Trockene Schießwolle	850	3100	8400	1000
	Blättchenpulver	920	2400	7800	770
Nitroglyzerin	Nitroglyzerin	713	3870	10800	1480
	Würfelpulver	840	3300	9100	1190

Die Pulverladung der Geſchütze iſt in der Kartuſche enthalten. Die Hülle der Kartuſchen der ſchweren ſowie der älteren Schiffsgeſchütze beſteht aus dem Kartuſchbeutel von Seidentuch. Die Füllung des Kartuſchbeutels richtet ſich nach der Art des Pulvers. Dieſe wird für jede Kartuſche entſprechend dem Ladungsquotienten genau abgewogen. Das Füllen mit Kornpulver geſchieht mittels eines Fülltrichters. Die Form der Kartuſche iſt zylindriſch; die Kartuſche mit prismatiſchem Pulver erhält die Form eines ſechsſeitigen Prismas, und die Packung erfolgt nach beſonderen Vorſchriften [1]. Corditkartuſchen beſtehen aus einem Bündel von Corditſchnüren; zur Entzündung werden kleine Pulverſäcke an der Bodenfläche eingeſackt [3]. Der Boden der Kartuſchen iſt mit Stramin ausgelegt und erhält in der Mitte einen Ausſchnitt zum leichteren Entzünden der Ladung, der von außen durch einen aufgenähten, zum Abreißen eingerichteten Bodenlappen geſchloſſen iſt. Die Kartuſchen erhalten oben zum Abſchluß einen Kropf. Für die ſchweren Kaliber verwendet man zwei Kartuſchen, ſogenannte Halbkartuſchen, die hintereinander eingeführt werden. Man unterſcheidet ferner Gebrauchsladung für den ſcharfen Schuß, Uebungsladung von ſchwächerer Triebkraft zur Schonung der Rohre ſowie Salutkartuſchen zur Abgabe von blinden Schüſſen [1], [9]. — Neuerdings kommen die Kartuſchen mit Metallhülſen mehr in Anwendung. Sie bieten den großen Vorzug, daß ſie zugleich zum Abſchluß des Verſchluſſes dienen, den Ladungsraum gegen Ausbrennen ſchützen und keine glimmenden Teile zurücklaſſen, ſo daß ein Auswaſchen und Reinigen des Geſchützrohres nach jedem Schuß entbehrlich wird. Da ferner die Metallhülſe die Zündung aufnimmt, ſo kann die Feuergeſchwindigkeit erheblich geſteigert werden, und dieſe Anordnung bietet überdies große Sicherheit beim Verſagen der Zündungen. Der einzige Nachteil liegt in der Entfernung der Metallhülſe nach jedem Schuß, doch erfolgt dieſe Arbeit bei den Schnellfeuerkanonen ſelbſttätig. Bei der Patrone iſt die Metallhülſe über den Bodenteil des Geſchoſſes übergeſtreift, während bei getrennter Ladung die Metallhülſe zum Abſchluß eine mit Zement abgedichtete Deckplatte erhält (Fig. 1).

Die **Geſchoſſe** unterſcheidet man nach ihrer Form in Rund- und Langgeſchoſſe, nach der Ausführung in Voll- und Hohlgeſchoſſe. Hohlgeſchoſſe mit Sprengladung nennt man Granaten oder bei glatten Mörſern Bomben, ſolche mit einer Anzahl von Kugeln aus Hartblei, mit Harz vergoſſen und mit geringerer Sprengladung gefüllt, Schrapnells (Fig. 2). Die Sprengladung wird entweder am Geſchoßboden, in der Mitte oder am Kopf angebracht und dient dazu, die Geſchoßwandung zu zertrümmern. Die Streuung der Kugeln erfolgt durch die Drehung des Geſchoſſes [3].

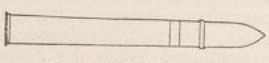


Fig. 1. Einheitspatrone.

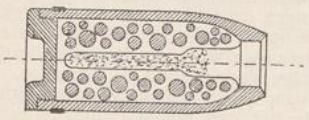


Fig. 2. Schrapnell.

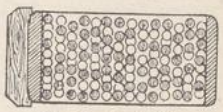


Fig. 3. Kartätſche.

Beſteht die Geſchoßhülle zur Aufnahme einer größeren Zahl von Kugeln aus Blech, ſo daß ſie ſchon im Rohr durch den Gasdruck zertrümmert wird, ſo nennt man das Geſchoß eine Kartätſche (Büchſenkartätſche, Fig. 3). Schrapnells und Kartätſchen bezeichnet man im Gegenſatz zu den Vollgeſchoſſen und Granaten als Streugeſchoſſe; ſie finden gegen lebende Ziele Verwendung. Brand- und Leuchtgeſchoſſe haben ſeit dem Abkommen der Holzſchiffe und Verwendung der elektriſchen Scheinwerfer für die Marineartillerie ihren Wert verloren [2], [4], [5].

Die Konſtruktion der Geſchoſſe erfordert genügende Haltbarkeit für den Druck der Pulvergaſe, genügende Feſtigkeit und Zähigkeit beim Auftreffen auf Panzermaterial, günſtige Geſchoßform zur Ueberwindung des Luftwiderſtandes, zur Vermeidung unregelmäßiger Abweichungen und zum günſtigen Eindringen in Panzerziele, Einrichtungen, um dem Geſchoß im Geſchützrohr eine regelmäßige Drehung zu erteilen, sowie Zündvorrichtungen, um die Sprengladung der Granaten und Schrapnells zur Exploſion zu bringen. Während die Geſchoſſe der glatten Geſchützrohre durchweg Kugelgeſchoſſe waren, ging man mit Einführung der gezogenen Geſchütze zu den Langgeſchoſſen über. Die Langgeſchoſſe haben eine zylindriſche Form mit koniſcher oder ogivaler Spitze. Der Radius des Bogens der Spitze beträgt 1,7—2 Kaliber. Die Geſchoßlänge ſchwankt von 2,3 bis zu 5 Kalibern, und die Vergrößerung derſelben ergab ſich aus dem Streben, eine große Querdichte zu erhalten, was für hohe Geſchoßgeſchwindigkeiten unentbehrlich iſt [2], [9].

Das Material der Langgeſchoſſe beſtand zunächſt aus Gußeiſen; für eiſerne Panzerziele verwendete man Hartguß, Palliſer- und Gruſongranaten, für Kompound- und Stahlpanzer wurden Stahlgranaten (Fig. 4) bezw. Stahlvollgeſchoſſe (Fig. 7) erforderlich. Dieſe werden geſchmiedet und gehärtet und erhalten meiſt einen Zuſatz von Chrom (Holtzer-Granaten) bezw. Nickel.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Panzergranaten (Fig. 5) werden als Hohlgeſchoſſe gefertigt; Panzergranaten mit Sprengladung erhalten keine Zünder, da das Pulver ſich beim Auftreffen des Geſchoſſes durch die Reibung an der Geſchoßwandung von ſelbſt entzündet.

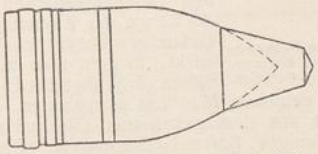
Die Sprenggranaten werden zum großen Teil aus Gußeiſen gefertigt. Sie erhalten eine Sprengladung, die durch beſondere Zünder betätigt wird. Die urſprünglich einwandige Granate wurde ſpäter durch die doppelwandige Granate erſetzt, um die Zahl der Sprengſtücke zu vermehren. Neuerdings zieht man vor, die Sprenggranaten aus Stahl zu fertigen und mit detonierendem Sprengſtoff (Schießbaumwolle, Nitroglyzerin, Melinit) zu füllen (Fig. 6). Die Geſchoſſe beſitzen Kopfzündung und detonieren bereits beim Auftreffen auf Bleche; ſie haben eine vorzügliche Wirkung gegen ungepanzerte Flächen der Bordwand und der Aufbauten [3], [7], [9]. Die größte Steigerung der Geſchoßleiſtung gegen gehärteten Nickelſtahlpanzer brachte die Einführung der Kappengeſchoſſe. Dieſe tragen auf ihrer Spitze eine Kappe aus weichem Stahl, welche durch magnetiſche Kraft, durch Aufpreſſen in eine Rille des Geſchoßkopfes oder durch Auflöten am Kopf befeſtigt wird. Die Kappengeſchoſſe weiſen bei hohen Geſchoßenergien 25 bis 28 % mehr Durchſchlagskraft auf. Ueber die günſtigſte Form und Größe ſowie das geeignetſte Material der Kappe gehen die Meinungen noch auseinander. Fig. 7 ſtellt ein deutſches Stahlvollgeſchoß mit Kappe dar und Fig. 8 eine bekappte amerikaniſche Panzergranate. Die Spitze der Kappe muß ſtumpf gehalten werden und die Kappe ſelbſt mit großem Querſchnitt auf dem Geſchoßkopf aufſitzen, damit beim Auftreffen des Geſchoſſes auf dem Panzer eine gute Druckübertragung auf den Geſchoßkopf ſtattfindet und der zu enthärtende und herauszuſtoßende Materialkegel der Panzerplatte in größerer Fläche angegriffen wird. Die Kappe verhindert beim Auftreffen ein Zermalmen der Geſchoßſpitze, erwärmt die Panzerfläche und läßt hierdurch die Geſchoßſpitze leichter eindringen. Dieſe geſteigerte Haltbarkeit der Kappengeſchoſſe hat neuerdings dazu geführt, die Panzergeſchoſſe wieder mit einer größeren Sprengkammer und Sprengladung zu verſehen (Fig. 8). Solche Panzergeſchoſſe ſind wirkungsvoller gegen Kommandotürme, ſchwere Geſchützttürme und vertikalen Seitenpanzer als Stahlvollgeſchoſſe [6], [7], [9].



Fig. 4. Stahlgranate.



Fig. 5. Hartgußpanzergranate.


Fig. 7. Deutſches Stahlvollgeſchoß mit Kappe.

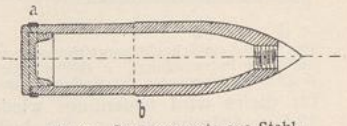
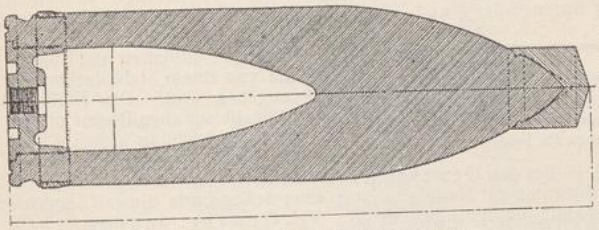


Fig. 6. Sprenggranate aus Stahl.
In Fig. 4—6: *a* Führungsring.
b Zentrierwulſt.


Fig. 8. Bekappte amerikaniſche Panzergranate.

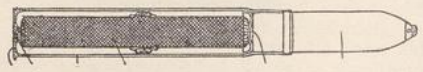
Zur Erteilung der Drehung durch den Drall der Geſchützzüge erhalten die Geſchoſſe beſondere Führungsringe. Die Hinterlader beſitzen Preſſionsführung, d h. Führungsringe bezw. Mäntel, die ſich in die Felder des gezogenen Teils der Seele einpreſſen. Bei den Vorderladern erhalten die Geſchoſſe Expanſionsführungsringe, die durch den Druck der Pulvergaſe in die Züge eindringen [1], [2], [4]. Als Führungsmaterial benutzte man anfänglich Weichblei, ſpäter Hartblei; doch erwieſen ſich dieſe Materialien nicht günſtig, da die Hartgußgranaten beim Anbringen des Bleimantels Wärmeriſſe erhielten. Man ging daher ſeit 1876 zur Kupferführung über und verwendete zunächſt einen Zentrierring dicht hinter dem Geſchoßkopf und einen Führungsring nahe dem Boden. Neuerdings verwendet man nur den Führungsring am Boden und erreicht die Zentrierung durch die Form des Geſchoſſes ſelbſt unter gleichzeitiger Einführung des gezogenen Geſchoßraums. Das Geſchoß (vgl. Fig. 4, 5, 6) erhält beim Uebergang des ogivalen Teils in die Zylinderform einen Wulſt *b* (Zentrierwulſt); der kupferne Führungsring *a*, der in eine ſchwalbenſchwanzförmige Rinne des Geſchoſſes eingepreßt wird, erhält eine koniſche Form mit hinterem Wulſt, um ſich leicht der Seelenwandung anzuſchließen und den Eintritt der Pulvergaſe in den gezogenen Teil nach Möglichkeit zu vermeiden. Der Wulſt iſt im Durchmeſſer 4—7 mm größer als der Seelendurchmeſſer in den Zügen [1], [9].

Zur Entzündung der Sprengladung der Granaten dienen die Geſchoßzünder. Man unterſcheidet Aufſchlag- oder Perkuſſionszünder, Brenn- oder Zeitzünder und kombinierte oder Doppelzünder [2], [3]. Bei den Aufſchlagzündern erfolgt die Zündung beim Auftreffen des Geſchoſſes auf das Ziel durch Aufſchlagen eines Schlagbolzens auf ein mit Knallſatz gefülltes Zündhütchen, deſſen Feuerſtrahl auf die Sprengladung wirkt. Beim Brennzünder wird der Zündſatz durch die Pulvergaſe im Geſchützrohr oder durch Konkuſſionszündung beim Beginn der Geſchoßbewegung entzündet, und der erſtere bringt die Sprengladung nach beſtimmter Zeit zur Exploſion. Zum Einſtellen des Zünders entſprechend der Flugzeit des Geſchoſſes wird

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Satzſtück gedreht, ſo daß eine kleinere und größere Strecke des Satzringes verbrennen muß, ehe er die Schlagladung erreicht. Der Doppelzünder bildet eine Vereinigung von Aufſchlag- und Brennzünder und bietet den großen Vorteil, daß er ſtets zur Wirkung kommt, auch wenn der Brennzünder verſagen ſollte. In der Regel iſt er als Aufſchlagzünder eingeſtellt, der Brennzünder ſteht dann auf dem toten Punkt; man nennt ihn alsdann auch Fertigzünder [2]—[5]. Die Zünderkonſtruktionen ſind ſehr vielſeitig und in den einzelnen Marinen von mannigfacher Konſtruktion; ihre Anwendung iſt faſt allgemein durchgeführt. Um die Haltbarkeit und Durchſchlagskraft der Granaten zu erhöhen, erhalten die Geſchoſſe der mittleren und ſchweren Kaliber meiſt Bodenzünder, die in Wirkung treten, ſobald beim Auftreffen auf das Ziel oder beim Durchſchlagen desſelben eine plötzliche Verminderung der Geſchoßgeſchwindigkeit eintritt.

Bei den modernen Schnellfeuergeſchützen der Schiffe und der Feldartillerie ſind Geſchoß, Kartuſche und Geſchützzündung unter Verwendung einer Metallhülſe zu einer Patrone entſprechend der Gewehrmunition vereinigt. Hierdurch wird das Laden vereinfacht und beſchleunigt und können beſondere Liderungsteile entbehrt werden. Man muß freilich den Nachteil einer Gewichtsvermehrung durch den Hinzutritt der Patronenhülſe in den Kauf nehmen, während das Entfernen derſelben nach dem Schuß durch den Geſchützverſchluß ſelbſttätig erfolgt. Da die Länge der Einheitspatrone und ihr größeres Geſamtgewicht für ſchwerere Kaliber unhandlich wirkt, ſo geht man mit der Verwendung derſelben nicht über das 15-cm-Kaliber hinaus. Auch für dieſes wird neuerdings wieder getrennte Munition vorgezogen. Fig. 9 gibt eine ſcharfe 10,5-cm-Patrone wieder. Sie beſteht aus dem gußeiſernen Geſchoß mit Eiſenzentrierung und Kupferführung und enthält grobkörniges Sprengladungspulver. Die gezogene meſſingene Patronenhülſe iſt am Boden zum Auswerfen mit einer Krempe verſehen und trägt in der Mitte desſelben die Zündſchraube. Fig. 10 zeigt eine Schrapnellpatrone für Feldgeſchütze; ſie beſteht aus dem gußeiſernen Kopf, der Sprengladung und Zünder aufnimmt, und dem napfförmigen gußeiſernen Boden mit gußeiſernen Füllplatten und Kugeln, die von einem Stahlblechmantel umgeben ſind. Die Kartuſchhülſe iſt auf dem Boden mittels einer Einkerbung befeſtigt und iſt mit Geſchützblättchenpulver (Schießwollpulver) gefüllt [2], [9]. — Bei den Gewehrpatronen beſteht das Geſchoß aus einem nickel-kupferplattierten Stahlblechmantel mit Hartbleifüllung, über deſſen Ende die mit Gewehrblättchenpulver gefüllte Patronenhülſe übergezogen iſt [2]. Vgl. Gewehr, Jagdgewehre.



c d a b e f

Fig. 9. 10,5-cm-Schnellfeuergeſchützpatrone. *a* Patronenhülſe. *b* Pulverladung. *c* Hülſenboden mit Krempe. *d* Zündſchraubenlager. *e* Preßſpanboden. *f* Geſchoß.



Fig. 10. Schrapnellpatrone für Feldgeſchütze.

Die Stauung der Munition an Bord der Schiffe erfolgt in beſonderen Munitionskammern, waſſerdicht abgeſchloſſenen Räumen. Dieſe erhalten Beleuchtung von außen durch beſondere Lichtſpinde ſowie Ventilations- und Fluteinrichtungen, letztere zum Unterwaſſerſetzen der Munition bei Feuersgefahr. Die Lagerung der Geſchoſſe erfolgt auf hölzernen Gerüſten, die der Kartuſchen in hölzernen Pulverkäſten bezw. Verpackungsgefäßen aus glattem oder gewelltem Meſſingblech (Kartuſchbüchſen). Die Patronen der Schnellfeuergeſchütze werden in eiſernen verzinkten Büchſen verſtaut. Zur beſſeren Erhaltung des Pulvers (das rauchſchwache Pulver beginnt ſich ſchon bei 40—60° C. zu zerſetzen) werden einzelne Munitionsräume, die in warmen Schiffsräumen liegen, mit künſtlichen Kühlvorrichtungen unter Benutzung beſonderer Kälteerzeugungsmaſchinen vorgeſehen. Für die Schnellfeuergeſchütze, die nicht mit entſprechenden Munitionsaufzügen in Verbindung ſtehen, werden in der Nähe der Geſchützſtände vielfach Bereitſchaftsmunitionskaſten auf Deck aufgeſtellt, die aus Spezialſtahl gefertigt werden und einen Teil der Munition aufnehmen. Vgl. a. Munitionstransport.

Literatur: [1] Galſter, C., Pulver und Munition der deutſchen Marineartillerie, Berlin 1886. — [2] Wille, R., Waffenlehre, Berlin 1905. — [3] Lloyd und Hadcock, Artillery, its progress and present position, London 1893. — [4] Ledieu und Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [5] Dredge, Modern French artillery, London 1892. — [6] Artillerie und Panzer, Nauticus 1903. — [7] Artillerie und Panzer in ihren Beziehungen zum Schiffstyp, Nauticus 1905. — [8] Eine Betrachtung der Pulverentwicklung, Marine-Rundſchau 1906, S. 157. — [9] Leitfaden für den Unterricht in der Artillerie, 2. Teil: Pulver und Munition, Berlin 1902.

T. Schwarz.

Munitionskammer, Stauraum für Munition (ſ. d.) an Bord der Schiffe.

Munitionstransport (-aufzug), an Bord der Kriegsſchiffe, umfaßt alle maſchinellen Einrichtungen zur Beförderung der Geſchützmunition aus den Munitionskammern nach den Geſchützplattformen bezw. direkt vor das Bodenſtück der Geſchütze.

Während anfänglich Taljen in Verbindung mit Geſchoßtragen, Laufkatzen, Laufwagen genügten, erforderten die ſchweren Geſchütze mit Geſchoſſen bis zu 1000 kg Gewicht maſchinelle Hebevorrichtungen, die meiſt mit den Einrichtungen zur Bedienung der Geſchütze vereinigt wurden. Für die ſchweren, in gepanzerten Barbetten oder Drehtürmen aufgeſtellten Geſchütze verwendet man ebenſo wie für die übrigen Geſchützeinrichtungen zunächſt hydrauliſche Bewegungsmittel, und die Fahrſtühle wurden anfänglich in beſonderen Panzerſchächten, ſpäter in dem hohlen Zentralpivot angeordnet. Der Fahrſtuhl beſteht bei den älteren Konſtruktionen [1], [2] aus drei Munitionsrohren, deren oberes das Geſchoß und die beiden unteren die Halbkartuſchen aufnehmen. Die Rohre haben dieſelbe Neigung wie das Geſchützrohr beim Laden. Die Kette

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

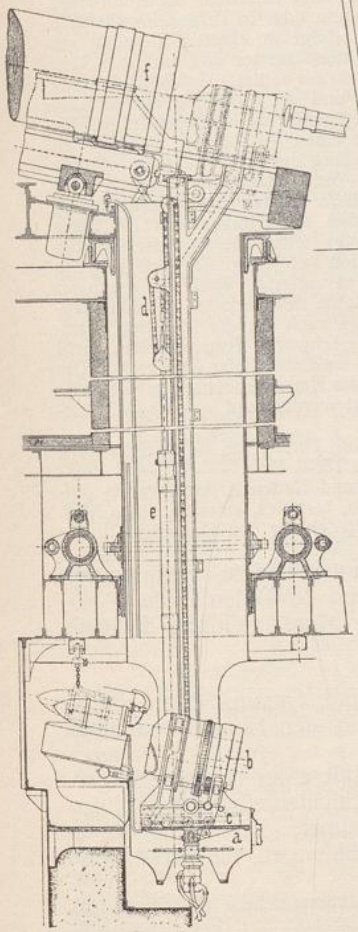


Fig 1. *a* Fahrſtuhl. *b* Munitionsbehälter. *c* Plattform. *d* Flaſchenzug. *e* Hydrauliſcher Zylinder. *f* Schwanzende des Geſchützes.

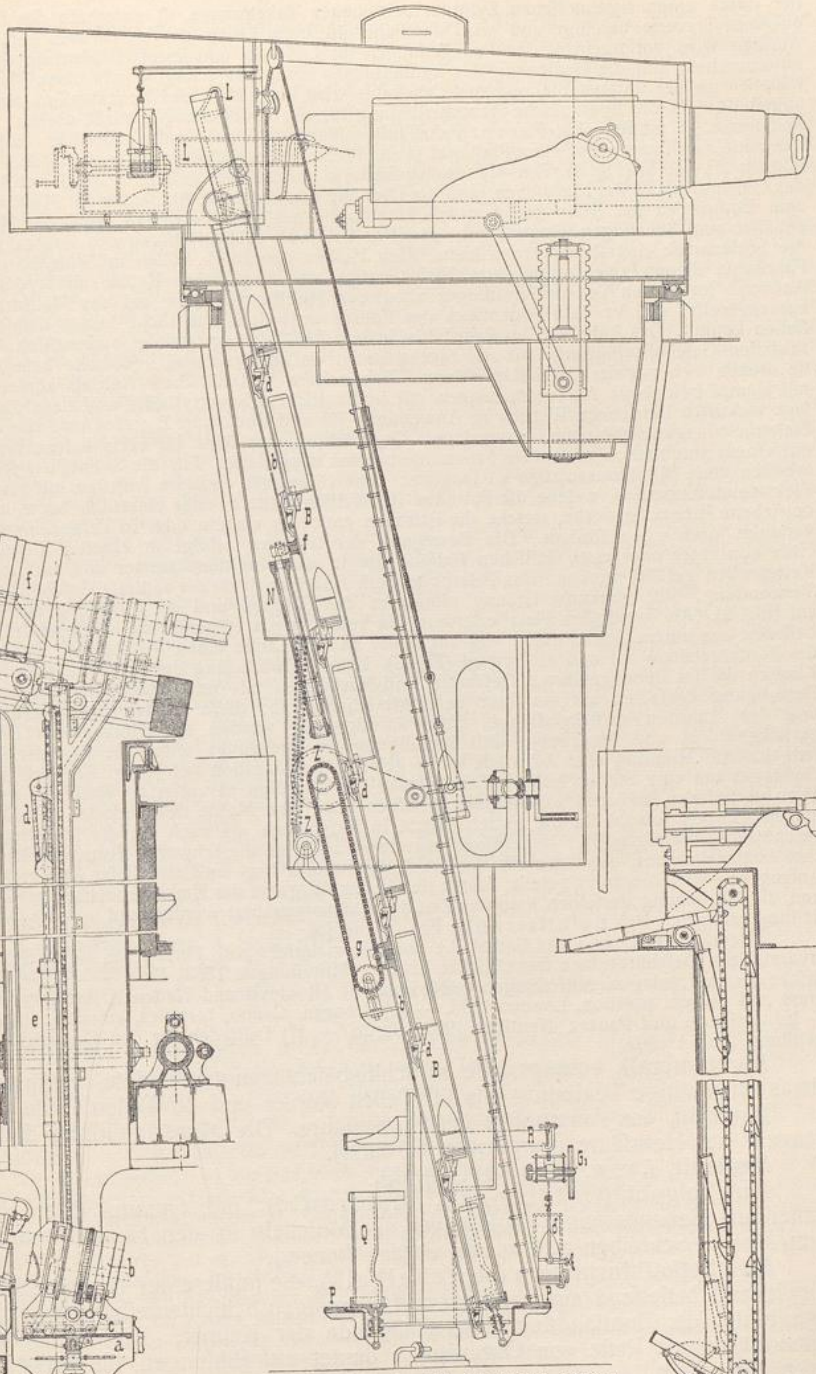


Fig. 3. *B* Schachtrohr mit Fördergeſtänge. *L* Obere Kippmulde. *N* Hubzylinder mit Kolben. *P* Geſchoßdrehſcheibe mit ſechs Mulden. *Q* Lademulde. *R* Ringbahn. *S* Gehänge zum Anhängen der Geſchoſſe. *Z* Windewerk für Handbetrieb. G_1 Schnellflaſchenzug mit Laufkatze. *b* Fördergeſtänge. *d* Federnde Klinken. *f* Mitnehmer für Maſchinenbetrieb. *g* Mitnehmer für Handbetrieb.

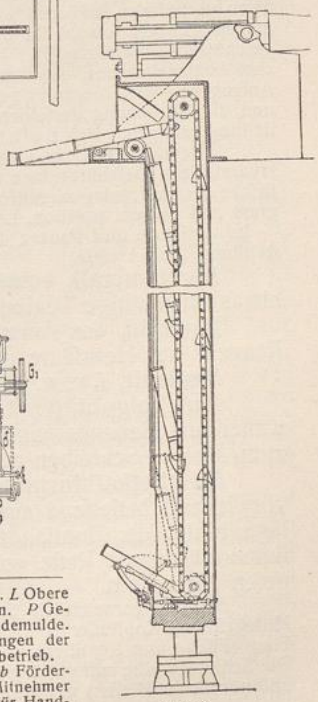


Fig. 2.

der durch einen hydrauliſchen Zylinder betriebenen Takelramme iſt unterhalb des Fahrſtuhls an einer Traverſe befeſtigt und wird der Fahrſtuhl beim Liften durch Schienen geführt. Der Aufſtieg wird entſprechend den Ladeſtellungen für Geſchoß und zwei Halbkartuſchen dreimal unterbrochen, und die Bedienung des hydrauliſchen Zylinders erfolgt durch einen Verteilungsſchieber. In der unteren Stellung des Fahrſtuhls wird der Zufluß des Druckwaſſers automatiſch abgeſtellt. Um die hydrauliſche Hebevorrichtung für die Ladeſtellungen nicht dreimal in Tätigkeit ſetzen zu müſſen, hat Farcot Fahrſtühle mit rotierendem Munitionsbehälter angewendet, die mittels Rollwagen auf einer Plattform in der Richtung der Geſchützachſenebene ſich bewegen können [1], [2], [5] (Fig. 1). Der Munitionsbehälter *b* enthält drei gefütterte Rohre zur Aufnahme des Geſchoſſes und der Kartuſchen, und die Drehung desſelben zur Aufnahme der Munition bezw. zum Einbringen ins Rohr erfolgt mittels Handkurbelgetriebe. Bisweilen wird der Munitionsbehälter zum Schwingen eingerichtet, damit er bei jeder Höhenrichtung des Rohres genau in die Seelenachſe eingeſtellt werden kann. Zum Heißen des durch Rollen in Schienen geführten Fahrſtuhls dienen zwei umgekehrte Flaſchenzüge von Gallſchen Ketten mit hydrauliſchem Antrieb. Im letzten Teil des Aufſtieges wird der Munitionsbehälter auf der Plattform derart zurückgerollt, daß er dem Bodenſtück des Rohres ausweicht und dicht hinter demſelben zu ſtehen kommt. Das Anhalten des Fahrſtuhls in den Endſtellungen erfolgt automatiſch. Bei der zentralen Geſchoßzuführung ſind alle Mechanismen an dem zentralen Pivotrohr befeſtigt, und ſie drehen ſich mit der Geſchützplattform. Neben dem hydrauliſchen Antrieb kommen auch mit Dampf betriebene Aufzugsmaſchinen mit hydrauliſchem Sperrzylinder und neuerdings vielfach elektriſch betriebene Winden in Anwendung [3] und ſind dann Bremſen und die üblichen Sicherheitsfangvorrichtungen anzuordnen. Der Elektromotor wird für verſchiedene Heißhöhen mit einem automatiſch wirkenden Stromunterbrecher ausgeſtattet. Für die Schnellfeuergeſchütze arbeiten dieſe Munitionsaufzüge zu langſam; man verwendet einfache Aufzüge mit Hand- und Elektromotorenbetrieb, welche die Patronen in Büchſen fördern, oder elektriſch bezw. mit Hand betriebene Paternoſterwerke, welche die Patronen entweder einzeln oder in Verpackungsgefäßen vereinigt nach oben fördern. Die Bewegung der letzteren erfolgt in einerlei Richtung mit Hilfe von einer oder zwei Gallſchen Ketten, die in der Munitionskammer und auf Deck über Kettenrollen geführt werden. Das Paternoſterwerk findet auch für die zentrale Geſchoßzuführung Verwendung. Für getrennte Ladung nimmt es das Geſchoß und die Kartuſche abwechſelnd auf (Fig. 2). Am wenigſten Platz erfordern die von Krupp eingeführten Klinkenaufzüge. Sie beſtehen aus einem Schachtrohr, das auf ſeiner ganzen Länge einen Schlitz hat, in dem ſich das Fördergehänge auf und ab bewegt (Fig. 3). Beim Aufwärtsgang desſelben nehmen federnde Klinken die im Rohr geführten Geſchoſſe und Kartuſchen mit und ſetzen die Munition nach Beendigung desſelben auf am Rohr befeſtigte Klinken ab; dieſe werden beim Aufwärtsgang von der Munition zurückgedrängt. Beim Abwärtsgang werden die Klinken des Geſtänges zurückgedrückt und ſchnappen nach Beendigung des Rückgangs unter die darunter im Rohr feſtgehaltene Munition ein. Auf dieſe Weiſe gelangt die Munition bei jedem Aufwärtsgang des Geſtänges um eine Station höher. Zur Aufgabe der Munition iſt unten am Rohr ein drehbarer Tiſch vorgeſehen, während zur Abgabe derſelben oben eine Mulde ſich befindet. Die Klinkenaufzüge finden ſowohl für die Mittelartillerie in Kaſematten als auch für die ſchweren Turmgeſchütze Verwendung [7]. Neuerdings verwendet man für die ſchweren Turmgeſchütze meiſt eine Umladekammer, die unterhalb der Geſchützplattform liegt und mit dieſer ſich dreht. Der Aufzugsweg wird hierdurch geteilt. Durch den kurzen Weg von der Umladekammer zum Geſchütz und die Mitdrehung derſelben kann die Zeit des Ladens verkürzt werden und in jeder Geſchützſtellung erfolgen. Vgl. Lafettierung, Fig. 5, und [6].

Literatur: [1] Ledieu und Cadiat, Le nouveau matériel naval, Paris 1889. — [2] Schwanda, Hydrauliſche Geſchützanlage franzöſiſcher Schiffe, Mitteilungen 1893, Pola. — [3] Derſ., Elektriſche Geſchützanlagen, Mitteilungen 1894, Pola. — [4] Lloyd und Hadcock, Artillery, its progress and present position, London 1893. — [5] Croneau, Canon, torpilles, cuirasse, Paris 1906. — [6] Artillerie und Panzer, Nauticus 1906, Berlin. — [7] Leitfaden für den Unterricht in der Artillerie, Berlin 1902.

T. Schwarz.

Muntzmetall, vorzugsweiſe zu Schiffsbeſchlägen verwendete, meſſingartige etwas eiſenhaltige Legierung aus 60 Teilen Kupfer und 40 Teilen Zink.

Murexid, das Ammonſalz der Purpurſäure. Die Murexidbildung dient als Reagens auf Harnſäure (purpurrote Färbung).

Muriacit, ſ. v. w. Anhydrit (ſ. d.).

Muſchelgold (Goldbronze, Malergold), mit Gummi- oder Honigwaſſer angeriebenes feines Goldpulver, in Muſcheln in den Handel kommend, zum Malen, Schreiben u. ſ. w. auf Papier dienend. *Andés.*

Muſchelkalkformation (Muſchelkalk), die mittlere der Triasabteilungen, vorwiegend beſtehend aus kalkigen und mergeligen Schichtenreihen. Ihre Unterlage bildet der Buntſandſtein, das Hangende der Keuper. Die Natur der in ihnen erhaltenen Reſte von Organismen deutet auf Bildungen im flachen und tiefen Meere hin.

Es ſind vornehmlich Seelilien (Krinoiden), ferner Armfüßermuſcheln (Brachiopoden), Muſcheln und Kopffüßer (Ammoniten), welche das Meer jener Zeit bevölkerten. Höher organiſierte Tiere (Fiſche und Reptilien) waren ebenfalls vertreten, ſind jedoch wenig erhalten geblieben. Die Schichtenreihe tritt vorzugsweiſe in Zentraleuropa (Franken, Schwaben, Lothringen, Thüringen, und nördliches Heſſen) auf und iſt in dem nichtalpinen Teil durchweg horizontal und tafelförmig

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gelagert. In den Alpen ſind die Muſchelkalkſchichten wie alle meſozoiſchen Schichten gefaltet, geſtaucht und aufgeſchichtet. Eruptionen fanden in der Zeit des Muſchelkalkes ſehr wenige ſtatt. Der außeralpine Muſchelkalk gliedert ſich wie folgt von oben nach unten:

Oberer oder Hauptmuſchelkalk. Etwa 40—100 m mächtig. a) Obere Abteilung, Nodoſusſchichten oder -kalk, 20—80 m mächtig. Meiſt gutgeſchichtete, dünnbankige bis plattige, graue, dichte, oft bituminöſe Kalkſteine bis Mergel, wechſelnd mit grauen bis grünlichgrauen, weichen Mergeln oder Tonen. Die gelb und braun verwitternden Kalkſteine werden im allgemeinen ſehr wenig und nur örtlich als Straßenmaterial benutzt, da ſie zum Brennen ihres hohen Bitumengehaltes wegen wenig tauglich ſind und weil beſſeres Material ihnen unterlagert. Dickere Bänke fehlen. b) Untere Abteilung, Trochitenkalk, auch Enkrinitenkalk, weil in manchen Bänken faſt ganz aus Stielgliedern von Krinoiden (Trochiten oder Enkriniten) beſtehend. 10—20 m mächtig. Meiſt weiße bis gelbe oder hellgraue, dickbankige, teils dichte, teils feinkriſtalline oder oolithiſche, ziemlich reine Kalkſteine und feinkörnige Dolomite, zuweilen etwas verkieſelt und Hornſteinknollen führend. Sie dienen im gebrannten Zuſtand zur Herſtellung aller Mörtelarten, als weiße Anſtreichfarbe (Weißkalk), zum Düngen, beim Hochofenbetrieb, beſonders für phosphorreiche Erze, ferner in den letzten Jahren vielfach als Hochbaumaterial, beſonders die oolithiſchen und feinkörnigen Geſteine. Sie nehmen auch Politur an, werden jedoch, meiſt nur in rauher Bearbeitung, ſelbſt bei Profilierungen und Bildhauereien verwendet.

Mittlerer Muſchelkalk oder Anhydritſchichten, 10—90 m mächtig. Zuoberſt meiſt hellgraue bis weiße, dünnbankige, dolomitiſche, dichte, oft zellige und großporige Kalkſteine oder Dolomite mit Hornſteinbänken und blätterigem Mergelſchiefer, unten mehr rote und graue, zähe Tone und Mergel, die Gips und Steinſalz (Salinen in Baden und Württemberg) führen. Die Mergel der tieferen Schichten dienen zur Düngung kalkarmer Böden. Der Gips wird vielfach gewonnen.

Unterer Muſchelkalk, Wellenkalk, 40—100 m mächtig. Die oberſten Schichten ſind meiſt graue bis hellgraue, dichte bis oolithiſche und feinporige Kalkſteine (Schaumkalke) oder graue bis bräunliche, fein- bis grobkriſtalline Dolomite, mit Mergeln und Mergelſchiefern abwechſelnd. Die Kalkſteine werden als Mörtelmaterial und zum Düngen benutzt. Die tieferen Schichten beſtehen entweder aus hellgrauen bis gelben, dünnſchichtigen, dichten, mergeligen Kalken von ſtarker Zerklüftung, mit Mergeln und Dolomitbänken wechſelnd, oder aus mürben, wenig feſten, grauen bis gelben, dünnplattigen, kalkigen Sandſteinen (Muſchelſandſtein), welche ebenfalls mit ſandiglettigen bis mergeligen Schichten wechſeln. Dieſe ſandige Ausbildung der tieferen Schichten herrſcht vorzugsweiſe im weſtlichen und linksrheiniſchen Deutſchland. Technisch verwendbare Geſteine ſind in dieſer Abteilung ſelten, nur die ſogenannten Schaumkalke werden als Hochbaumaterial in rauher Profilierung (Berlin-Rüdersdorf) benutzt. Der Muſchelkalk der Alpen beſteht zuoberſt aus den Buchenſteiner Schichten, meiſt graue, dünnſchichtige Kalkſteine mit Hornſteinknollen; darunter folgen graue bis ſchwarze, auch rote, plattige Kalke, noch tiefer lagern helle Kalke und Dolomite und zutiefſt mergelige Kalke und Tone nebſt roten Sandſteinen und Konglomeraten.

Literatur: Gümbel, Grundzüge der Geologie, Caſſel 1886; Credner, Elemente der Geologie, 9. Aufl., Leipzig 1902; Kayſer, E., Geologiſche Formationskunde, 2. Aufl., Stuttgart 1902. *Leppla.*

Muſchellinie, ſ. Konchoide.

Muſchelmarmor, ſ. Kalkſtein, Bd. 5, S. 298.

Muſchelſchieber, ſ. Schieber.

Muſchelſeide, ſ. Spinnfaſern.

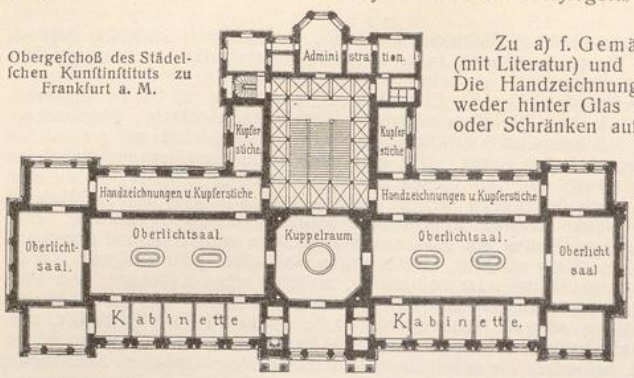
Muſchelſilber (Malerſilber), feinzerteiltes Silber, wie Muſchelgold (ſ. d.) zubereitet.

Muſeum, urſprünglich jeder den Muſen geweihte Ort, Tempel u. ſ. w., ſpäter eine ſtaatliche Anſtalt, wie die von Ptolemäus Philadelphus in Alexandria gegründete, welche zur Entwicklung der Wiſſenſchaft und zum Aufenthalt von Gelehrten diente. Heute bezeichnet Muſeum ein Gebäude zur Aufnahme von Sammlungen verſchiedenſter Art.

Wir unterſcheiden: a) Kunſtmuſeum mit Sammlungen von Werken der Bildhauerei und Malerei aller Zeiten, von Handzeichnungen und Kupferſtichen, Münzen, Gemmen, Gefäßen u. ſ. w.; b) naturwiſſenſchaftliches Muſeum mit Gegenſtänden der Geologie, Botanik, Zoologie, der Völkerkunde u. ſ. w.; c) kulturhiſtoriſches oder vaterländiſches Muſeum mit Denkmälern, Waffen und Geräten der Vorfahren u. ſ. w.; d) kunſtgewerbliches oder gewerbliches Muſeum für Werke der verſchiedenſten Techniken, für Modelle u. ſ. w.

Als Gebäude ſoll das Muſeum eine würdige Faſſung des wertvollen Inhaltes bilden und ſowohl äußerlich als im Innern als ein Denkmal der zeitgenöſſiſchen Kunſtleiſtungen erſcheinen, welche dem Beſchauer Bedeutung und Wert der Sammlungen zur klaren Erkenntnis bringen; beſonders ſollen Vorhalle, Treppenhaus und einige Haupträume den Sinn würdig auf den Ernſt vorbereiten. Den übrigen Teil bilden entweder Säle von verſchiedener Größe und Höhe mit reichlichem Lichteinfall, ſei es durch Seitenfenſter oder Oberlicht, oder aber es ſind Hallen, Galerien und glasgedeckte Lichthöfe, welche eine große Ueberſichtlichkeit zulaſſen. Die Reihenfolge der Räume ſoll derart ſein, daß der Beſchauer einen vorgeſchriebenen Weg verfolgt, der ſich mit andern nicht kreuzt. Als Nebenräume ſind erforderlich: eine Wohnung für den Hauswart, Zimmer für den Vorſtand und etwaige Gehilfen, Packräume u. dergl. m. Das Beiſpiel einer Grundrißanordnung von Architekt O. Sommer in Frankfurt a. M. zeigt die Figur auf S. 546 [8].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



Obergeſchoß des Städelſchen Kunſtinſtituts zu Frankfurt a. M.

Zu a) ſ. Gemäldegalerie, Bd. 4, S. 372 (mit Literatur) und Glyptothek, Bd. 4, S. 581. Die Handzeichnungen, Kupferſtiche ſind entweder hinter Glas in Rahmen an den Wänden oder Schränken aufzuhängen oder in Mappen geordnet in Schränken aufzubewahren. Zu b). Dieſe Gegenſtände ſind tunlichſt ſtaubfrei in Glasſchränken oder in Schubfächern aufzubewahren; für Heizung und Ventilierung iſt Sorge zu tragen. Zu c). Geſchichtliche Gegenſtände ſind nach Zeitaltern und gleicher Art zu ordnen, und die Räume ſollten, wenn tunlich, dem Stile der Zeit der ausgeſtellten Gegenſtände angepaßt ſein. Von beſonderer Wichtigkeit ſind etwa die folgenden Muſeen: Das Germaniſche Muſeum in Nürnberg; das königl. Nationalmuſeum in München; das königl. Zeughaus mit Ruhmeshalle in Berlin; das Hôtel de Cluny in Paris; der Bargello in Florenz u. a. m., welche meiſt auch in kunſtgewerblicher Hinſicht von Bedeutung ſind.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 6. Halbbd., 4. Heft, Darmſtadt 1893, S. 173 ff., wo auch ausgedehntes Literaturverzeichnis auf S. 200, 306, 309, 336 und 373. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884, S. 501 ff. — [3] Förſters Allgemeine Bauzeitung, Wien. — [4] Erbkams, Zeitſchr. f. Bauweſen, Berlin. — [5] Deutſche Bauzeitung, Berlin, und viele andre Fachſchriften. — [6] Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1896. — [7] Die Bauten von Dresden, 1878. — [8] Frankfurt und ſeine Bauten, 1886. — [9] Le Vatican par P. Letarouilly, Paris u. a. m.

Weinbrenner.

Muſiknotendruck wird auf typographiſchem Wege, autographiſch mittels eines Flachdruckverfahrens, zumeiſt aber durch Kombinierung des Notenſtichs mit Stein-, Zink- oder Aluminiumflachdruck vorgenommen.

Der typographiſche Muſiknotendruck (Melotypie), bei dem die Form durch Zuſammenfügen (Setzen) beſonderer Lettern (dieſe umfaſſen etwa 450 Zeichen und ſind typometriſch dimenſioniert) gewonnen wird, gelangt nur bei einfachen Liedernoten, bei Schulliederbüchern u. ſ. w. zur Verwendung. Nicht für den allgemeinen Handel beſtimmte, ſehr billig herzuſtellende Noten, z. B. Orcheſterwerke, werden autographiſch erzeugt (ſ. Autographie und Lithographie); für den typographiſchen Abdruck komplizierter Noten, z. B. in Zeitſchriften, verfertigt man eine Zinkhochätzung, ſonſt druckt man auf Steinen oder andern Flachformen um. In allen übrigen Fällen kommt der Notenſtich (nur ſehr ſelten die Steingravüre, ſ. Lithographie, faſt gar nicht mehr der reine Kupferſtich, ſ. Kupferſtecherkunſt) zur Anwendung. Auf einer Bleiplatte werden zunächſt (nach einer Orientierung der auf eine Seite gelangenden Takte u. ſ. w.) die Notenſyſteme mit einem fünfzinkigen Schneideinſtrumente, dem Raſtral, eingeritzt und ſodann Hilfslinien, ferner die Noten, Schlüſſel, Zeichen u. ſ. w. mit einem ſtumpfen Stahlſtift, der Zeichenſpitze, in der Spiegelkehre ſchwach markiert. Hierauf ſchlägt man alle in der Figur unveränderlichen Notenköpfe, Zeichen und Buchſtaben mittels Stempeln (bei der Teffarotypie durch beſondere Preſſen) in die Platte ein und entfernt den rund um die Augen aufſtehenden Wulſt (Grat), indem man die Platte auf einem Amboß mit dem Planierhammer abklopft. Schließlich werden die Stiele, Balken, Bögen u. ſ. w. mit dem Grabſtichel herausgeſtochen. Korrekturen nimmt man in der Weiſe vor, daß man die falſche Stelle glattſchabt, durch Klopfen der Platte auf der Rückſeite mit „Verſenkern“ wieder nivelliert und neu ſticht. Von der fertigen Platte wird in der Kupferdruckhandpreſſe (ſ. Kupferſtecherkunſt und Kupferdruckmaſchinen) mit fetter Farbe ein Abdruck auf Chinapapier gemacht und dieſer auf Stein-, Aluminium- oder Zinkplatten umgedruckt (ſ. Lithographie). Namentlich der Zinkflachdruck (ſ. Zinkographie) wird heute für den Muſiknotendruck ſehr ſtark benutzt, weil er, desgleichen die Algraphie (ſ. Aluminium) die großen Vorteile bieten, daß Rotationsmaſchinen (ſ. d. und Steindruckmaſchinen) verwendet und eventuell die Druckplatten für eine ſpätere Auflage aufbewahrt werden können, während man die teuern und voluminöſen Steine abſchleift. Dieſer Umſtand fällt beſonders ins Gewicht, wenn die Autographie benutzt wurde; beim Notenſtiche bewahrt man die Originalplatten auf. Der Neudruck von Notenwerken, für welche die alten Formen nicht mehr exiſtieren, wird photolithographiſch (ſ. Lithographie) oder, wenn es ſich um ſehr billige Herſtellung handelt, anaſtatiſch (ſ. Anaſtatiſche Druckverfahren) durchgeführt. — Vgl. a. A. W. Unger, Die Herſtellung von Büchern u. ſ. w., Halle a. S. 1906.

A. W. Unger.

Muſivarbeit, ſ. Moſaik, Kunſtgewerbe.

Muſivgold (unechtes Muſchelgold), Schwefel-Zinn, aus 64,84 Zinn und 35,16 Schwefel beſtehend, bildet goldgelbe, durchſcheinende, glänzend feine Schuppen, die ſich fettig anfühlen und eine Dichte von 4,6 beſitzen, wird teils als Malerfarbe, teils zum Bronzieren von Gipsfiguren, zur Vergoldung von Papier, Pappe, Holz u. ſ. w. verwendet.

Andés.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Muſivſilber, ebenfalls als Muſchelſilber und mit Gummi, Eiweiß und Firnis angerieben zum Malen, Bedrucken, zu falſcher Verſilberung benutzt, erhält man durch Zuſammenſchmelzen von 1 Teil Queckſilber und 4 Teilen Zinn und Pulveriſieren der Schmelze nach dem Erkalten. Gewöhnlich ſtellt man es durch Zuſammenſchmelzen von 1 Teil Zinn und 1 Teil Wismut mit $^1/_2$ Teil Queckſilber her, damit ſich die Legierungen leichter und feiner reiben laſſen. *Andés.*

Muskarin leitet ſich von den Methylaminen ab; es iſt eine ſehr giftige, kriſtalliſierte Verbindung, die im Fliegenpilz vorkommt.

Muskatholz, ſ. Nutzhölzer.

Muskatnußbutter (Muskatnußöl, Bandaſeife), aus den Samen des Muskatbaumes gewonnenes fettes Oel, talgähnlich, körnig, rötlichgelb bis rötlichbraun, mit aromatiſchem Geruch und Geſchmack; Schmelzpunkt bei 38—51° C. Es kommt in 25 cm langen und 6—7 cm dicken Ziegeln in Monokotyledonenblätter (indiſche Sorte) oder in Papier (holländiſche Sorte) verpackt in den Handel und wird hauptſächlich in der Parfümerie verarbeitet. *T. F. Hanauſek.*

Muskovit, ſ. Glimmer.

Muſſelin, locker gewebter, leinwandartiger Baumwollſtoff (ſ. Weberei).

Muſſelinglas (Jalouſieglas), durch einen undurchſichtigen Grund in mattem Weiß ornamentiertes Tafelglas. Bei den geringeren Sorten beſteht das Matt aus einer ausgefritteten dünnen Schicht von bleihaltigem Kriſtallglas, bei den beſſeren aus einer dünnen Emailſchicht.

Muſter, zunächſt ein wiederkehrendes Flächenornament auf Geweben, Teppichen, Tapeten, Flieſen, Parketten u. ſ. w.

Muſter in dieſem Sinne haben ein ſehr hohes Alter und dürften zu den älteſten menſchlichen Erzeugniſſen gehören; ſie bilden eine intereſſante Kette von Formen, die zahlreiche Umgeſtaltungen und Bereicherungen erfuhren, bis ſie unſre Zeitperiode erreichten (vgl. Kunſtgewerbe, Textilarbeiten). Die älteſten Elemente ſind Linienornamente und Blumen, alle dieſe Formen ſtreng ſtiliſiert, die Blumen bei Teppichen z. B. ſo angeordnet, daß der Beſchauer ihnen gleichſam auf den Kopf treten kann; dabei iſt jedes Element für ſich und nicht mit dem andern organiſch verbunden. In dieſem Sinne ſehen wir die Muſter auf aſſyriſchen und ägyptiſchen Werken der textilen Kunſt gefertigt. Das griechiſche und das römiſche Muſter charakteriſieren ſich neben dem Mäander durch hinzutretende Ranke, die Blatt- und Blütenelemente in ſchwungvoller Weiſe verbindet. Im Mittelalter geſtalteten ſich die Muſter ſchon weit reicher und mannigfaltiger, und hier wären insbeſondere die bedeutenden Erzeugniſſe des Orients, namentlich jene aus Syrien und Byzanz, hervorzuheben. Später erzeugte man in Genua, Florenz, Venedig, den Niederlanden die beſten Stoffe und war insbeſondere eine Zeitlang das ſogenannte Granatapfelmuſter ſehr beliebt. Hierauf kommt eine Periode, wo Orient (namentlich Perſien) und Okzident (insbeſondere Paris und Lyon) in regem Wettbewerb ſtanden. Um dieſe Zeit hat man das ſtreng ſtiliſierte Muſter, das noch auf den alten perſiſchen und indiſchen Teppichen zu finden war, verlaſſen und verwendete die pflanzlichen Formen in einer Weiſe, daß Blätter, Blüten und Stengel in mehr oder weniger organiſchem Zuſammenhang und entweder in Profil- oder en face-Stellung auftraten. In Indien kam dann namentlich das Palmettenmuſter auf. Im 18. Jahrhundert wurden die Muſterzeichnungen immer naturaliſtiſcher und vielſeitiger, und es war namentlich Frankreich, das tonangebend auftrat. Beliebt waren insbeſondere die Muſter, welche die Pflanzenformen in Sträußchen oder im Geäſte (romage) darſtellten, oder jene, bei welchen die Formen leicht auf den Stoff hingeſtreut erſcheinen (Streumuſter). Während man dann zur Zeit des Empireſtils ſich der größten Einfachheit hingab und bloß einige wenige griechiſche Muſterformen anwendete, begann ſich ſpäter der Reichtum an Muſtern namentlich dadurch zu vermehren, daß die alten Muſter der Gotik und Renaiſſance nachgeahmt wurden; damals war es Mode, vertrocknete Blätter, Marmoraderungen, Eisblumen und ſogar Landſchaften auf Stoffen anzubringen. Vor dem Jahre 1870 hatte namentlich die Seideninduſtrie in Lyon einen großen Einfluß auf die Muſterbildungen, ſo zwar, daß dieſe auch auf andern Stoffen, namentlich auch auf Kattunen, nachgeahmt wurden. Nach dem Jahre 1870 iſt eine Dezentraliſation der techniſchen Kunſtübung eingetreten, und namentlich Frankreich hat viel von ſeinem Einfluß verloren, während England und Deutſchland durch Errichtung von kunſtgewerblichen Schulen und Sammlungen mächtig fördernd eingriffen. Heute iſt der Reichtum an Muſtern noch größer; ſie baſieren zum großen Teil auf Nachahmung der alten guten Muſter oder ſind in der Tat Erfindungen der neueſten Zeit (ſ. a. Deſſinieren, Bd. 2, S. 720). — Eine andre Bedeutung hat Muſter in dem Sinne von kleiner Probe einer größeren Warenpartie, nach der die betreffenden Waren beurteilt werden ſollen; eine dritte im Sinne von Vorbild [1]—[8].

Literatur: [1] Fiſchbach, Fr., Ornamente der Gewebe, Hanau 1874—81. — [2] Derſ., Geſchichte der Textilkunſt, Hanau 1883; außerdem Fiſchbachs kleinere Vorlagewerke. — [3] Bock, Geſchichte der liturgiſchen Gewänder des Mittelalters, Bonn 1859/71. — [4] Hoffmann und Kellerhoven, Recueil de dessins relatifs à l'art de la décoration, Paris 1859. — [5] Böttticher, Deſſinateurſchule, Berlin 1839. — [6] Gurlitt, Die deutſche Muſterzeichnerkunſt, Darmſtadt 1890. — [7] Dupont-Auberville, L'ornement des tissus, Paris 1875/77. — [8] Leſſing, Altorientaliſche Teppichmuſter, Berlin 1877. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Musterbrief (Aufwinde), s. Spitzen.

Musterschutz, s. Gebrauchsmuster.

Mutoskop, s. Kinematograph.

Mutterbohrer, s. Gewindeschneidwerkzeuge, Bd. 4, S. 493, und Schraubenherstellung.

Muttergleis oder Stammgleis, ein (meist gerades) Gleis, aus dem ein oder mehrere Gleise vermittelst Weichen abzweigen, z. B. an den Enden von Bahnhöfen die Endweichenstraße (s. Weichen). *Kübler.*

Mutterhefe, s. Kunsthefe.

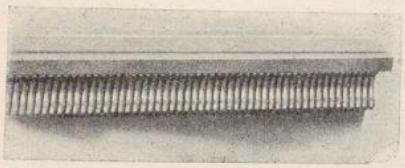
Mutterlauge, die bei der Kristallisation irgend einer Salzlösung übrigbleibende Flüssigkeit, welche neben Rückständen des angeschlossenen Salzes in der Regel noch andre schwerer oder überhaupt nicht kristallisierbare Bestandteile enthält. — Mutterlaugensalze, geologische Bezeichnung für die sogenannten Abraumsalze (s. Kalisalze). Staßfurter Mutterlauge dient in der Heilkunde als Zusatz zu Bädern. *Bujard.*

Muttern, s. Schraubenmuttern.

Mutternbohrer, -fräsmaschine, -hobelmaschine, -presse, -schneidmaschine, -stoßmaschine, s. Schraubenherstellung.

Mutterplatte (Leitmutter), die eine Schraube (Schnecke) nur teilweise umhüllende Mutter von mehrfacher Länge der Schraube (s. die Figur).

Sie wird an Stelle der Leitspindel (s. Drehbank, Bd. 3, S. 83) bei den Mutterplattendrehbänken [1] der Firma De Fries & Co. in Düsseldorf zum Verschieben des Drehbankschlittens angewendet. Als Vorteile werden angegeben, daß die Herstellung der Mutterplatte mit größerer Genauigkeit als die von Leitspindeln erfolgen kann, daß der Angriff der Zugkraft an dem Supportschlitten möglichst nahe an der Wange direkt unter dem Supportdruck erfolgt und daß die Wärme in das Drehbankbett abgeleitet wird, während bei den Leitspindeldrehbänken die Leitspindel durch Reibung und Druck sich erwärmt und ausdehnt, was für die Herstellung genauer Gewinde ein großes Hindernis bedeutet. Der Umfassungswinkel der Mutterplatte, auch als negative Leitspindel bezeichnet,



wird bis zu 125° gewählt. Ueber ihre Herstellung s. [1]. Während bei der Drehbank die Mutterplatte festliegend und die Schraube mit dem Schlitten, in dem sie gelagert ist, sich verschiebt, findet man auch bei Fräsmaschinen die Mutterplatte an dem verschiebbaren Tisch befestigt und die Schraube festgelagert, s. Fräsmaschinen, Bd. 4, S. 180, Fig. 87 und 88, 93—95.

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 659. *A. Widmaier.*

Mutterschloß bezeichnet bei Schraube und Mutter die Einrichtung, welche die Möglichkeit gewährt, die Mutter durch Teilung in zwei Hälften senkrecht zur Achse der Schraube abzuziehen und außer Eingriff mit der Schraube zu bringen.

Die Einrichtung ist insbesondere bei Drehbänken bei der Ableitung der Schlittenbewegung von der Leitspindel gebräuchlich; s. Drehbank, Bd. 3, S. 82 ff., Fig. 93, 102, und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 947. *A. Widmaier.*

Mutterschlüssel, s. Schraubenschlüssel.

Mutuli (Dielenköpfe), die viereckigen Platten an der Unterfläche eines Kranzgesimses.

Mutung, s. Bergrecht.

Myriameter = 10000 m = 10 km.

Myricawachs s. Talg, vegetabilischer.

Myrobalanen, s. Gerbstoffe, Bd. 4, S. 403, Leder, S. 87.

Myrosin, das Ferment des weißen und schwarzen Senfes; s. Fermente, Bd. 3, S. 701.

Myrtengrün (Chromgrün), s. Chromfarben.

Myrtlewachs (Myrtenwachs), s. Talg, vegetabilischer.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN