UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1909]

R

urn:nbn:de:hbz:466:1-84066

Visual Library

R

in der Geometrie Bezeichnung für den rechten Winkel, 2 R = Winkel von 180°; bei Temperaturangaben Bezeichnung für das Réaumurſche Thermometer; bei Uhren für retarder (verlangſamen); auf „eingeſchriebenen" Poſtſendungen für recommander (einſchreiben); im Griechiſchen als Zahlzeichen $\varrho' = 100$, $\varrho = 100000$.

Ra, chemiſches Zeichen für Radium (ſ. d.).

Raa, im Schiffbau, Rundholz zur Befeſtigung und zum Ausſpannen der Raaſegel; ſ. Bemaſtung und Befegelung.

Raanock, die beiden Enden einer Raa.

Raafegel, parallelepipediſch geformtes Segel; ſ. Befegelung.

Rabatteiſen, ein Kalfatereiſen (ſ. Kalfaterung) mit ſtumpfer Schneide mit mehreren Kerben zum Glätten der Wergnaht.

Rabierſches Gebläſe, ſ. Blaſebälge.

Rabitzſche Bauweiſe (D.R.P. Nr. 4590, Zuſatzpatent zu Nr. 3789) beſteht in der Herſtellung von feuerſicheren, ſich ſelbſt tragenden Zwiſchenwänden aus einem auf beiden Seiten mit Putzkalk beworfenen Drahtgewebe aus 1—1,1 mm ſtarkem, am beſten verzinkten Eiſendraht mit 2 cm Maſchenweite, das zwiſchen Winkeleiſen eingeſpannt und durch ſolche entſprechend verſteift wird.



An Türpfoſten und Mauern werden ſtärkere Winkeleiſen verwendet, die entſprechend zu befeſtigen ſind (ſ. die Figur und [1], S. 334). Die Stärke der einfachen Wände beträgt 5 cm, diejenige von Doppelwänden je 3 cm mit einem 5 cm breiten Luftzwiſchenraum. Gipszuſatz zum Mörtel bedingt abſolut trockene Lage der Wände.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 2, Heft 1, S. 334, Darmſtadt 1891; Zeitſchr. des Arch.- und Ing.-Vereins zu Hannover 1886, S. 380 und 382; Baugewerksztg. 1885, S. 371; Zentralbl. der Bauverw. 1883, S. 136; 1888, S. 44 und 265; Heiz- und Lüftungsrohre nach Rabitzſcher Bauweiſe im Stadttheater zu Halle a. S. (ſ. Staude, G., Das Stadttheater zu Halle a. S., Halle a. S. 1886, S. 17); Scheidewände der Badezellen im Stadtbad zu Offenbach a. M., Deutſche Bauztg. 1888, S. 13. *L. v. Willmann.*

Rachenlehre, ſ. v. w. Taſterlehre, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 401—402, Fig. 25 und 26.

Rachette-Ofen, ſ. Blei, Bd. 2, S. 63.

Rack einer Raa, Bügel oder Kette, mit der die Raa am Maſt oder an der Stenge befeſtigt wird.

Rack, in der Weberei, die Stofflänge, die 240 bezw. 720 oder 960 Schußbewegungen entſpricht; ſ. Bobbinnet. *E. Müller.*

Rackarock, ſ. Bohr- und Sprengarbeit, Sprengſtoffe.

Racleuſe (Racliermaſchine), ſ. Seidenſpinnerei.

Rad. Die Einzelteile eines Rades ſind die Nabe (ſ. d.), der Radkranz und die beide miteinander verbindenden Radſpeichen (Radarme) bei den Speichenrädern und Radſternen oder die Radſcheibe bei den Scheibenrädern.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Radarme übertragen ein Kraftmoment zwischen Kranz und Nabe eines Rades und die angreifenden Kräfte selbst, Radspeichen nur einen Raddruck. Der Radkranz wird bei Zahnrädern auch als Radboden bezeichnet. Man unterscheidet: 1. **Triebwerkräder** für Drehungs- und Kraftübertragung mit tangential wirkenden Kräften mit mehr oder minder verteilter Belastung des Kranzes, zu denen die Zahn-, Friktions-, Kettenräder, Riemscheiben gehören.

Die Arme bestehen meist aus demselben Baustoff wie das Rad, aus Holz bei hölzernen Riemscheiben (s. d.), aus Rundeisen oder Flacheisen bei Riem- und Drahtseilscheiben (Bd. 3, S. 41), aus Profileisen bei Wasserrädern und andern großen Rädern, in der Regel aus Gußeisen, und zwar mit Kranz und Nabe zusammengegossen, nur an großen Schwungrädern (s. d.) besonders eingebaut.

Gerade Arme haben das geringste Gewicht, krumme Arme sind vermöge ihrer Biegsamkeit etwas nachgiebiger für Gußspannungen, aber unschön, besonders wenn zwei Scheiben auf einer Welle in Rücksicht auf die Keilnut mit entgegengesetzter Richtung aufgesetzt werden müssen. Die Mittellinie eines krummen Armes steht senkrecht auf dem Nabenumfang, so daß ihr Krümmungsmittelpunkt auf der Tangente der Nabe liegt, und trifft den Kranz um 30—45° seitwärts; nach Auftragung der Armhöhen außen und innen findet man mit einem größeren und kleineren Radius die Mittelpunkte für die Umgrenzungslinien. Doppeltgekrümmte Arme kommen als Zier an landwirtschaftlichen Maschinen vor. Der Armquerschnitt ist meist elliptisch oder rhombisch, an Zahnrädern aus Haupt- und Nebenrippen zusammengesetzt, an Schwungrädern auch hohl.

Fig. 1.

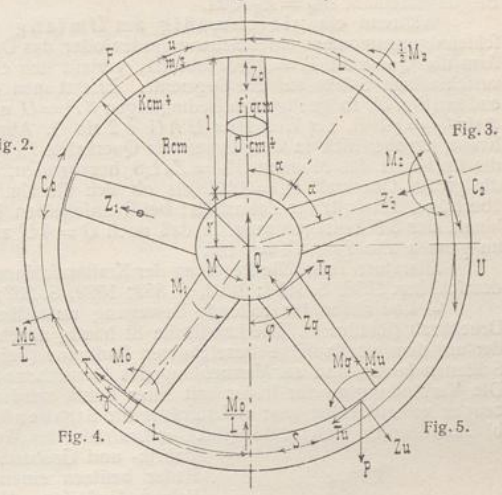


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Gußspannungen entstehen in den Armen als Zugwirkungen, wenn die massige Nabe und die Arme erst später erstarren als der Kranz von verhältnismäßig großer Oberfläche, aber auch bei starkem Kranz, wenn die Gußform ihn am Schrumpfen hindert. Es empfiehlt sich, die Form innerhalb des Kranzes alsbald nach seiner Erstarrung zu lockern, durch Aufgraben oder durch Ausheben eines hier eingelegten Ringes oder einzelner Stücke. Außerdem sorgt man dafür, daß sich die Nabe in gleichem Maße wie die übrigen Teile des Gußstückes abkühlt, indem man sie bald nach dem Gießen bloßlegt; wenn man sie gar mit Wasser besprengt, wird das Eisen hart und spröde; zweckmäßig rüstet man den Kern starker Naben mit Luftkühlung aus, indem man das Kerneisen als Rohr von 1—2 m Länge aufragen läßt und unten der Luft zugänglich macht, so daß es schornsteinartig wirkt und die Nabe kühlt.

Die Berechnung der Kräfte und Momente in den Armen läßt sich nur mit Näherungsrechnungen durchführen. Mit Bezug auf die in Fig. 1—5 eingeschriebenen Maße in Zentimetern kommen folgende Größen in Betracht: Guß- oder Einbauspannungen verursachen Zugkräfte Z_0, die sich der Rechnung entziehen. Die Zentrifugalkräfte sind bei schnell laufenden Rädern und Seilscheiben zu untersuchen, deren Umfangsgeschwindigkeit u in Meterfekunden $= \omega R/100$ mit $\omega = 2\pi n/60$ über 10—15 hinausgeht. Die Fliehkraft eines einzelnen Armes (Fig. 2) ergibt sich unter der Annahme, daß seine Masse m_1 im Schwerpunkt vereinigt sei, der für einen verjüngten Arm um 0,45 l vom Nabenumfang entfernt sein mag, zu $Z_1 = m_1 \omega^2 (r + 0{,}45\, l)/100$. In einem Ringe vom spez. Gew. γ (in Kilogramm/Litern) ohne Arme würde die Fliehkraft die tangentiale Umfangskraft $C_0 = 0{,}01\, \gamma u^2 F$ erzeugen, weil für die Hälfte des Ringes die beiden Kräfte $2C_0$ im Gleichgewicht stehen mit der Fliehkraft $m\omega^2\varrho$ der Masse $m = \pi R F \gamma/1000$ g im Schwerpunktsradius $\varrho = 2R/100\pi$. Wenn aber der Kranz durch i Arme gehalten ist (Fig. 3), entsteht in ihm eine geringere Zugkraft $C_2 = C_0/(1 + fR \operatorname{cotg}(180/i)/2Fl)$ und daneben in jedem Arm die Kraft $Z_2 = C_2 fR/Fl$. Diese Beziehungen folgen aus zwei Ansätzen, einerseits, daß die Fliehkraft $C_0 2 \sin\alpha$ eines Kranzsegmentes zwischen zwei Armen vom Zentriwinkel 2α in der Richtung der Winkelhalbierenden sich ausgleicht mit den in derselben Richtung wirkenden Komponenten der an den Enden des Segmentes angreifenden Kräfte, nämlich $2C_2 \sin\alpha$ und $2(Z_2/2)\cos\alpha$, wobei $\alpha = 180/i$ gilt; anderseits, daß sich der Kranz infolge der Spannung C_2/F auf einen größeren Umfang streckt, der auch durch die Streckung der Arme in der Länge l unter der Spannung Z_2/f erreicht werden soll, so daß $C_2/F = Z_2 l/Rf$ wird. Genau genommen sind die Streckungen noch etwas größer, im Kranz wegen der Ausbiegung des Segmentes und in den Armen wegen der eignen Fliehkraft, die eine Verlängerung um $\lambda = {}^2/_3 (l + r) Z_1/fE$ bewirkt. Die in dem Kranze auftretenden Biegungsmomente betragen an den Armansatzpunkten $M_2 = Z_2 R/2i$ und in der Mitte der Segmente $-{}^1/_2 M_2$, wenn man das Segment als einen geraden, beiderseits eingespannten Träger mit der gleichmäßig verteilten Belastung Z_2 ansieht. Die Wendepunkte liegen um das 0,29fache der Segmentlänge von seiner Mitte entfernt.

Die Biegung eines Armes unter einer an seinem äußeren Ende tangential wirkenden Kraft T erfolgt nach einer doppelt gekrümmten Linie, während sich auch der Kranz verbiegt

(Fig. 4). Der Arm erleidet an der Nabe das Biegungsmoment $M_1 = Tl - M_0 r/R$ und am Kranzansatz das Moment $M_0 = 0{,}5\,Tl/(1 + 1{,}5\,J/Ki)$. Diesen Ausdruck erhält man durch Anwendung der allgemeinen Formel $EJ(d^2y/dx^2) = M$ auf den Arm mit $M = T(l - x) - M_0(r + x)/(r + l)$ und auf den Kranz mit $M = (M_0/L)(\frac{1}{2}L - x)$ unter Einführung des Trägheitsmomentes K für den Kranzquerschnitt und J für den Arm, ferner mit $L = 2\pi R/i$; durch Integration findet man die Neigung $\operatorname{tg}\gamma = y/\frac{1}{2}L$, die für Kranz und Arm gleich sein soll, sowie die Neigung des Armendes $\beta = dy/dx$ gegen die Anfangslage und seine Ablenkung um den Zentriwinkel $\delta = y/R$, schließlich mit $\beta = \gamma + \delta$ den Ausdruck für M_0. Im Arm liegt ein Wendepunkt im Abstand $M_0/(T + M_0/R)$ vom äußeren Ende. Das Ammoment verteilt sich im Kranze nach beiden Seiten zu je $\pm\frac{1}{2}M_0$.

Besonders wichtig ist die Wirkung der in bestimmter Richtung $\varphi = 0$ angreifenden Kräfte. Hierbei sind gleichmäßig über den Umfang verteilte Kräfte Q (als Eigengewicht oder als Gesamtriemenzug) zu unterscheiden von einseitig am Umfang angreifenden Kräften U (als Zahndruck oder als Riemendrehkraft). Unter der Belastung Q erhält ein im Winkel φ schräg liegender Arm (Fig. 5) den Zug Z_q und die Querkraft T_q. In dem Kranze tritt im unteren Teil ein Druck S auf, der im oberen Teil als Zug wirkt und der wohl mit $\cos\varphi$ verläuft. Mit $S = S_0 \cos\varphi/2 \sin\alpha$ gilt $Z_q = (Q/i + S_0)\cos\varphi$ und $T_q = (Q/i - S_0)\sin\varphi$. Wenn sich das Segment bei $\varphi = 0$ um ebensoviel durchbiegen soll wie der Arm bei $\varphi = 90^0$, wird $S_0 = (Q/i)\,(N-1)/(N+1)$ mit $N = i^3 l^3 K(\frac{1}{4} + J/Ki)/2JR^3(1 + J/Ki)$; für $J = Ki$ und $l = 0{,}7R$ wird $N = (i/3)^2$. Hiernach ist $T_q = 2\,(Q/i)\sin\varphi/(1 + N)$ und $Z_q = 2\,(Q/i)\cos\varphi/(1 + 1/N)$. Der Kranz erleidet durch Z_q das Biegungsmoment $M_q = Z_q R/2i$.

Während ein gleichmäßig am Umfang wirkendes Moment M, wie das Beschleunigungsmoment eines Schwungrades oder das Drehmoment eines Dynamorades, auf jeden Arm die Querkraft $T_1 = M/Ri$ absetzt, verteilt sich eine einseitige Umfangskraft U in verschiedener Stärke auf die Segmente. Ersetzt man U durch parallele Kräfte P an den Armenden (Fig. 5), so genügt den Bedingungen $\Sigma P = U$ und $\Sigma PR\sin\varphi = UR$, da $\Sigma\sin\varphi = 0$ und $\Sigma\sin^2\varphi = i/2$ ist, der Wert $P = (U/i)(1 + 2\sin\varphi)$. Abgesehen von den Druck- und Zugkräften im Kranz, ergeben sich in den Armen die Querkräfte $T_u = P\sin\varphi$ und die Zugkräfte $Z_u = P\cos\varphi$, die im Kranz das Moment $M_u = Z_u L/8$ hervorrufen. Hieraus folgt für den Arm bei $\varphi = 90^0$ die größte Querkraft $T_u = 3\,U/i$, als ob sich die Umfangskraft auf den dritten Teil der Arme übertrüge. Das gilt für Zahnräder; bei Riemscheiben kommt noch der Einfluß des Gesamtzuges hinzu, der $5\,U$ betragen mag, so daß noch $Q = 4\,U$ zu rechnen ist und $T_q = \text{ca. } 0{,}5\,Q/i = 2\,U/i$, im ganzen also $T_q + T_u = 5\,U/i$.

Literatur: Tolle, Die Regelung der Kraftmaschinen, 2. Aufl., Berlin 1909. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1893, S. 1077; 1898, S. 352; 1899, S. 237; 1901, S. 267.

2. **Laufräder** für rollende Bewegung unter Beanspruchung durch eine radial wirkende Druckkraft (Raddruck). Die Lauffläche ist häufig durch einen besonderen Radreifen gebildet, der auf dem als Radfelge bezeichneten Radkranz (Felgenkranz) sitzt. Bei Laufrädern, die auf Schienen laufen, sind zur Vermeidung des Abrutschens Spurkränze angeordnet [s. unter d) und e)]. Die Verbindung zweier Räder mit ihrer Achse wird als Radsatz bezeichnet. Nach den Fahrzeugen unterscheiden wir: a) Laufräder für Straßenfuhrwerke (s. d.) und Geschütze (s. d.), b) Laufräder für Fahrräder (s. d.), c) Laufräder für Motorwagen (s. d.), d) Laufräder für Feld-, Fabrik- und Grubenbahnen; diese aus einem Stück gegossenen Räder besitzen einen Spurkranz und bestehen aus gewöhnlichem Gußeisen, Hartguß, Temperguß [12] oder Stahlguß. e) Laufräder für Eisenbahnfahrzeuge. Diese Räder besitzen einen Spurkranz; nur bei Lokomotiven, die eine große Kurvenbeweglichkeit besitzen müssen und einen großen Radstand haben, erhalten die Räder der Mittelachsen öfters keine Spurkränze. Die zu einer Achse gehörigen Räder sind mit dieser fest zu einem Radsatz verbunden; Versuche mit Rädern, die sich auf festgelegten Achsen frei drehen (wie bei Straßenfuhrwerken), wurden wiederholt, jedoch ohne weiter reichenden Erfolg, bei Nebenbahnen durchgeführt. — Man unterscheidet Räder mit Laufkränzen (Fig. 6) und Räder mit aufgezogenen Radreifen (Bandagen, Tires), Fig. 26—30.

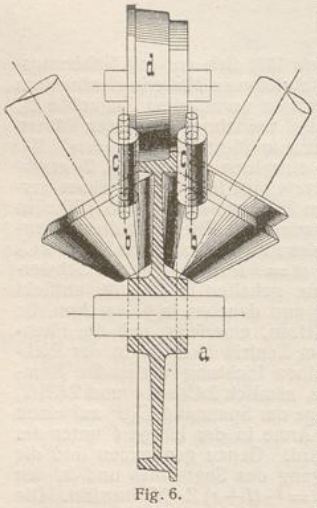


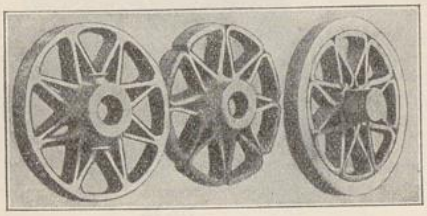
Fig. 6.

Die Räder mit Laufkränzen werden aus Gußeisen (Hart- oder Schalengußräder) und aus Flußeisen (durch Gießen [Stahlgußräder] und durch Schmieden und Walzen) hergestellt. Bei Schalengußrädern, zu denen auch die Griffin-Räder gehören, pflegen im Falle von Ueberhitzung oder zu rascher Abkühlung bei der Erzeugung gefährliche Spannungen im Gußkörper zurückzubleiben, welche leicht zu Brüchen führen. Schalengußräder sollen daher nur unter Güterwagen ohne Bremsen Verwendung finden. Die Herstellung der Schalengußräder ist besonders in Amerika hochentwickelt; die American Car and Foundry Co. allein macht in ihren verschiedenen Werken jährlich über anderthalb Millionen solcher Räder. Diese Rädergießereien besitzen maschinelle Form- und Gießeinrichtungen, vgl. hierüber [1]. Die genaue Rundung wird durch Schleifen erzielt. — Die Stahlgußräder sind bei Wagen sehr verbreitet, bei Lokomotiven und Tendern finden sie nur noch vereinzelte Anwendung. Sie müssen nach dem Gießen gut ausgeglüht werden. Um die Dichtigkeit des Materials im Laufkranz der Stahlgußräder zu erhöhen, wird er von einzelnen Werken durch Schmieden [2] oder

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

durch Walzen [2] bearbeitet. — Die Herſtellung von geſchmiedeten und gewalzten Stahlrädern mit Laufkränzen erfolgt mit Hilfe von Scheibenräderwalzwerken (ſ. unten), wobei die Walzen nach Fig. 6 angeordnet ſind. Die Nabe *a* iſt bis zum Angriffspunkt der beiden ſeitlichen Walzen *b b* vorgepreßt; die Walzen *c c* ergeben die ſeitliche Breite und die äußere Walze *d* den Spurkranz [4].

Bei den Rädern mit aufgezogenen Radreifen unterſcheidet man nach der Form des Radkörpers zwiſchen Speichen- und Scheibenrädern. — Die Speichenräder beſitzen geſchweißte oder nahtloſe Radſterne. — Die Herſtellung geſchweißter Radſterne erfolgt auf der Gutehoffnungshütte [3] in folgender Weiſe: Die gewalzten Speicheneiſen werden, auf die notwendige Länge abgeſchnitten, vorgewärmt und auf der Radſpeichenbiegepreſſe (Fig. 7, Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) zu Ω-förmigen (ſ. Fig. 8, *a*) Stücken gebogen. Der Arbeitsvorgang iſt hierbei folgender: Tritt Druckwaſſer unter den in ſeiner tiefſten Stellung befindlichen Kolben, ſo wird zunächſt der mit ſeiner Kolbenſtange durch Querhäupter *C C* und Zugſtangen verbundene Schlitten *B* gehoben und klemmt das zwiſchen D_1 und D_3 eingelegte Speicheneiſen feſt; dann wird auch der Schlitten *A A* gehoben, die Hebel *E* legen ſich gegen das Speicheneiſen und biegen es beiderſeits um das (der inneren Speichenform entſprechende) Herzſtück D_1 herum, während ſich gleichzeitig die Enden nach der Form von D_2 umlegen. Beim Niedergang ſtreift ein an der Rückſeite von *B* angebrachter Hebel das Speichenſtück von D_1 ab. Die gebogenen Speichenſtücke werden an ihren Enden auf einer Schere beſchnitten und in einem Ring zu einem Stern vereinigt und eingeſpannt (ſ. Fig. 8, *a*). Die inneren Enden werden in einem Vierradfeuer *a* (Fig. 9—11, Osnabrücker Maſchinenfabrik R. Lindemann) auf Schweißhitze gebracht und hierauf das Rad und die für die Nabe vorgepreßte und in einem Schweißofen erhitzte Luppe in die hydrauliſche Nabenpreſſe (Fig. 12, Breuer, Schumacher & Co., Kalk bei Cöln) eingelegt. Durch Senken der Matrize *A* wird das Rad feſtgehalten, worauf durch Heben des Stempels *B* die Nabe gelocht und das Material ſeitlich verdrängt wird, ſo daß beide Matrizenhälften angefüllt und die Speichenenden mit der Nabe verſchweißt werden (ſ. Fig. 8, *b*). Zur Bildung der Felge werden die Radſterne im Vierradfeuer (Fig. 10, bei *b*) erhitzt, wobei das Rad auf einem Dorn ſitzt, und durch Auflegen einer erhitzten dreieckigen Eiſenſtange und Einpreſſen mittels der Keilſchweißpreſſe (Fig. 13, Breuer, Schumacher & Co. in Kalk bei Cöln) die Verſchweißung je zweier benachbarter Speichenſtücke und des Keils vorgenommen (vgl. Fig. 8, *c*). Die Preſſe beſitzt unter dem Druckſtück des Schlittens zwei ſtählerne Spannkloben, welche von Hand verſtellt werden können und während des Schweißens die Speichen zuſammenpreſſen. Das Druckſtück trägt an der Vorderſeite ein Meſſer, um das überſtehende Ende des Keils abzuſchneiden. — Nahtloſe Radſterne werden entweder durch Gießen (Gußeiſen und Stahlguß) oder durch Schmieden und Walzen nach Patent Ehrhardt erzeugt. Die Herſtellung der nahtlos



c b a

Fig. 8. Herſtellungsſtufen des Speichenrades.

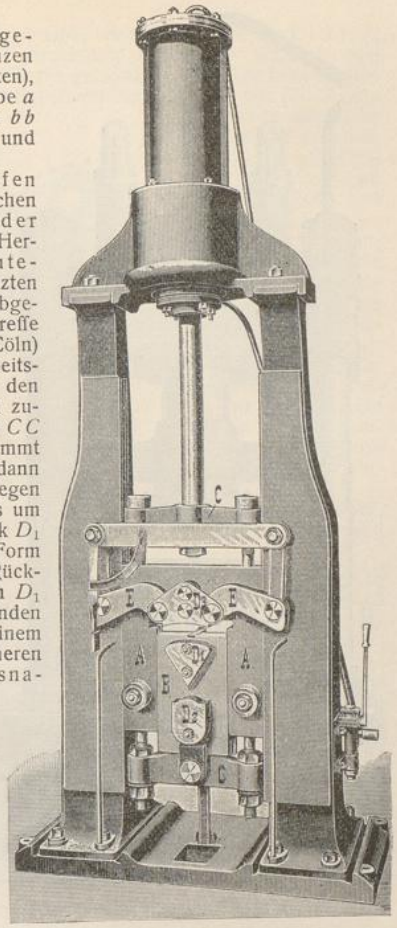


Fig. 7.

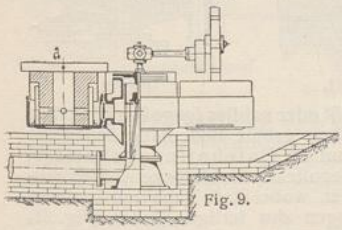


Fig. 9.

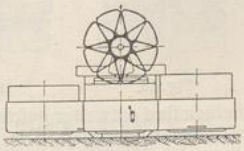


Fig. 10.

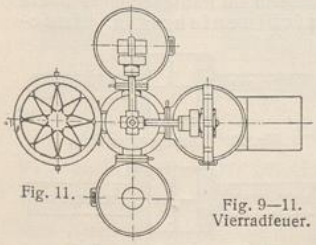


Fig. 11.

Fig. 9—11. Vierradfeuer.

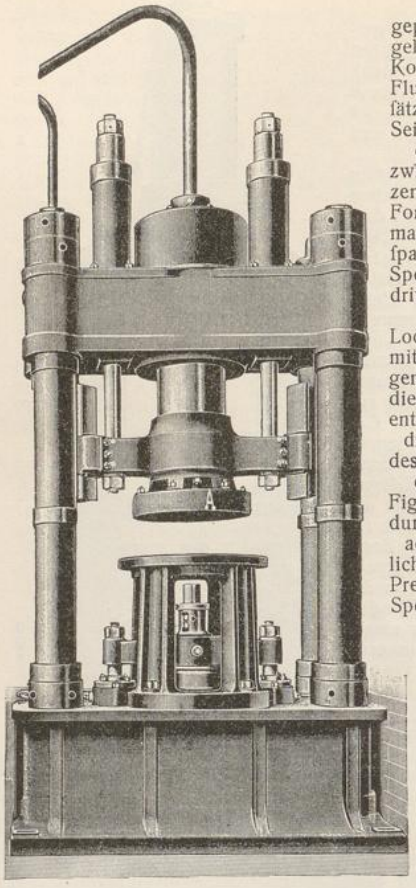


Fig. 12.

gepreßten Radſterne (Speichenräder) Patent Ehrhardt geht aus Fig. 14—18 [5] hervor: Fig. 14 (in eiſerner Kokille) gegoſſene runde Scheibe aus Siemens-Martin-Flußeiſen mit Anſätzen auf beiden Seiten, Fig. 15—17 drei Preßſtufen zwiſchen Obermatrizen verſchiedener Form und Untermatrizen mit Ausſparungen für die Speichen. Bei der dritten Preſſung wird außerdem die Lochung der Nabe mittels Dorns vorgenommen, ſo daß die Radform Fig. 19a entſteht. Fig. 18 zeigt die Fertigſtellung des Scheibenrandes durch Walzen. Fig. 19b ſtellt das durch Ausſtoßen von acht dreieckähnlichen Platten unter Preſſen erhaltene Speichenrad dar.



Fig. 13.

Bei den Scheibenrädern beſtehen die Radſcheiben aus Eiſen, Holz (Syſtem Manfell) oder Papiermaſſe. Holzſcheibenräder ſind in England in Verwendung; bei den Papierſcheibenrädern iſt eine dauerhafte Verbindung der Radſcheibe mit der Nabe und dem Radreifen ſchwierig.

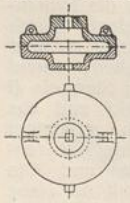


Fig. 14.

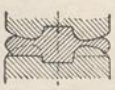


Fig. 15.

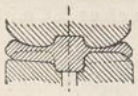


Fig. 16.

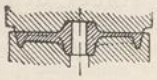


Fig. 17.

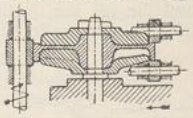


Fig. 18.

Die eiſernen Radſcheiben ſind entweder geſchweißt oder nahtlos (gegoſſen [Gußeiſen oder Stahlguß], geſchmiedet, gewalzt). Die weitaus größte Bedeutung haben die gewalzten Radſcheiben. Die Herſtellung erfolgt auf der Gutehoffnungshütte [7] und andern Werken [8] in folgender Weiſe: Die gegoſſenen Stahlblöcke werden vorgewärmt, unter einer Schmiedepreſſe nach Fig. 20 vorgeſchmiedet, wobei Rad, Nabe und Lochung ſowie der innere Teil der Scheibe bereits auf die Abmeſſungen des fertigen Rades (Fig. 21) gebracht werden; die wiedererwärmten vorgepreßten Scheiben werden im Radſcheibenwalzwerk (Scheibenräderwalzwerk) Fig. 22 und 23 (Osnabrücker Maſchinenfabrik R. Lindemann) ausgewalzt. Die beiden kegeligen, von der Hauptwelle aus durch Kegelradüberſetzung angetriebenen Walzen a_1 und a_2 werden gegen die auf den Dorn e aufgeſetzte Radſcheibe mittels Preßwaſſerzylinder angedrückt und walzen ſie allmählich flach, wobei am Rande ein Wulſt

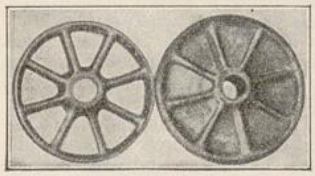


Fig. 19b. Fig. 19a.

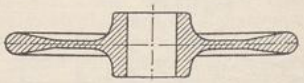


Fig. 20. Vorgepreßtes Rad.

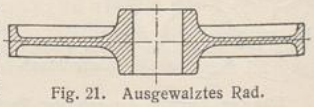


Fig. 21. Ausgewalztes Rad.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

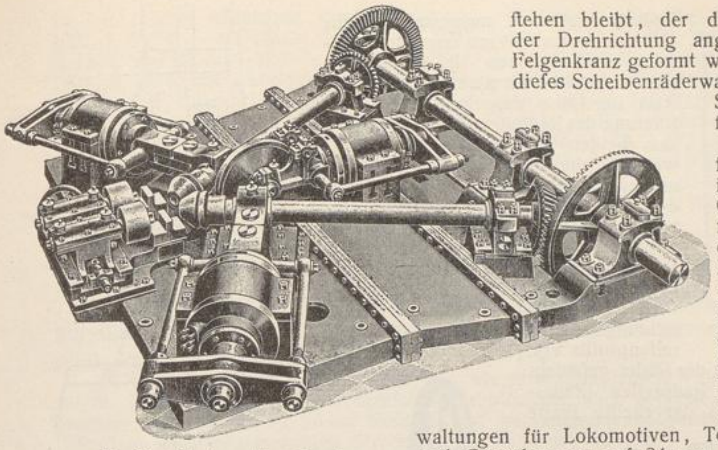


Fig. 22. Scheibenräderwalzwerk.

ſtehen bleibt, der durch die ſenkrecht zu der Drehrichtung angepreßte Walze *b* zum Felgenkranz geformt wird. Ueber Einzelheiten dieſes Scheibenräderwalzwerks vgl. [7]. Andre Scheibenräderwalzwerke ſind in [8] beſchrieben.

Für die Querſchnittsform des Radreifens iſt in Deutſchland und Oeſterreich-Ungarn — ſoweit die außenliegenden Teile in Betracht kommen — das Normale der Kgl. Preußiſchen Staatseiſenbahnen maßgebend (Fig. 24 und 25). Die geringſte noch zuläſſige Stärke der Radreifen iſt vom Verein deutſcher Eiſenbahnverwaltungen für Lokomotiven, Tender, Perſonen-, Poſt- und Gepäckwagen auf 24 mm, für alle übrigen Fahrzeuge auf 20 mm feſtgeſetzt.

Außerordentlich wichtig iſt eine gute Befeſtigung des Reifens auf dem Radkörper; der Reifen muß genau und luftfrei aufliegen, darf ſich nicht verſchieben können und muß bei einem Bruch am Abfliegen im ganzen oder in einzelnen Stücken verhindert ſein. Man unterſcheidet Befeſtigungen mit und ohne örtliche Schwächung des Reifenquerſchnitts, wobei in beiden Fällen das etwa geſprungene Reifenſtück entweder an jeder Stelle oder nur an einzelnen Stellen des Umfanges feſtgehalten wird. Zu den Befeſtigungen mit örtlicher Schwächung (Fig. 26 und 27) gehören jene mit durchgehenden Nieten, Bolzen, Kopfſchrauben einerſeits, mit Kopfſchrauben und übergreifenden Anſätzen am Radkranz anderſeits. Zur zweiten Gruppe (Fig. 28 bis 30) zählen die Befeſtigungen mit Flanſchen oder Einzelklammern und jene mit doppelten Klammerringen, mit Sprengring und übergreifendem Anſatz am Radkranz, mit Umbördelung und Anſatz, mit ſchwalbenſchwanzförmigen Eingüſſen oder Anſätzen und die aufgeſchweißten Radreifen. Bekanntere Anordnungen ſind jene von Manfell, Bork, Schüphaus, Glück-Curant, Kafeloswky, Krupp u. ſ. w. Die Bauart Krupp (über einen im Querſchnitt birnförmigen Anſatz geſchweißte Reifen) hat ſich ſehr gut bewährt.

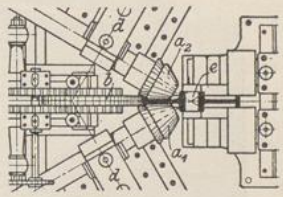


Fig. 23.



Fig. 25. Radreifenquerſchnitt für Wagen.



Fig. 24. Radreifenquerſchnitt für Lokomotiven.

Zur Herſtellung der Radreifen verwendet man Siemens-Martinſtahl und Tiegelgußſtahl (vgl. die Vorſchriften der einzelnen Eiſenbahnverwaltungen). Die gegoſſenen Radreifenblöcke werden angewärmt, unter der Schmiedepreſſe gelocht und unter einem Dampfhammer ausgeweitet. Bei dieſem Arbeitsvorgang erhält der Hammer einen Hornamboß und einen Oberſattel nach Fig. 31. Der gelochte Block wird auf das etwas kleinere Horn aufgelegt und unter ſtändigem Drehen durch kräftige Schläge ausgeweitet, wobei er durch die Form des Oberſattels bereits einen Anſatz des Spurkranzes erhält. Der hintere Teil des Oberſattels wird dabei an dem Amboß geführt. Die vorgeſchmiedeten Reifen werden nochmals erwärmt und auf dem

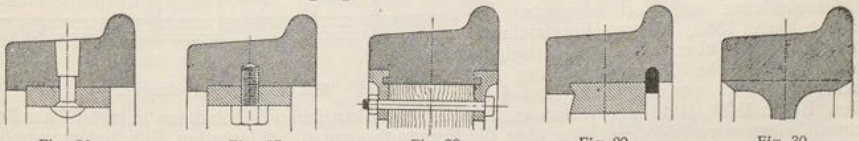


Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30.

Befeſtigung: Fig. 26 mit Nieten; Fig. 27 mit Schrauben; Fig. 28 mit Klammerringen; Fig. 29 mit Sprengring und übergreifendem Anſatz am Radkranz (Bauart Glück-Curant); Fig. 30 mit aufgeſchweißtem Radreifen.

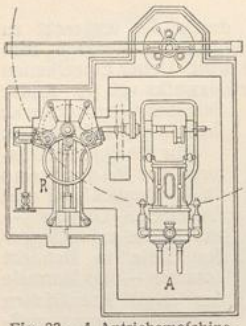


Fig. 33. *A* Antriebsmaſchine. *R* Radreifen.

Radreifenwalzwerk ausgewalzt. Ein Radreifenwalzwerk mit zwei horizontalen Kaliberwalzen iſt in Fig. 32 (Breuer, Schuhmacher & Co. in Kalk bei Cöln) dargeſtellt. Die Profilierung des Radreifens findet zwiſchen den beiden Walzen *a* und *b* ſtatt, während die Rollen *c c* zur Führung und Rundung dienen. Fig. 33 zeigt den Grundriß eines ſolchen Walzwerks. Ueber andre Konſtruktionen von Radreifenwalzwerken vgl. [9], [11]. Zur Bearbeitung der Radſcheiben, Radſterne, Radreifen u. ſ. w. dienen Spezialdreh- und -bohrbänke. Ueber die Einrichtungen zur Bearbeitung des Radreifenprofils vgl. [10]. Das Einpreſſen der Achſen in die Naben der Räder geſchieht mit Hilfe hydrauliſcher Radpreſſen (Räderpreſſen). Die in Fig. 34 dargeſtellte Preſſe

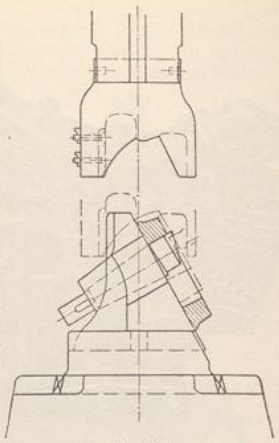


Fig. 31.

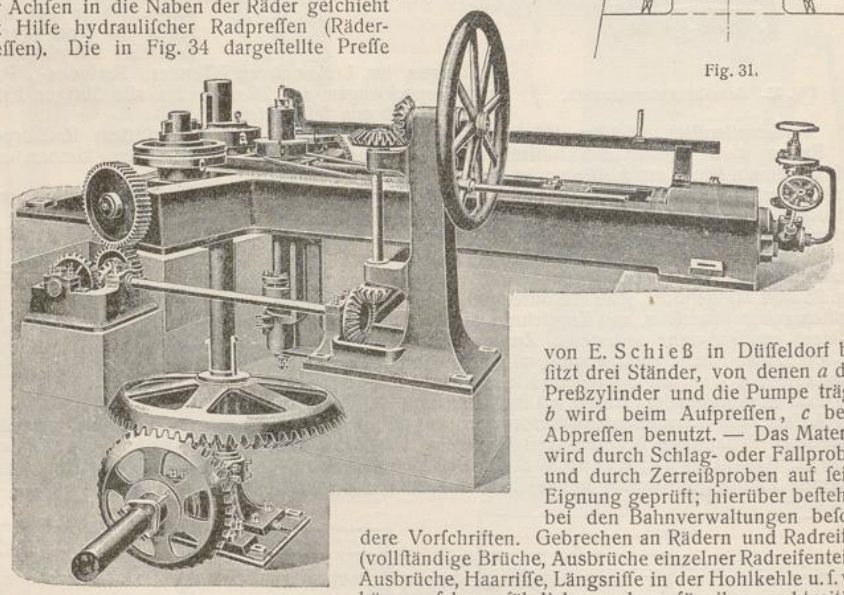


Fig 32.

von E. Schieß in Düſſeldorf beſitzt drei Ständer, von denen *a* den Preßzylinder und die Pumpe trägt; *b* wird beim Aufpreſſen, *c* beim Abpreſſen benutzt. — Das Material wird durch Schlag- oder Fallproben und durch Zerreißproben auf ſeine Eignung geprüft; hierüber beſtehen bei den Bahnverwaltungen beſondere Vorſchriften. Gebrechen an Rädern und Radreifen (vollſtändige Brüche, Ausbrüche einzelner Radreifenteile, Ausbrüche, Haarriſſe, Längsriſſe in der Hohlkehle u. ſ. w.) können ſehr gefährlich werden, für ihre rechtzeitige Auffindung ſind bei den meiſten Bahnverwaltungen Prämien ausgeſetzt. Der Verein deutſcher Eiſenbahnverwaltungen hat eine ausführliche Statiſtik der Radreifenbrüche eingeführt, die reichen, wertvollen Stoff in ſich birgt. Vgl. a. die Art. Lokomotive, Bd. 6, S. 206, und Achſen für Eiſenbahnfahrzeuge, Bd. 1, S. 67.

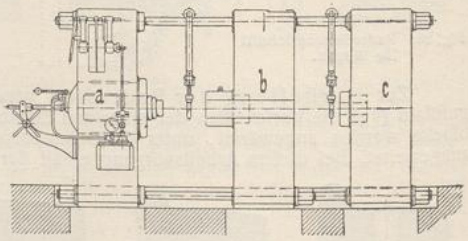


Fig. 34. Waſſerdruckpreſſe.

Literatur: Rühlmann, Allgemeine Maſchinenlehre, Leipzig 1877, Bd. 3; Heuſinger, Handbuch für ſpezielle Eiſenbahntechnik, Leipzig 1882, II. und III. Teil; Mayer, Grundzüge des Eiſenbahnmaſchinenbaues, Berlin 1883 und 1885, I. und II.; Mehrtens, Eiſen und Eiſenkonſtruktionen in geſchichtlicher, hüttentechniſcher und technologiſcher Beziehung, Berlin 1888; Martens, Vergleichende Unterſuchungen über die Feſtigkeitseigenſchaften, chemiſche Zuſammenſetzung und Betriebsergebniſſe von Schienen und Radreifen, Berlin 1890, Büte und v. Borries, Die nordamerikaniſchen Eiſenbahnen in techniſcher Beziehung, Wiesbaden 1892; Berichte über die Verhandlungen der internation. Eiſenbahnkongreſſe 1887, 1889 und 1892; Röll, Encyklopädie des geſamten Eiſenbahnweſens, Wien 1894, Bd. 4; Blum, v. Borries und Barkhauſen, Die Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Wiesbaden 1898, Bd. 1, 1. Abſchn., 1. und 2. Teil; einzelne Abhandlungen finden ſich in Glaſers Annalen 1882 u. 1886; wertvolles Material liefern die Berichte über die Beantwortungen techniſcher Fragen im Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens, 5., 6. u. 9. Ergänzungsband; Fortſchritte der Technik des deutſchen Eiſenbahnweſens, 7. Abt., Wiesbaden 1903. Ueber die Erfahrungen mit Griffin-Rädern unter ſchweren Wagen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, Nr 42, und Railw. Gaz. 1905, 5. und 19. Mai,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

14. Juli. Ueber Einwalzen des Sprengringes, Glaſers Annalen für Gewerbe und Bauweſen 1907, I, S. 14. — [1] „Stahl und Eiſen“ 1907, Nr. 24, S. 839; 1906, Nr. 4, S. 226; 1905, Nr. 21, S. 1262, und Nr. 6, S. 350. — [2] Ebend. 1907, Nr. 24, S. 843. — [3] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1614, mit Abbildungen. — [4] „Stahl und Eiſen“ 1905, Nr. 17, S. 998; 1907, Nr. 24, S. 841. — [5] Ebend. 1903, S. 513; D.R.P. Nr. 146361, 147435, 149624; Glaſers Annalen, 15. Dez. 1906. — [6] „Stahl und Eiſen“ 1907, Nr. 24, S. 841. — [7] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1612. — [8] „Stahl und Eiſen“ 1907, Nr. 24, S. 844, und Nr. 25, S. 872; D.R.P.-Schriften, Kl. 7 f. — [9] „Stahl und Eiſen“ 1905, Nr. 8, S. 454 ff.; 1907, Nr. 25, S. 870 und 879. — [10] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 715 und 1125. — [11] Codron, C., Procédés de forgeage dans l'industrie, 2. Abt., Bd. 2, Paris 1899. — [12] „Stahl und Eiſen“ 1903, S. 22 ff. *A. Widmaier. Lindner. Birk.*

Radabweiſer, ſ. v. w. Prellſteine (ſ. d.).

Raddampfer, ein mittels Schaufelrads als Propeller (ſ. d.) angetriebenes Schiff (ſ. a. Flußſchiffahrt). — Raddampfmaſchine, ſ. Schiffsmaſchine.

Raddruck, der Druck, den ein Rad eines ſtillſtehenden Eiſenbahnfahrzeuges auf die Schiene ausübt und von dem der Druck bei bewegtem Fahrzeug mehr oder weniger abweicht.

Der Raddruck darf nicht größer ſein, als es die Tragfähigkeit der Schienen und Brücken zuläßt. Beiſpielsweiſe muß auf deutſchen Hauptbahnen nach der Eiſenbahn-Bau- und Betriebsordnung der Oberbau 7,5 t, bei Neubau und bei zuſammenhängender Erneuerung 8,0 t, auf beſonders ſtark beanſpruchten Strecken 9,0 t Raddruck zulaſſen, während der Raddruck der Fahrzeuge im allgemeinen nicht mehr als 7,0 t betragen, auf Strecken, wo Oberbau und Brücken dies zulaſſen, 8,0 t erreichen darf. — Betreffs Verzeichnis der auf den Bahnen des Vereins deutſcher Eiſenbahnverwaltungen und einiger andern Bahnen zuläſſigen Raddrucke vgl. Bd. 3, S. 300. Danach ſind auf den meiſten vollſpurigen Vereinsbahnen Raddrucke von 7,0 t zuläſſig, auf einer nicht ſehr großen Zahl geringere bis herab zu 5,0 t, während für Hauptbahnſtrecken in wachſender Zahl Raddrucke von 7,5 und 8,0 t, nur ausnahmsweiſe mehr, geſtattet ſind. In Amerika kommen erheblich größere Raddrucke vor, bis zu etwa 12,5 t.

Literatur: Röll, Encyklopädie, S. 2735. — Wegen weiterer Literatur vgl. Eiſenbahnwagen, Lokomotive, Oberbau. *Cauer.*

Radenausleſemaſchine, ſ. Getreidereinigungsmaſchine.

Radfahrwege werden in neuerer Zeit ſowohl auf Landſtraßen als auch auf ſtädtiſchen Straßen angeſtrebt, um den Radfahrverkehr ungefährlicher zu machen.

Auf Landſtraßen, die mit Reit- oder Sommerwegen verſehen ſind, alſo an ſich eine größere Breite beſitzen, iſt es nicht ſchwierig, beſondere Wegſtreifen von 2—2,5 m Breite für Radfahrer an der äußeren Seite des Sommerwegs durch eine Baumreihe oder durch Abweisſteine abzugrenzen und entſprechend zu befeſtigen. Auf Vorortſtraßen, wo Radfahrwege des meiſt ſtarken Verkehrs wegen am meiſten angebracht erſcheinen, können ſie nach Fig. 1 ebenfalls an der Seite, und zwar am beſten erhöht zwiſchen den Randſteinen und einer Baumreihe, angeordnet werden [1], S. 278.



Fig. 1. Radfahrweg an Vorſtadtſtraßen.

In ſtädtiſchen Straßen iſt die Unterbringung von Radfahrwegen der vielen Straßenkreuzungen wegen ſchwierig, auch würde eine ſeitliche Anbringung nach Fig. 2 (vgl. [1], S. 277) den Verkehr zu den Häuſern dieſer Seite ſtören, ſo daß nur die Straßenmitte übrigbleibt, was eine entſprechende Breite der Straße vorausſetzt, ſo daß auf beiden Seiten dieſes mittleren, dem Radverkehr überwieſenen Streifens die Fuhrwerke genügenden Raum finden, nach beiden Richtungen ungeſtört zu verkehren. Am ungezwungenſten ergibt ſich dieſe Anordnung bei Vorhandenſein einer mittleren Baumpflanzung nach Fig. 3 (vgl. [1], S. 277). Die Anbringung von zwei getrennten Radfahrwegen von je 1,5 m Breite für die Hin- und Rückfahrt, wie Genzmer [2] ſie vorſchlägt, erfordert jedenfalls eine ſehr große Straßenbreite. — Als Befeſtigung der Radfahrwege wird in den meiſten Fällen eine 10—12 cm ſtarke Schotterſchicht mit abgewalzter Deckſchicht von feinem Kies, Sand oder geſtampfter Schlacke [3] genügen. Allerdings muß durch erhöhte Lage oder durch Abweisſteine dafür geſorgt werden, daß weder durch Pferdehufe noch durch Räder der Fuhrwerke die glatte Oberfläche zerſtört werden kann. Von andern Befeſtigungsarten könnte für ſtädtiſche Straßen der Aſphalt [4] in Betracht kommen, der jedoch bei naſſer Witterung und ſtarkem Gefälle den Radfahrern gefährlich werden kann. Bezüglich ſonſtiger Erfahrungen und Vorſchläge ſei auf die Literatur [1]—[5] verwieſen.

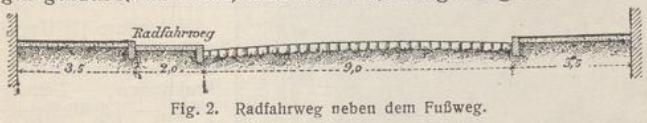


Fig. 2. Radfahrweg neben dem Fußweg.

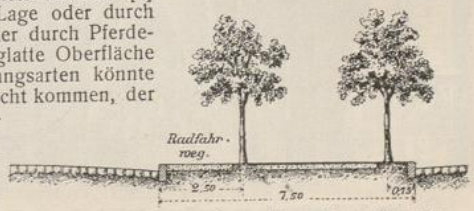


Fig. 3. Radfahrweg neben mittlerer Baumpflanzung.

Literatur: [1] Laißle, Straßenbau, Handbuch der Ingenieurwiſſenſch., Teil I, 4. Aufl.,

Leipzig 1907, 4. Bd., 1. Kap., S. 79, 105, 106; 2. Kap., Städtiſche Straßen, S. 294 und 307. — [2] Genzmer, Städtiſche Straßen, Der ſtädtiſche Tiefbau, Bd. 1, 2. Heft, Stuttgart 1900, S. 226 ff. — [3] Herſtellung von Radfahrwegen auf den Vorſtadtſtraßen Hamburgs, Deutſche Bauztg. 1899, S. 407; Zeitſchr. für Arch. u. Ingenieurweſen, Wochenausgabe 1899, S. 543. — [4] Aſphaltſtreifen für Radfahrer in New York, Zeitſchr. für Transportweſen und Straßenbau 1896, S. 374. — [5] Anlage von Radfahrwegen, ebend. 1897, S. 565, 582; 1899, S. 108; Radfahrwege im Grunewald bei Berlin, ebend. 1898, S. 131; Oehmcke, Ueber Radfahrwege, Deutſche Bauztg. 1902, S. 142; Zeitſchr. für Transportweſen und Straßenbau 1903, S. 115. *L. v. Willmann.*

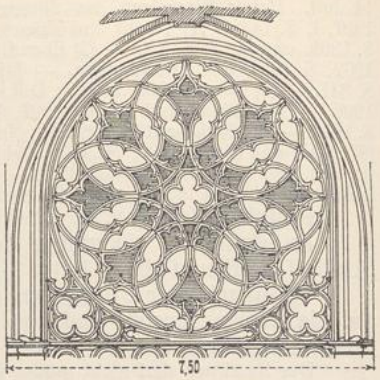


Fig. 3. Fenſterroſe in St. Merry-Paris (16. Jahrhundert).

Radfenſter (Katharinenrad, Roſenfenſter), ein Rundfenſter, das beſonders dem mittelalterlichen Stile eigen und deſſen Zwiſchenteilung radförmig geſtaltet iſt.

In der früheren romaniſchen Zeit waren die als Säulchen ausgebildeten Speichen außen mit Rundbogen abgeſchloſſen (vgl. Fig. 1) oder ſie ſetzten ſich auf auswärts gekehrte Kreiſe auf [1]. Hierbei war die Teilung eine regelmäßige, meiſt ſechs-, acht- oder zwölfteilig, bei nicht zu bedeutendem Durchmeſſer. In der gotiſchen Zeit fand eine weitere Entwicklung ſtatt, wobei beſonders in den franzöſiſchen Kathedralen die Oeffnung die ganze Breite der Mittel- oder der Querſchiffe einnahm und die Teilung, der Maßwerkbildung an den ſenkrechten Fenſtern entſprechend, durch alte und junge Pfoſten bewirkt wurde (wie z. B. am Straßburger Münſter, vgl. Fig. 2) [1]. In der Spätzeit kam dann die flammenförmige Teilung auf (Fig. 3), wobei in einzelnen Fällen ſogar die zentrale Anordnung aufgegeben wurde.

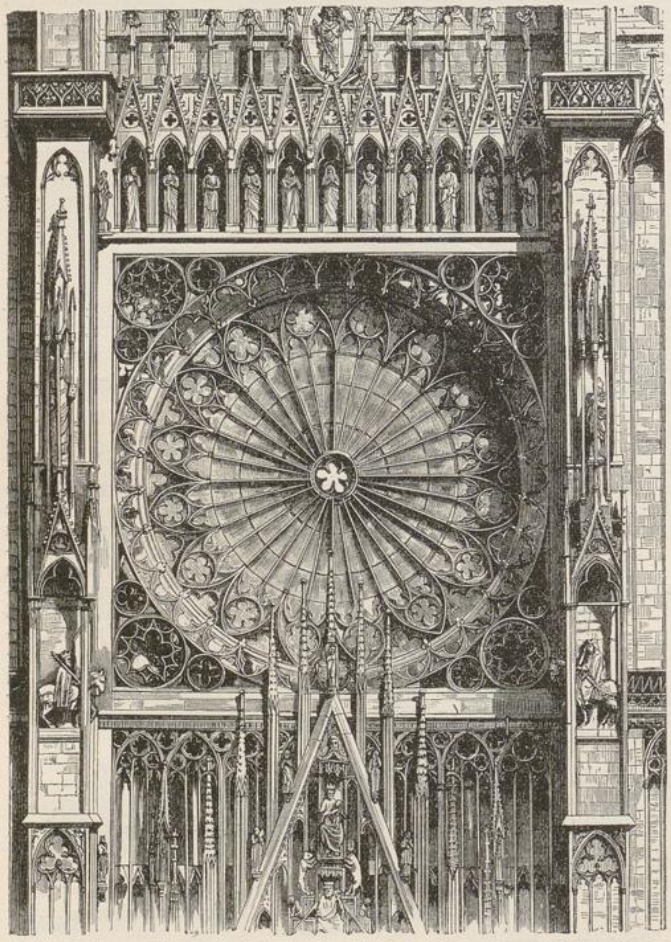


Fig. 2. Fenſterroſe an der Erwin-Faſſade des Straßburger Münſters.



Fig. 1.

Literatur: [1] Ungewitter-Mohrmann, Lehrbuch der gotiſchen Konſtruktionen, Leipzig 1890. — [2] Viollet-le-Duc, M., Dictionnaire raisonné de l'architecture franç., Paris 1858 bis 1868, Bd. 8, S. 38: Roſe. *Weinbrenner.*

Radialkräfte, ſ. Stabkraft.

Radialſyſtem, ſ. Kanaliſation der Städte und Ortſchaften, Bd. 5, S. 337.

Radiation, vgl. Geothermik.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Radiator, s. Heizung geschlossener Räume, Bd. 5, S. 30.

Radiergummi, s. Kautschuk, Zeichnen, technisches.

Radiernadel, s. Gravieren.

Radierverfahren, graphische Methoden, die entweder unmittelbar eine Druckform dadurch gewinnen lassen, daß eine Metall-, Stein- oder Glasplatte mit säurebeständiger Deckschicht versehen, diese durch Ritzen mit Nadeln (Radieren) an den Bildstellen weggenommen und schließlich die Platte an den bloßgelegten Stellen durch Säuren bis in geringe Tiefe aufgelöst wird oder die zur Erzeugung (die in ähnlicher Weise vor sich geht) eines photographisch kopierbaren Negativs u. s. w. dienen.

Unter Radierung schlechtweg versteht man in der Regel das als einen Zweig der Kupferstecherkunst (s. d.) ausgeübte Radierverfahren auf Kupfer, dem auch infolge seiner intensiven Pflege durch die bildenden Künstler große Wichtigkeit zukommt. In ähnlicher Weise wie bei der Radierung auf Kupfer können auch Tiefdruckplatten aus Zink mittels Radierung gewonnen werden. Ueber Radierung auf Stein s. Asphalt-Schablithographie und Steinradierung im Art. Lithographie; analog wird bei der Zinkradierung für Flachdruck verfahren. Ueber Radierung auf Glas s. Hyalographie. Die übrigen Glasradierverfahren beruhen darauf, daß dünne Glastafeln mit einer zumeist weißen, völlig undurchsichtigen Schicht („Grund") versehen werden und, auf einer schwarzen Unterlage ruhend, durch Ritzen mit Nadeln im Grunde das Zeichnungsbild erhalten. Hierbei tritt jeder Strich sofort schwarz auf weißem Grunde hervor. Die Platte kann dann unmittelbar als Negativ bei der photomechanischen Herstellung von Druckformen (vgl. Preffendruckverfahren, photographische) benutzt werden, z. B. für Buchdruckklischees (hierher gehört der Lichthochdruck von Bolhoevener & Heidenhaus in München, die Glashochradierungen von Müller & Siefert in Mannheim u. s. w., vgl. a. Hyalotypie; bei der Pantatypie werden dagegen zum gleichen Zwecke auf transparentem Papier gezeichnete Negative benutzt), für die Photolithographie u. s. w. Die Radierverfahren zeichnen sich alle durch den großen Vorzug aus, daß die Handhabung der Nadel eine ebenso große Freiheit zuläßt, wie dies beim Zeichnen mit Bleistift auf Papier der Fall ist. Namentlich kommt dies bei der Kupferradierung gegenüber den auf der Verwendung schneidender Instrumente beruhenden Methoden, die ungleich mehr Mühe und Zeitaufwand bei der Erzeugung einer Tiefdruckform erfordern, zur Geltung. Als Radierverfahren werden fälschlich sehr häufig Methoden bezeichnet, wie sie z. B. bei der Cerographie (s. d.), der Ektypographie (s. d.), der Gelatinographie (s. d.), der Glyphographie (s. d.), der Stylographie (s. d.) und andern Verfahren, die teils stereotypisch (s. Stereotypie) oder galvanoplastisch abformbare Matrizen (s. Elektrotypie) ergeben, bei denen es sich eigentlich um Graviermethoden handelt und daher die Bezeichnung Radierverfahren zu falschen Schlüssen führt.

Literatur: Albert, A., Technischer Führer durch die Reproduktionsverfahren, Halle a. S. 1908; Unger, A. W., Die Herstellung von Büchern, Illustrationen u. s. w., Halle a. S. 1906; Waldow, A., Enzyklopädie der graphischen Künste, Leipzig 1884. *A. W. Unger.*

Radikalachse, s. Kreis.

Radikaltheorie, durch Lavoisier und Berzelius angebahnt, wurde durch Liebig und Wöhler auf Grund ihrer mit Benzoylverbindungen enthaltenen Untersuchungsresultate (1832) weiter ausgebildet.

Organische Radikale sind zusammengesetzte kohlenstoffhaltige Atomgruppen, die bei den Umsetzungen organischer Verbindungen die Rolle von Elementen spielen. Auf solche Radikale stieß man beim Studium der Umsetzung organischer Verbindungen infolge der Einwirkung verschiedener Agenzien, sofern sich gewisse Teile oder Reste der Verbindungen dieser Einwirkung entzogen, die dann als unangegriffen gebliebene kohlenstoffhaltige Atomgruppen unverändert von einer Verbindung in die andre übertragen werden konnten. Es zeigten somit diese Atomgruppen ein ähnliches Verhalten wie die Elemente, die sich bekanntermaßen ebenfalls von einer Verbindung in die andre unverändert übertragen lassen. Eine weitere Aehnlichkeit mit den Elementen ist die Fähigkeit dieser Atomgruppen, sich wie die Elemente mit andern Elementen zu verbinden und letztere in Verbindungen zu ersetzen. Man hat daher diese Atomgruppen als die näheren Bestandteile der organischen Verbindungen aufgefaßt und sie als Radikale bezeichnet. Ein solches Radikal ist z. B. die Atomgruppe C_2H_5, bekannt unter dem Namen Aethyl; sie zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit den Alkalimetallen. Z. B.:

$(C_2H_5)OH$ = Aethylalkohol, ähnlich dem KOH = Kaliumhydroxyd,
$(C_2H_5)_2O$ = Aethyläther, ähnlich dem K_2O = Kaliumoxyd,
$(C_2H_5)J$ = Jodäthyl, ähnlich dem KJ = Jodkalium,
$(C_2H_5)_2SO_4$ = Schwefelsaures Aethyl, ähnlich dem K_2SO_4 = Kaliumsulfat,
$(C_2H_5)HSO_4$ = Aethylschwefelsäure, ähnlich dem $KHSO_4$ = Saures Kaliumsulfat.

Die Rolle, welche die Radikale bei Umsetzungen spielen, und die Aehnlichkeit des Aethyls mit den Kaliumverbindungen sei durch folgende Formeln veranschaulicht:

$$\underset{\text{Aethylalkohol}}{(C_2H_5)OH} + \underset{\text{Chlorwasserstoff}}{HCl} = \underset{\text{Chloräthyl}}{(C_2H_5)Cl} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O}$$

$$\underset{\text{Kaliumhydroxyd}}{KOH} + \underset{\text{Chlorwasserstoff}}{HCl} = \underset{\text{Chlorkalium}}{KCl} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O}$$

Die Radikaltheorie betrachtete die organische Chemie als die Chemie der zusammengesetzten Radikale, und es war Aufgabe der Forscher, diese Radikale zu ermitteln und näher

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

zu unterſuchen. Freilich fand man alsdann auf Grund von ſpäteren Unterſuchungen, daß die Radikale als ſolche nicht exiſtieren, daß ihr Vorhandenſein lediglich ein hypothetiſches iſt. Scheinbar wurden zwar Radikale iſoliert; man fand aber, daß dieſe nicht die freien Affinitäten der hypothetiſchen Radikale beſitzen, ſondern geſättigte Verbindungen bilden, die nicht identiſch, ſondern nur polymer mit letzteren ſind:

z. B. das Radikal $C\equiv N$ — Iſoliertes Cyan (Dicyan): $(C\equiv N)_2$

Radikal Aethyl $CH_2 \cdot CH_3$ — Iſoliertes Aethyl (Diäthyl): $(CH_2 \cdot CH_3)_2$

Für den Ausbau der organiſchen Chemie als Wiſſenſchaft war die Radikaltheorie von großer Bedeutung, und wenn auch beim Fortſchreiten der organiſchen chemiſchen Wiſſenſchaft mit Hilfe der Radikaltheorie manche Erſcheinungen nicht ausreichend erklärt werden konnten, ſo hat ſie ihrer Einfachheit halber und wegen ihrer Ueberſicht, mit der die chemiſchen Vorgänge veranſchaulicht werden konnten, der organiſchen Chemie große Dienſte geleiſtet. Man hält daher heute noch teilweiſe an ihr feſt und benutzt noch die hypothetiſchen Radikale; doch verſteht man nach der modifizierten Anſchauung unter Radikalen nur noch ungeſättigte, nicht iſolierbare Atomgruppen, die bei den Umſetzungen der Verbindungen unverändert bleiben und ſich ſo ſcheinbar aus einer Verbindung in die andre übertragen laſſen. Bezeichnet man die kohlenſtoffhaltigen Atomgruppen als organiſche Radikale, ſo nennt man die kohlenſtofffreien bei den Umſetzungen organiſcher Verbindungen unverändert bleibenden Atomgruppen anorganiſche Radikale. Organiſche Radikale ſind außer dem als Beiſpiel gewählten Aethyl das Methyl, das Aethylamyl, das Glyzeryl u. a. Liefern ſie wie die eben genannten in Verbindung mit Hydroxylen Alkohole, ſo nennt man ſie Alkoholradikale. Liefern ſie mit Hydroxyl Säuren, wie dies bei Atomgruppen geſchieht, die aus Kohlen-, Waſſer- und Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſind, ſo nennt man ſie Säureradikale. Das Oxalyl C_2O_2 iſt das Radikal der Oxalſäure $(C_2O_2(OH)_2)$, das Acetyl C_2H_3O das der Eſſigſäure $(C_2H_3O \cdot OH)$, das Succinyl $C_4H_4O_2$ das Radikal der Bernſteinſäure $(C_4H_4O_2(OH)_2)$. Bezüglich ihrer Wertigkeit verhalten ſich die Radikale ebenfalls wie die Elemente; je nachdem ſie eine, zwei oder drei u. ſ. w. freier Affinitäten enthalten, können ſie auch mehrere Atome Waſſerſtoff, Chlor u. ſ. w. beſitzen oder vertreten. Anorganiſche Radikale ſind z. B. das Ammonium NH_4, das Hydroxyl OH, das Nitroxyl NO_2 u. a. m. *Bujard.*

Radioaktivität, ſ. Radium.

Radiometer (Lichtmühle, Strahlungsmeſſer), ein von Crookes 1874 erfundener Apparat.

Eine ſtark evakuierte Glaskugel enthält über einer ſenkrechten Nadel als Achſe mittels eines Glashütchens aufgehängt ein Aluminiumkreuz mit Glimmer- oder Aluminiumblättchen als ſenkrecht geſtellten Radſchaufeln, die auf einer Seite, im ſelben Drehungsſinn, berußt ſind. Fallen Licht- oder Wärmeſtrahlen auf die Schaufeln, ſo dreht ſich das Rädchen derart, als ob die geſchwärzten Flächen von den Strahlen abgeſtoßen würden, alſo mit vorausgehenden blanken Flügelſeiten. Da bei vollſtändiger Evakuierung die Wirkung der Strahlen aufhört, ſo muß die Urſache der Bewegung des Radiometers in molekularen Bewegungen des verdünnten Gaſes geſucht werden, welche an den ſich mehr erwärmenden Rußflächen energiſcher ſind als an den blanken Flächen (vgl. darüber [1]). Insbeſondere hat der Antrieb des Radiometers ſeine Urſache nicht in dem aus der Maxwellſchen Lichttheorie folgenden Druck der Sonnenſtrahlen auf die beſtrahlten Körper, welcher von Lebedew [2] experimentell nachgewieſen wurde.

Literatur: [1] Maxwell, Scientific papers, Bd. 2, S. 681, Cambridge 1890. — [2] Journ. d. Ruſſ. Phyſik.-chem. Geſellſchaft, 34, 1900, S. 211 ff. — [3] Riecke, E., Lehrb. d. Phyſ., II, S. 638, 2. Aufl., Leipzig 1902. *A. Schmidt.*

Radiophon. Im Zuſammenhang mit der Erfindung des Photophons (ſ. d.) durch Bell und Tainter wurde auch die Entdeckung gemacht, daß Körper mit lichtabſorbierender Oberfläche durch intermittierende Belichtung zum Tönen gebracht werden können.

Eine durch radiale Stanniolſtreifen in abwechſelnd durchſichtige und undurchſichtige Sektoren geteilte Glasſcheibe, die vor einer Lichtquelle rotiert, dient als Erreger. Die durch eine Linſe konvergent gemachten Strahlen treffen den Empfänger, etwa ein mit Ruß geſchwärztes Glimmerblatt, das man vorteilhaft vor der Oeffnung eines Telephontrichters befeſtigt, deſſen Rohr man zum Ohre führt. *A. Schmidt.*

Radium, ein von dem Ehepaar Curie zuerſt iſoliertes Element, das mit Baryum große Aehnlichkeit zeigt. Durch Beſtimmung des Chlorſilbers, das aus dem bei 100° getrockneten Radiumchlorid erhalten werden konnte, und unter der Annahme der Formel $RaCl_2$ wurde das Atomgewicht des Radiums zu 226,2 beſtimmt.

Becquerel beobachtete zuerſt, daß Uran (ein Beſtandteil der Pechblende) Strahlen durch undurchſichtige Stoffe hindurchſendet, welche auf photographiſche Platten einzuwirken, d. h. Silberſalze zu reduzieren vermögen. Er ſchrieb dieſe Strahlung, welche er Radioaktivität nannte, dem Uran zu. Dem Ehepaar Curie gelang es jedoch, aus der Pechblende drei ſolche

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

aktive Stoffe, nämlich das Polonium, Aktinium und Radium, zu isolieren. Zur Gewinnung von wenigen Zentigramm Radium müssen 2000 kg Uranrückstände verarbeitet werden. Die Pechblende, welche in der Hauptsache in Joachimstal gegraben wird, wird schon seit langem auf Uransalze verarbeitet. Die Rückstände dieser Verarbeitung werden mit Alkali ausgekocht, um den größten Teil der unlöslichen Sulfate zu zersetzen. Hierbei bleibt das Baryum-Radium-Sulfat unangegriffen. Der ungelöste Rückstand wird mit Salzsäure behandelt und das darin Unlösliche mit konzentrierter Sodalösung anhaltend gekocht. Dabei wird das Baryum-Radium-Sulfat in Karbonat umgewandelt. Aus dem sorgfältig gewaschenen Rückstand löst man dieses durch reine Salzsäure und läßt das gelöste Salz kristallisieren. Durch fraktionierte Kristallisation läßt sich das Radium in den schwerer löslichen Anteilen des Gemenges anreichern; besser gelingt die Anreicherung bei den Bromiden. Reines Radiumsalz soll bei der spektroskopischen Prüfung höchstens Spuren von Baryum erkennen lassen. Radiumsalze färben die Flamme des Bunsenbrenners rot. Das Spektrum der Flamme zeigt zwei rote Bänder und eine helle blaue Linie. Nach Runge und Precht ist die Linie 4826 am kennzeichnendsten. (Die genannten Autoren berechneten aus den spektralanalytischen Daten ein Atomgewicht von etwa 258.) — Das Radium gehört zu den alkalischen Erden; seine Salze sind mit denen des Baryums isomorph. Bei der Einwirkung von Natriumamalgam auf eine Baryum und Radium enthaltende wässerige Lösung entsteht ein Baryum-Natrium-Amalgam, in dem Radium erheblich angereichert ist. Auch bei der Elektrolyse scheint sich das Radium zuerst abzuscheiden. Radiumchlorid kristallisiert aus seiner heiß gesättigten Lösung in farblosen Kristallen, die sich allmählich rosa und dann immer dunkler färben. Die Färbung tritt um so schneller ein, je reiner das Salz ist. Radiumchlorid und mehr noch Radiumbromid zeigen in wasserfreiem Zustand eine prächtig blaue Fluoreszenz, die aber schon nach einigen Tagen abnimmt. Radium und seine Salze unterliegen fortwährend einer langsamen Zersetzung, die sich durch Freiwerden sehr erheblicher Energiemengen sowie durch Entwicklung eines faßbaren, gasförmigen Stoffes, der sogenannten Emanation, kennzeichnet. Die Emanationskraft der Radiumsalze ist im allgemeinen bei gewöhnlicher Temperatur nur gering. Die Lebensdauer des Radiums ist also durch seine Umbildungen beschränkt; sie wurde von Ramsay und Soddy zunächst auf etwa 1000 Jahre, später von Cameron und Ramsay auf durchschnittlich 236 Jahre berechnet. Beim Zerfall des Radiums, bezw. seiner Emanation, entwickelt sich eine sehr erhebliche Wärmemenge; ein isoliertes, neben ein Radiumröhrchen gelegtes Thermometer zeigt gleichbleibend eine 3—4° höhere Wärme an als ein gleiches in der weiteren Umgebung. Abgesehen von dieser Wärmeentwicklung entsendet das Radium und seine Verbindungen oder seine Emanation noch verschiedene Strahlen, die an den chemischen, elektrischen und Lichtwirkungen erkannt worden sind. Nach ihren Wirkungen kann man zurzeit mit einiger Sicherheit mindestens drei verschiedene Arten Radiumstrahlen unterscheiden. Nach Ramsay übt die aus Radiumbromid erhaltene Emanation chemische Wirkungen von bisher ganz unbekannter Intensität aus. Es gelang ihm nämlich, damit sowohl Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff als auch Ammoniak in Stickstoff und Wasserstoff zu zerlegen. Auch konnte er mit ihr die Synthese einzelner Stoffe aus ihren Elementen, z. B. des Ammoniaks aus Stickstoff und Wasserstoff, bewerkstelligen.

Das Radium zeigt eine besonders starke Aktivität, und man erkannte auch bald, daß es imstande ist, diese Aktivität auf andre Stoffe zu übertragen. Auffallend war es von Anfang an, daß man im Radium eine Substanz vor sich hatte, welche erhebliche Mengen von Energie abzugeben vermochte, ohne daß man eine Abnahme der Substanz konstatieren konnte. Von gewisser Seite war man schon daran, das durch unzählige Beweise gestützte, von Robert Mayer aufgestellte Gesetz von der Erhaltung der Energie (s. Bd. 3, S. 449) auf Grund dieser Entdeckung für umgestoßen zu erachten. Als dann Ramsay beobachtete, daß sich aus der Emanation des Radiums Helium bildet, begann man in die Beständigkeit der Elemente Zweifel zu setzen. Ramsay gelangte zum Helium dadurch, daß er Radiumemanation allein oder vermischt mit Wasserstoff sich selbst überließ, wobei sich in dem Gefäß nach einiger Zeit Helium befand. Befindet sich die Emanation aber in Berührung mit Wasser, so entsteht an Stelle des Heliums Neon, neben geringen Spuren von Helium, das vermutlich aus dem gasförmigen Anteil bei den betreffenden Versuchen stammte. Ramsay konstatierte weiter, daß sich durch die Einwirkung von Radiumemanation auf eine Lösung von Kupfersulfat Lithium bildete. Durch diese beiden Entdeckungen wurde das Gesetz von der Erhaltung der Elemente seiner „absoluten Gültigkeit" entkleidet. — Von den Wirkungen des Radiums wurde im Laufe der Zeit bekannt, daß es im Dunkeln Strahlen aussendet und eine Veränderung der Leitfähigkeit der Luft herbeiführt. Als eine der merkwürdigsten seiner Eigenschaften wurde festgestellt, daß den vom Radium ausgesendeten Strahlen erhebliche physiologische Wirkungen zukommen. Eine solche Bestrahlung verursacht nämlich bei Infusorien Krankheits- und Lähmungserscheinungen; bei ausgekeimten Sporen und den Keimen der höher organisierten Pflanzen sowie verschiedener Tiere, auch bei Bakterien wurde eine Beeinflussung des Wachstums konstatiert. Die therapeutische Anwendung von Radiumstrahlen hat bei der Behandlung des Hautkrebses gewisse Erfolge zu verzeichnen. Als die Versuche eines Augenarztes in St. Petersburg festgestellt hatten, daß Blinde, deren Netzhaut und Sehnerv noch intakt waren, die Umrisse von radiumbestrahlten Gegenständen wahrnehmen konnten, gingen die Wogen der Hoffnungen, die sich an die Radiumtherapie knüpften, besonders hoch. Es stellte sich jedoch bald heraus, daß die Lichtwirkung nur auf Reizung gewisser Partien im Innern des Auges beruhte. Von weiteren Wirkungen des Radiums sei noch erwähnt, daß gewisse Strahlen desselben bei Edelsteinen eine Farbenveränderung hervorzurufen vermögen. Weitere Forschungen führten zu der Erkenntnis, daß die Erdrinde als Quelle der radioaktiven Emanation betrachtet werden muß und daß in den Niederschlägen (Regen, Schnee) stets radioaktive Substanzen zu finden sind. Spuren von radioaktiven Substanzen wurden mit der Zeit in fast allen Erd- und Gesteinsarten nachgewiesen. Alle aus ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchiedenen Tiefen der Erde zutage tretenden Waſſer ſowie aus geringer Tiefe entnommene Luftproben zeigen radioaktive Eigenſchaften. Insbeſondere aber zeigten Meſſungen der Radioaktivität an Mineral- und Thermalquellen, daß gerade dieſe beſonders reich an radioaktiven Subſtanzen ſind, und es lag nahe, dieſe Eigenſchaften mit der noch unerklärten Heilwirkung der Quellen in Verbindung zu bringen. Im Lauf der Zeit wurden genaue Meſſungen an faſt allen Quellen Süddeutſchlands, Oeſterreichs, Italiens vorgenommen, und die Tatſache, daß künſtlich zuſammengeſetzte Mineralwaſſer hinſichtlich der Heilwirkung den natürlich zutage tretenden nicht an die Seite geſtellt werden können und daß die Heilwirkung der letzteren ſowie des Schlammes der Badequellen beim Verſand nachläßt, ſprechen jedenfalls für einen engen Zuſammenhang zwiſchen Heilkraft und Emanation. *Mezger.*

Radius, beim Kreis, die Entfernung eines Peripheriepunktes vom Mittelpunkt.

Radkaſten, Schutzhülle für ein Schaufelrad. Vgl. Flußſchiffahrt.

Radkaſtenträger, ein mit dem Schiffsrumpf feſt verbundener und das Schaufelrad umſchließender Träger zur Lagerung des Radkaſtens.

Radkranz (Felgenkranz) bildet den äußerſten Teil des Radkörpers. Wagenräder erhalten ſechs oder acht Felgen, in die je zwei Speichen eingezapft ſind. Der Radreifen wird warm aufgezogen und mit verſenkten Schrauben befeſtigt. Vgl. Rad, Straßenfuhrwerke. *Lindner.*

Radlafette, Schiffslafette, die zur Ermöglichung des Rücklaufs und der Seitenrichtbarkeit mittels Räder auf dem Schiffsdeck ſich bewegt (ſ. Lafettierung). *T. Schwarz.*

Radlenker (Zwangſchienen), Stücke von Schienen, Winkel- oder auch beſonders profiliertem Eiſen, neben einer Fahrſchiene zur Führung der Räder an der hinteren (inneren) Seite des Spurkranzes, beſonders gegenüber einer unterbrochenen Fahrſchiene am andern Schienenſtrang anzuwenden, unter genau beſtimmter Rinnenweite zwiſchen Radlenker und Fahrſchiene, z. B. bei Herzſtücken und Doppelherzſtücken, gegenüber den Herzſtücklücken mit 41 mm bezw. 48 mm (auch 45 mm) Abſtand; ſ. Herzſtück, Bd. 5, S. 52. *H. Kübler.*

Radnabe, ſ. Nabe, Propeller, Straßenfuhrwerke.

Radreifen für Eiſenbahnfahrzeuge (ſ. Rad); für Straßenfuhrwerke (ſ. d.); für Fahrräder und Motorwagen (ſ. d.).

Radſatz, ſ. Rad, S. 336.

Radſchaufel, ſ. Propeller.

Radſtand (Achsſtand), die Entfernung der äußerſten Achſen eines Eiſenbahnfahrzeuges voneinander.

Der feſte Radſtand eines Eiſenbahnfahrzeuges — maßgebend für die Zuläſſigkeit des Durchfahrens mehr oder weniger ſtark gekrümmter Bahnſtrecken — iſt der Abſtand derjenigen am weiteſten voneinander entfernten Achſen, die keine Kurvenbeweglichkeit (Lenkachſen, Drehgeſtelle) beſitzen (vgl. Bd. 3, S. 300). Dieſer darf z. B. nach der deutſchen Eiſenbahn-Bau- und Betriebsordnung bei neuen Fahrzeugen 4,5 m nicht überſteigen. Anderſeits darf der Radſtand, um die ſichere Führung im Gleis nicht zu gefährden, nach der Techniſchen Einheit (Bd. 3, S. 280) für neue Wagen, nach der deutſchen Eiſenbahn-Bau- und Betriebsordnung und den Techniſchen Vereinbarungen (Bd. 3, S. 281) allgemein nicht unter 2,5 m betragen. Bei Fahrzeugen mit Drehgeſtellen unterſcheidet man vom Radſtand der Fahrzeuge den der Drehgeſtelle. Mit Rückſicht auf die Krümmungen der Bahnſtrecken iſt der zuläſſige größte Radſtand auf zahlreichen deutſchen Bahnen unbeſchränkt, beträgt im übrigen auf den Bahnen des Vereins deutſcher Eiſenbahnverwaltungen 2,9—7,2 m, auf den franzöſiſchen Hauptbahnnetzen 7,35—9,0 m, auf den belgiſchen Bahnen 5,5—7,0 m, auf den italieniſchen Staatsbahnen meiſt 5,0 m, auf den däniſchen Bahnen 4,0—6,0 m, auf den norwegiſchen und ſchwediſchen Bahnen 5,0—6,0 m u. ſ. w.

Literatur: Röll, Encyklopädie des geſamten Eiſenbahnweſens, Wien 1894, S. 2738. — Wegen weiterer Literatur vgl. Eiſenbahnwagen, Lenkachſen, Lokomotive. *Cauer.*

Radſtößer, ſ. v. w. Prellſtein (ſ. d.).

Radtaſter, im Eiſenbahnweſen elektriſche Vorrichtungen zur ſelbſttätigen Auslöſung von Läutewerken durch die Züge, zum Stellen von Signalen oder, wie z. B. bei der Fahrgeſchwindigkeitsmeſſung, zum Hervorbringen von Kontrollzeichen.

Sie beſtehen aus in die Ruhelage zurückfedernden Hebeln, welche ſo an den Schienen angebracht werden, daß der nach außen überſtehende Teil der Radreifen den Hebel niederdrücken und ſo einen elektriſchen Kontakt öffnen und ſchließen muß, je nachdem die Leitung auf Ruhe- oder Arbeitsſtrom geſchaltet iſt. In neuerer Zeit werden dieſe Hebel, welche in ihren älteren Formen großer Abnutzung ausgeſetzt waren, mit Vorteil durch Queckſilberkontakte erſetzt. Vgl. Fahrgeſchwindigkeit der Eiſenbahnzüge, Meſſung derſelben. *Köchy.*

Räder für Eiſenbahnfahrzeuge u. ſ. w., ſ. Rad.

Räderbohrer, ſ. Bohrgerät, Bd. 2, S. 188, Fig. 9 und 10.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rädergehänge ist eine in Fig. 1 schematisch dargestellte Vorrichtung, durch welche die Drehung von einem Zahnrade 1 mit einer im festen Gestell a gelagerten Achse A durch die Zahnräder 2, 3, 4 auf ein Zahnrad 5 mit beweglicher Achse C übertragen wird, so daß während beliebiger Lagenänderung dieser beweglichen, zu sich selbst parallel bleibenden Achse C die Drehung des Rades 5 um dieselbe in bezug auf das Gestell a nicht beeinflußt wird.

Zu diesem Zwecke sind die Glieder AB, BC, welche die Radachsen tragen, durch die Achse B gelenkig verbunden und die drei Räder 1, 3, 5 mit gleicher Zähnezahl versehen; ferner wird durch die Zwischenräder 2, 4 die Bewegung der Räder 1, 3, 5 vermittelt. Die Räder 2, 4 sind von gleicher oder ungleicher Größe, je nachdem die Glieder AB, BC gleich oder ungleich lang sind [1]. Wenn nun das Rad 1 im festen Gestell a gleichförmig rotiert und die Achse C, soweit es die Beweglichkeit des Knies ABC zuläßt, beliebig bewegt wird, so vollzieht auch, wie in der Kinematik [2] bewiesen wird, das Rad 5 auf der bewegten Achse eine gleiche gleichförmige Drehung in bezug auf das feste Gestell a wie das Rad 1. Wenn in Fig. 2 mit dem Gliede BC durch die Achse C ein Glied CD gelenkig verbunden wird, welches ein mit dem Rade 5 im Eingriff befindliches Rad 6 trägt und in der festen Hülse H verschiebbar ist, so wird während der Verschiebung des Gliedes CD die gleichförmige Drehung vom Rade 1 auf Rad 6 in entsprechendem umgekehrtem Verhältnis der Radhalbmesser übertragen. In dieser letzten Gestaltung wird das Rädergehänge bei den Spinnmaschinen zur Uebertragung der rotierenden Bewegung der Triebwelle nach den auf- und niedergehenden Spulen angewendet.

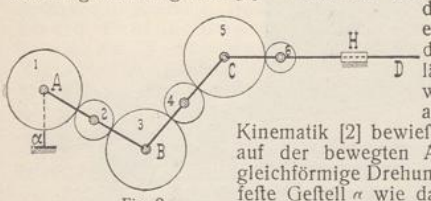


Fig. 2.

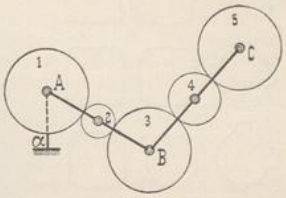


Fig. 1.

Literatur: [1] Redtenbacher, Bewegungsmechanismen, Mannheim 1857, S. 3. — [2] Burmester, L., Lehrbuch der Kinematik, Bd. 1, S. 512, Leipzig 1888. *Burmester.*

Rädergetriebe, -mechanismus, s. Räderwerke.

Räderknie, s. v. w. Rädergehänge (s. d.).

Räderkonus, s. Stufenräder.

Räderschneidzeug, s. Schneidzeug.

Räderwerke sind Mechanismen, bei welchen die Bewegung hauptsächlich durch Zahnräder bewirkt wird, und bei denen die Zahnflächen der ineinander greifenden Zahnräder sowie die Radachsenflächen mit den entsprechenden Lagerflächen die kinematischen Elemente bilden. Solche Mechanismen werden auch Rädermechanismen bezw. Rädergetriebe genannt. *Burmester.*

Rähm (Rahmholz), s. Pfette.

Rähmling (Riemling), stärkere Brettsorte von 6 cm Dicke.

Rändeln Rändeleisen, -gabel, -maschine, -rad. Rändeln 1. von Handgriffen, Schraubenköpfen u. s. w., s. Korde, Kordieren, Bd. 5, S. 633 (Rändelgabel, -rad); 2. von Münzen, s. Münze, Münzenherstellung, Bd. 6, S. 530 (Rändeleisen, -scheibe, -maschine); 3. von Kattundruckwalzen, s. Molettieren, Bd. 6, S. 467 (Rändelmaschine). *A. Widmaier.*

Ränderstuhl ist ein Wirkstuhl, welcher außer der gewöhnlichen Nadelreihe noch eine zweite, der ersteren entgegenstehende Nadelreihe enthält; zur Herstellung von Rechts- und Rechtsware (speziell Ränderware; s. Wirkerei).

Rätter, s. Siebvorrichtungen.

Räuchern, s. Fleischwarenfabrikation, Konservierung.

Räumahle, s. Reibahle.

Räumnadel, Räum(nadel)maschine. Die Räumnadel dient zur Herstellung prismatischer Löcher von beliebigem Querschnitt durch Erweitern (Ausräumen) gegebener Löcher, z. B. in Naben von Rädern u. s. w.

Sie besitzt eine größere Anzahl hintereinander liegender Schneiden, die als Scheiben auf eine Dornstange aufgereiht oder in eine Stahlstange eingesetzt oder eingearbeitet sind, und wird mit Hilfe der Räum(nadel)maschine (Fig. 1), die einen geradlinig bewegten Schlitten besitzt, in welchen die Räumnadel eingespannt wird, durch das vorgearbeitete (in der Regel vorgebohrte) Loch hindurchgedrückt oder -gezogen, wobei die Schneiden der Räumnadel, welche derart angeordnet sind, daß jede nur wenig Material wegzunehmen hat und ein allmählicher Uebergang von dem vorgearbeiteten Loch zu dem gewünschten Lochquerschnitt erfolgt, die Spanabnahme besorgen. Die Räumnadel besitzt Führungsflächen, mit denen sie sich in dem vorgearbeiteten Loch oder in Führungsbüchsen führt. Die Räumnadelmaschinen werden mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wagerecht oder fenkrecht bewegten Schlitten gebaut. Sie zeichnen fich durch große Leiftungsfähigkeit aus. — Fig. 2 zeigt Arbeiten, die mit der Mafchine ausgeführt werden können.

Literatur: Fifcher, H., Die Werkzeugmafchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905, S. 233 bis 236; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1897, S. 19; 1898, S. 238, Werkftattstechnik 1908, S. 155; Zeitfchr. f. Werkzeugmafchinen und Werkzeuge 1908, S. 444 und 512. *A. Widmaier.*

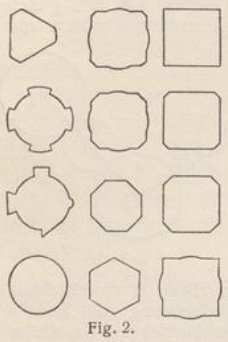


Fig. 2.

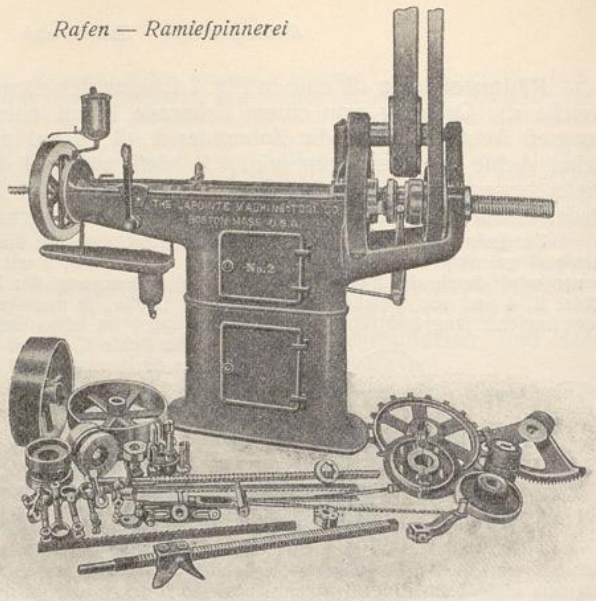


Fig. 1.

Rafen (Raffe), 1. oberdeutfche Benennung für Dachfparren (f. Holzdachftühle unter Dachftuhl, 1. Sparren, Bd. 2, S. 513); 2. f. v. w. Rafter, Latte aus Kiefernholz von 1,2—1,8 m lang, 15—18 cm breit und 3 cm dick. *Weinbrenner.*

Raffinade, f. Zuckerfabrikation.

Raffineur, f. Holzzeug, Bd. 5, S. 131.

Rahmen von Mafchinen, f. Dampfmafchinen, -turbinen, Verbrennungsmotoren, Geftell; von Preffen, f. d. und Filterpreffen; von Walzenftändern, f. Walzen; von Lokomotiven (f. d.); von Wagen, f. Straßenfuhrwerke, Eifenbahnen, elektrifche, Eifenbahnwagen, Motorwagen; von Fahrrädern (f. d.); von Bildern, f. Goldleiften; von Papiermafchinen, f. Papierfabrikation; von Fenftern und Türen (f. d.); von Geldfchränken (f. d.); von Gefchützlafetten, f. Lafettierung; u. f. w.

Rahmenformmafchine, f. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 818.

Rahmenlafette, Schiffslafette, beftehend aus einem fchwenkbaren Rahmen, auf dem die Oberlafette beim Rücklauf gleitet; f. Lafettierung.

Rahmenfpant eines Schiffes, ein aus Platten und Winkeln trägerartig zufammengebautes Querfpant, das zur Aufrechterhaltung der Querfeftigkeit an denjenigen Spanten erforderlich wird, wo der Raum- bezw. Zwifchendecksbalken fortfällt. *T. Schwarz.*

Rahmgewinnung, f. Molkerei.

Rahmmafchine (Trockenmafchine), f. Tuchfabrikation.

Rakel (Abftreichmeffer), f. Buntpapierfabrikation, Zeugdruck.

Raketen, f. Feuerwerkerei.

Ramie (Chinagras), f. Spinnfafern.

Ramiefpinnerei [1]. Die Gewinnung einer fpinnbaren Ramiefafer bietet Flachs, Hanf und Jute gegenüber größere Schwierigkeiten, weil die Entholzung und Entgummierung nicht fo einfach ift wie dort. Die Schwierigkeit ift dadurch bedingt, daß im Baft der Ramierinde die Fafern einzeln oder nur zu zwei bis vier vereint liegen, während bei den übrigen meiftbenutzten Faferpflanzen die Fafern zu vielen in Bündel beifammen liegen. Bei Ramie wird durch eine leichte Röfte (vgl. Flachsfpinnerei) das verbindende Zwifchengewebe nicht genügend gelockert, um die Baftfafern gut ifolieren zu können; wird hingegen die Fermentation bis zur vollftändigen Zerftörung des Baftparenchyms fortgefetzt, fo leiden auch die einzeln darin eingebetteten Fafern ftark, fie werden mürbe,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verlieren den Glanz und sind zum Spinnen untauglich. Eine weitere Schwierigkeit der Isolierung der Ramiefasern liegt in der großen Menge von leim- oder gummiartigen Stoffen (besonders Pektose, Kutose und Vaskulose und pektinsaurer Kalk), die die Fasern umhüllen und verkleben und die nur mit chemischen Mitteln wegzuschaffen sind, die auch wieder aus dem vorher erwähnten Grunde nur sehr vorsichtig angewendet werden dürfen.

Es sind seit Anfang der 1870er Jahre mehr als 500 Arbeitsverfahren für die **Separierung der Ramiefaser** vorgeschlagen worden [2]. Die in China übliche Methode [3] beruht ausschließlich auf Handarbeit (3—4 kg gereinigte Fasern auf einen Arbeiter täglich), ist daher für einen Großbetrieb, wie er in Plantagen erfolgen muß, zu umständlich und kostspielig. Von chemischen Mitteln wurden vorgeschlagen [4]: Ueberhitzter Wasserdampf (Favier, Deininger), Aetznatron, Aetzkali, Soda und Pottasche (Frémy und Urbain, Vautier, Neumann, Ewald, Fenton, Dupré, Glücksherr u. a.), schweflige Säure und Sulfite (Mitscherlich, Tilgmann, Sansonne, Mörmann-Laubuhr u. a.), Salzsäure sowie die Chloride von Magnesium und Calcium (Buchholz, Ferrero), Chlor und Hypochlorite (Baur), gelöschter Kalk (Thümmler und Seidel), Alkohol (Krämer), Seifen, Gärung (Gregerson, Hartog, Ramiegesellschaft Emmendingen) u. s. w. Sie alle führen, allein angewendet, nicht zum Ziele und sind höchstens in Verbindung mit mechanischen Prozessen brauchbar; insbesondere werden ätzende Alkalien und verdünnte Mineralsäuren benutzt, um die abgeschiedenen Rohfasern von den Resten des Pflanzenleims zu befreien, zu degummieren.

Versuche, um brauchbare Maschinen zur Abscheidung der Rohfasern auf mechanischem Wege (Dekortikationsmaschinen) zu konstruieren, wurden besonders durch Preisausschreibungen der englischen Regierung (1869 und 1872) und der französischen Regierung (1888, 1889, 1891) u. s. w. veranlaßt. Gute Erfolge weisen auf die Maschinen von Smith, Favier, de Landsheer, Barbier, Sanford, Leigh, Wallace, Greig, Roland, Faure, Subra, Marc, Allison, Krupp-Grusonwerk, Armstrong, Boeken u. s. w. [4]. Die Erfahrungen mit den genannten Maschinen haben gelehrt, daß es nicht vorteilhaft ist, an den Stengeln nur die Rinde abzulösen und diese später in getrocknetem Zustande zu verarbeiten; die Loslösung der Fasern aus dem Gewebe ist in der Praxis nahezu unmöglich, wenn sie durch Trocknen mit dem Begleitgewebe festverklebt sind. Es ist unbedingt notwendig, an Ort und Stelle die frischgeschnittenen Stengel, nachdem auf dem Felde davon die Blätter abgestreift worden sind, sogleich in grünem Zustande zu entrinden und die Fasern abzuscheiden, solange die gummiartigen Stoffe noch in gelöster Form in der Rinde enthalten sind.

Nach [5] hat sich der Ramieentholzer „Aquiles" [6] von H. J. Boeken in Düren, wie er von dem Krupp-Grusonwerk gebaut wird, gut bewährt. Fig. 1 zeigt ihn in Hinteransicht. Die Stengel werden durch drei Walzen zugeführt, passieren zwischen zwei starren Lippen und werden durch zwei davor rasch schwingende Backen hin und her gebogen, wobei die Holz- und Markteile zerbröckelt und abgestrichen werden. Die Vorteile der Maschine liegen in einer großen Schonung der Faser, in der Einfachheit der mechanischen Konstruktion und der Leichtigkeit des Transportes, was namentlich zu berücksichtigen ist, da die Entholzung zweckmäßig gleich auf dem Felde geschieht, wo die Blätter, Holz- und Markteilchen als trefflicher Dünger zurückbleiben.

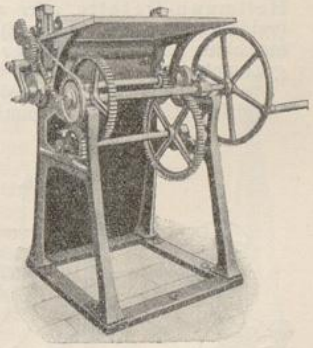


Fig. 1.

Bezüglich der **Ramieernte** gilt folgendes. Bereits 6 Monate nach dem Pflanzen der Wurzeln werden faserreife Stengel geerntet und man kann in für die Pflanzen geeignetem Boden auf vier Ernten im Jahre rechnen. Man rechnet beim Schnitt auf die Pflanze 45 Stengel (zu 50 g), im Jahre also 180 Stengel oder 1 800 000 auf den mit 10 000 Pflanzen bestellten Hektar oder 90 000 kg; 5 % durchschnittlicher Betrag an Rohfaser angenommen, liefert 1 ha jährlich 4½ t trockene Fasern. In den Produktionsländern erfolgt meist nur die Fasergewinnung, während die Entgummierung in den Spinnereien geschieht.

Nachdem die Schwierigkeiten der Entholzung, Entbastung und Entgummierung im wesentlichen gelöst, entstanden die verschiedenen **maschinellen Verspinnungsarten** der Ramie, und es war zuerst der englische Spinner Marshall in Leeds, welcher 1850,51 diese Faser zu Gespinsten versponnen hat. Diese Verspinnung lehnte sich unmittelbar an die Flachsspinnerei an und lieferte ein glänzendes, aber ungleichmäßiges Garn. 1875 errichtete die Maschinenfabrik Greenwood & Batley (Leeds) eine Ramiespinnerei in Wakefield mit einem kombinierten, besonders für diese Faser zusammengestellten System, bestehend in großen Vorpräparierern mit eignem Gillsystem als Grundlage, an dieses anschließend Kämmerei und Feinstreckmaschine und, aus der Florettseidenspinnerei entnommen, Vorspinn- und Feinspinnmaschinen. Dieses System lieferte ein ziemlich gutes Garn, aber die Produktion war zu klein und deshalb zu teuer, und diese Art Vorbereitung wurde aufgegeben. Die 1881 errichtete erste größere Ramiespinnerei in Frankreich, „Feray", nachmals Ramie française, basierte zunächst auf dem Florettseidensystem (vgl. Seidenspinnerei) und ging dann auf das Kämmen auf Kammstühlen, System Heilmann-Delette, von Schlumberger in Gebweiler ausgeführt, über. Die Behandlung der Faser nach diesem System erwies sich als günstig und wurde von der 1886 errichteten Ersten Deutschen Ramiegesellschaft in Emmendingen als Grundlage genommen

und verbeſſert. Hieraus entwickelte ſich nun das auch von ſpäteren Ramieſpinnereien angenommene und noch heute von den größten Ramieſpinnereien angewendete, im folgenden dargeſtellte Syſtem der Vorbearbeitung und Kämmerei der Ramiefaſern.

Die Ramiefaſern werden nach ſorgfältiger Erweichung auf Auffchließmaſchinen (Dekortikationsmaſchinen), Entgummierung und Bleichen auf einer Maſchine behandelt (Fig. 2), welche mit geriffelten Walzen, die eine Translations- und gleichzeitig eine vor- und rückwärts gehende,

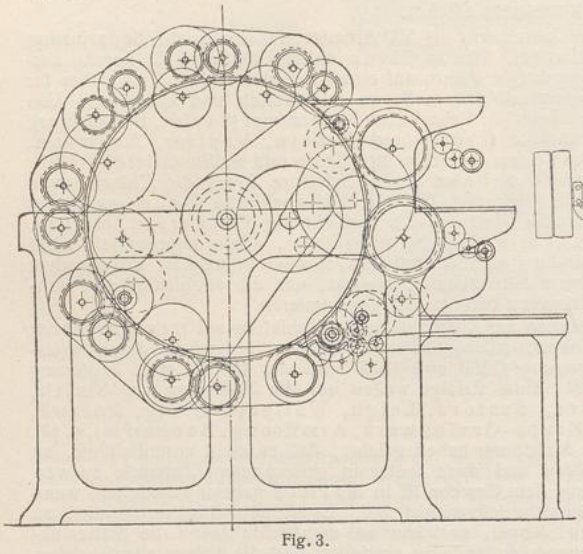


Fig. 3.

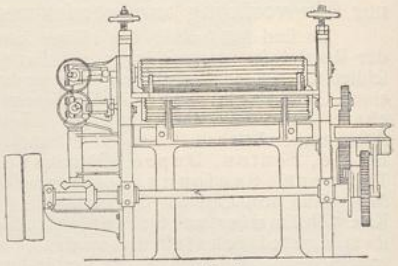


Fig. 2.

die ſogenannte Pilgerſchrittbewegung machen. Die Faſerbündel werden dadurch mehr in die Einzelſtränge aufgelöſt und die Faſer ſelbſt geſchmeidiger gemacht. Hierauf werden die Faſerſtränge auf eine Walzenkrempel (Fig. 3) gegeben, die ſie unter Einſchaltung von Nadelſtabſtreckvorrichtung in Bandform abliefern. Dieſe Bänder werden auf ſtarken Nadelſtabſtrecken (gillboxes), deren Bauart denen der Florettſeidenſpinnerei entlehnt iſt, verſtreckt und auf eine Wickelmaſchine (assembleuse) gebracht, welche eine Anzahl Bänder zu einem Wickel verarbeitet. Dieſe Wickel (breite, vergleichmäßigte Bänder) werden auf der Kämmaſchine Heilmann-Delette oder auf einer der neueren verbeſſerten Maſchinen desſelben Syſtems (vgl. Kammgarnſpinnerei) aufgelegt und ausgekämmt. In Frankreich ſind auch die Kämmaſchinen nach Syſtem Lifter zur Anwendung gelangt. Die Kämmaſchinen ergeben etwa 75% gekämmter Faſern (Zug) aus dem ungekämmten Material.

Nach der Behandlung der Ramiefaſer auf der Kämmaſchine folgt die Verſtreckung und Vergleichmäßigung des Kammzuges auf Feinſtrecken, welche ſämtlich nach dem Florettſeidenſyſtem gebaut ſind und nur in den Verzugslängen und in der Ausgeſtaltung der Nadelſtabfelder von ihnen abweichen. Hierauf folgt die Verarbeitung der Bänder zu Vorgarn auf der Flügelvorſpinnmaſchine (Flyer, Roving), wie in der Florettſeidenſpinnerei.

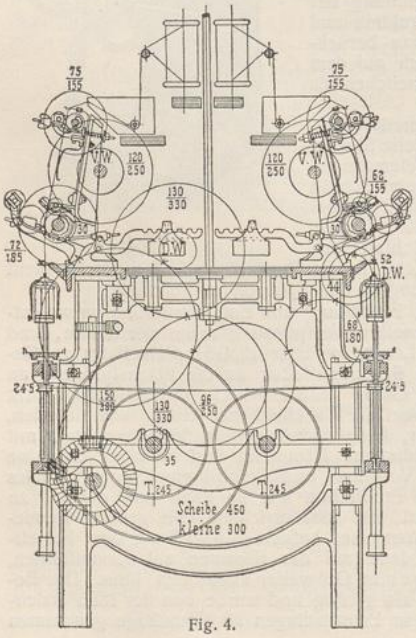


Fig. 4.

Die nun folgende **Verſpinnung der Ramiefaſervorgarne** hat 1885—87 weſentliche Verbeſſerungen dadurch erfahren, daß man die Naßſpinnerei aufnahm und einen Spinnſtuhl konſtruierte, welcher die Vorzüge der Leinen- und der Seidenſpinnerei in ſich vereinigte, der Länge und Feinheit der Ramiefaſer entſprechend. Das Zweizylinderſyſtem der Leinen-(Flachs-)Spinnerei erwies ſich als ungenügend für die lange Ramiefaſer, aber die Verſpinnung der angefeuchteten, in Seifenbädern u. ſ. w. imprägnierten Faſer als ſehr zweckmäßig, und ſo entſtand die Ramieſpinnmaſchine mit drei bis vier Zylinderpaaren im Streckwerk.

Fig. 4 zeigt den Schnitt durch einen Dreizylinderſpinnſtuhl Schlumberger-Fairbain. Der Kämmling kann nach dem Streichgarnſpinnverfahren zu Ramieſtreichgarn verarbeitet werden. Die aus Ramie erzeugten Garne werden nun in einfachem Faden, oder auch gezwirnt (die Zwirnerei geſchieht auf bekannte Weiſe nach Art der Leinenzwirnerei) als Kette und Schuß, teils roh und gebleicht, teils gefärbt, zu Geweben der Möbelſtoffabrikation, Plüſchen, Tiſchzeugen, zu Strick- und Wirkwaren (als Grundſtoff für Glühſtrümpfe), Phantaſietüchern, Stickereien und Poſamentierartikeln, allein oder in Verbindung

mit Woll-, Seiden- oder Baumwollgarnen verwendet und geben durch ihren feidenartigen Glanz diefen Waren ein fchönes Ausfehen. Die bedeutendfte, erfolgreichfte Ramiefpinnerei ift die der Erften Deutfchen Ramiegefellfchaft in Emmendingen.

Literatur: [1] Grothe, H., Technologie der Gefpinftfafern, 2. Aufl., Berlin 1884; Michotte, Traité scientifique et industriel de la ramie, Paris 1891; La Ramie, culture, préparation, utilisation industrielle, Paris 1901; Bureaux de la Revue des cultures coloniales; Haffack, Ramie, Mitt. a. d. Laboratorium f. Warenkunde an der Wiener Handelsakademie, Wien 1890. — [2] Schulte im Hofe, Die Ramiefafer und die wirtfchaftliche Bedeutung für die deutfchen Kolonien, Berlin 1898. — [3] Semler, Tropifche Agrikulturen, S. 680; Grothe, Verh. d. Ver. f. Gewerbefleiß in Preußen 1868. — [4] Haffack, Ramie, Zeitfchr. f. d. gef. Textilinduftrie, 1898/99, S. 254; Erban, ebend. 1906/07, S. 273. — [5] Ebend. 1906/07, S. 285; Tropenpflanzer, 1906, Nr. 2. — [6] D.R.P. Nr. 175638, Kl. 29a, Gruppe 2.

E. Müller.

Rammapparate, f. Mörtelprüfung, Bd. 6, S. 461.

Rammbeton, f. Baugrund (Verbefferung).

Rammbug, Vorfchiff eines Kriegsfchiffes, das zum Rammen befähigt ift.

Rammen, Das Eintreiben von Pfählen, Pflafterfteinen u. f. w. in den Erdboden, um diefelben für Zwecke der Fundamentierung bezw. des Straßenbaues zu benutzen; auch die hierzu erforderlichen Werkzeuge bezw. Mafchinen [1].

Man unterfcheidet im wefentlichen Hand-, Dampf-, elektrifche, Druckluft- und Pulverrammen. Die Pulverrammen haben fich jedoch wegen verfchiedener Mängel nicht eingeführt; auch die Druckluftrammen haben kaum Eingang gefunden, denn nur in den feltenften Fällen ift eine Druckluftzentrale vorhanden.



Fig. 1.

Handrammen werden in der Regel zur Straßenpflafterung, nur ausnahmsweife zur Ausführung kleiner Pfahlrammungen benutzt. Die einfachfte Handramme ift die Stoßramme; gewöhnlich ein achteckig geftalteter Klotz aus hartem Holz oder auch aus Schmiedeeifen mit Handgriffen für zwei bezw. vier Arbeiter verfehen, welche mittels diefer Griffe den Klotz hochheben und alsdann fallen laffen (Fig. 1). Diefe Stoßrammen erhalten ein Gewicht von 50—60 kg bei vier Mann Bedienung. Die Hubhöhe beträgt in der Regel 0,6—0,9 m. Nach etwa 30 Schlägen (Hitze) tritt eine Ruhepaufe von 1—2 Minuten ein. Außer diefen Stoßrammen gibt es noch die von nur einem Arbeiter gehandhabte Pflafterramme, die vorzugsweife zum Feftrammen der Unterbettung oder von Kieswegen dient und 8—15 kg wiegt.

Dampfpflafterrammen find in Nordamerika bei großen Arbeiten angewendet worden [2]. Diefelben beftehen aus einem Fahrgeftell mit ftehendem Dampfkeffel und einem kranartig ausgebildeten Ausleger, der eine gewiffe Pflafterfläche beftreicht. Der Ausleger trägt an feinem äußerften Ende eine Führung für den Rammbären, der von einer Dampfwinde hochgehoben wird und dann fallen gelaffen werden kann. Die Stärke der Schläge kann geregelt werden. In Europa haben fich Dampfpflafterrammen wegen des geringeren Umfangs der Arbeiten und wegen der niedrigeren Löhne noch nicht eingeführt.



Fig. 3.

Zugrammen. Will man größere Wirkung, als Stoßrammen hergeben, beim Einrammen von Pfählen erzielen, fo wendet man Zugrammen (Bummelrammen) an (Fig. 2). Bei diefen wird der Rammklotz durch ein oder zwei fenkrecht ftehende Hölzer *M* (Läuferruten, Mäkler) geführt, an deren oberfter Spitze fich eine Rolle *R* befindet, über die das Rammtau *T* geführt wird. Am Rammtau werden kurze Taue *H* mit Griffen für die Arbeiter befeftigt. Der Bär *B* im Gewicht von 100—400 kg wird von einer größeren Anzahl Arbeiter (man rechnet einen Arbeiter auf ca. 15 kg Bärgewicht), 1—1,5 m hochgezogen und dann fallen gelaffen, wobei bis zu 30 Schläge in der Minute und 4000—5000 im Arbeitstag möglich find. Die Mäkler werden durch feitliche Streben *S* geftützt. Meiftens fetzen fich Mäkler und Streben auf ein Schwellwerk *W* (Fig. 2a) auf; manchmal ftützen fich Mäkler und Streben auch direkt auf den Boden. Ein zweites Seil, das über eine zweite Rolle am oberen Ende des Mäklers geführt wird, ift zuweilen vorhanden und dient zum Hochwinden der Pfähle. Vgl. a. Bd. 2, S. 366, Fig. 6.

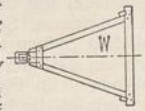


Fig. 2a.

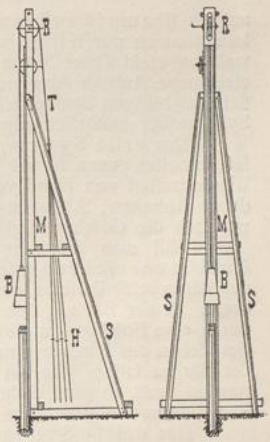


Fig. 2.

Kunftrammen. Da die Fallhöhe und das Bärgewicht bei Zugrammen befchränkt ift (letzteres ift der Fall, weil nur eine befchränkte Arbeiterzahl — felten mehr als 25 — beim Ziehen ankommen kann), fo wendet man, um noch größere Wirkungen zu erzielen, fogenannte Kunftrammen an (Fig. 3). Bei diefen wird das Rammfeil auf die Trommel einer Handwinde *H* aufgewickelt, und es wird eine felbfttätige Auslösvorrichtung *A* (Katze) zwifchen Rammfeil und Bär eingefchaltet, dabei können fchwere Bäre verwendet und es kann der Hub beliebig gefteigert werden.

Die gebräuchlichfte Auslösvorrichtung ift in Fig. 4 dargeftellt. Sie wird an derfelben Führung, an welcher der Bär gleitet, geführt. Ihr Haken *H* fchnappt felbfttätig ein, fobald fie

auf den Bär niedergelaſſen wird. Das Abziehen des Hakens nach dem Hochziehen des Bären erfolgt durch ein von einem Arbeiter gezogenes Seil *S*. Außer dieſer Auslösvorrichtung gibt es noch eine mit Doppelhaken (Fig. 5), bei welcher der Haken ſelbſttätig abſchnappt, ſobald er gegen eine geeignete Fläche ſtößt. Dieſe Fläche befindet ſich an einem Klotz *K*, der ebenfalls in der Bärführung auf und ab bewegt werden kann. — Manchmal iſt auch eine zweite Winde für das Pfahlſeil vorhanden; andernfalls dient eine Winde ſowohl für Bär als auch für Pfahl. Mäkler und Stützen ſtehen faſt immer auf einem Schwellwerk, das auf Walzen oder Rädern fortgerollt werden kann.

Bei Handkunſtrammen iſt wegen des Handbetriebs die tägliche Leiſtung ſehr gering ($^1/_2$—1 Schlag pro Minute mit 4—5 Arbeitern bei 2—8 m Hubhöhe), ſo daß heute bei allen beträchtlichen Rammungen motoriſcher Antrieb gewählt wird. Hierbei ſpielt der Dampfantrieb (Dampfkunſtrammen) die hervorragendſte Rolle, da zur Inbetriebſetzung der Dampfkunſtrammen nur Kohlen und Waſſer nötig ſind. Dort, wo dem Bauunternehmer oder der Verwaltung elektriſcher Strom zur Verfügung ſteht, alſo beſonders in Städten, findet auch der elektriſche Antrieb Anwendung Er bietet den Vorteil der ſteten Betriebsbereitſchaft und ſtellt ſich bei billigen Strompreiſen auch nicht teurer als der Dampfbetrieb. Man unterſcheidet drei Syſteme der motoriſch angetriebenen Kunſtrammen.

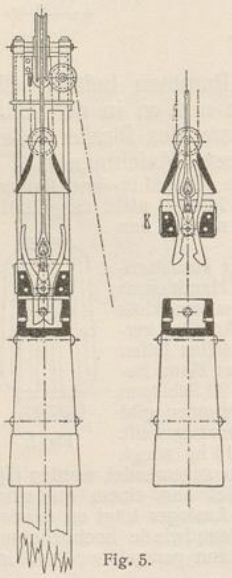


Fig. 5.

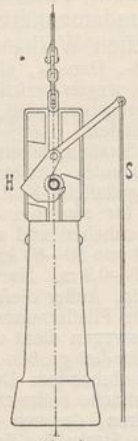
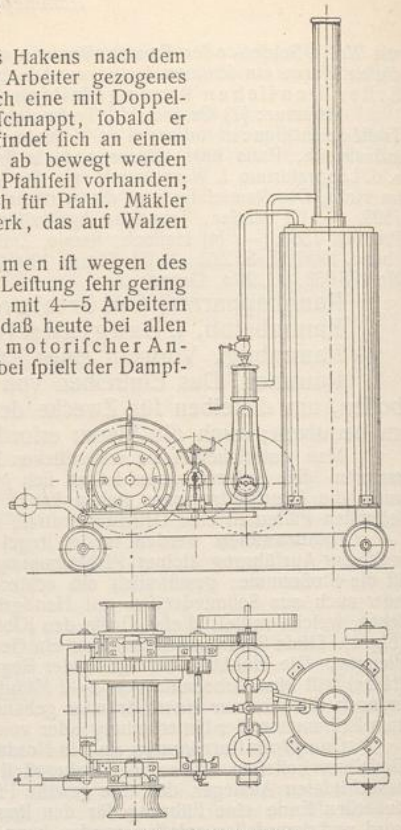


Fig. 4.


Fig. 6. Univerſalwinde.

Das erſte Syſtem, Rammen mit Auslösvorrichtung zwiſchen Bär- und Rammſeil, arbeitet genau ſo wie dasjenige der Handkunſtrammen, nur mit dem Unterſchied, daß die Winde anſtatt von Hand vom Motor angetrieben wird. Beim Rammen geht bei dieſem Syſtem durch Abhaken, Ablaufen und Einhaken der Auslösvorrichtung immerhin einige Zeit verloren, wodurch die Geſchwindigkeit der aufeinander folgenden Schläge vermindert wird.

Will man ſchneller ſchlagen, ſo kommt man zum zweiten Syſtem, bei dem die Auslösvorrichtung fehlt. Der Bär iſt mit dem Bärſeil feſt verbunden. Beim Niederfallen des Bären reißt derſelbe das Seil mit zurück, welches dann ſeinerſeits die Bärtrommel mit zurückdreht. Iſt der Bär auf den Pfahl aufgefallen und zur Ruhe gekommen, ſo wird die Bärtrommel durch eine Friktionskupplung wieder mit dem Motor, der inzwiſchen weiterlief, gekuppelt, und das Heben des Bären beginnt von neuem. Sobald die Friktionskupplung ausgerückt wird, beginnt der Bär zu fallen. Da bei dieſem Syſtem die Trommel beim Fall des Bären ſtark beſchleunigt werden muß, ſo geht dadurch ein Teil der Wirkung des Bären verloren. Die für dieſe beiden Rammſyſteme angewendete Winde iſt in Fig. 6 dargeſtellt.

Das dritte Syſtem vereinigt die beiden Vorteile der erſteren, nämlich freifallender Bär und keine Zeitverluſte zwiſchen dem Aufſchlagen und Wiederanheben des Bären. Bei dieſem Syſtem wird der Bär durch eine ſtändig laufende, endloſe Kette *K* (Fig. 7) gehoben. Die Kette wird mittels eines Knaggenrades vom Motor bewegt. Der Bär wird mit der Kette durch einen von einem Arbeiter mittels Ziehens an einem Seil bedienten Riegel *R*, der in die Lücken der Kette eingreift, verbunden. Das Auslöſen des Riegels erfolgt durch geeignete, verſtellbare Anſchläge am Rammenmäkler (Fig. 7 und 7 a).

Mit den Kunſtrammen der drei beſchriebenen Syſteme kann man die ſchwerſten vorkommenden Pfähle einſchlagen und auch recht anſehnliche Leiſtungen erzielen (3—6 Schläge pro Minute bei 2—8 m Hubhöhe). Die Rammgerüſte ſind meiſtens fahrbar auf Schienen angeordnet und haben gewöhnlich Neigungsverſtellung, um ſchrägſtehende Pfähle ſchlagen zu können. Um die Leiſtung zu erhöhen, und bei ſchweren Rammen zur leichteren Handhabung, wird das Fahren und die Verſtellung der Neigung eventuell auch maſchinell ausgeführt. Zuweilen iſt die Einrichtung ſo getroffen, daß außer der Fahrbarkeit auch Drehbarkeit des oberen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

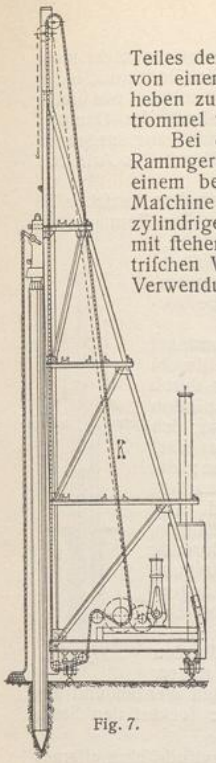


Fig. 7.

Teiles der Ramme vorgesehen ist, um Flächen und nicht nur Linien von einem Schienengleis aus bestreichen zu können. Um die Pfähle heben zu können, ist fast immer eine maschinell angetriebene Pfahltrommel vorhanden.

Bei den Kunstrammen steht die Winde in der Regel auf dem Rammgerüst und wird mit diesem verfahren; sie ist gewöhnlich auf einem besonderen Rahmen montiert und bildet eine vollständige Maschine für sich. Zum Betriebe der Dampfwinden werden einzylindrige und bei größeren Rammen zweizylindrige Dampfmaschinen mit stehendem Querrohrkessel verwendet. Zum Betriebe der elektrischen Winden können sowohl Gleich- als auch Drehstrommotoren Verwendung finden. Bei Gleichstrom können Nebenschluß- und Hauptstrommotoren verwendet werden. Die Bärgewichte der Kunstrammen schwanken zwischen 400 und 8000 kg.

Dampframmen. Sämtlichen Kunstrammen, selbst jenen nach dem System der endlosen Kette, haftet der Uebelstand an, daß man die Schlagzahl nicht sehr hoch steigern kann, weil dieses nur durch Vergrößerung der Hebegeschwindigkeit möglich ist. Die Hebegeschwindigkeit der Kunstrammen kann aber wegen der beim Anheben mit großer Geschwindigkeit auftretenden starken Stöße nicht beliebig gesteigert werden. Die Haltbarkeit der Ketten, Gerüste und Zahnräder der Winde gestattet es nicht, mit der Geschwindigkeit über ein gewisses Maß hinauszugehen.

Will man daher große Leistungen erzielen, so führt man die Rammklötze als sogenannte **direktwirkende Bäre** aus. Bei diesen leistet der Dampf (es kommen hierbei nur Dampframmen in Frage) die Hebearbeit direkt, indem er auf einen Kolben wirkt. Die Konstruktion der Bäre ist sehr verschieden. Allen Konstruktionen gemeinsam ist das Aufruhen des Kolbengestelles auf dem Pfahl selber, damit das Ganze selbständig mit dem Pfahl verbunden bleibt, und die Beschränkung der Bärhubes auf ein Höchstmaß. Diese Beschränkung der Hubhöhe und damit auch die Beschränkung der Wirkung des Bären kann unter Umständen die Leistung der ganzen Ramme stark reduzieren, nämlich in solchen Fällen, wo der Widerstand des eindringenden Pfahles für die Schlagwirkung des Bären zu groß ist. Bei Kunstrammen kommt dieser Umstand weniger in Betracht, denn man kann durch die praktische, beliebige Vergrößerung der Hubhöhe die Schlagwirkung des Bären dem Widerstand des Pfahles besser anpassen. Bei direktwirkenden Rammen muß daher die Bärwirkung im Verhältnis zu dem zu erwartenden Pfahlwiderstand möglichst groß genommen werden, damit unter allen Umständen der Pfahl gut zieht. Ist das der Fall, so stellt das System der direktwirkenden Ramme das denkbar leistungsfähigste dar. Man erzielt mit guten Einrichtungen 70—100 Schläge in der Minute bei ca. 1 m Hubhöhe.

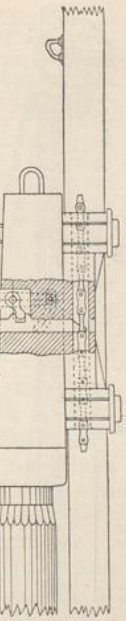


Fig. 7a. Rammbär für endlose Kette.

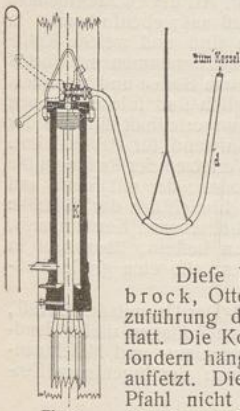


Fig. 8.

Der einfachste direktwirkende Bär ist der von Lacour nach Fig. 8. Ihm haften aber gewisse Uebelstände an. Die Dampfzuführung muß durch einen beweglichen, rasch verschleißenden Dampfschlauch *d* erfolgen. Die auf dem Pfahl ruhende Kolbenstange *K* rutscht (besonders bei schmalen Spundbohlen) leicht von dem Pfahl ab und bei längerem Schlagen weicht das Kondenswasser den Pfahlkopf auf, dadurch die Wirkung des Bären vermindernd.

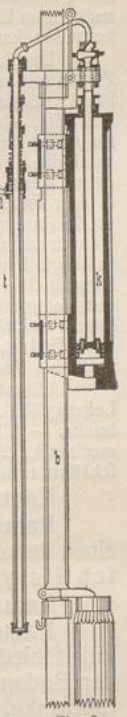


Fig. 9.

Diese Uebelstände vermeidet der Bär von Menck & Hambrock, Ottensen, (D.R.P.) nach Fig. 9. Bei ihm findet die Dampfzuführung durch ein keinem Verschleiß ausgesetztes Teleskoprohr *t* statt. Die Kolbenstange *k* ist nicht mehr unten durch den Bär geführt, sondern hängt an einer Bärschiene *b*, die sich ihrerseits auf den Pfahl aufsetzt. Die Bärschiene ist so ausgebildet, daß ein Abrutschen vom Pfahl nicht stattfinden kann. Ein Aufweichen des Pfahles durch Kondenswasser ist ebenfalls unmöglich.

Neben diesen beiden gebräuchlichen Konstruktionen gibt es noch ältere, bei welchen der Bär, ähnlich wie bei einem Dampfhammer, durch einen besonderen Kolben bewegt wird. Letzterer befindet sich in einem Zylinder, der seinerseits durch ein Gestell auf dem Pfahl aufruht. Diese Anordnung bietet jedoch der Konstruktion von Menck & Hambrock gegenüber keine Vorteile, hat dagegen den Nachteil der größeren Komplikation und des verhältnismäßig großen toten Gewichtes, weshalb sie fast ganz verlassen ist.

Die Steuerung der Bäre findet fast immer von Hand statt, indem ein Arbeiter mittels eines Seilzuges einen Hahn oder einen Schieber öffnet, wodurch dem Dampf Eintritt verschafft wird, so daß der Bär sich hebt. Durch entgegengesetzten Zug am Seil wird das Fallen des Bären veranlaßt. Selbsttätige Steuerungen,

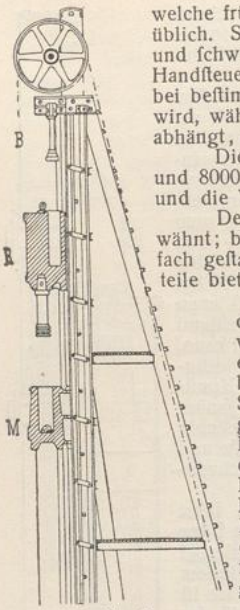


Fig. 11.

welche früher viel in Anwendung waren [1], [2], ſind im allgemeinen nicht mehr üblich. Sie ſind zu empfindlich, und man kann mit ihnen dem Bedürfnis, leicht und ſchwer, langſam und ſchnell zu rammen, nicht genügend folgen. Sie bieten Handſteuerungen gegenüber den Vorteil, daß die Expanſionskraft des Dampfes bei beſtimmter Fallhöhe und beſtimmtem Keſſeldruck automatiſch ganz ausgenutzt wird, während bei der Handſteuerung es von der Geſchicklichkeit des Arbeiters abhängt, die Expanſionskraft des Dampfes ganz auszunutzen.

Die Bärgewichte der direktwirkenden Rammen ſchwanken zwiſchen 50 und 8000 kg. Die Hubhöhe ſchwankt zwiſchen 0,5 und 3 m. Die Rammgerüſte und die Winden ſind denen der Dampfkunſtrammen nachgebildet.

Der elektriſche Betrieb von Kunſtrammen wurde S. 352 erwähnt; beim Druckluftbetrieb, der dort, wo ſich die Zuleitung einfach geſtalten läßt (Vorhandenſein einer Druckluftanlage) große Vorteile bietet, tritt Druckluft an Stelle des Dampfes.

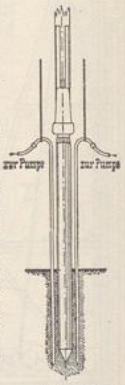


Fig. 10.

Bei **Pulverrammen** (in Fig. 11 dargeſtellt) kommt auf den einzutreibenden Pfahl ein Mörſer *M*, in deſſen Hohlraum vor jedem Schlage eine Patrone gelegt wird, die man durch einen am Rammbär *R* angebrachten Stempel zur Exploſion bringt. Die Exploſion übt eine ſtarke Preſſung auf den Stempel und den Pfahl aus. Letzterer wird durch das Bärgewicht und die ebengedachte Preſſung abgetrieben; die Preſſung treibt aber auch den Stempel bezw. den Bär zurück, deſſen Aufſteigen durch den Buffer *B* begrenzt wird. Die Nachteile dieſer Anordnung: Unberechenbarkeit ihres Effekts, Notleiden der Pfähle unter der Intenſität der Schläge, ſtörende Detonationen, häufig nötige Schmierung und Reinigung des Kolbens, Gefährlichkeit der Patronen u. ſ. w. ſind augenfällig und haben auch die Pulverrammen — wie ſchon eingangs erwähnt — bis jetzt nicht aufkommen laſſen.

Ein wichtiges Hilfsmittel beim Rammen in Sandboden bildet das **Spülen**. Es werden ein oder zwei Rohre neben dem Pfahl in den Boden niedergeführt, die fortwährend in Bewegung gehalten werden und aus deren Enden Druckwaſſer ausfließt. Dieſes und die Bewegung der Rohre lockert den Sand, ſodaß der Pfahl leicht eindringt (ſ. Fig. 10).

Mit den Rammen werden Holzpfähle, Eiſenrohrpfähle (bei denen ein zylindriſches eiſernes Rohr mit Spitze den Pfahl bildet) und eiſenarmierte Betonpfähle eingetrieben. Bei den beiden letzten Pfahlſorten muß man, um den Kopf vor Zerſtörung durch den Schlag zu bewahren, ein ſchlagverteilendes Stück (Jungfer) auf den Pfahl aufſetzen. Solche Aufſätze (Jungfern) werden auch beim Einrammen von Pfählen unter Waſſer verwendet, ſofern man die Pfähle nicht ſo lang bemeſſen kann, daß ſie nach dem Einſchlagen noch über Waſſer hinausreichen (ſ. Pfähle).

Das im einzelnen Falle empfehlenswerte Rammverfahren iſt ſtets ſo zu wählen, daß der Zweck mit möglichſt geringen Koſten erreicht wird. Bodenbeſchaffenheit, Art der einzutreibenden Pfähle, Umfang der Arbeit, Lage der Bauſtelle üben den größten Einfluß aus; ebenſo kommt in Betracht, ob die Maſchinen bereits vorhanden oder neu anzuſchaffen ſind und welche Kräfte für deren Betrieb zur Verfügung ſtehen. Im übrigen verwendet man Handzugrammen mit Vorteil nur beim Einrammen ſchwacher Hölzer (namentlich Spuntpfähle) in leichtem Boden und beſonders dann, wenn ein häufiges Verſetzen der Rammen nötig wird. Unzulänglich ſind ſolche Rammen in ſehr feſtem Sand und Kies ſowie in elaſtiſchem Tonboden; ganz unvorteilhaft ſind ſie für große Rammtiefen. Sie verurſachen ſtets einen relativ ſehr hohen Aufwand für Arbeitslöhne. Dampframmen ſind überall dort vorzüglich geeignet, wo ein häufiges Verſetzen der Rammgerüſte in Wegfall kommt, und arbeiten beſonders in loſem Triebſand, Moorboden, der mit Sand- und Kiesſchichten durchſetzt iſt, recht vorteilhaft. An ihre Stelle treten die hinſichtlich der Hubhöhe des Rammbären großen Spielraum laſſenden, von Hand oder motoriſch betriebenen Kunſtrammen, ſobald der Boden aus feſtem Kies und Sand oder aus elaſtiſchem Ton beſteht, überhaupt in allen Fällen, in welchen eine große Tragfähigkeit des einzelnen Pfahles, alſo eine große Stoßkraft des Rammbären, bedingt iſt.

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, I. Teil, Bd. 3, Der Grundbau, 4. Aufl., Leipzig 1906, und IV. Teil, Bd. 1, 3. Aufl., Leipzig 1897, ſowie die älteren Auflagen dieſes Handbuchs. — [2] Ebend., Bd. 4, Kap. 16, S. 3, Leipzig 1888; Weisbach, Ingenieur- und Maſchinenmechanik, 2. Aufl., III. Teil, S. 291, Braunſchweig 1880. — Im Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften zahlreiche weitere Literaturangaben.

Rammpreſſe, ſ. v. w. Keilpreſſe, ſ. Preſſen.

Rammſchiff, ein meiſt gepanzertes Kriegsſchiff, das als Hauptangriffswaffe einen ſtarken Rammſteven zum Ingrundbohren feindlicher Schiffe führt; ſ. a. Kriegsſchiffstypen. *T. Schwarz.*

Rammſteven, Vorſteven eines Rammbuges.

Rampen, geneigte Weg- oder Bahnſtrecken zur Ueberwindung von Höhenunterſchieden; bei Eiſenbahnen auch Verladeſtellen, die annähernd auf Höhe der Böden der Güterwagen liegen und mittels Rampen für gewöhnliche Landfuhrwerke, Vieh u. ſ. w. befahrbar ſind; ſ. Laderampen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Wegrampen sind anzulegen bei schienengleichen Wegübergängen, wenn der vorhandene Weg tiefer oder höher als die Bahn liegt, um den Weg zur Höhe der Bahn hinauf (Auftragsrampe) oder hinab (Abtragsrampe) zu führen. Die hierbei zulässigen Neigungen richten sich nach den im Weg an andern Stellen oder an ähnlichen Wegen der Gegend vorhandenen stärksten Neigungen. Für Hauptstraßen kann man im Flachland 2,5—3%, im Hügelland 4%, im Gebirge 5—6% als Höchststeigung annehmen, während bei Nebenwegen das Doppelte genommen und Fußwege teilweise mit Treppen angelegt werden können. Ferner kommen Wegrampen vor in Straßenzügen vor und hinter Brücken, welche aus irgendwelchen Gründen hochgelegt werden mußten, und sehr häufig als Zufahrten zu höher oder tiefer als die Straße liegenden Grundstücken. — Bei Eisenbahnen werden mit Rampen solche Bahnstrecken bezeichnet, durch welche mit verhältnismäßig steilen Neigungen eine bestimmte Höhe erstiegen wird, so z. B. im Flachlande zu beiden Seiten großer Brücken, die aus baulichen Gründen eine beträchtliche Hebung der sonst tiefliegenden Bahnlinie verlangen. Ebenso wird hin und wieder bei Gebirgsbahnen (s. d.) die Entwicklungsstrecke im Gegensatz zur Zufahrtstrecke und zur Scheitelstrecke als Zufahrtrampe oder Steilrampe bezeichnet (so z. B. bei der Gotthardbahn die Strecken von Erstfeld bis Göschenen und von Airolo bis Biasca). Die Bezeichnung „Steilrampe" wird auch — und wohl mit größerem Rechte — den Zahnstrecken auf Bahnen gemischten Systems (s. Zahnstangenbahnen) beigelegt. — S. a. Festungsbau. *H. Kübler.*

Rampenkanäle oder Seitendurchlässe sind Durchlässe, welche an einem schienengleichen Wegübergang das Wasser eines Bahngrabens unter der Straßenrampe hindurchführen; s. a. Durchlässe. *H. Kübler.*

Ramsbottomdichtung, eine Dampfkolbendichtung, bestehend aus einem Stahlring, der exzentrisch gedreht und am schwachen Ende schräg aufgeschnitten ist; s. Dampfkolben. *T. Schwarz.*

Randfalten, s. Stanzen, Ziehen.

Randplatte, im Schiffbau diejenige Platte des Innenbodens bei Schiffen mit Wasserballasttanks im Doppelboden, die den Tankraum seitlich begrenzen; s. Schiffbau. *T. Schwarz.*

Randsomholz, das hinterste Kantspant eines Holzschiffes, das vom Kiel bis zum Oberdeck reicht und mit dem Hintersteven durch den Heckbalken und die Füllungswarpen verbunden wird; s. Schiffbau (Holzschiffbau). *T. Schwarz.*

Randspannungen, s. Nebenspannungen, Bd. 6, S. 597.

Rangierbahnhöfe, s. Verschiebebahnhöfe.

Rangierordnung der Züge, s. Eisenbahnbetrieb VI.

Rangiersignale vermitteln beim Rangieren der Eisenbahnzüge die Verständigung zwischen dem Rangier- und dem Lokomotivpersonal.

Die deutsche Eisenbahnsignalordnung vom 1. August 1907 schreibt folgende Rangiersignale vor:

1. Signale mit der Mundpfeife oder dem Horne. Nr. 31a) Vorziehen: ein langer Ton ——; Nr. 32a) Zurückdrücken: zwei mäßig lange Töne —— ——; Nr. 33a) Abstoßen: zwei lange Töne und ein kurzer Ton —— —— ⌣; Nr. 34a) Halt: drei kurze Töne schnell hintereinander ⌣ ⌣ ⌣.

2. Signale bei Tage mit dem Arme, bei Dunkelheit mit der Handlaterne. Nr. 31b) Vorziehen: senkrechte Bewegung des Armes bezw. der Handlaterne von oben nach unten; Nr. 32b) Zurückdrücken: langsame wagerechte Bewegung des Armes bezw. der Laterne hin und her; Nr. 33b) Abstoßen: zweimal eine wagerechte Bewegung des Armes bezw. der Laterne vom Körper nach außen und eine schnelle senkrechte Bewegung; Nr. 34b) Halt: kreisförmige Bewegung des Armes bezw. der Laterne. *Köchy.*

Rank, ein Schiff mit geringer Querstabilität; vgl. Stabilität von Schiffen und Metazentrum.

Rankenwerk, s. Blattwerk.

Raphiafasern (Palmfasern), s. Spinnfasern.

Rapidstahl, s. Werkzeugstähle.

Rapilli (Lapilli), s. Auswürflinge, vulkanische.

Rapportstifte (Paßspitzen), s. Buntpapierfabrikation, Handdruck, Tapetenfabrikation, Zeugdruck.

Rapputz, ein rauher Mörtelbewurf, s. Putz.

Rapsöl (Repsöl), s. Rüböl.

Rasch, geköperter Wollenstoff; s. Weberei.

Raschelmaschine, s. Fangkettenstuhl.

Rasen, s. Berasung.

Rasendach, wohlfeilste und einfachste Bildung des Estrichdaches (s. Dachdeckung II, Bd. 2, S. 506).

Die Schutzdecke der undurchlässigen Schicht, die hier aus mehreren Lagen im Verband gelegter Teerpapperollen besteht, wird durch eine Lage Sand von ca. 5 cm Stärke gebildet, über

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der eine Decke von ausgeftochenem Rafen angebracht ift. Letzterer ift durch Begießen in gutem Stande zu halten. Eine folche Decke hält die äußere Temperatur vorzüglich ab, fie fchützt ebenfo gegen Kälte wie gegen Hitze, befonders aber gegen Feuersgefahr. *Weinbrenner.*

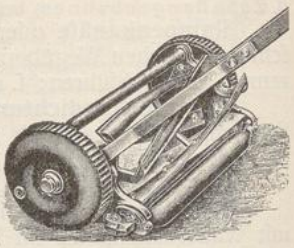
Rafeneifenftein, f. Brauneifenerz.

Rafenläufer, f. Gang, Bd. 4, S. 255.

Rafenmeffer (Wafenmeffer) befteht aus einer kräftigen geraden Klinge, die an einem etwa 1 m langen Stiele befeftigt ift, der am unteren Ende, zur Regelung der Tiefe des Eindringens, ein Rädchen oder eine Rolle trägt.

Es dient zum Schneiden regelmäßiger Rafenftücke, fogenannter Rafenziegel, indem der mit Rafen bedeckte Boden nach zwei zueinander fenkrechten Richtungen in Streifen von 0,15—0,2 m bezw. 0,3—0,4 m zerfchnitten wird. Die fo gebildeten Rafenftücke werden mit der Rafenfchaufel (f. Schaufel) herausgehoben. Als Erfatz des Rafenmeffers dient der Rafenpflug, mit dem fich die Arbeit zwar rafcher ausführen läßt, der aber unregelmäßigere Rafenftücke liefert. *L. v. Willmann.*

Rafenfchermafchinen (Rafenmähmafchinen) dienen zum kurzen Abfchneiden von Rafenflächen.



Rafenmähmafchine von F. Zimmermann, Halle a. S.

Die gebräuchlichfte Art der Rafenfchermafchinen befteht aus einem von Hand fahrbaren Geftell (f. die Figur), von deffen (geriffelten) Rädern aus durch eine Zahnradüberfetzung eine Meffertrommel in fchnelle Rotation verfetzt wird, deren nach Schraubenlinien gekrümmte Meffer die Grashalme im Verein mit einem feftftehenden Gegenmeffer abfchneiden. Hinter dem Meffer-werk ift zur Aufrechterhaltung der richtigen Lage der Meffer und zur Einhaltung einer beftimmten Stoppellänge eine einftellbare Walze vorgefehen. An die Rafenfchermafchinen kann hinten ein Korb angehängt werden, der zum Auffangen und Sammeln des abgefchnittenen, nach hinten fliegenden Grafes dient. Zum Scheren großer Rafenflächen verwendet man auch (befonders in England) durch einen Petroleummotor angetriebene Rafenfchermafchinen. *Wrobel.*

Rafiermeffer, f. Mefferfchmiedarbeiten, Bd. 6, S. 369.

Rafpelblech, ein für die Reinigung oder Schälung von Feldfrüchten dienendes rauhes Blech, das durch Einkerbungen und Aufbiegung der hierdurch entftehenden Ränder entfteht und in der einen Richtung äußerft fcharf fcheuernd wirkt; vgl. Reinigungsmafchinen für Getreide. *Arndt.*

Rafpeln bezeichnet:

1. Das Bearbeiten von Holz, Horn, Knochen, Stein, Leder u. f. w. mit feilenartigen Werkzeugen, die zahnförmige, aufgeworfene Erhebungen befitzen. Für die Anzahl der Zähne pro Quadratzentimeter, von der auch ihre Größe abhängig ift, beftehen Hiebfkalen, vgl. z. B. [1]. Die Formen der Rafpeln gleichen denen der Feilen; auch Rafpelfcheiben (Kreisrafpeln), die auf einer rotierenden Spindel befeftigt werden, kommen zur Anwendung. — Die Herftellung der Rafpeln gefchieht von Hand oder mit Hilfe der Rafpelhaumafchinen durch Eintreiben eines fpitzen Stahls in die Rafpel, wobei nach jedem Hieb eine feitliche Verfetzung des Werkzeugs ftattfindet, vgl. a. [2]. Nach dem Hauen werden die Rafpeln gehärtet.

2. Das Zerkleinern von Holz (insbefondere Gerbhölzer) u. dergl. mit Hilfe der Rafpelmafchinen. Diefe befitzen Meffer, die an einer Planfcheibe oder am Mantel eines Zylinders oder eines Doppelkegels angeordnet find [3].

Literatur: [1] Katalog der Firma Friedr. Dick in Eßlingen (Württemberg). — [2] D.R.P. Kl. 49 g. — [3] Katalog der Mafchinenfabrik Moenus, A.-G., Frankfurt a. M. — [4] Weisbach-Herrmann, Lehrb. d. Ingen.- u. Mafchinenmechanik, Bd. 3, 3. Abt., 2. Hälfte, S. 231. *A. Widmaier.*

Raffelwecker, f. Alarmvorrichtungen, Bd. 1, S. 123.

Raft bezeichnet 1. Einfchnitt (Ausfchnitt) an Mafchinenteilen zur Aufnahme eines fperrenden Bolzens u. f. w.; 2. desgl. am Gewehr, f. d., Bd. 4, S. 467; 3. Teil des Hochofens, f. Roheifen, -herftellung. *A. Widmaier.*

Raffer, f. Autotypie, Bd. 1, S. 417.

Raftriermafchine, f. Liniermafchine.

Rateaufcher Ventilator, f. Schleudergebläfe.

Rathaus (Stadthaus), in kleinen Orten auch Gemeindehaus (f. d.), ift der Sitz der Gemeindeverwaltung und deren Gerichtsbarkeit.

In früheren Zeiten, wo diefe mehr öffentlich und mündlich waren, beftand das Gebäude aus großen Hallen im Erdgefchoß zum Verkauf und Handel, die oberen Gefchoffe aus einem Saal zu Verfammlungen mit wenigen Nebenräumen (z. B. Bremen). In der Neuzeit hat fich die Verwaltung in viele Zweige gegliedert, deren Räume je nach der Größe und Bedeutung der Stadt in mehreren Stockwerken (2—4) unterzubringen find. Der bedeutfamfte Raum bleibt auch hier der große Ratfaal, oft mit Galerien für das Publikum verfehen. An ausgezeichneter Stelle angeordnet, wird er wefentlich dazu beitragen, die Bedeutung und großartige Wirkung des Gebäudes zu heben; er dient fowohl zu den Beratungen der Vertreter der Bürgerfchaft als

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

auch zu Abhaltung von ſtädtiſchen Feſten, was bei ſehr großen Städten zu einer Vermehrung der Feſträume führt (Paris [5]; Hamburg [22], ſ. Fig. 1 und 1 a; Berlin). Andre Haupträume ſind der kleine Saal für Sitzungen des Stadt- oder Gemeinderats, außerdem andre Sitzungs- und Beratungszimmer, deren Lage ſo zu beſtimmen iſt, daß ſie dem Straßenlärm entzogen ſind. Im übrigen wird in einer mittelgroßen Stadt an Räumen erforderlich ſein (ſ. Fig. 2—2 b): Im Erdgeſchoß: eine geräumige Vorhalle mit anſtoßendem Diener- und Wartezimmer; die Schreibzimmer der Stadtkaſſe mit Kaſſengewölbe, der Steuerkaſſe, der Sparkaſſe und der Krankenverſicherung; das Polizeiamt mit Wachſtuben, Arreſtlokalen und dem Paßbureau, das Militärmeldeamt und etwa die Feuerwache mit Schuppen für die Löſchgerätſchaften. Im Hauptgeſchoß: außer den ſchon

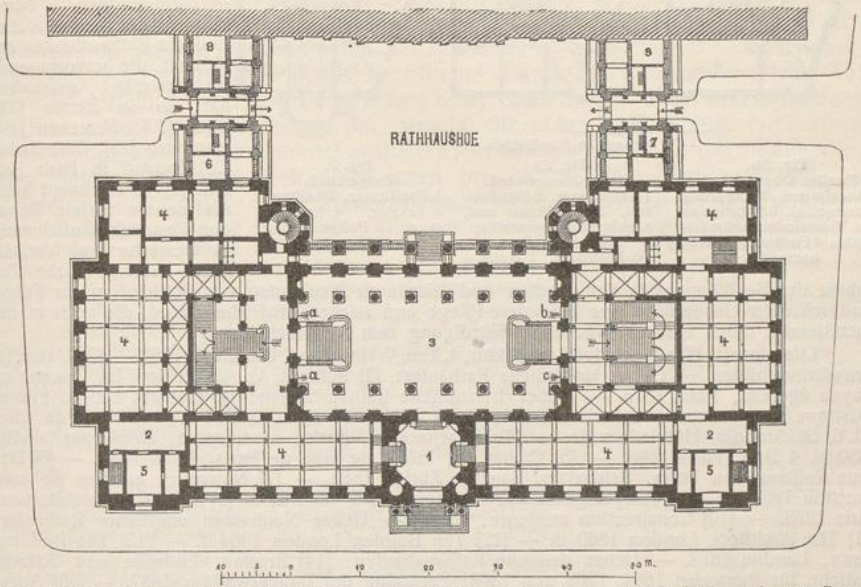


Fig. 1. Erdgeſchoß des Rathauſes in Hamburg. 1 Turmhalle. 2 Vorzimmer. 3 Große Halle; *a* innerer Zugang zum Ratsweinkeller; *b* Zugang zum Kaſtellan; *c* Zugang zum Archiv. 4 Verwaltungsbureaus. 5 Sitzungszimmer. 6 und 7 Wohnungen des Wirts bezw. des Kaſtellans. 8 und 9 Polizeiwache bezw. Militärwache.

erwähnten Sitzungsſälen die eigentliche Verwaltung mit Zimmern der Bürgermeiſter, des Ratſchreibers mit den nötigen Schreibſtuben und einem Gewölbe für das Archiv; das Standesamt mit Eheſchließungsſaal; der Armenrat; Gewerbe- und Handelskammer. Im oberen Geſchoß: das Grund- und Pfandbuchamt, die Schulverwaltung und das Stadtbauamt mit ſeinen Unterabteilungen für Hoch- und Tiefbau; an Wohnungen kommen vor: ſolche für den Hausmeiſter oder einen Stadtdiener, oft auch für den Erſten Bürgermeiſter. Die Treppen und Gänge ſind breit, hell und überſichtlich anzuordnen, ebenſo die Aborte, letztere in genügender Zahl. Die Lage des Gebäudes im Herzen der Stadt wird am beſten an einem bedeutenden Platze und von einer oder zwei Straßen begrenzt ſein, ſo daß die Zugänglichkeit eine tunlichſt ungehemmte iſt. Der äußere Aufbau ſoll ernſt und würdig ſein und eine gewiſſe Großartigkeit bewahren. Ein Turm für Uhr und Feuerwächter — entweder in der Mittelachſe oder ſeitlich aufſteigend — wird das ſtattliche Ausſehen und die Charakteriſtik weſentlich erhöhen. Aus dem Mittelalter ſind uns treffliche Beiſpiele in faſt allen Kulturländern erhalten. Beſonders zeigen ſolche in Italien die Städte Florenz, Siena [3], Perugia, Verona u. ſ. w., im Norden aber die flandriſchen Städte Brüſſel, Löwen,

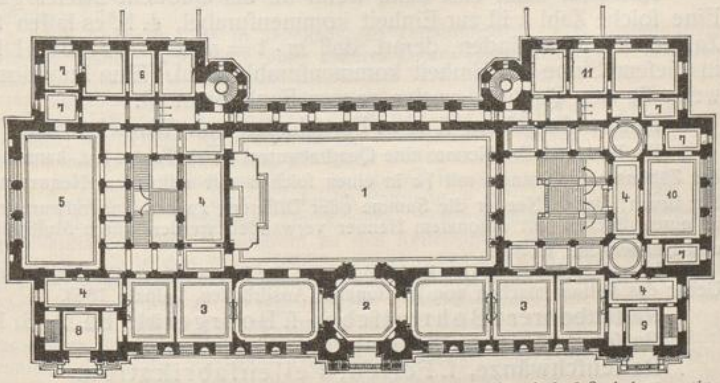
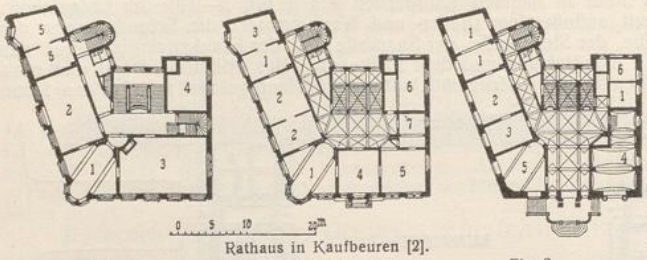


Fig. 1 a. Hauptgeſchoß des Rathauſes in Hamburg. 1 Großer Rathausſaal. 2 Saal der gemeinſchaftlichen Kommiſſionen. 3 Konferenzſaal. 4 Vorräume. 5 Sitzungsſaal der Bürgerſchaft. 6 Kanzlei der Bürgerſchaft. 7 Sprechzimmer. 8 Bürgerausſchuß. 9 Bürgermeiſter. 10 Ratsſtube. 11 Senatskanzlei.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Brügge, Oudenarde u. ſ. w., wo herrliche Stadthäuſer von dem Stolze der Bürgerſchaft und der früheren Bedeutung jener Städte einen hohen Begriff geben. In Deutſchland ſind neben älteren Bauten, wie zu Lübeck, Tangermünde und Braunſchweig, Ulm und Danzig, mehr die Rathausbauten der ſpäteren Jahrhunderte hervorzuheben, ſo die von Cöln, Bremen, Nürnberg [16] und Augsburg [15], letzteres von großartigſter Wirkung. In Frankreich ſind die Rathäuſer von Paris [4 a], [5] und Lyon [4] die hervorragendſten. Nicht minder bemerkenswert aber ſind die Rathausbauten der Neuzeit, die hervorragende Meiſterwerke geſchaffen hat, ſo in Berlin [21], Wien [20], München [19], Hamburg [22], Wiesbaden [23], ſodann in Paris [4 a] und [6]. Ueberhaupt hatte die neuere ſoziale Bewegung und der Aufſchwung in Gewerbe und Verkehr eine überaus ſtarke Zunahme der Bevölkerung in den Städten und hierdurch Neubauten von Rathäuſern zur Folge, wodurch dieſe Gebäudeart eine beſondere Pflege und reiche Entwicklung fand, die auch in der Fachliteratur durch eine entſprechende Würdigung zum Ausdruck kam.



Rathaus in Kaufbeuren [2].

Fig. 2b. Zweites Obergeſchoß. 1 Vorzimmer. 2 Magiſtratsſitzungsſaal. 3 Sitzungsſaal der Gemeindebevollmächtigten. 4 Forſtamt. 5 Stadtbaumeiſter.

Fig. 2a. Erſtes Obergeſchoß. 1 Vorzimmer. 2 Standesamt. 3 Regiſtratur und Archiv. 4 Bürgermeiſter. 5 Stadtſchreiber. 6 Rechtsrat. 7 Kaſſe.

Fig. 2. Erdgeſchoß. 1 Regiſtratur. 2 Leihamt. 3 Taxator. 4 Spritzenraum. 5 Polizeizimmer. 6 Arreſt.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 7. Halbband, Darmſtadt 1887. — [2] Klaſen, L., Grundrißvorbilder. — Ueber italieniſche Rathäuſer: [3] Rohault, G., de Fleury, La Toscane au moyen âge etc., Paris 1873. — Ueber franzöſiſche Rathausbauten: [4] Havard, H., La France artistique monumentale, und zwar Bd. 4, Paris, Hôtel de ville; Bd. 5, Lyon, Hôtel de ville; Bd. 6, St. Antonin, Hôtel de ville. — [4a] Narjoux, F., Paris, monuments, élevés par la ville 1850/80, 4 Bde., Paris 1880. — [5] Calliat, V., Hôtel de ville de Paris, Paris 1844. — [6] Das neue Rathaus von Paris, Schweizer. Bauztg., Zürich 1883. — [7] Nouvelles annales de construction 1869 ff. — [8] Encyclopédie d'architecture, Paris 1872 ff. — [9] Moniteur d'architecture, Paris 1878. — [10] Construction moderne, Paris. — Ueber Neubauten engliſcher Rathäuſer: [11] The Architect, London 1869 ff. — [12] The Builder, London 1864 ff. — [13] The Building News, London 1873. — Ueber deutſche Rathausbauten: [14] Breslau: Lüdecke und Schultz, Zeitſchr. für Bauweſen 1864, 1868 und 1869; Zentralbl. der Bauverwaltung 1887. — [15] Augsburg: Deutſche Bauztg. 1884. — [16] Nürnberg: Architekton. Studien von Steindorf, Stuttgart, Heft 64, Zentralbl. der Bauverwaltung 1893. — [17] Baſel: Schweiz. Bauztg. 1883. — [18] Winterthur: Semper, Wiener Bauinduſtrieztg., Bd. 4. — [19] München: Allg. Bauztg., Wien 1868 und 1869. — [20] Wien: Allg. Bauztg., Wien 1878; Bautechniker, Wien 1883; Schweiz. Bauztg. 1883. — [21] Berlin: Wäſemann, Zeitſchr. für Bauweſen 1873/75; Rombergs Zeitſchrift 1866; Berlin und ſeine Bauten, 1896. — [22] Hamburg: Deutſche Bauztg. 1880/85; Architekton. Rundſchau 1890. — [23] Wiesbaden: Zentralbl. der Bauverwaltung 1882; Deutſche Bauztg. 1885 und 1886: Ueber neuere deutſche Rathausbauten. — [24] Neumeiſter und Häberle, Deutſche Konkurrenzen, Leipzig.

Weinbrenner.

Ratière (Dobby), ſ. v. w. Schaftmaſchine; ſ. Weberei.

Ratiné, ſ. Tuchſorten.

Ratinieren, Ratiniermaſchine, ſ. Tuchfabrikation.

Rational heißt eine Zahl, wenn ſie der Quotient zweier ganzer Zahlen iſt. Eine ſolche Zahl x iſt zur Einheit kommenſurabel, d. h. es laſſen ſich zwei ganze Zahlen m und n finden, derart, daß $m \cdot 1 = n \cdot x$. Irrational heißt jede nicht in dieſem Sinne zur Einheit kommenſurable Zahl. Eine Funktion heißt rational, wenn ſie der Quotient zweier ganzer Funktionen iſt. *Wölffing.*

Rationalmachen, ſ. v. w. Fortſchaffen von Wurzelzeichen.

Ein Bruch, deſſen Nenner eine Quadratwurzel $\sqrt{a}$ als Faktor hat, kann durch Multiplizieren des Zählers und Nenners mit $\sqrt{a}$ in einen ſolchen mit rationalem Nenner verwandelt werden. Ein Bruch, deſſen Nenner die Summe oder Differenz zweier Quadratwurzeln $\sqrt{a} \pm \sqrt{b}$ iſt, kann in einen ſolchen mit rationalem Nenner verwandelt werden durch Multiplikation des Zählers und Nenners mit $\sqrt{a} \mp \sqrt{b}$.

Literatur: [1] Adam, Das Rationalmachen der Bruchnenner, Clausthal 1891. — [2] Scheibner, Ueber das Rationalmachen von irrationalen Ausdrücken, Leipzig 1863. *Wölffing.*

Ratſchbohrer (Bohrratſche), ſ. Bohrgerät, Bd. 2, S. 188.

Ratſche (Rätſche), ſ. Knarre, Bd. 5, S. 518.

Rattenſchwänze, ſ. Feilen, Feilenfabrikation.

Raubbau, ſ. Abbau, Bd. 1, S. 2.

Rauben der Zimmerung, im Bergbau, ſ. Pfeilerbau.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rauchfang, ein aus Eifenblech meift doppelwandig hergeftellter Kanal, der die Rauchkammer des Schiffskeffels mit dem Schornftein verbindet; f. Schiffskeffel, ferner auch Dampfkeffel, Heizung, Lokomobile, Lokomotive und Schornftein. *T. Schwarz.*

Rauchfreie Verbrennung, f. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 15.

Rauchgasunterfuchung hat den Zweck, die Wärmeverlufte zu beftimmen, welche dadurch entftehen, daß die Verbrennungsgafe aus einer Feuerung mit höherer Temperatur durch den Schornftein abziehen als jener, mit welcher die frifche Luft in die Feuerung eingetreten ift (vgl. a. Feuerungsanlagen). Zu einer folchen Beftimmung ift erforderlich, feftzuftellen: 1. die Menge der Verbrennungsgafe aus 1 kg Brennftoff; 2. die fpezififche Wärme der Rauchgafe; 3. die Temperatur derfelben über die der frifchen Luft; das Produkt diefer drei Zahlenwerte ftellt dann die Wärmeeinheiten dar, welche die aus 1 kg Brennftoff entftandenen Verbrennungsgafe unausgenutzt enthalten; 4. einen weiteren Verluft bilden die in den Rauchgafen etwa noch enthaltenen brennbaren Gafe (Kohlenoxydgas und Kohlenwafferftoffgafe), deren Heizwert auch hätte ausgenutzt werden müffen.

1. **Beftimmung der Gasmenge.** Die Rauchgasmenge ift naturgemäß um fo größer, je mehr unter anderm reiner Kohlenftoff (C) in dem Brennftoff enthalten war. Deshalb muß die chemifche Analyfe des letzteren bekannt fein. Enthält 1 kg Brennftoff C Gewichtsprozente Kohlenftoff und enthält 1 cbm Rauchgas k Volumprozente Kohlenfäure, fo liefert 1 kg Brennftoff $= C : 0{,}536\ k$ cbm trockenes Rauchgas (bei 0° und 760 mm Barometerftand), folglich läuft die Mengenbeftimmung der Rauchgafe auf eine chemifche Analyfe des Brennftoffes und der Rauchgafe hinaus. Wegen der chemifchen Analyfe f. Brennftoffe. Zur Beftimmung des Kohlenfäuregehaltes in Rauchgafen find zwei prinzipiell verfchiedene, technifch brauchbare Verfahren bekannt und zwar A. die chemifche und B. die phyfikalifche Methode; erftere ift die maßgebendere, letztere die einfachere, bequemere.

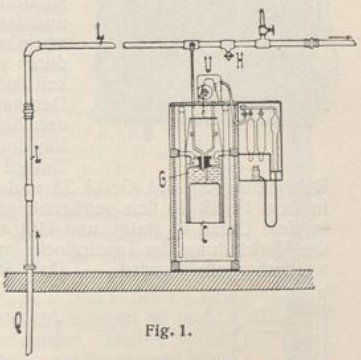


Fig. 1.

A. Die chemifche (Abforptions-) Methode wird mit verfchiedenen Spezialapparaten ausgeführt. Der bekannteffe davon ift der Orfatapparat (f. Bd. 6, S. 778). Damit pflegt man in Zwifchenzeiten von 10—15 Minuten aus den abftrömenden Rauchgafen je eine Probe zu entnehmen. Der Durchfchnittsgehalt für alle Proben aus der Unterfuchungszeit gilt als maßgebender Wert. Um einen beftändigen Beobachter für diefe einfache Arbeit zu erfparen, verwendet man felbfttätige Afpiratoren, die mit gleichmäßiger Gefchwindigkeit ununterbrochen Proben anfaugen und am Schluß der Verfuchszeit eine Durchfchnittsprobe enthalten, von welcher nur eine einzige Beftimmung mit dem Orfatapparat ausgeführt zu werden braucht. — Die befte Konftruktion eines folchen Afpirators ift in Fig. 1 dargeftellt. Er befteht aus der Glocke G, welche feftfteht und an die Leitung L angefchloffen ift, die von der Rauchgasquelle Q direkt nach dem Schornftein führt. Ein mit Oel gefüllter Doppelzylinder C hängt an einem Uhrwerk U und füllt in der höchften Stellung die Glocke G ebenfalls mit Oel an, fo daß alle Gafe aus G verdrängt find. In dem Maße, in welchem das Uhrwerk den Doppelzylinder C niederfinken läßt, tritt aus L Probegas in die Glocke ein, fo daß bei abgelaufenem Uhrwerk die Gasglocke mit Probegas gefüllt ift, das die erforderliche Durchfchnittszufammenfetzung aus der Unterfuchungsperiode, z. B. einer Arbeitsfchicht, bildet.

Es gibt aber auch Apparate, die in regelmäßigen Zeitabfchnitten, z. B. fünfminutlich, Gasproben felbfttätig nehmen und diefe ohne äußeres Zutun analyfieren und regiftrieren, fo daß nicht nur der Durchfchnitt, fondern auch die Art der Veränderlichkeit des CO_2-Gehaltes während des ganzen Verlaufs des Verfuchs dokumentiert wird. Ein folcher Apparat ift der „Oekonograph" von der Allgemeinen Feuerungstechnifchen Gefellfchaft m. b. H. in Berlin W., Wilhelmsftr. 49. Diefer Apparat ift in Fig. 2 fchematifch, in Fig. 3 bildlich dargeftellt. Verbindet man mittels einer einfachen, genügend weiten Gasrohrleitung den Stutzen 1 des Doppelhahnes 3—4—5 am Apparat mit einer beliebigen Rauchgasentnahmeftelle in den Keffelzügen und den Stutzen 2 durch eine ebenfolche Rohrleitung mit dem Fuchs oder dem Kamin, fo erhält man infolge des natürlichen Druckgefälles zwifchen diefen beiden Stellen in der Rohrleitung gewiffermaßen einen Nebenftrom zu den Keffelzügen, der die Rauchgafe in analoger Zufammenfetzung wie in den Zügen felbft ununterbrochen auf dem Wege 1—5—4—2 durch den Apparat führt. Aus diefem kontinuierlichen Rauchgasftrom wird durch die T-förmige Abzweigung 14 über den Verfchluß 27 in regelmäßigen Zwifchenräumen eine Probe in das Pumpengefäß 25—19 gefaugt zufolge Fallens eines Flüffigkeitsfpiegels in demfelben. Steigt der Flüffigkeitsfpiegel nach Erreichung eines tiefften Punktes dann wieder an, fo wird zunächft ein Teil diefer Gasprobe durch das umgekehrt U-förmig gebogene Rohr 13 verdrängt. Diefes Rohr 13 ift an feinem unteren Ende durch einen Flüffigkeitsverfchluß 26 in der Art von der Atmofphäre abgefperrt, daß dafelbft wohl Gas nach Ueberwindung der geringen Flüffigkeitshöhe austreten, aber keine Luft eingefaugt werden kann. Sobald der Hals 25 des Gefäßes 19 von

der darin anfteigenden Flüffigkeit bedeckt wird, muß der weitere Gasinhalt aus 19 vermittelft des Rohrweges 18 in das Abforptionsgefäß 34 durch die Abforptionsflüffigkeit gedrückt werden. Die unabforbierten Gasrefte fammeln fich in dem freien Raum über der Abforptionsflüffigkeit und preffen zufolge der Verbindung 23 unter die Tauchglocke 21, die fich in dem Gefäß 22 — durch eine Sperrflüffigkeit abgedichtet — bewegt. Je nach der Größe des reftlichen Volums wird fich die Tauchglocke mehr oder weniger heben und vermittelft der Rolle 8 und des Fadens 11 die Feder 10 in Bewegung fetzen, wodurch diefe eine Linie auf dem rotierenden Diagrammftreifen 12 zieht. Es ift ohne weiteres erfichtlich, daß die Länge diefer Linie abhängt von der Menge des abforbierten Gasbeftandteils. So erfolgt in einfachfter Weife und auch für jeden Arbeiter verftändlich die Aufzeichnung des Analyfenrefultates durch die im Diagramm erkennbare Länge eines vom Regiftrierwerk gezogenen Striches. Der als Band ohne Ende ausgebildete Diagrammftreifen wird durch ein Uhrwerk bewegt. Nachdem der Flüffigkeitsfpiegel in 19 feinen höchften Stand erreicht hat, finkt er wieder und faugt durch 27—14 eine neue Gasprobe an, während 18 durch die Abforptionsflüffigkeit felbft verfchloffen bleibt. Der nach der Analyfe unter dem Schwimmer und im Abforptionsgefäß verbleibende Gasreft entweicht durch die Rohrleitung 20, das Gefäß 24 und das Rohr 7 in die Atmofphäre, fobald der Flüffigkeitsfpiegel in dem Gefäß 24 fich genügend gefenkt hat, um diefen Weg freizugeben. Die Sperrflüffigkeit in dem Gefäß 24 fteigt und fällt analog derjenigen in 19—25, fo daß vor Beginn der Analyfe die Verbindung der Tauchglocke mit der Atmofphäre unterbrochen und nach ihrer Beendigung wiederhergeftellt wird. — Das Steigen und Fallen des Flüffigkeitsfpiegels in den Gefäßen 19—25 und 24 wird hervorgerufen durch einen ftändigen Waffer-zufluß aus der Düfe 6 in das Rohr 17 nach dem Gefäß 28 und vermittelft der in Zwifchenräumen eintretenden Tätigkeit des Hebers 29—15—16—15. Das Gefäß 28 fteht in feinem oberen Teil durch das Rohr 30 in Verbindung mit dem Flüffigkeitsbehälter 31, in den die Rohre 32 und 33 bis zum Boden hineinragen. Diefe letzteren führen zu den Gefäßen 25—19 und 24. Steigt nun durch den kontinuierlichen Flüffigkeitszufluß der Flüffigkeitsfpiegel in 28, fo wird diefe Bewegung durch den Luftdruck und das Rohr 30 übertragen auf den Flüffigkeitsfpiegel in 31, der infolgedeffen fällt, wobei die Flüffigkeit durch die Rohre 32 und 33 nach den Gefäßen 25—19 und 24 verdrängt wird. Hat der Flüffigkeitsfpiegel in 28 und fomit der Ueberdruck dafelbft eine gewiffe Höhe erreicht, fo hat fich der Heber 29—15—16—15 ebenfalls nach und nach angefüllt, bis er beim Ueberfließen zu arbeiten beginnt. Da der Heber infolge größeren Querfchnittes mehr Flüffigkeit fortfchafft, als durch die Düfe 6 zufließt, fo wird der Waffer-fpiegel in 28 wieder fallen, wodurch die Flüffigkeit nach 31 zurückftrömt und in den kommunizierenden Gefäßen der Flüffigkeitsfpiegel demgemäß finkt. — Das die beiden Hähne verbindende Rohr 3 dient als Umlaufleitung beim Ausblafen der Rohrleitung nach entfprechender Umfchaltung der Hähne 4 und 5.

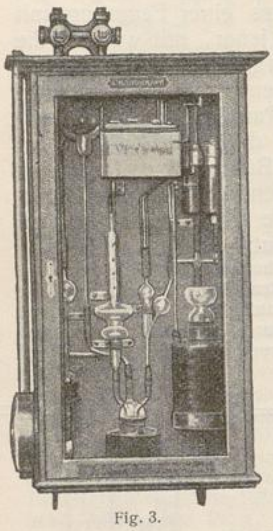


Fig. 3.

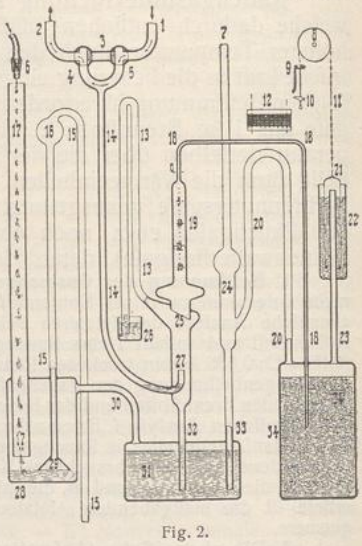


Fig. 2.

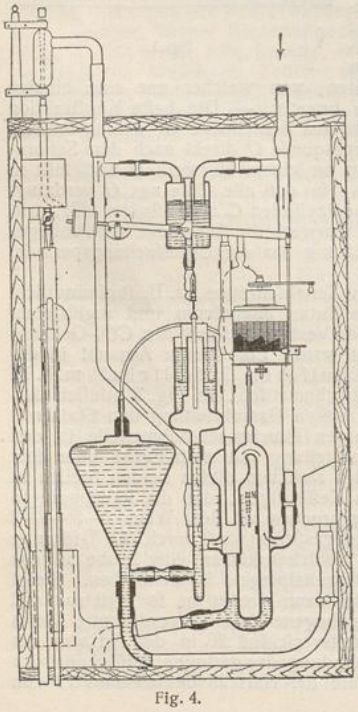


Fig. 4.

Einen andern auf demfelben Prinzip beruhenden Apparat baut die Adosgefellfchaft m. b. H. in Aachen, welchem fie die Bezeichnung Heizeffektmeffer „Ados“ gegeben hat; er ift in Fig. 4 abgebildet und bedarf einer nochmaligen Befchreibung nicht. Ferner fertigt ganz aus Metall einen felbftregiftrierenden Gasprüfer Julius Pintfch in Berlin O., u. a.

Die Nachteile der chemifch arbeitenden felbfttätigen Apparate beftehen in der Notwendigkeit der Verwendung

von Lauge, die Unſauberkeit im Gefolge hat, ihr Volum und den Nullpunkt ändert. Ferner iſt die Wirkung nicht kontinuierlich, und ein Analyſenreſultat erſcheint erſt eine Zeitlang nach der Probenahme, ſo daß der Zuſtand des Feuers in einem gegebenen Augenblicke nicht mit der Anzeige des Apparates verglichen werden kann.

B. Die phyſikaliſche Methode der Kohlenſäurebeſtimmung ſtützt ſich auf die Veränderlichkeit des ſpezifiſchen Gewichts der Rauchgaſe durch wechſelnden Kohlenſäuregehalt. Zu dieſer Beſtimmung des ſpezifiſchen Gewichts können verwendet werden das Daſymeter (ſ. Bd. 2, S. 666), die Gaswage (ſ. Bd. 4, S. 307). Dieſe Apparate haben bei Rauchgas aber den Uebelſtand, daß die Schwimmerkugeln mit kondenſiertem Rauch beſchlagen ſchwerer werden und den Nullpunkt verändern. Auch ſind die ſchwingenden Maſſen verhältnismäßig groß; wegen der notwendig hohen Empfindlichkeit müſſen die Schwingungen läſtig langſam vor ſich gehen, alle blanken Teile, Schneiden u. ſ. w. werden in den Rauchgaſen ſchadhaft.

Beſonders für Rauchgaſe ausgearbeitet iſt die hydroſtatiſche Gaswage von Krell (Verfertiger G. A. Schultze, Berlin-Charlottenburg, Charlottenburger Ufer 53/54). Dieſes Inſtrument wird zwar Gasanalyſator genannt, in Wirklichkeit analyſiert es aber nicht, ſondern es wirkt lediglich durch das wechſelnde ſpezifiſche Gewicht des Rauchgaſes. Der in Fig. 5 ſchematiſch dargeſtellte Apparat beſteht aus zwei Hauptteilen: dem Rohrſyſtem und dem Manometer. Erſteres beſteht aus zwei in einem Blechmantel liegenden Standröhren *a* und *b* von etwa 30 mm lichtem Durchmeſſer und 1,75 m Höhe. Dieſe vereinigen ſich am oberen Ende bei *x*, woſelbſt ein halbzölliges Gasrohr *g* anſetzt, das zunächſt nach unten und dann zum Saugeapparat, einem kleinen Luftejektor führt. Das Rohr *g* trägt ein kleines Reguliermanometer *j* und den Abſperrhahn *h*; erſteres dient zur Einregulierung des Saugeapparates, letzterer zum Abſperren der Saugeleitung. Die Standröhren *a* und *b* ſind an ihrem unteren Ende mit den Hähnen *e*, *k*, *w* und *f*, *l*, *v* verſehen. Die Hähne *e*, *w* und *f*, *v* ſind nach hinten gerichtet, während die Dreiweghähne *l* und *k* ſeitwärts in *a* und *b* einmünden und zwecks gleichzeitigen Umſtellens durch eine Hahnſtange gekuppelt ſind. Wird der mit dem Rohr *g* verbundene Saugeapparat in Tätigkeit geſetzt, ſo treten durch die Gaszuleitung *d* und den Hahn *f* die Rauchgaſe in das Standrohr *a* ein, während durch Hahn *e* in das Standrohr *b* Luft einzieht. Beide Gasarten gehen nach oben und ziehen bei *x* durch *g* ab. Auf dieſe Weiſe entſtehen zwei Gasſäulen von gleichem Durchmeſſer und gleicher Höhe, deren Gewichtsunterſchied, welcher von der Höhe des Kohlenſäuregehaltes abhängt, durch das empfindliche Manometer angezeigt und feſtgeſtellt wird. Zu dieſem Zweck ſind die beiden Standröhren *a* und *b* bei *l* und *k* durch dickwandige Schlauchleitungen *m* und *n* mit dem Manometer verbunden. Dieſes beſteht aus einer gußeiſernen Platte mit der angegoſſenen Doſe *q*, in deren Wandung, feſtgelagert und in einen beſtimmten Neigungswinkel gebracht, das ſtarkwandige Glasmeßrohr *r* liegt. Durch zwei Waſſerwagen *s* und *t* iſt genaues Einſtellen leicht ausführbar. In die Doſe *q* wird bei *i* nach Herausnahme des Konusverſchluſſes die Meßflüſſigkeit, intenſiv gefärbter Alkohol, eingegoſſen, und zwar bis etwa zur Mitte des Meßrohres. Alsdann rückt man den Nullpunkt der ſchmalen Schieberſkala auf denjenigen Teilſtrich der oberen feſten Teilung, bei welchem an der unteren die Flüſſigkeit ſteht. Werden nun durch Rechtsſtellen der Hahnſtange die beiden Gasſäulen mit den beiden Schenkeln des Manometers (Doſe und Glasrohr) in Verbindung gebracht, ſo bildet das Anſteigen der Flüſſigkeit im Meßrohre unmittelbar einen Maßſtab für die Beurteilung der Menge an Kohlenſäure, die an der Schieberſkala abgeleſen werden kann. Der Waſſerverſchluß *z* dient zur dauernden Ableitung von Kondenswaſſer, das ſich aus den Gaſen abſcheidet. Die Verbindungsleitungen *m* und *n* haben in *u* und u_1 eingeſchaltet kleine Gefäße, welche reinen Alkohol enthalten; durch ſein Verdunſten wird dasjenige der Sperrflüſſigkeit verhindert.

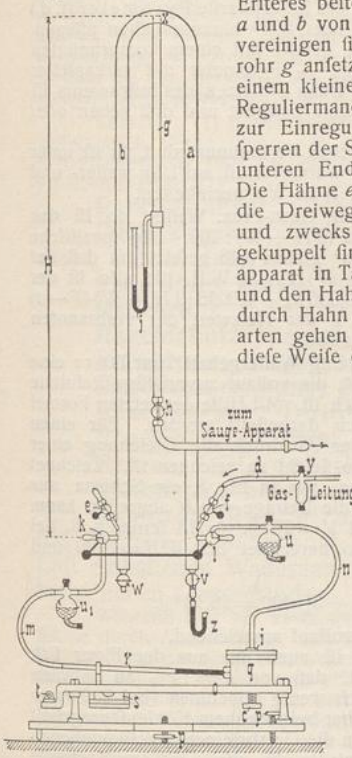


Fig. 5.


Fig. 6.

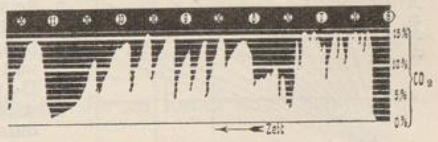


Fig. 7.

Dasſelbe Inſtrument mit Regiſtriervorrichtung verſehen iſt in perſpektiviſcher Anſicht als Fig. 6 zur Anſchauung gebracht. Die Skala bei 1 wird durch eine Lichtquelle 2 hell beleuchtet und in der Camera obscura 3 auf ein lichtempfindliches Papier projiziert, das um die Trommel 4 (mit Zeitring) herumgelegt iſt, die durch ein Uhrwerk in 24 Stunden einmal herumgedreht wird. Auf dieſe Weiſe entſtehen Diagramme, wie z. B. in Fig. 7 ein ſolches von früh 6 Uhr bis mittags

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

11 Uhr 45 Min. (in einem Viertel natürlicher Größe) angegeben ift. Die Ordinaten innerhalb der weißen Zone ftellen den Kohlenfäuregehalt in Prozenten dar. — Endlich wird diefer Apparat auch noch mit Fernablefung eingerichtet, indem mittels eines Projektionsapparats ein genügend vergrößertes Bild der Skala auf eine Wand geworfen wird.

2. **Die fpezififche Wärme der Rauchgafe** wird nicht experimentell beftimmt, denn die betreffenden Zahlenwerte liegen für alle Verhältniffe in beftehenden Tabellen fertig vor. Befonders geeignet hierzu find die „Formeln und Tabellen der Wärmetechnik" von Paul Fuchs, Berlin 1907.*)

Bei präzifem Verfahren wird für jeden einzelnen Beftandteil der Rauchgafe die fpezififche Wärme aufgefchlagen und aus den Einzelwerten das Mittel berechnet, wobei auch die Verfchiedenheiten der Temperaturen berückfichtigt werden. Kommt es nicht auf volle Genauigkeit an, fondern — wie gewöhnlich — nur auf praktifch ausreichende Annäherung, fo fetzt man für die fpezififche Wärme aller Rauchgafe einen konftanten Durchfchnittswert ein. Für die Rauchgafe von Dampfkeffeln ift das ohne weiteres zuläffig, weil deren Temperaturen nicht in weiten Grenzen fchwanken. In den „Normen für Leiftungsverfuche der Dampfkeffel und Dampfmafchinen", Hamburg 1900, ift als Durchfchnittswert für die fpezififche Wärme trockener Gafe $c_p = 0{,}32$ gefetzt.

3. Mit der **Temperaturbeftimmung** befaffen wir uns hier nicht fpeziell, fondern verweifen auf die betreffenden Artikel. Hier fei dazu nur bemerkt, daß das brauchbarfte Pyrometer (f. d.) bei Temperaturen, die, wie bei Dampfkeffelrauchgafen, nicht über 500° hinauszugehen pflegen, dasjenige ift, welches aus Queckfilber und Hartglas befteht, gefüllt mit einem komprimierten Gafe, das nicht oxydierend wirkt, z. B. N, H, CO_2 u. dergl. — Pyrometer mit verkapfelter Kugel find, weil zu träge anzeigend, nicht zu empfehlen. — Beim Einfetzen des Inftruments ift fehr darauf zu achten, daß die Kugel fich mitten im Gasftrome befindet und daß neben oder vor der Meßftelle keine Luft von außen her einftrömt.

Ift nun T die gemeffene Temperatur und t die der frifchen Verbrennungsluft, fo ift unter Berückfichtigung der unter 1, 2 und 3 gefundenen Werte der Wärmeverluft auf 1 kg waffer- und waffertofffreien Brennftoff bezogen $V = 0{,}32\,(C : 0{,}536\,k)\,(T - t)$ in Wärmeeinheiten.

Enthält ein Brennftoff H Gew.-Proz. Waffertoff und W Gew.-Proz. Waffer, fo ift das Gewicht des aus 1 kg Brennftoff entftandenen Wafferdampfs $(9\,H + W) : 100$. Die fpezififche Wärme des Dampfes pro Gewichtseinheit ift in den „Normen" gleich 0,48 gefetzt, fo daß der hierauf entfallende Teil des Wärmeverluftes $= 0{,}0048\,(9\,H + W)\,(T - t)$ W.E. ift; alfo ift der Gefamtverluft durch Abgafe aus 1 kg Brennftoff $V = (0{,}32\,C : 0{,}536\,k) + 0{,}0048\,(9\,H + W)\,(T - t)$ in Wärmeeinheiten. Wird der Ausdruck mit $100 : WE$ (d. i. der Heizwert der verbrannten Kohlen) multipliziert, fo erhält man V in Prozenten des Heizwerts.

Für Steinkohlen und überhaupt für Brennftoffe mit wenig Waffergehalt hat Dürr eine bequemere Formel angegeben, nämlich $V\,\% = 0{,}65\,(T - t) : k$, die vollauf zuverläffige Refultate für die Praxis ergibt, ohne daß eine Kohlenanalyfe erforderlich ift. Mit Hilfe der letzten Formel können die Verlufte in fehr überfichtlicher Weife graphifch dargeftellt werden. Für einen beftimmten Kohlenfäuregehalt (alfo $k\,\% =$ konftant) ftellt der Ausdruck die Gleichung einer geraden Linie dar, die durch den Nullpunkt geht, die alfo leicht zu zeichnen ift. Zeichnet man fie für eine größere Anzahl von k-Werten, fo erhält man, wie in Fig. 8, ein Schema, aus dem man direkt für die verfchiedenften Werte von T und k die Beträge von V abgreifen kann. Zum Beifpiel ift bei $T - t = 400°$ und $k = 10\,\%$ der Verluft $V = 26\,\%$. — Ift ferner z. B. bei einer Steinkohle $C = 80$; $H = 5$; $O = 7$; $S = 1$; $W = 3$, fo berechnet fich $WE = 7700$ und der Verluft nach der genaueren Formel:

$$V\,\% = \frac{100}{7700}\,(0{,}32 \cdot 80 : 0{,}536 \cdot 10 + 0{,}0048\,[9 \cdot 5 + 3])\,400 = 26{,}13\,\%.$$

Die Annäherung des einfachen Verfahrens ift alfo praktifch vollauf ausreichend.

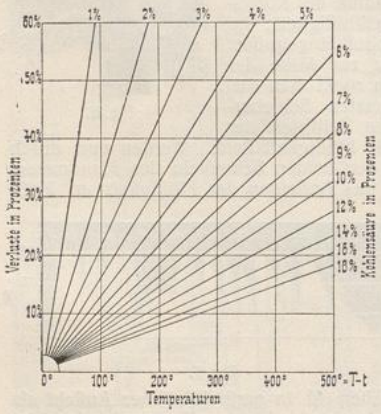


Fig. 8.

Bemerkenswert ift auch der aus der Figur fich ergebende Umftand, daß von $k = 14\,\%$ an aufwärts die Verlufte nur noch wenig abnehmen (bei 300° von 14 auf 11 %). Da aber bei fo hohem Kohlenfäuregehalt von über 14 % fchon die Gefahr einer unvollkommenen Gasverbrennung eintritt, die weit größere Nachteile im Gefolge haben würde als der kleine Luftüberfchuß, fo foll man höhere Luftausnutzung als bis 14 % nicht anftreben.

4. **Die Menge der in den Rauchgafen noch enthaltenen brennbaren Gafe** zu beftimmen, gibt es noch kein direktes, präzifes Verfahren, das fich für den praktifchen Betrieb eignete [1]. Man hilft fich daher durch indirekte Mittel, und zwar durch Beftimmung von O und CO_2 mit Hilfe des Orfatapparates. Es hat nämlich Dofch rechnerifch und Cario praktifch nachgewiefen [2]—[4], daß, wenn die Summe von $O + CO_2$ durchfchnittlich kleiner ift als 19 (die genaueren Zahlen find in der Quelle angegeben), der fehlende Betrag als unverbranntes Gas angefehen werden muß und daß 1 % desfelben als ein Verluft von durchfchnittlich 5 % des Brennftoffheizwertes erachtet werden kann.

*) Auf S. 34 und 35 diefer Tabellen muß es im Kopfe ftatt c_{pm} (d. i. mittlere fpezififche Wärme zwifchen $t_0°$ und $t_n°$) heißen: c_p (die momentane fpezififche Wärme bei $t_n°$).

In vielen Fällen handelt es sich darum, auf einfache Weise den Luftüberschuß der Rauchgase annähernd zu erkennen, um über letztere eine allgemeine Kontrolle auszuüben. Der Luftüberschuß drückt sich aus durch $21:(21-79\,o/n)$, vgl. Brennstoffe. Es muß also hierzu nicht k sondern o (der Sauerstoffgehalt) bekannt sein. Dieser ist aber mit einem dem Orsat ähnlichen Apparate bequem zu erhalten, ohne vorerst CO_2 aus der Probe ermitteln zu müssen, was auch schon Fuchs vorgeschlagen hat. Einen entsprechenden Apparat dazu liefert A. Primavesi in Magdeburg nach Gebhardt (Fig. 9). In diesem Apparat wird der Sauerstoff direkt durch Phosphor absorbiert.

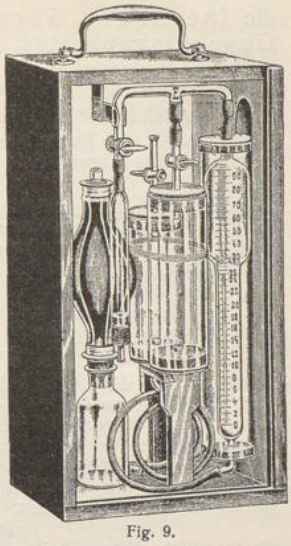


Fig. 9.

Diese Bestimmung neben der Temperaturmessung genügt nun für laufende Betriebskontrollen vollauf, um ein praktisch brauchbares Urteil zu gewinnen. Da unter normalen Verhältnissen unvollkommene Gasverbrennung nicht vorkommt und der Ausstrahlungsverlust ein für allemal (durch Verdampfungsversuch) bestimmt oder zu 10% angenommen werden kann, da ferner $k=19-o$ ist, so kann V aus Fig. 8 abgegriffen werden, z. B. zu 16%, und da noch der Verlust von Unverbranntem in der Schlacke zu 2% angenommen werden kann, so folgt für den Nutzeffekt der Anlage $\eta=100-16-10-2=72\%$, ohne Bestimmung des Brennstoffheizwertes.

Literatur: [1] Fuchs, P., Generatorkraftgas- und Dampfkesselbetrieb, Berlin 1905. — [2] Zeitschr. für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb 1907, S. 393. — [3] Ebend., S. 469. — [4] Ebend. 1908, S. 1. *Cario.*

Rauchgemäuer, s. Rauhgemäuer.

Rauchkammer, Teil eines Schiffskessels, der zur Führung der Heizgase dient; s. Schiffskessel.

Rauchloses Pulver, s. Geschoßtreibmittel, Bd. 4, S. 418.

Rauchrohr, s. Schornstein und Heizung geschlossener Räume.

Rauchschutzapparate, s. Atmungsapparate, Feuerschutz.

Rauchtopas, s. Quarz, S. 313.

Rauchverbrennung, s. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 15.

Rauchwacke, s. Dolomit, Kalkstein, Bd. 5, S. 298.

Rauchwarengerberei, s. Leder, Bd. 6, S. 105.

Raufen, s. Pferdeställe, S. 97, Schafställe.

Rauhbank, -hobel, s. Böttcherei und Hobeln, Bd, 5, S. 68.

Rauhfrost (Rauchfrost, Haarfrost, Duft), in der Meteorologie durch das Zeichen $\vee$ bezeichnet, entsteht wie Reif durch Ausscheidung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes in fester Form an den mit ihr in Berührung befindlichen Gegenständen.

Während Reif bei einer weniger feuchten Luft auftritt und starke Erkaltung der Gegenstände durch Ausstrahlung, also klares und ruhiges Wetter erfordert, findet die Bildung von Rauhfrost bei nebligem Frostwetter statt; die in der Luft enthaltenen Nebeltröpfchen sind unter den Gefrierpunkt erkaltet und erstarren daher bei ihrer Berührung mit festen Körpern. In diesem Falle überziehen sich die der Luft frei ausgesetzten Gegenstände bei ruhigem Wetter allseitig mit den sich kristallinisch anordnenden Eisteilchen, in bewegter Luft dagegen besonders auf der dem Winde zugewandten Seite. Die sich ansammelnden Eismassen erreichen dabei zuweilen solche Größe, daß ihre Träger, Baumzweige, Telegraphendrähte u. s. w., unter ihrem Gewicht zusammenbrechen; vgl. Aßmann: Mikroskopische Beobachtungen der Struktur des Reifs, Rauhreifs und Schnees, in Meteorolog. Zeitschr., 16. Jahrg., 1889. *Großmann.*

Rauhgemäuer, 1. rauhes Bruchsteinmauerwerk, im Gegensatz zu geschichteten Mauern; 2. Rauchgemäuer, die rauhgemauerte Umhüllung eines Hochofenschachtes, auch Mantel genannt. *Weinbrenner.*

Rauhkalk, s. Dolomit.

Rauhmaschine, s. Appretur, Bd. 1, S. 256, Tuchfabrikation.

Rauhwehr, s. Spreutlage.

Raumbalken, -stringer, -stütze, -weger, die im Raum eines Schiffes gelegenen Bauteile desselben.

Raumkapazität, Begriff der Wärmelehre. Bezeichnen an irgend einer Stelle einer Zustandsänderung dQ die Wärmezufuhr, dt die Temperaturänderung des betreffenden Körpers, so wird

$$\text{pro Gewichtseinheit} \quad c=\frac{dQ}{dt} \qquad 1.$$

die ſpezifiſche Wärme (ſ. d.) daſelbſt genannt, mitunter aber auch die Gewichtskapazität, während

$$\text{pro Volumeneinheit} \quad \omega = \frac{dQ}{dt} \qquad 2.$$

die Raumkapazität heißt.

Enthält eine Raumeinheit γ Gewichtseinheiten (γ Gewicht der Volumeneinheit, ſ. Dichtigkeit, Spezifiſches Gewicht), ſo hat man in Einheiten der Gewichtskapazität, d. h. in Kalorien (ſ. d.):

$$\omega = \gamma c. \qquad 3.$$

Kennt man alſo in irgend einem Falle die ſpezifiſche Wärme c und das ſpezifiſche Gewicht γ, ſo iſt durch 3. auch die Raumkapazität beſtimmt. Wie die ſpezifiſchen Wärmen, ſo intereſſieren auch beſonders die Raumkapazitäten bei konſtantem Druck und konſtantem Volumen, deren Verhältnis bezeichnet wird:

$$k = \frac{\omega_p}{\omega_v} = \frac{c_p}{c_v}. \qquad 4.$$

Für Gaſe, welche dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze $pv = RT$ folgen (ſ. d.), hat man mit $A = 1/424$:

$$\omega_p - \omega_v = \gamma (c_p - c_v) = AR\gamma = \frac{Ap}{T}, \qquad 5.$$

ſo daß für alle dieſe Gaſe bei gleichen p, T die Differenz der Raumkapazitäten ω_p, ω_v gleich groß iſt. Da ferner in 5. $\omega_p - \omega_v = \omega_v (k - 1)$, ſo beſitzen diejenigen dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze folgenden Gaſe, für welche k denſelben Wert hat, bei gleichen p, T gleiche Raumkapazitäten bei konſtantem Volumen und alſo nach 4. auch gleiche bei konſtantem Drucke. Werden für atmoſphäriſche Luft wie üblich $c_p = 0{,}23751$, $c_v = 0{,}16844$ und bei $p = 1$ Atmoſphäre (zu 760 mm Queckſilberſäule oder 10333 kg pro Quadratmeter), $t = 0^0$, $\gamma = 1{,}29318$ kg geſetzt, ſo kann nach 5. aus

$$\gamma (c_p - c_v) = 1{,}29318 \cdot 0{,}06907 = 0{,}08932 \qquad 6.$$

die ſpezifiſche Wärme bei konſtantem Volumen c_v auch für andre dem Boyle-Gay-Luſſacſchen Geſetze folgende Gaſe berechnet werden, wenn für dieſelben γ bei $p = 1$ Atmoſphäre, $t = 0^0$ und c_p bekannt ſind. In beiſtehender Tabelle ſind einige hierhergehörige Reſultate für die ſchwerſtkondenſierbaren Gaſe und die Kohlenſäure zuſammengeſtellt, wobei ſich zeigt, daß für erſtere die obenerwähnte Gleichheit der k, ω_p, ω_v annähernd zutrifft.

Gasart	c_p nach Regnault[2]	Für $p = 1$ Atmoſphäre, $t = 0^0$			$c_v = c_p - \frac{0{,}08932}{\gamma}$	$k = \frac{c_p}{c_v}$
		γ nach Regnault	$\omega_v = \gamma c_p$	$\omega_v = \omega_p - 0{,}08932$		
Atmoſph. Luft	0,23751	1,29319	0,30715	0,21783	0,16844	1,41006
Sauerſtoff	0,21751	1,42979	0,31099	0,22167	0,15504	1,40293
Stickſtoff	0,24380	1,25616	0,30625	0,21693	0,17269	1,41178
Waſſerſtoff	3,40900	0,08957	0,30534	0,21602	2,41179	1,41345
Stickoxyd	0,23173	1,34285	0,31118	0,22186	0,16521	1,40264
Kohlenoxyd	0,24500	1,25090	0,30647	0,21715	0,17360	1,41129
Kohlenſäure	0,21627	1,97741	0,42765	0,33833	0,17110	1,26400

Literatur: [1] Carnot, Réflexions sur la puissance motrice du feu, Paris 1824, S. 46, 59. — [2] Regnault, Relation des expériences etc., II, Paris 1862, S. 108, 116, 303, 121, 138, 134, 126. — [3] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, I, Leipzig 1875, S. 108. — [4] Clauſius, Die mechaniſche Wärmetheorie, I, Braunſchweig 1887, S. 49, 56, 59. — [5] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, I, Leipzig 1900, S. 113, 120. — [6] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Stuttgart 1905, S. 62, 146, 148. — S. auch Spezifiſche Wärme. *Weyrauch.*

Raumkurven (gewundene Kurven, Kurven doppelter Krümmung), krumme Linien, ſtetige Reihen von einfach unendlich vielen Punkten im Raum. Durch jede Raumkurve laſſen ſich unendlich viele Flächen legen. Je zwei derſelben $f(x, y, z) = 0$ und $\varphi(x, y, z) = 0$ ſchneiden ſich in der Raumkurve, doch kann die Schnittkurve beider außer der letzteren noch weitere Beſtandteile haben. In dieſem Fall muß man zur Beſtimmung der Raumkurve noch weitere Gleichungen von Flächen durch dieſelbe $\psi(x, y, z) = 0$, $\chi(x, y, z) = 0$ u. ſ. w. hinzunehmen, derart, daß die allen Flächen gemeinſamen Punkte die Raumkurve darſtellen. Durch Elimination einer der Veränderlichen aus den zwei Gleichungen einer Raumkurve erhält man Kegel, welche die Raumkurve aus einem Kardinalpunkt projizieren. Die Raumkurve kann dann auch dargeſtellt werden durch zwei ſolche Kegel oder beſſer noch durch einen Kegel und eine Fläche von möglichſt niedriger Ordnung, die Monoid heißt. Die zweckmäßigſte Darſtellung einer Raumkurve iſt jedoch diejenige, bei der die Koordinaten in Funktion eines Parameters t gegeben ſind: $x = \varphi(t)$; $y = \psi(t)$; $z = \chi(t)$. Endlich kann man die Raumkurve auch durch eine Gleichung zwiſchen den ſechs Linienkoordinaten im Raum geben; ſie iſt dann durch den ſpeziellen Linienkomplex ihrer Treffgeraden, d. h. der ſie ſchneidenden Geraden, beſtimmt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

A. **Projektivifche Eigenfchaften der Raumkurven** [1], [2], [22]. Eine Gerade, die eine Raumkurve in zwei Punkten trifft, heißt Sekante (Sehne) derfelben. Fallen die Schnittpunkte der Sekante zufammen, fo geht diefelbe in die Tangente, die Verbindungsgerade unendlich benachbarter Kurvenpunkte über. Drei aufeinander folgende Kurvenpunkte beftimmen eine Ebene, die Schmiegungsebene (Oskulationsebene). Alle Schmiegungsebenen der Raumkurve bilden eine abwickelbare Fläche, die zu der Raumkurve reziprok ift und mit ihr im engften Zufammenhang fteht. Ihre Erzeugenden find die Tangenten der Raumkurve, ihre Rückkehrkante (Gratlinie) ift letztere felbft. Die Ordnung der Raumkurve ift die Zahl ihrer Schnittpunkte mit einer beliebigen Ebene, ihre Klaffe ift die Klaffe ihrer abwickelbaren Fläche, ihr Rang die Zahl der Tangenten, die eine beliebige Gerade fchneiden. Ein Punkt P der Raumkurve heißt regulär, wenn eine durch ihn hindurchgehende Ebene im allgemeinen mit der Kurve einen in P fallenden Punkt gemein hat, unendlich viele Ebenen (diejenigen durch die Tangente) zwei folche Punkte und eine Ebene (die Schmiegungsebene) drei. Ift eine diefer Zahlen höher, fo ift der Punkt ein fingulärer. Liegt der Punkt im Urfprung und entwickelt man, nachdem man die Tangente zur x-Achfe, die Schmiegungsebene zur xy-Ebene gemacht hat, $x\,y\,z$ nach fteigenden Potenzen von t: $x = a\,t^{\alpha} + \ldots$, $y = b\,t^{\beta} + \ldots$, $z = c\,t^{\gamma} + \ldots$, wo alfo $\alpha < \beta < \gamma$, fo ift α die Zahl der Schnittpunkte mit einer beliebigen Ebene, β Zahl der Schnittpunkte mit einer Ebene durch die Tangente, γ Zahl der Schnittpunkte mit der Schmiegungsebene; $(\alpha\,\beta\,\gamma)$ heißt das Zeichen des fingulären Punkts. Je nachdem die Zahlen $\alpha\,\beta\,\gamma$ gerade oder ungerade find, ift das geftaltliche Verhalten der Raumkurve verfchieden. Es gibt acht Fälle. Beifpiele: a) [1, 2, 3] gewöhnlicher Punkt; b) [1, 3, 4] Wendepunkt; c) [2, 3, 4] Rückkehrpunkt; d) [2, 4, 5] Schnabelpunkt; hierzu kommen: e) [1, 2, 4]; f) [1, 3, 5]; g) [2, 3, 5]; h) [2, 4, 6], diefelben Punkte, aber mit ftationärer Schmiegungsebene (fogenannte Wendeberührebene). Je nachdem die erfte, zweite, dritte der Zahlen des Zeichens ungerade oder gerade find, durchdringt die Kurve den Punkt (d. h. fetzt fich, ohne umzukehren, fort), die Tangente, Schmiegungsebene oder nicht. Zu den Singularitäten der Raumkurven gehören ferner die wirklichen und die fcheinbaren Doppelpunkte, d. h. die Sekanten durch einen gegebenen Punkt. Vgl. a. Flächen, abwickelbare.

B. **Metrifche Eigenfchaften der Raumkurve** [1], [3], [4], [6], [7]. Es feien $x = \varphi(t)$; $y = \psi(t)$; $z = \chi(t)$ die Gleichungen der Raumkurve, fo ift das Bogenelement $ds = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}\,dt$, wo die Striche Ableitungen nach t anzeigen, daher der Bogen $s = \int \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} \cdot dt$. Die Gleichungen der Tangente find $\frac{\xi - x}{x'} = \frac{\eta - y}{y'} = \frac{\zeta - z}{z'}$. Die auf derfelben im Kurvenpunkt x, y, z fenkrecht ftehende Ebene $(\xi - x)\,x' + (\eta - y)\,y' + (\zeta - z)\,z' = 0$ heißt Normalebene. Die Richtungskofinus der Tangente find $\frac{x'}{P}$, $\frac{y'}{P}$, $\frac{z'}{P}$, wo $P = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$. Die Gleichung der Schmiegungsebene ift

$$(\xi - x)(y'z'' - z'y'') + (\eta - y)(z'x'' - x'z'') + (\zeta - z)(x'y'' - y'x'') = 0.$$

Auf derfelben fenkrecht ftehet die Binormale (Nebennormale)

$$\frac{\xi - x}{y'z'' - z'y''} = \frac{\eta - y}{z'x'' - x'z''} = \frac{\zeta - z}{x'y'' - y'x''}.$$

Als Krümmungsradius wird der Radius

$$\varrho = \frac{(x'^2 + y'^2 + z'^2)^{\frac{3}{2}}}{[(y'z'' - z'y'')^2 + (z'x'' - x'z'')^2 + (x'y'' - y'x'')^2]^{\frac{1}{2}}}$$

des durch drei aufeinander folgende Kurvenpunkte beftimmten Kreifes bezeichnet. Diefer Kreis liegt in der Schmiegungsebene und heißt Krümmungskreis. Das Lot auf der Schmiegungsebene im Mittelpunkt des Krümmungskreifes heißt Krümmungsachfe; letztere ift die Schnittlinie zweier aufeinander folgender Normalebenen. Die Krümmungsachfen umhüllen die abwickelbare Polarfläche. Die Richtungskofinus der Binormale (und der Krümmungsachfe) find

$$\varrho\,\frac{y'z'' - z'y''}{\sqrt{(x'^2 + y'^2 + z'^2)^3}} \text{ u. f. w.}$$

Die Schnittlinie der Normal- und der Schmiegungsebene heißt Hauptnormale; diefe ftehet auf der Tangente und der Binormale fenkrecht. Die Richtungskofinus derfelben find

$$\varrho\,\frac{d\,\frac{dx}{ds}}{ds},\quad \varrho\,\frac{d\,\frac{dy}{ds}}{ds},\quad \varrho\,\frac{d\,\frac{dz}{ds}}{ds}$$

oder, wenn wir für das folgende feftfetzen, daß der Parameter t, der zur Beftimmung der Raumkurve dient, gerade die Bogenlänge s ift: $\varrho\,\frac{d^2x}{ds^2}$, $\varrho\,\frac{d^2y}{ds^2}$, $\varrho\,\frac{d^2z}{ds^2}$; daher die Gleichungen der Hauptnormale

$$\frac{\xi - x}{x''} = \frac{\eta - y}{y''} = \frac{\zeta - z}{z''},$$

wo jetzt die Striche Ableitungen nach s bedeuten. Damit wird der Krümmungsradius

$$\varrho = \frac{ds}{\sqrt{(dx')^2 + (dy')^2 + (dz')^2}}$$

und die Koordinaten des Krümmungsmittelpunktes find

$$x + \varrho^2\,\frac{dx'}{ds};\quad y + \varrho^2\,\frac{dy'}{ds};\quad z + \varrho^2\,\frac{dz'}{ds}.$$

Als Torfionsradius r wird das Verhältnis des Bogenelements ds zum Winkel $d\eta$ zweier aufeinander folgender Schmiegungsebenen (Torfionswinkel) bezeichnet. Mit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

$$X=\begin{vmatrix} dy\,dz \\ d^2y\,d^2z \end{vmatrix};\quad Y=\begin{vmatrix} dz\,dx \\ d^2z\,d^2x \end{vmatrix};\quad Z=\begin{vmatrix} dx\,dy \\ d^2x\,d^2y \end{vmatrix};\quad M=X\,d^3x+Y\,d^3y+Z\,d^3z$$

wird $$r=\frac{M\,ds}{X^2+Y^2+Z^2}=\frac{ds}{d\tau},\quad \text{wo } d\tau=\sqrt{(d\cos\lambda)^2+(d\cos\mu)^2+(d\cos\nu)^2},$$

wenn $\cos\lambda$, $\cos\mu$, $\cos\nu$ die Richtungskoſinus der Binormalen ſind. Ein Kreiskegel, der drei aufeinander folgende Schmiegungsebenen berührt, heißt Schmiegungskegel. Auf der Hauptnormalen ſenkrecht ſteht die rektifizierende Ebene $(\xi-x)\,x''+(\eta-y)\,y''+(\zeta-z)\,z''=0$. Dieſe enthält die Tangente und die Binormale. Die rektifizierenden Ebenen umhüllen eine abwickelbare Fläche, die rektifizierende Abwicklungsfläche, von der die Raumkurve eine geodätiſche Linie iſt. Die Schnittlinie je zweier aufeinander folgender rektifizierender Ebenen, die rektifizierende Kante, iſt zugleich Achſe des Schmiegungskegels. Die rektifizierende Fläche dagegen iſt die Zentrafläche der zur Raumkurve gehörigen Abwickelbaren. Schmiegungskugel heißt die durch vier aufeinander folgende Punkte der Raumkurve hindurchgehende Kugel. Ihr Radius iſt

$$R=\sqrt{\varrho^2+\left(\frac{d\varrho}{d\eta}\right)^2}$$

(Radius der ſphäriſchen Krümmung). Die Mittelpunkte der Schmiegungskugeln bilden die Rückkehrkante der abwickelbaren Polarfläche. Der Krümmungskreis iſt der Schnitt der Schmiegungsebene und der Schmiegungskugel. Die Evoluten der Raumkurve, d. h. die Kurven der Art, daß durch Abwicklung eines über dieſelben geſpannten Fadens die Raumkurve erzeugt wird, ſind geodätiſche Linien der abwickelbaren Polarfläche. Der Ort der Krümmungszentra iſt keine Evolute.

C. **Beſondere Raumkurven.** Eine Raumkurve dritter Ordnung [8]—[11] entſteht als Schnittkurve zweier Flächen zweiter Ordnung, die außerdem noch eine Gerade gemein haben, oder als Erzeugnis von drei projektiviſchen Ebenenbüſcheln. Sie wird auch als kubiſcher Kegelſchnitt bezeichnet. Sie iſt durch ſechs Punkte beſtimmt, ihre Klaſſe iſt gleich vier. Die zugehörige Abwickelbare iſt von der vierten Ordnung und von der dritten Klaſſe. Ihre Projektion auf irgend eine Ebene iſt eine Kurve dritter Ordnung mit Doppelpunkt, ſo daß die Raumkurve einen ſcheinbaren Doppelpunkt beſitzt. Je nach dem Verhalten im Unendlichen unterſcheidet man: kubiſche Hyperbel mit drei reellen unendlich fernen Punkten; kubiſche Ellipſe mit zwei komplexen und einem reellen unendlich fernen Punkt; kubiſch-hyperboliſche Parabel mit zwei zuſammenfallenden und einem einzelnen unendlich fernen Punkt; kubiſche Parabel mit drei zuſammenfallenden unendlich fernen Punkten. Unter den Kurven vierter Ordnung [12] unterſcheidet man zwei Spezies. Die erſte Spezies [13]—[15] iſt der vollſtändige Schnitt zweier Flächen zweiter Ordnung. Sie haben zwei ſcheinbare Doppelpunkte und ihre Koordinaten können als elliptiſche Funktionen eines Parameters dargeſtellt werden. Die zweite Spezies [16], [27] iſt der Schnitt einer Fläche zweiter mit einer ſolchen dritter Ordnung, wenn beide außerdem noch zwei windſchiefe Gerade gemein haben. Dieſe Kurven haben drei ſcheinbare Doppelpunkte und ihre Koordinaten können (ebenſo wie diejenigen der Raumkurven dritter Ordnung) als rationale Funktionen eines Parameters dargeſtellt werden. Sphäriſche Kurven ſind die Schnittpunkte einer Kugel mit einer Fläche [17], [25], [26]. Iſt letztere eine konzentriſche Fläche zweiter Ordnung, ſo entſteht ein ſphäriſcher Kegelſchnitt [18]—[21], [28], [29].

Literatur: [1] Salmon, G., Analyt. Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, 3. Aufl., II, Leipzig 1880, 2. Kap. — [2] Hagen, G., Synopſis der höheren Mathematik, II, Berlin 1894, S. 310–320. — [3] Serret, Lehrbuch der Differentialrechnung, deutſch von Harnack, Leipzig 1884, 9. Kap. — [4] Schell, W., Allgemeine Theorie der Kurven doppelter Krümmung, 2. Aufl., Leipzig 1898. — [5] Autonne, Sur la représentation des courbes gauches algébraiques, Paris 1896. — [6] Bianchi, Vorleſungen über Differentialgeometrie, deutſch von Lukat, Leipzig 1896, 1. Kap. — [7] Joachimsthal, Anwendungen der Differential- und Integralrechnung auf die allgemeine Theorie der Flächen und der Linien doppelter Krümmung, 3. Aufl., Leipzig 1890. — [8] von Drach, Einleitung in die Theorie der kubiſchen Kegelſchnitte, Leipzig 1867. — [9] Baur, M., Die Raumkurven dritter Ordnung und Klaſſe, Stuttgart 1874. — [10] Rolleder, Die Raumkurven dritter Ordnung als Schnittlinien zweier windſchiefer Flächen zweiter Ordnung, Wien 1881. — [11] Schröter, H., Theorie der Oberflächen zweiter Ordnung und der Raumkurven dritter Ordnung als Erzeugniſſe projektiviſcher Gebilde, Leipzig 1880. — [12] Eberhard, Die Raumkurven vierter Ordnung erſter und zweiter Spezies im Zuſammenhang mit den Steinerſchen Schließungsproblemen, Leipzig 1887. — [13] Michael, Die Raumkurven vierter Ordnung erſter Art, Marburg 1889. — [14] Schröter, H., Grundzüge einer rein geometriſchen Theorie der Raumkurven vierter Ordnung erſter Spezies, Leipzig 1890. — [15] Clebſch-Lindemann, Vorleſungen über Geometrie, Bd. 2, 1. Teil, Leipzig 1891, 2. Abt., 10. und 11. Kap. — [16] Jolles, Die Raumkurven vierter Ordnung zweiter Spezies, ſynthetiſch behandelt, Straßburg 1883. — [17] Hoffmann, Ueber ſphäriſche Kurven, Göttingen 1876. — [18] Geiſenheimer, Ueber ſphäriſche Kegelſchnitte, Jena 1869. — [19] Vogt, Der ſphäriſche Kegelſchnitt, Breslau 1873. — [20] Ide, Zur analytiſchen Behandlung der ſphäriſchen Kegelſchnitte, Marburg 1876. — [21] Höchſtetter, Ueber ſphäriſche Kegelſchnitte, Ulm 1880. — [22] Reye, Th., Die Geometrie der Lage, 2. Abt., 2. Aufl., Leipzig 1882, Vortr. 12 bis 14; 19. — [23] Hoppe, Lehrbuch der analytiſchen Kurventheorie, Leipzig 1880. — [24] Kommerell, V. und K., Allgemeine Theorie der Raumkurven und Flächen erſter und zweiter Ordnung, Leipzig 1903. — [25] Forcke, Kurven auf der Kugeloberfläche, Hameln 1891. — [26] Krämer, Beitrag zur analytiſchen Unterſuchung ſphäriſcher Kurven, Marburg 1902. — [27] Rohn, Die Raumkurve vierter Ordnung zweiter Spezies, Leipzig 1890. — [28] Reiſenhofer, Die ſphäriſchen Kegelſchnitte, Kremſier 1902. — [29] Schmidt, Ueber die ſphäriſchen Kegelſchnitte Prag 1905.

Wölffing.

Raumlöffel (Krätzer), ſ. Bohr- und Sprengarbeit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Raumſchots, Kursrichtung eines Segelſchiffes mit Bezug auf die Windrichtung, bei welcher der Wind ſo auf die Segel einfällt, daß dieſe mit raumer (loſer) Schot geführt werden können. *T. Schwarz.*

Raumſtringer, ſ. Schiffbau.

Rauſchbuhnen, Buhnen (ſ. d.), die einander genau gegenüberſtehen, das Fahrwaſſer für die Schiffahrt regelmäßig in der Mitte erhalten und vertiefen.

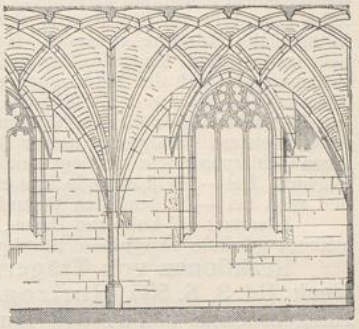
Rauſche, ſ. Pflanzungen bei Regulierungswerken.

Rauſchgelb, -rot, ſ. Auripigment und Arſenſulfide.

Rauſchgold, ſehr dünnes Meſſingblech.

Raute, in der Geometrie, ein ſchiefwinkliges, gleichſeitiges Parallelogramm; ſ. a. Edelſteinſchleiferei und Schloß.

Rautenfries, ein namentlich im normanniſchen und romaniſchen Stil vorkommender Fries, der ſich aus fortlaufenden rhombenartigen Gliedern (Rauten) zuſammenſetzt. *Weinbrenner.*



Rautengewölbe, ſpätgotiſche Gewölbeform, bei der die Wölbfläche durch die ſich ſchräg durchkreuzenden Rippen in Rauten zerlegt erſcheint. Ein ſchönes Beiſpiel bietet das Parlatorium des Kloſters Maulbronn aus dem Ende des 15. Jahrhunderts (ſ. die Figur).

Literatur: Paulus, D. E., Die Ciſterzienſerabtei Maulbronn, Stuttgart 1884. *Weinbrenner.*

Rautenglas, in Rautenform geſchnittene Glasſcheiben, welche in Bleifaſſung neben den Butzenſcheiben (ſ. d.) zu den im Mittelalter üblichen Fenſterverglaſungen verwendet wurden (ſ. d. Figur). *Weinbrenner.*



Rautenglas.

Rautenſpat, ſ. v. w. Dolomit (ſ. d.).

Rautenverband, ſ. Steinverband.

Raymondsblau, ſ. Pariſerblau.

Rayonnieren und Meſſen, ſ. Meßtiſch, Bd. 6, S. 394.

Rb, in der Chemie Zeichen für Rubidium.

Reaktionen, chemiſche, die Bildung eines oder mehrerer chemiſcher Stoffe aus einem oder mehreren andern.

Man unterſcheidet vollſtändige und unvollſtändige Reaktionen, je nachdem die urſprünglichen reagierenden Stoffe ganz oder nur teilweiſe ſich in die Reaktionsprodukte umwandeln. Im letzteren Falle iſt der Endzuſtand, den die Reaktion herſtellt, ein „chemiſches Gleichgewicht". Theoretiſch ſind alle Reaktionen als unvollſtändige anzuſehen, nur ſind häufig die beim Gleichgewicht noch vorhandenen Mengen der urſprünglichen Stoffe ſehr gering gegen die Menge der Reaktionsprodukte. Je nach der Zahl der zur Reaktion notwendigen Molekeln des oder der reagierenden Stoffe, die das Reaktionsprodukt liefern, bezeichnet man eine Reaktion als uni-, bi-, trimolekular u. ſ. w.; ſo iſt: $NH_4Cl = NH_3 + HCl$ unimolekular; $NH_3 + HCl = NH_4Cl$ bimolekular; $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ trimolekular. Kann eine Reaktion (durch Aenderung der äußeren Bedingungen oder der Mengenverhältniſſe) auch im umgekehrten Sinne verlaufen, ſo daß aus dem Reaktionsprodukt die urſprünglichen Stoffe auch zurückgebildet werden können, ſo heißt ſie umkehrbar. So entſteht einerſeits aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff Waſſer, jedoch (bei ſehr hoher Temperatur) auch umgekehrt aus Waſſer Waſſerſtoff und Sauerſtoff; der aus Ammoniak und Chlorwaſſerſtoff gebildete Salmiak bildet umgekehrt auch wieder Ammoniak und Chlorwaſſerſtoff; aus Alkohol und Säure bilden ſich Eſter und Waſſer, aus letzteren aber auch umgekehrt Alkohol und Säure, wobei die Richtung der Reaktion durch die Mengenverhältniſſe der Stoffe beſtimmbar iſt.

Stürmiſche Reaktionen ſind ſolche, die Wärme entwickeln und ſo ſchnell verlaufen, daß die entwickelte Wärme nicht an die Umgebung abgegeben, ſondern zur Erhitzung der reagierenden Stoffe verwandt wird. Dadurch wird die Reaktionsgeſchwindigkeit (ſ. d.) ſtark erhöht und ſo die Wärmeentwicklung beſchleunigt, was in extremen Fällen mit einer Exploſion (ſ. d.) identiſch iſt.

Literatur: Nernſt, Theoretiſche Chemie, Stuttgart 1893. *Abegg.*

Reaktionen, chemiſche, bei tiefer Temperatur. Um die Moleküle und Atome der Körper in Schwingungen zu verſetzen und die Atome verſchiedener mechaniſch zuſammengebrachter Subſtanzen miteinander in chemiſche Reaktion treten zu laſſen, iſt die Zufuhr von äußerer Energie notwendig, die im allgemeinen in Geſtalt der Erwärmung geſchieht. Bei vielen Körpern genügt hierzu ſchon die normale Temperatur, bei andern iſt künſtliche Wärmezufuhr notwendig. Es folgt aus dieſen Tatſachen, daß, je mehr man die Temperatur der Körper dem abſoluten Nullpunkt nähert, bei welchem die Bewegungsform der Moleküle, die wir Wärme nennen, vollſtändig aufhört, um ſo geringer die Reaktionsfähigkeit werden muß, und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

daß die eine Reaktion ſchon bei einer geringen, die andre bei einer ſtärkeren Abweichung von der normalen Temperatur zum Stillſtand kommen wird. Beobachtungen in dieſer Richtung finden ſich vereinzelt in der Literatur verſtreut; ſo geben Loir und Drion an, daß bei -65^0 flüſſiger Ammoniak auf Schwefelſäure geſchichtet werden kann, ohne Reaktion zu zeigen [1]. Eingehend haben ſich erſt Pictet und ſeine Mitarbeiter mit dieſem Gebiet beſchäftigt und eine große Anzahl von wichtigen Tatſachen feſtgeſtellt [2].

Das intereſſanteſte Beiſpiel für das Aufhören der chemiſchen Reaktionen bei tiefen Temperaturen iſt folgendes: Kühlt man mit Hilfe eines Gemiſches von feſter Kohlenſäure und Aether, wodurch man etwa eine Temperatur von 90^0 erhält, gewöhnliche rohe Salzſäure (die bei dieſer Temperatur nicht erſtarrt) ab und bringt man ein Stückchen metalliſches Natrium, das an einem Eiſendraht aufgeſpießt iſt und mit dieſem in einem Reagenzglas hängt, auf dieſelbe Temperatur, ſo tritt keinerlei Reaktion ein, wenn man das Natrium vermittelſt des Drahtes in die kalte Salzſäure eintaucht. Nachdem die Flüſſigkeit ſich einige Minuten erwärmt hat, ſieht man zunächſt längs des Eiſendrahtes Waſſerſtoffblaſen ſich entwickeln, und einige Sekunden ſpäter verzehrt ſich das Natrium mit exploſionsartiger Geſchwindigkeit in der Säure. Beſonders intereſſant iſt dabei auch die Tatſache, daß das Eiſen, deſſen Reaktion mit Salzſäure doch erheblich ſchwächer iſt als die des Natriums, ſchon bei einer tieferen Temperatur zu reagieren anfängt als das letztere. Bringt man ferner Schwefelſäure von der Zuſammenſetzung $H_2SO_4 + 7\,H_2O$, deren Gefrierpunkt ſehr tief liegt, und gepulverten Marmor bei -70^0 zuſammen, ſo erfolgt keine Reaktion. Bei -52^0 iſt die erſte Spur einer Reaktion bemerklich, bei -15^0 wird dieſelbe energiſch und zeigt bei -7^0 denſelben Verlauf wie bei normaler Temperatur.

Literatur: [1] Loir und Drion, Ann. chim. phys. (3), 56, 1. — [2] Pictet, Essai d'une méthode générale de synthèse chimique, Genf 1893. *(Thilo) Bujard.*

Reaktionen von Trägerſtützen, ſ. Aktivkräfte, Bd. 1, S. 121, Fachwerk, Bd. 3, S. 535, Horizontalſchub, Bd. 5, S. 138, Träger, Balken, Bogen, Hängebrücken u. ſ. w. vgl. Auflager. Ueber notwendige und überzählige Reaktionen, ſ. Fachwerke, ſtatiſch unbeſtimmte, Bd. 3, S. 551, Träger, vgl. Träger, zuſammengeſetzte, Verſchiebungsarbeit.

Reaktionsgeſchwindigkeit, die in der Zeiteinheit umgeſetzte Menge reagierender Stoffe.

Dieſer von Guldberg und Waage [1] in die wiſſenſchaftliche Chemie eingeführte Begriff iſt von höchſter Bedeutung für das Verſtändnis der chemiſchen Kräfte, indem er außer von den Mengenverhältniſſen der reagierenden Stoffe nur noch von dieſen Kräften abhängt. Die Meſſung der Reaktionsgeſchwindigkeiten iſt alſo ein Mittel, für die zwiſchen zwei reaktionsfähigen Stoffen wirkende chemiſche Affinität ein Maß in Zahlen zu gewinnen. Die Reaktionsgeſchwindigkeit ſteigt rapide mit der Temperatur, mehr wie jede andre phyſikaliſche Konſtante, in der Regel für je 10^0 Temperaturerhöhung auf den zwei- bis dreifachen Wert. Manche bei gewöhnlicher Temperatur unmerklich langſame Reaktion geht bei höherer exploſionsartig ſchnell, wie die Verbindung Waſſerſtoff und Sauerſtoff. Das Aufhören einer Reaktion bei tiefer Temperatur (Natrium und Salzſäure bei -80^0) iſt oft nur ſcheinbar, nämlich eine ſehr ſtarke Verzögerung der Reaktionsgeſchwindigkeit. Bei konſtanter Temperatur nimmt die Geſchwindigkeit im Verlauf der Reaktion ab, wenn die Mengen der reagierenden Stoffe, wie ſtets der Fall, durch die Reaktion ſich verringern, ſie iſt dieſen Mengen einerſeits und der Affinität, alſo der die Reaktion treibenden Kraft anderſeits proportional [2].

Literatur: [1] Guldberg und Waage, Oſtwalds Klaſſiker der exakten Wiſſenſchaften, Nr. 104. — [2] Oſtwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie, Leipzig 1886/87, Bd. 2; Nernſt, Theoretiſche Chemie, 4. Aufl., Stuttgart 1903. *Abegg.*

Reaktionsſchmelzen, ſ. Röſt- und Reaktionsprozeſſe unter Blei, Kupfer.

Realgar, ſ. Arſenſulfide, Bd. 1, S. 305.

Realſche Preſſe (Hydroſtatiſche Preſſe) beſteht in einem geſchloſſenen, zerkleinerte Pflanzenſtoffe aufnehmenden Gefäße und einer damit verbundenen mit Waſſer gefüllten Röhre von beträchtlicher Höhe. Durch den Druck der Waſſerſäule wird kaltes Waſſer durch die auszuziehende Maſſe getrieben. Das Extrakt ſammelt ſich unterhalb des Gefäßes (ſ. a. Auslaugen). *A. Widmaier.*

Reambulierung, Fortführung der Kataſtervermeſſungen (ſ. Bd. 5, S. 406).

Réaumurſche Legierung, Legierung aus 7 Teilen Antimon und 3 Teilen Eiſen; ſehr hart, gibt beim Feilen Funken.

Rebenſchwarz, Druſenſchwarz, Frankfurterſchwarz, Hefeſchwarz, Caſſelerſchwarz, Cölnerſchwarz, Wienerſchwarz, urſprünglich eine aus Weinreben, Weintreſtern und Weinhefe durch Verbrennen unter Luftabſchluß hergeſtellte Körperfarbe von tiefer Schwärze und großer Leichtigkeit.

Die beſten Sorten gewann man aus Hefe, die geringeren aus Weintreſtern, Rebenabſchnitten oder Rebenholz. Heute wird das Rebenſchwarz gewöhnlicher Sorte aus Kohlen andrer Holzarten hergeſtellt. Alle Kohlenſchwarz beſitzen zwar im Vergleich zu Ruß eine geringere Deckkraft, weil in dieſem der Kohlenſtoff außerordentlich fein verteilt iſt, allein ſie haben die gute Eigenſchaft, rein ſchwarz zu erſcheinen; miſcht man Kohlenſchwarz mit weißen Körpern, z. B. Bleiweiß, Kreide, ſo erhält man ein reines oder etwas ins Bläuliche fallendes, nicht aber ein bräunliches oder fuchſiges Grau, wie es bei der Verwendung von Ruß der Fall iſt. *Andés.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Receiver, ſ. Aufnehmer.

Rechenblatt, ſ. Graphiſche Tafel.

Rechenbrett, Hilfsmittel zur Erleichterung des Addierens und Subtrahierens, beſtehend aus Reihen von je 10 Kugeln, Knöpfen oder dergl. auf Drähten, Schnüren oder in Rinnen zur Darſtellung der Einer, Zehner, Hunderter u. ſ. w. Bei manchen Formen des Rechenbretts ſind ſtatt 10 Kugeln deren 5, 6 oder 7 in jeder Reihe vorhanden, von zweierlei Farbe oder Größe, wobei 4 oder 5 von ihnen je eine Einheit, die übrigen je fünf Einheiten der betreffenden Ordnung bedeuten.

Im Altertum und vor Einführung der arabiſchen Ziffern auch in Weſteuropa (als „Abakus“) allgemein benutzt, iſt es jetzt in Rußland als „Stſchoty“, in China als „Swán-pân“, in Japan als „Soroban“ noch in fortwährendem Gebrauch. Das Rechenbrett auch bei uns wieder in das praktiſche Rechnen einzuführen, hat A. R. v. Loehr vorgeſchlagen [1]. Sonſtige Angaben und Literatur in [2], erweitert in [3] der franzöſiſchen Ausgabe von [2].

Literatur: [1] Oeſterr. Eiſenbahnztg. 1897, S. 9. — [2] Encyklopädie der mathem. Wiſſenſchaften mit Einſchluß ihrer Anwendungen, Bd. 1, 2. Teil, Leipzig 1900/04, S. 953. — [3] Encyclopédie des sciences mathématiques, Bd. 1, 4. Lief., S. 227. *Mehmke.*

Rechenmaſchinen, im weiteren Sinne, alle Vorrichtungen zur mechaniſchen Ausführung von Zahlenrechnungen.

A. **Eigentliche Rechenmaſchinen.** Hierher gehören alle Vorrichtungen, bei denen durch zwangläufige Bewegungen Ziffern oder Zeiger ſo geſtellt werden, daß ſie die Ergebniſſe vorgeſchriebener Rechnungen darſtellen.

Die erſte Rechenmaſchine hat Blaiſe Pascal 1642 erfunden [1]—[3], [5]. Sie diente nur zum Addieren und Subtrahieren. Die Räder für die Einer, Zehner u. ſ. w. wurden mit einem Stift herumgedreht; ähnlich iſt es noch bei dem handlichen Apparat „Union“ von J. Ugrich in Charlottenburg (Preis 9 ℳ) zur unmittelbaren Addition und Subtraktion zweiziffriger Zahlen mit nur einer drehbaren Scheibe für die Zahlen von 1—100 [3]. Ein ſchnelleres Arbeiten erlauben die Additionsmaſchinen mit Taſten, von welchen erwähnt ſeien die Additionsmaſchine „Summa“ von Max Mayer in München mit neun Taſten für die Zahlen 1—9 (Preis 75 ℳ) [2], [3], der „Comptometer“ von Felt & Tarrant in Chicago (Preis achtſtellig 520 ℳ) mit je neun Taſten für die Einer, Zehner, Hunderter u. ſ. w. [1], [3], ferner unter den zugleich mit Vorrichtung zum Drucken der Summanden und der Summe ausgerüſteten Additionsmaſchinen die von W. S. Burroughs („Registering Accountant“, in vielen deutſchen Poſtämtern im Gebrauch) [1]—[3], und die von W. Heinitz, ausgeführt von der Kontrollkaſſen- und Rechenmaſchinenfabrik „Monopol“ in Dresden (Preis neunſtellig 1000 ℳ, mit elektriſchem Antrieb für Gleichſtrom 1300 ℳ) [2], [3].

Die erſte, auf alle vier Spezies eingerichtete Rechenmaſchine hat G. W. Leibniz (unabhängig von Pascal, vor September 1671) erfunden [1]—[3], [5]. Von zwei ausgeführten Exemplaren dieſer Maſchine iſt das eine von A. Burkhardt wieder inſtand geſetzt worden [6], das andre verſchollen. Die erſte praktiſch brauchbare Rechenmaſchine hat der württembergiſche Pfarrer Ph. M. Hahn 1774 zuſtande gebracht [7]; größere Verbreitung iſt jedoch erſt dem 1820 patentierten „Arithmometer“ des Elſäſſers Ch. X. Thomas beſchieden geweſen [1]—[3], [8], welche Rechenmaſchine, im einzelnen verbeſſert, in Deutſchland ſeit 1878 von A. Burkhardt in Glashütte (Sachſen) hergeſtellt wird (Preis bei acht und neun Stellen für Multiplikand und Multiplikator, 16 Stellen für das Produkt 475 ℳ) [2], [3], [5], [8]. Derſelben Bauart gehört die Rechenmaſchine „Saxonia“ an, die, mit zwei Zählwerken verſehen, den Namen „Unitas“ führt; beide Maſchinen werden von Ludwig Spitz & Co. in Berlin geliefert. Alle dieſe Rechenmaſchinen, zu denen zahlreiche hier nicht erwähnte hinzukommen, ſind untereinander und mit der Leibnizſchen verwandt, namentlich in der Hinſicht, daß ſie im ſogenannten Schaltwerk als weſentlichen Beſtandteil die von Leibniz erfundene „Stufenwalze“ oder „Staffelwalze“ mit neun Zähnen ungleicher Länge enthalten.

Eine andre Gruppe von Rechenmaſchinen hat ſtatt der Stufenwalzen Räder mit neun ein- und ausrückbaren Zähnen (Sproſſenräder), wie ſolche Leibniz ebenfalls ſchon vorgeſchlagen hat [9]. Hierzu gehören von neueren Rechenmaſchinen der Arithmometer von W. Odhner in St. Petersburg (1878 erſtmals in Deutſchland patentiert) [2], [3], in Deutſchland unter dem Namen „Brunsviga“ von Grimme, Natalis & Co. in Braunſchweig hergeſtellt und ſeit 1892 im Handel (Preis neun-, acht-, dreizehnſtellig ℳ 300) [2], [3], [5]. Die Konſtruktion dieſer Maſchine bedeutete zu ihrer Zeit wegen ihrer geringeren Größe und der zweckmäßigen Anordnung der Teile einen Fortſchritt, ſie iſt aber nicht zwangläufig und hat einen ſchweren Gang. Eine Abart bildet die „Berolina“ von Ernſt Schuſter in Berlin, die auch, unter dem Namen „Duplikator“, mit doppeltem Zählwerk geliefert wird (wie die obenerwähnte „Unitas“). Verwandt mit Odhners Arithmometer, aber vollkommener, iſt Küttners Rechenmaſchine, die von der Kontrollkaſſen- und Rechenmaſchinenfabrik „Monopol“ in Dresden in zwei Formen („Simplex“ und „Duplex“) hergeſtellt wird [2]. In bezug auf geringe Größe, Handlichkeit und leichten Gang übertrifft alle bisherigen Rechenmaſchinen die von Ch. Hamann in Friedenau erfundene „Gauß“, in einer neueren Form „Mercedes“ genannt (Preis mit ſechs Stellen im Multiplikanden ℳ 200) [3], [10], [11]; ſtatt der Stufenwalzen oder Sproſſenräder hat ſie eine Stufenſcheibe. Während bei den vorher genannten Rechenmaſchinen die Multiplikation durch wiederholte Addition (die Diviſion durch wiederholte Subtraktion) bewirkt wird, ſind in neuerer Zeit auch leiſtungsfähigere eigentliche Multiplikationsmaſchinen gebaut worden, die erſte 1888 von Léon Bollée in Le Mans (nicht mehr im Handel) [1]—[3], eine andre (Patent Otto

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Steiger), deren jetziger Handelsname „Millionär“ iſt, von Hans W. Egli in Zürich [2], [3] (Preis acht-, acht-, ſechzehnſtellig 1050 ℳ), zu denen noch die neuere Rechenmaſchine von E. Selling (D.R.P. Nr. 149564) hinzugekommen iſt [12]. Einen Uebergang zu den Multiplikationsmaſchinen bildete ſchon die ältere Rechenmaſchine von Selling (1886) [1]—[3]. — Erwähnt ſeien ferner die ſogenannten Differenzenmaſchinen, die ſelbſttätig Zahlen- (z. B. Logarithmen-)tafeln berechnen und zugleich drucken oder ſtereotypieren können. Der Gedanke geht auf Joh. Helferich Müller (1786) zurück [1]—[3]. Die von Charles Babbage 1812 erfundene Differenzenmaſchine iſt unvollendet geblieben [1]—[3]; wirklich zuſtande gekommen ſind die in zwei Exemplaren vorhandene Differenzenmaſchine der Schweden Georg und Eduard Scheutz [1]—[3] und die von M. Wiberg [1]—[3]. — Es möge hier noch der Mechanismen zur (angenäherten) Berechnung rationaler ganzer Funktionen und Auflöſung numeriſcher Gleichungen gedacht werden, unter denen die von Torres in ihren Leiſtungen am weiteſten gehen [1]—[3].

B. **Rechenapparate.** Die Multiplikation von Zahlen beliebiger Größe mit einſtelligen Zahlen wird auf eine Addition zurückgeführt durch die Neperſchen Rechenſtäbchen vom Jahre 1617 [1]—[3], die neuerdings wieder in verſchiedenen Ausſtattungen, z. B. als „Erleichterungstafel“ von J. Blater [13], in den Handel gebracht worden ſind; bei der „réglettes multiplicatrices“ genannten vervollkommneten Form derſelben von Genaille und Lucas [1]—[3], [14] kommt die Addition in Wegfall. Für mehrſtellige Multiplikatoren beſtimmte neuere Apparate, die ſich von den eigentlichen Rechenmaſchinen dadurch unterſcheiden, daß ſie nur die Teilprodukte liefern, die der Rechner dann noch zu addieren hat, ſind z. B. das „Tableau multiplicateur-diviseur“ von Léon Bollée [15], S. 985, und der ähnliche Multiplikationsapparat von Kurt Greuner in Chemnitz i. S. (Preis fünfſtellig ℳ 50) [4], Nachtrag S. 5, ſowie der mit Additionsapparat verbundene „Arithmograph“ von Léon Bollée (Preis ſechsſtellig ℳ 80) [15], S. 977. — Wichtiger als die vorhergehenden ſind die logarithmiſchen Rechenapparate, die auf der 1620 (oder 1623) von dem Engländer E. Gunter erfundenen logarithmiſchen Skala oder Teilung, einer graphiſchen Darſtellung der Logarithmen, beruhen und alle Rechnungen, die ſich auf Multiplikation und Diviſion zurückführen laſſen, mit großer Schnelligkeit auszuführen geſtatten. Beim gewöhnlichen logarithmiſchen Rechenſtab oder Rechenſchieber (engliſch sliding rule, franzöſiſch règle à calcul) mit geradlinigen Teilungen und der üblichen Länge von 25 cm iſt die Genauigkeit im Mittel etwa 0,2 %. Gut ausgeführte Rechenſchieber, mit Teilungen auf weißem Zellhorn, liefern z. B. Dennert & Pape in Altona und A. Neſtler in Lahr i. B. (Preis bei der üblichen Größe und Einrichtung ℳ 6—7). Es gibt zahlreiche Anleitungen zum Gebrauch des logarithmiſchen Rechenſchiebers; als beſonders empfehlenswert ſei [16] genannt.

Schon früh hat man die Genauigkeit des Rechenſchiebers zu erhöhen geſucht, entweder indem man ihn möglichſt lang machte, wodurch er aber unhandlich wurde, oder indem man die logarithmiſche Teilung auf Kreiſe oder Spiralen auftrug, oder indem man ſehr lange Skalen in Stücke zerlegte und die Stücke nebeneinander anordnete. Von neueren derartigen Konſtruktionen ſeien genannt das Rechenrad von A. Beyerlen in Stuttgart (Preis ℳ 20) [2], [3], [5]; Fullers Spiral slide rule (Skala in Form einer Schraubenlinie, Preis ℳ 60) [2], [3], [5], [17], Everett und Hannyngtons Universal proportion tables (roſtförmig, aus Karton oder Holz, Preis der mittleren Größe ℳ 20 bezw. ℳ 60) [2]—[5], [17] und die damit verwandten Rechentafeln von Scherer (Teilungen auf Blech und Glimmer, Genauigkeit im Mittel 0,02 %, Preis ℳ 12) [4], [5] und von R. Pröll in Dresden (auf Karton und Zellhorn, Preis ℳ 3) [18]; Thachers Cylindrical slide rule (Genauigkeit faſt wie bei einer fünfſtelligen Logarithmentafel, Preis ℳ 150) [2]—[5]. Rechenſchieber für beſondere Zwecke, z. B. für Tachymetrie, für die Berechnung der Abmeſſungen von Balken, Trägern, Wellen, Stützmauern u. ſ. w., die Leiſtungen von Dampfmaſchinen, Pumpen, Turbinen u. ſ. w., ſind namentlich in England, neuerdings auch in Deutſchland viele konſtruiert worden [2], [3]. Ueber den neueſten Turbinenrechenſchieber von Holl ſ. Waſſermotoren; Logometer nennt Meyers Konverſationslexikon einen Maßſtab zur Löſung trigonometriſcher Aufgaben.

Literatur: Das ganze Gebiet umfaſſende Schriften ſind [1]—[3]; viele Beſchreibungen und Abbildungen findet man auch in [4]. — [1] d'Ocagne, M., Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques, 2e éd., Paris 1905. — [2] Mehmke, R., Numeriſches Rechnen, Encyklopädie der mathematiſchen Wiſſenſchaften mit Einſchluß ihrer Anwendungen, Bd. 1, 2. Teil, Leipzig 1900/04, S. 952—978, 1053—1073. — [3] Mehmke, R., und d'Ocagne, M., Calculs numériques, Encyclopédie des sciences mathématiques, t. I, 4e cahier, S. 226. — [4] Dyck, W., Katalog mathematiſcher und mathematiſch-phyſikaliſcher Modelle, Apparate und Inſtrumente, München 1892; Nachtrag dazu, München 1893. — [5] Jordan, W., Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 7. Aufl., Stuttgart 1908, S. 159—175. — [6] Burkhardt, A., Die Leibnizſche Rechenmaſchine, Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen 1897, Bd. 26, S. 392. — [7] Hahn, Ph. M., Beſchreibung mechaniſcher Kunſtwerke, erſtes und zweites Stück, Stuttgart 1774. — [8] Reuleaux, F., Die Thomasſche Rechenmaſchine, Freiberg 1862 (Sonderabdruck aus Civilingenieur, Bd. 8), 2. Aufl., unter dem Titel „Die ſogenannte Thomasſche Rechenmaſchine“, Leipzig 1892; die geſchichtlichen Angaben in letzterer Schrift ſind vielfach unrichtig und irreführend. — [9] Jordan, W., Zeitſchr. f. Vermeſſungsweſen 1897, Bd. 26, S. 308. — [10] Semmler, W., ebend. 1906, Bd. 33, S. 10, 33. — [11] Schulz, J. W. G., Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1906, Bd. 26, S. 50. — [12] Selling, E., Neue Rechenmaſchine, Zeitſchr. f. Mathematik u. Phyſik 1905, Bd. 52, S. 86. — [13] Blater, J., Erleichterungstafel, Wien 1889. — [14] Genaille, H., und Lucas, E., Réglettes multiplicatrices, Paris 1885. — [15] Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale 1895, 4e série, t. 10. — [16] Hammer, E., Der logarithmiſche Rechenſchieber und ſein Gebrauch, 4. Aufl., Stuttgart 1908. — [17] Favaro, A., und Terrier, P., Leçons de statique graphique, 2e partie, Paris 1885, S. 70. — [18] Zeitſchr. f. Mathematik u. Phyſik 1901, Bd. 46, S. 218. *Mehmke.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rechenprobe, ein Verfahren, mittels deſſen man ſich von der Richtigkeit einer Rechnung überzeugen bezw. etwaige Fehler ausfindig machen kann.

Berechnet man z. B. die drei Winkel eines Dreiecks aus den Seiten, ſo dient als Probe der Satz, daß die Summe der drei gefundenen Winkel 180° betragen muß. Bei vielen Zahlenrechnungen wendet man beſondere Proben an, die auf der Kongruenz der Zahlen beruhen. Beiſpielsweiſe hat jede Zahl bei der Diviſion mit 9 denſelben Reſt (Neunerreſt), den die Summe ihrer Ziffern mit 9 dividiert ergibt. Man macht nun die Probe bei einer Zahlenrechnung, indem man an Stelle jeder Zahl ihren Neunerreſt ſetzt oder, was dasſelbe iſt, den Neunerreſt ihrer Ziffernſumme. Als Probe der Rechnung $547 \cdot 524 - 753 \cdot 67 = 236177$ dient die Neunerprobe $7 \cdot 2 - 6 \cdot 4 = -10$ oder, wenn wir $2 \cdot 9$ addieren, 8; dieſe Zahl iſt der Neunerreſt von 236177. Etwas komplizierter iſt die Elferprobe; dieſe beruht auf dem Satz, daß man den Elferreſt (Reſt bei Diviſion mit 11) einer Zahl erhält, indem man die erſte, dritte, fünfte u. ſ. w. Ziffer (von hinten angefangen) addiert, die zweite, vierte, ſechſte u. ſ. w. ſubtrahiert und von der entſtehenden Zahl den Elferreſt bildet. Die obige Rechnung gibt: $8 \cdot 7 - 5 \cdot 1 = 51$. Elferreſt iſt 7, zugleich Elferreſt von 236177.

Literatur: [1] Kraut, Rechenproben, Maulbronn 1888. — [2] Krönig, Neue Methode zur Vermeidung und Auffindung von Rechenfehlern mittels der 9er-, 11er-, 37er- und 101er-Probe, Berlin 1855. — [3] Vormueg, Die reduzierten Querſummen und ihre Anwendung zur Kontrolle von Rechnungsergebniſſen, 2. Aufl., Eberswalde 1886. *Wölffing.*

Rechenſcheibe, ſ. v. w. Rechenſchieber (ſ. Rechenmaſchinen) mit Anordnung der Teilungen auf einem Kreis, in der Regel mit beſonderen Skalen; z. B. für die Berechnung der Wechſelräder von Drehbänken u. ſ. w. angewendet.

Rechentafel, thermodynamiſche, für Dampfturbinen (ſ. Bd. 2, S. 650).

Rechts, Rechtsware, ſ. Wirkerei.

Rechtſinnig nennt man beim Bergbau das Einfallen oder die Neigung eines Ganges dann, wenn es die Regel bildet, widerſinnig die Ausnahme. In Sachſen wird das Einfallen dann als rechtſinnig bezeichnet, wenn es parallel dem nächſten Berghang erfolgt, im entgegengeſetzten Fall als widerſinnig.

Recken, Reckeiſen, Reckhammer, Reckwalzen. Recken bezeichnet das Ausſtrecken von Eiſenblöcken, insbeſondere Luppen der Schweißeiſenherſtellungsverfahren (ſ. Schweißeiſen), durch (Reck-)Hämmer oder (Reck-)Walzen zu Stabeiſen, das als Reckeiſen, bei kleinen Abmeſſungen auch als Zain- oder Kraus eiſen bezeichnet wird. *A. Widmaier.*

Reduktion, in der Chemie, die Entfernung des Sauerſtoffs (Desoxydation), des Schwefels, des Chlors, überhaupt des elektronegativen Beſtandteiles einer Verbindung.

Viele Metalle (Eiſen, Zink, Zinn) ſind in den Erzen als Oxyde enthalten, können alſo durch reduzierendes Schmelzen aus denſelben gewonnen werden, weshalb die Reduktion zu den wichtigſten hüttenmänniſchen Prozeſſen gehört. Sie läßt ſich auf verſchiedene Weiſe ausführen. Die Oxyde der Edelmetalle laſſen ſich ſchon durch Glühen reduzieren, die meiſten übrigen Metalloxyde durch Schmelzen mit Kohle oder Waſſerſtoffgas. Wegen ihres Gehaltes an Kohlenſtoff können an Stelle der Kohle viele organiſche Subſtanzen, wie Stärke, Zucker, Fette, Harze, Gummi, Weinſäure, Oxalſäure, treten. Zu den kräftigſten Reduktionsmitteln gehören Kalium, Natrium und der galvaniſche Strom. Der letztere übt ſeine Reduktionswirkung an der Kathode aus, indem er die Kationen ihrer poſitiven Ladungen beraubt, ſo daß dieſe Ionen in den elektroneutralen metalliſchen Zuſtand übergehen (ſ. Elektrolyſe). *Abegg.*

Reduktion auf den Horizont, in der Geodäſie, die an der Meſſung einer „ſchiefen“ (geneigten) Strecke, einer geneigten Fläche, eines mit einem Spiegel- oder Prismeninſtrument erhaltenen Winkels u. ſ. w. anzubringende Korrektion, die das Meſſungsergebnis auf ſeine Horizontalprojektion zurückführt.

Um aus den direkten Meſſungen von Linien, die eine beſtimmte Neigung gegen den Horizont haben, ihre Projektion auf dieſen zu finden, hat man vielfach Tafeln konſtruiert [1], auch für die Inhalte geneigter Flächen kann man ſolche anlegen. Im allgemeinen iſt aber die Beziehung der wirklichen Oberfläche zu ihrer Projektion komplizierter Natur; ſie ſpielt aber eine gewiſſe Rolle, wenn aus Karten (Horizontalprojektionen) auf die erſteren geſchloſſen werden muß [2]. — Auch von der Reduktion von Winkeln auf den Horizont macht man Gebrauch, wenn dieſe Winkel in einem „größten“ Kreis gemeſſen ſind, der durch die anviſierten Objekte und durch das Auge des Beobachters geht. Es iſt dann dieſe Reduktion nur möglich, wenn auch die Höhen der beobachteten Objekte bekannt ſind, und ſie iſt dann gleichbedeutend mit der Berechnung des Winkels zwiſchen den beiden vertikalen Kreiſen aus den drei Seiten des ſphäriſchen Dreiecks: Zenit—Objekt 1—Objekt 2. Sind z_1 und z_2 die Zenitdiſtanzen der anviſierten Objekte [$z_1 = 90 - h_1$, $z_2 = 90 - h_2$], d der gemeſſene Winkel und Δ ſeine Projektion auf den Horizont, ſo hat man:

$$\sin {}^1/_2\,\Delta = \sqrt{\frac{\sin(s - z_1)\sin(s - z_2)}{\sin z_1 \sin z_2}},$$

wo $s = {}^1/_2 (z_1 + z_2 + d)$ iſt.

Ueber die Reduktion von Längenmeſſungen und Flächenangaben von einem Horizont auf einen andern (höher oder tiefer liegenden), z. B. vom Ort einer Meſſung auf das Meeresniveau oder einen Landesvermeſſungshorizont, ſ. für Längen (Grundlinien oder Seiten der Triangulierung) z. B. [3], [4], für Flächenangaben im geographiſchen Sinn [5].

Literatur: [1] Tabellen in den Ingenieur- und Geometerkalendern; für jeden Fall (ausgenommen Baſismeſſung) genügend ſcharfe und ausführliche Tabelle von Hammer. — [2] Brüch, Vergleich der aus den Vermeſſungen hervorgehenden Flächenräume mit jenen, die in der Natur wirklich vorhanden ſind, Mitteil. des k. k. Milit. Geogr. Inſt. Wien, Bd. 7, 1887, Wien 1888. — [3] Helmert, Theorien der höheren Geodäſie., Bd. 1, Leipzig 1880, S. 487. — [4] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 3, 6. Aufl., Stuttgart 1906. — [5] Hammer, Petermanns Geogr. Mitteilungen, Gotha 1895, S. 193—195.

Ambronn.

Reduktion der Winkelgeſchwindigkeiten und der Kräfte am ſtarren Körper. Der Geſchwindigkeitszuſtand eines unveränderlichen Punktſyſtems (ſtarren Körpers) iſt im allgemeinen eine Windungsgeſchwindigkeit, beſtehend in einer Winkelgeſchwindigkeit ω um die Momentanachſe (ſ. d.) und einer Translationsgeſchwindigkeit v_0 parallel dieſer. Dieſe Windungsgeſchwindigkeit (ω_1, v_0) ſtellt auf die einfachſte Art den Geſchwindigkeitszuſtand des Syſtems dar. Nun kann dieſer aber ein zuſammengeſetzter ſein, d. h. er kann aus einer gleichzeitigen Verbindung von irgendwelchen Winkel- und Translationsgeſchwindigkeiten entſpringen. Iſt dies der Fall, ſo kann gefordert werden, die aus dieſen reſultierende Windungsgeſchwindigkeit zu finden. Dieſes Problem iſt das Problem der Reduktion der Winkelgeſchwindigkeiten. Seine Löſung verläuft durchaus ähnlich der Reduktion der Kräfte und Kräfteſyſteme, die in dem Art. Aequivalenz der Kräfte (Bd. 1, S. 86) auseinandergeſetzt wurde. Vgl. a. Aequivalenz unendlich kleiner Drehungen und Schraubungen (Bd. 1, S. 85).

Da ſich jede Translationsgeſchwindigkeit als ein Paar von Winkelgeſchwindigkeiten darſtellen läßt (ſ. Rotation), ſo kann das Problem ſo geſtellt werden: Es ſind n Winkelgeſchwindigkeiten $\omega_1, \omega_2 \ldots \omega_n$ eines Syſtems um n Achſen $a_1, a_2 \ldots a_n$ gegeben; man ſoll die aus ihnen reſultierende Windungsgeſchwindigkeit (ω, v_0) nach Größe und Achſenlage beſtimmen. Trägt man auf jeder Achſe a_i die betreffende Winkelgeſchwindigkeit ω_i als Strecke auf, ſo kann dies Streckenſyſtem zunächſt auf mannigfache Art durch ein ihm äquivalentes dargeſtellt werden. Denn zieht man durch irgendeinen Punkt O des Syſtems mit jeder Achſe a_i eine Parallele und trägt auf ihr ω_i und $-\omega_i$ in entgegengeſetztem Sinne auf, d. h. erteilt man dem Punktſyſtem um dieſe Parallele zwei entgegengeſetzt gleiche Winkelgeſchwindigkeiten ω_i, ſo erhält man an Stelle der ω_i um die verſchiedenen Achſen a_i das Aggregat aller ω_i um die Parallelen des Punktes O in Verbindung mit einem Aggregat von Paaren $(\omega_i, -\omega_i)$, deren Arme die von O auf die Achſen a_i gefällten Perpendikel p_i ſind und deren Achſenmomente $\omega_i p_i$ Translationen ſenkrecht zu den Ebenen der Paare darſtellen. Das Aggregat aller ω_i um die durch O geführten Parallelen zu den Achſen a_i iſt aber nach dem Polygon der Winkelgeſchwindigkeiten äquivalent einer Winkelgeſchwindigkeit $\omega = \Sigma[\omega_i]$ um eine beſtimmte Achſe μ, die Schlußlinie des Polygons und das zweite Aggregat aller $\omega_i p_i$ iſt äquivalent einer Translationsgeſchwindigkeit $v = \Sigma[\omega_i p_i]$, dargeſtellt durch die Schlußlinie v des Polygons der Achſenmomente $\omega_i p_i$; v_0 wird im allgemeinen geneigt ſein gegen die Achſe μ. Mit Hilfe der Theorie der Zentralachſe (ſ. d.) des Streckenſyſtems der ω_i kann aber nun die dem Syſtem der ω_i äquivalente Verbindung (ω, v) erſetzt werden durch die Winkelgeſchwindigkeit ω um eine gewiſſe Achſe μ_0, parallel μ, in Verbindung mit der Translationsgeſchwindigkeit $v_0 = v \cos\lambda$, wenn λ den Winkel (v, μ) bezeichnet, ſo daß (ω, v_0) die geſuchte Windungsgeſchwindigkeit um die Zentralachſe der Winkelgeſchwindigkeiten ω_i, d. h. die geſuchte Reduktion dieſer ω_i darſtellt. Die Zentralachſe liegt in der Ebene, die durch μ ſenkrecht zur Ebene des Winkels λ gelegt werden kann, in einem ſolchen Abſtande r von μ, ſo daß $\omega r = v \sin\lambda$ wird. Von der Zentralachſe μ_0 und der Reduktion (ω, v) für ſie kann man alle andern Darſtellungsweiſen des Geſchwindigkeitszuſtandes erhalten. Indem man mit dieſer Achſe im Abſtande r eine Parallele μ zieht und dem Syſtem um dieſe die entgegengeſetzten Winkelgeſchwindigkeiten ω und $-\omega$ erteilt, überzeugt man ſich leicht, daß der Geſchwindigkeitszuſtand des Syſtems äquivalent iſt der Winkelgeſchwindigkeit $\omega = \Sigma[\omega_i]$ um μ in Verbindung mit einer Translationsgeſchwindigkeit $v = [v_0^2 + r^2\omega^2]^{\frac{1}{2}}$, geneigt gegen μ unter einem Winkel ψ, wofür $\operatorname{tg}\psi = \frac{\omega}{v_0} r$ iſt. Man erkennt leicht, daß v die Geſchwindigkeit der Punkte der Achſe μ iſt. Man kann daher den Geſchwindigkeitszuſtand des Syſtems darſtellen durch eine Translationsgeſchwindigkeit gleich der Geſchwindigkeit v irgend eines Syſtempunktes in Verbindung mit der Winkelgeſchwindigkeit $\omega = \Sigma[\omega_i]$ um eine durch den Punkt gehende, zur Zentralachſe parallele Achſe. Weitere Reduktionen des Geſchwindigkeitszuſtandes auf zwei Winkelgeſchwindigkeiten um zwei ſich kreuzende Achſen, Konſtruktionen der Zentralachſe, die Bedeutung der Spezialfälle ſowie der Zuſammenhang des Komplexes erſten Grades, der von den ſämtlichen Normalen der Bahnen der Syſtempunkte gebildet wird mit den Reduktionen, ſ. bei Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 215—218. Das analoge Problem der Reduktion von n gleichzeitigen Beſchleunigungszuſtänden auf einen reſultierenden Beſchleunigungszuſtand eines unveränderlichen Syſtems iſt ungleich ſchwieriger als das hier behandelte der Reduktion von n Geſchwindigkeitszuſtänden. Eine Löſung derſelben iſt für ebene Syſteme und $n = 2$ gegeben worden von Wittenbauer: „Ueber den Beſchleunigungspol der zuſammen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

gesetzten Bewegung" in Schlömilchs Zeitschrift für Mathematik und Physik, Jahrgang 40, S. 151 bis 158. *(† Schell) Finsterwalder.*

Reduktionsfaktor, s. Meßinstrumente, elektrotechnische.

Reduktionsmaßstäbe, s. Zeichnen, technisches.

Reduktionsmuffen, s. Gasbeleuchtung, Bd. 4, S. 272.

Reduzierfutter, s. v. w. Konusbüchse, -hülse (s. d.).

Reduziermaschine, Bezeichnung für: 1. Hämmermaschine (Fig. 1—2) zum Dünnerhämmern von Drähten und Einziehen (Verengern) von Rohren.

Ihre Wirkungsweise besteht darin, daß zwei einander gegenüberstehende Gesenke *g* mit halbrunden Vertiefungen, welche in dem sich rasch drehenden Ring *s* gleiten können mittels Rollen *r*, die in dem drehbaren Ring angeordnet sind, in der Minute 2000—4000 mal, je nach Größe der Maschine gegeneinander und das zwischen ihnen befindliche Arbeitsstück geschlagen werden [1]. — Hämmermaschinen für Nähmaschinennadelschäfte werden gleichfalls als Reduziermaschinen bezeichnet; eine solche ist in [2] abgebildet.

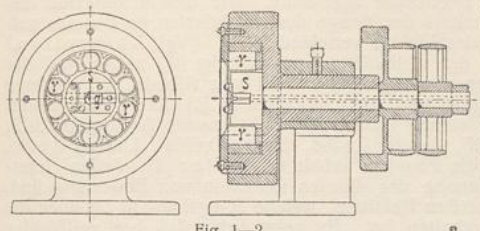


Fig. 1—2.

2. Graviermaschinen, welche nach einem Modell *a* eine verkleinerte Kopie *b* herstellen (Fig. 3) (Leipziger Maschinenbaugesellschaft m. b. H.).

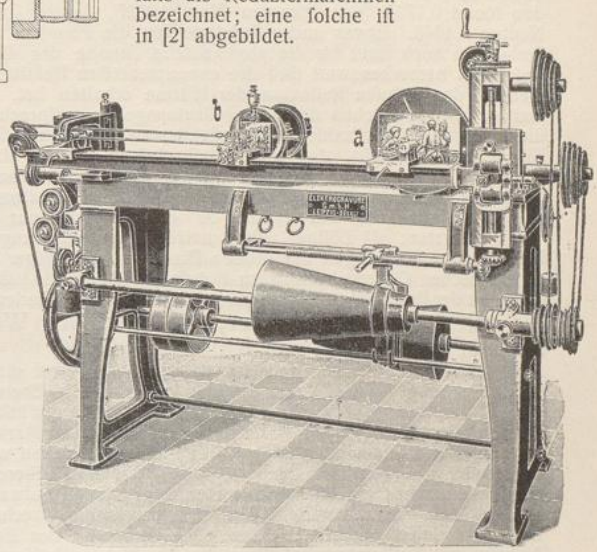


Fig. 3.

Diese Maschinen arbeiten nach dem Tastprinzip. An einem langen Hebel (Wange) ist ein in eine stumpfe Spitze zulaufender Stahlstift befestigt, der mit einer gewissen Kraft gegen das sich drehende (oder hin und her geschobene) Modell gedrückt wird; den Unebenheiten des Modells entsprechend kommt der Hebel in schwingende Bewegung. Er trägt einen Fräser, der die ihm gegenüber befindliche Modellplatte, die sich wie das Modell dreht (bezw. hin und her schiebt) diesem entsprechend ausfräst. Die Maschinen arbeiten ohne Unterbrechung vollständig selbsttätig und rücken sich von selbst aus; sie werden in verschiedenen Anordnungen gebaut [3], [4].

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1897, S. 1300. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, Bd. 3, 3. Abt., 2. Hälfte, S. 1300. — [3] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 423. — [4] Katalog der Leipziger Maschinenbaugesellschaft m. b. H. (vormals Elektrogravüre), Leipzig-Sellerhausen. *A. Widmaier.*

Reduzierte Hauptspannungen, s. Festigkeitsbedingung, Bd. 3, S. 717.

Reede, Ankerplatz in einiger Entfernung vom Hafen (vgl. Seehäfen).

Reef, Reff, derjenige Flächenstreifen eines Segels, der beim Verkleinern desselben aufgerollt und mit Hilfe der Reefbändsel verschnürt wird.

Reef-, Reffbändsel, sehr kurze Enden Leine, die an den Reefbändern befestigt sind und den gereeften Teil des Segels zusammenhalten.

Reeling, Reelung, s. Schiffbau.

Reep, Bezeichnung für ein Tau im Schiffsbetrieb, doch nur in Zusammensetzungen, wie Bojereep, Ruderreep.

Referenzellipsoid, s. Erde, Erdmessung, Bd. 3, S. 483.

Reflektor, teils im allgemeinen ein Spiegel, Scheinwerfer (s. d., ferner Gasbeleuchtung, Bd. 4, S. 272, und Spiegel), der dazu dient, das Licht einer Lichtquelle in bestimmter Richtung zu reflektieren, teils im besonderen ein Fernrohr (s. d.), dessen Objektiv von einem Konkavspiegel gebildet wird.

Reflexion, die Zurückwerfung entweder von elastischen Körpern an Wänden oder von Wellenbewegungen an Widerständen, wie der Wasserwellen, Erdbeben-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wellen, Schallwellen, Wärme- und Lichtwellen an Spiegeln, Hertzschen Wellen an Metallflächen.

Ist die reflektierende Fläche regelmäßig gebildet, so befolgt die Reflexion der Wellen, analog der Reflexion von elastischen Kugeln, das Reflexionsgesetz, vgl. Art. Licht, Bd. 6, S. 152/153, und Spiegel. Sind aber die Flächen unregelmäßig gebildet mit Rauhigkeiten, deren Ausdehnung nicht klein ist im Vergleich mit der Wellenlänge, so hat man den Fall der **diffusen Reflexion**, welche dem Gesetze der Spiegelung nicht gehorcht. Während die Flächen der Spiegel nicht selbst sichtbar sind, sondern Bilder der Umgebung zeigen, werden durch die Reflexion an rauhen und matten Körperoberflächen die Körper selbst sichtbar, die Reflexion des Lichtes nach allen Seiten läßt die Körper wie selbstleuchtend erscheinen. Die diffuse Reflexion des Sonnenlichtes an den Körpern der Erdoberfläche, an den Wolken, an den Stäubchen und Nebeltröpfchen der Atmosphäre erzeugt die allgemeine Tageshelle. Die diffuse Reflexion läßt die Körper farbig erscheinen, wenn das Verhältnis der Menge des reflektierten zu der des auffallenden Lichtes je nach der Wellenlänge des Lichtes verschieden ist. (Vgl. Absorption.) Flächen, bei welchen dieses Verhältnis von der Wellenlänge unabhängig ist, zeigen bei der Beleuchtung durch weißes Licht einen höheren oder niedrigeren Grad von Albedo [1], als deren Maß eben das Verhältnis der beiden Lichtmengen dient. Zöllner [1] findet für weißes Papier 0,7, frisch gefallenen Schnee 0,783, weißen Sandstein 0,237, feuchte Ackererde 0,079, den Mond 0,1736, den Planeten Mars 0,2627, Jupiter 0,6283, Saturn 0,4981, Uranus 0,6406, Neptun 0,4648. Etwas andre Resultate für die Planeten erhält G. Müller [2], dessen Untersuchungen auch sonst für die physikalische Theorie der diffusen Reflexion von Bedeutung sind. Besonders bemerkenswert sind die experimentellen Resultate, welche Angstroem [3] über die Gesetze der diffusen Reflexion der Wärme erhalten hat. Es zeigt sich, daß bei vollständig matten, ebenen Flächen die dem Reflexionsgesetz entsprechende reguläre Reflexion verschwindet, die Intensität der Strahlen der reflektierten Wärme sich gleichmäßig um das Einfallslot der Fläche derart verteilt, daß bei Einfallswinkeln kleiner als 30° die senkrecht zur Fläche fortgehenden Strahlen ein Maximum der Intensität zeigen, bei Einfallswinkeln größer als 30° ein Minimum. Die Intensitätswerte lassen sich durch ein Rotationsellipsoid darstellen, das die Normale der Fläche zur Achse hat und bei 30° Einfallswinkel zur Kugel wird.

Literatur: [1] Zöllner, Photometrische Untersuchungen, Leipzig 1865. — [2] Müller, G., Helligkeitsbestimmungen der großen Planeten und einiger Asteroiden, Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam 1893, 8, S. 193. — [3] Angstroem, Knut, Ueber die Diffusion der strahlenden Wärme von ebenen Flächen, Wiedem. Ann. 1885, 26, S. 253. *A. Schmidt.*

Reflexionsgoniometer, ein zuerst von Wollaston verfertigter optischer Apparat zum Messen von Kristallwinkeln.

Das Prinzip des Apparates ist, von den zwei einen Winkel einschließenden Flächen durch Drehung um die Kante die eine genau in die Ebene der andern zu bringen, wobei der Winkel der Drehung das Supplement des gesuchten Winkels ist. Die genaue Koinzidenz der Ebenen ist erreicht, wenn das Spiegelbild einer als Marke dienenden fernen Lichtspalte oder einer Fensterspросse wieder in derselben Richtung gesehen wird. Bei Babinets Goniometer wird der Strahl in sich selbst reflektiert, indem das zum Visieren dienende Diopter als Marke dient. Ein sehr einfaches Reflexionsgoniometer, das geringen Aufwand erfordert, beschreibt Quincke [1]; es dient zum Messen von Kristallen, Prismenwinkeln, Brechungsexponenten, Polarisationswinkeln und der Winkel optischer Achsen ohne Gebrauch des Fernrohrs. Ein sehr fein gearbeiteter Apparat mit Kollimatorrohr, Fernrohr, Fueßschem Justierapparat (zwei ebene und zwei bogenförmige Schlittenführungen zum Einstellen der Kristalle) ist der Universalapparat von Groth, beschrieben in [2]. Ueber Bezugsfirmen und Preise vgl. [3].

Literatur: [1] Zeitschr. f. physikal. u. chem. Unterricht, herausgeg. v. Poske, 1893, 7, S. 57. — [2] Groth, Physikal. Kristallographie, Leipzig 1885. — [3] Frick-Lehmann, Physikal. Technik, II, 6. Aufl., Braunschweig 1895, S. 835. *A. Schmidt.*

Reflexionsinstrumente, s. Spiegel- und Prismen-, Winkelinstrumente.

Refraichisseur, s. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 11, Strahlapparate, Zerstäubungsvorrichtungen.

Refraktion oder atmosphärische Refraktion (im Gegensatz zur Refraktion in andern Medien, z. B. Kristallen u. s. w.) nennt man den angulären Betrag, um welchen die geradlinige Richtung nach einem anvisierten Objekte (Stern, irdisches Signal) von der Tangente an den Weg des Lichtstrahles abweicht am Orte des Beobachters. Man unterscheidet in der Praxis astronomische und terrestrische Refraktion, je nachdem der Lichtstrahl die ganze Atmosphäre durchschneidet oder nur als von einem Punkte in derselben, d. h. von einem irdischen Objekte ausgehend angenommen werden kann. Die Wirkung der Refraktion ist stets derartig, daß die Zenitdistanz eines Objektes durch dieselbe scheinbar verringert wird.

Astronomische Refraktion (Fig. 1). Ist A der Beobachtungsort auf der Erdoberfläche, die gestrichelte Linie AS die wahre Richtung nach einem Gestirn und AZ die Richtung nach dem Zenit, so würde der Lichtstrahl zwischen S und A ohne das Vorhandensein einer Atmosphäre die Gerade SA zurücklegen. Ist aber G_0 die Grenzfläche der Atmosphäre (soweit sie ein merkliches Lichtbrechungsvermögen besitzt) und werden zunächst die konzentrischen Schichten zwischen G_0, G_1, ... G_8, A als von je in sich gleicher Dichte angenommen, welche

aber von Schicht zu Schicht wachfen foll, fo wird an jeder Grenzfläche der Lichtftrahl gebrochen und daher einen Weg zurücklegen, wie ihn die Linie $S B_0 B_1 B_2 B_3 A$ andeutet. Der Stern wird alfo dem Auge in der Richtung $A T$ erfcheinen. (Da fich die Dichtigkeit der Atmofphäre nicht fprungweife, fondern kontinuierlich ändert, wird auch die Linie $A B_3 \ldots B_0 S$ eine kontinuierliche Kurve fein.) Ihre Form kann beftimmt werden, fobald man in jedem beliebigen Punkt der Atmofphäre Druck und Temperatur der Luft, von denen die Dichte abhängt, angeben kann. In der Richtung $A Z$ (Zenitlinie, $z = 0$) ift offenbar keine Refraktion vorhanden; für die fcheinbare Richtung $z = 90^0$ fpricht man von fogenannter Horizontalrefraktion.

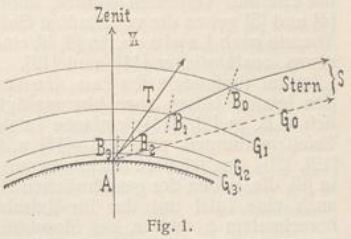


Fig. 1.

Ift im Punkte P_1 (Fig. 2) der Einfallswinkel des Lichtftrahls (der Winkel zwifchen der Normalen in P_1 als der Verlängerung der Linie $M P_1$ und der Richtung des Lichtftrahls) gleich i und der Ausfallswinkel gleich r (der Winkel, den der gebrochene Strahl mit der Normalen macht) und find n und n_1 die den Grenzfchichten zugehörigen Brechungsindices von außen nach innen gezählt, fo ift nach dem Brechungsgefetz

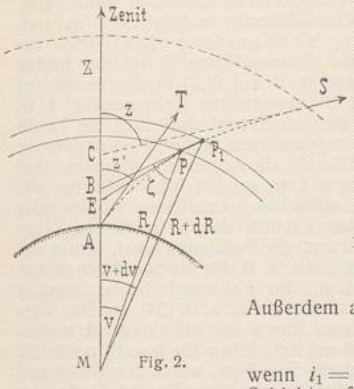


Fig. 2.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_1}{n}. \qquad 1.$$

Außerdem aber folgt aus dem Dreieck $P M P_1$

$$\frac{\sin i_1}{\sin r} = \frac{R + dR}{R}, \qquad 2.$$

wenn $i_1 = 180^0 - M P P_1$ gleich dem Einfallswinkel in die nächfte Schicht gefetzt wird.

Aus 1. und 2. hat man fofort

$$(R + dR)\, n \sin i = R\, n_1 \sin i_1,$$

d. h. das Produkt aus Entfernung eines Punktes der Atmofphäre vom Mittelpunkt der Erde, dem zugehörigen Brechungsindex und dem Sinus des Einfallswinkels für alle Punkte der Atmofphäre ift eine Konftante. Nennt man daher für den Punkt A (Beobachtungsort auf der Erdoberfläche), für welchen diefer Satz doch auch noch gelten muß, die betreffenden Größen R_0, n_0 und i_0, fo ift in diefem Fall $i_0 = z'$, d. h. gleich der gemeffenen (der fcheinbaren) Zenitdiftanz, und man kann daher fetzen: $R_0\, n_0 \sin z' = R\, n_1 \sin i_1 = \text{const.}$ 3.

Ift nach Fig. 2 der Winkel $E P M = \zeta$, $E P B = d\zeta$ und $P M P' = dv$, ift ferner der Winkel $Z E P$, den die Tangente in P am Lichtftrahl mit der Normalen in A macht, gleich $\zeta + v$, fo hat man:

$$i - r = d\zeta + dv = dz.$$

Wenn dann dn den Zuwachs von n im Punkte P bedeutet, alfo gleich $n_1 - n$ ift und man $n = {}^1/_2 (n + n_1)$ in der Gleichung

$$\operatorname{tg} {}^1/_2 (i - r) = -\frac{n_1 - n}{n_1 + n} \operatorname{tg} {}^1/_2 (i + r) \qquad 4.$$

(da n wächft, wenn R abnimmt) fetzt, fo wird, da ${}^1/_2 (i - r) = dz$ immer nur ein kleiner Winkel (im Maximum 35′) ift, gefchrieben werden können:

$$\operatorname{tg} {}^1/_2 (i - r) = \frac{dz}{2} = -\frac{dn}{2n} \operatorname{tg} {}^1/_2 (i + r) = -\frac{dn}{n} \operatorname{tg} z, \quad dz = -\frac{dn}{n} \operatorname{tg} z. \qquad 5.$$

Gleichung 5. ift die Differentialgleichung der aftronomifchen Refraktion. Um fie integrieren zu können (zwifchen den Grenzen $n = n_0$ und $n = n_k$, wo n_0 für Erdoberfläche und n_k für diejenige Höhe gilt, in welcher die Dichtigkeit der Atmofphäre noch einen eben merklichen Einfluß auf den Gang der Lichtftrahlen auszuüben vermag), muß man die Abhängigkeit dn von dR und z kennen, d. h. das Gefetz der Abnahme der Dichtigkeit der Atmofphäre mit der Höhe. Jene hängt aber nicht nur von der Höhe über der Erde, fondern auch von dem jeweilig herrfchenden Luftdruck und befonders von der Temperatur ab. Das Gefetz für den Luftdruck kennt man, aber nicht ein folches für die Temperatur.

(Daß Punkt C nicht mit A zufammenfällt, vgl. Fig. 2, hat felbft für den uns nächften Weltkörper, den Mond, nichts zu fagen.) — Die vielen, zum Teil mühfamen Wege zur Integration von 5. auf Grund verfchiedener Hypothefen über das Gefetz der Abnahme von n mit der Höhe können hier nicht verfolgt werden. Es genüge die Angabe, daß die Aufgabe von Laplace in Frankreich [1], Ivory in England [2] und befonders Beffel in Deutfchland [3] in den erften Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts zum vorläufigen Abfchluß gebracht wurde. Die Form für *Ref.*, welche Beffel der Auswertung feiner zahlreichen Beobachtungen zur empirifchen Beftimmung der Refraktion zugrunde legte, ift:

$$Ref. = \alpha \cdot \operatorname{tg} z' \cdot \gamma^{\lambda} B^{A}, \qquad 6.$$

wobei α die Refraktionskonftante heißt, γ^{λ} der Lufttemperaturkoeffizient und B^{A} der Barometerkoeffizient ift ($\gamma = \frac{1 + \beta \cdot 9^0{,}3}{1 + \beta \cdot t}$, $\beta = \frac{1}{272{,}9}$; $B = \frac{b_0}{751{,}5}$, wenn b_0 der auf 0^0 reduzierte Queckfilberbarometerftand ift [Beffel felbft hatte b nicht auf 0^0 reduziert]), die beide $= 1$ werden für die Grundzahlen der Lufttemperatur und des Barometerftandes (bei Beffel $+ 9^0{,}3$ C. und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

751,5 mm, bei Laplace +10° C. und 760 mm); für diese Grundzahlen gilt die sogenannte mittlere Refraktion R_m, an der dann Verbesserungen für wirkliche Temperatur und Barometerstand anzubringen sind. Für $z'=0°$ ist $R=0$, für $z'=75°$ ist R_m rund 1′ (und die Unsicherheit nur etwa 0″,2), für $z'>80°$ werden die Beträge von R_m rasch unsicher; die mittlere Horizontalrefraktion bei Bessel ist 34′ 54″, aber in der Nähe des Horizontes sehr unsicher, oft um ganze Minuten. Der Exponent A ist noch für $z'=75°$ gleich 1 und steigt erst bei $89\frac{1}{2}°$ auf rund 1,08; dagegen ist λ nur bis zu $z'=40°$ gleich 1 und steigt (mit für große Zenitdistanzen rasch wachsender Unsicherheit) bei $89\frac{1}{2}°$ schon auf 1,58. Für alles weitere muß auf die Literatur verwiesen werden, außer den genannten Quellen besonders [3], z. B. auch [4]—[15]: [4] und [5] geben die vollständige Geschichte der astronomischen Refraktion, [6]—[8] die elementare Theorie nach Laplace, in [9] ist eine kurze Wiedergabe der Besselschen Resultate, ähnlich [10], etwas ausführlicher [11] und [12]. Zu der in [5] bis 1890 vollständig aufgezählten neueren Literatur (besonders Radau, Bonnet, Gyldén, Harzer, Kerber, Oppolzer) seien aus den letzten Jahren noch hinzugefügt [13]—[15]. Tafeln der astronomischen Refraktion finden sich z. B. in [5]—[11]; einfache Tafeln zu nautischen Messungen (z. B. auf 0′,1) in den nautischen Tafelsammlungen, z. B. [16]—[18] u. s. w., zur Rechnung auf 1″ in manchen Ephemeriden, z. B. [19], [20], zur scharfen Rechnung auf 0″,1 in [21] und [22]; bemerkenswert sind auch die Tafeln in [9], die, neben der gewöhnlichen Besselschen Tafel mit der gemessenen Höhe h' als Argument, auch eine Tafel mit der für Refraktion verbesserten Höhe h als Argument enthalten (bei berechnetem h oder z, bei Monddistanzen, Sextantenprüfung u. s. w. erwünscht). Eine für die Tropen bestimmte Tafel gibt [23]. — Anbringung der Refraktion an gemessenen Höhen oder Zenitdistanzen s. Höhenwinkel, Bd. 5, S. 98. Ueber den Einfluß der Refraktion auf die scheinbaren Sternkoordinaten, die Distanz zwischen zwei Sternen, die Positionswinkel, ferner auf Mikrometerbeobachtungen muß auf die Literatur verwiesen werden, z. B. für die zuerst genannten Einflüsse kurz [7], S. 90, [5], S. 218 (Distanz), [9], S. 212 u. s. w., für Mikrometerbeobachtungen besonders [3] (Abhandlungen, herausgegeben von Engelmann), ferner z. B. [24]. — Die Verzerrung der scheinbaren Sonnen- und Mondscheibe am Horizont durch die Refraktion ist augenfällig; beide haben rund $\frac{1}{2}°$ Durchmesser, und da die (mittlere) Refraktion für $h=0$, rund 35′, für $h=+0°30'$ aber nur rund 29′ beträgt, so erscheinen diese Scheiben, wenn der Unterrand den Horizont berührt, mit einem um etwa $\frac{1}{5}$ verkürzten Vertikaldurchmesser. Die häufig starken Verkrümmungen und Verzerrungen der Scheibenränder beim Untergang von Sonne und Mond zeigen übrigens die Unsicherheit des Refraktionsbetrags in sehr kleinen Höhen. Vgl. dazu [18]. Auch in größeren Höhen ist die Refraktionsveränderung der Sonnen- und Mondhalbmesser zu berücksichtigen, z. B. bei den Monddistanzen (s. Bd. 6, S. 481).

Terrestrische Refraktion. Seit Picard, dem Begründer der modernen geodätischen Beobachtungskunst, ist die Tatsache auch einer terrestrischen (geodätischen) Refraktion bekannt. Die Unbeständigkeit dieser terrestrischen Strahlenbrechung ist einer der Gründe, aus denen die trigonometrische Bestimmung der Höhenunterschiede von Punkten der Erdoberfläche (auf große Entfernungen) an Genauigkeit dem Nivellement mit sehr kurzen Zielweiten so bedeutend nachsteht. Sie geht so weit, daß selbst gleichzeitige gegenseitige Zenitdistanzmessung zwischen zwei Punkten A und B nicht (wie meist angenommen wird) genügt, um die durch die Unkenntnis des Refraktionskoeffizienten (s. unten) herrührende Unsicherheit in jedem Fall vollständig zu eliminieren; vgl. z. B. [25], besonders Vorwort, S. IV—VII. Die gewöhnliche und in jedem Fall der praktischen Anwendung ausreichende Annahme ist diese: der Lichtstrahl zwischen zwei Punkten A und B der Erdoberfläche ist ein schwach gekrümmter Kreisbogen. Sein Halbmesser ist $1/k$ mal so groß als der Erdhalbmesser (k ist dann der sogenannte Refraktionskoeffizient) und die konkave Seite des Bogens der Erdoberfläche zugekehrt. Im Mittel (z. B. im Mittel aus den Werten im Verlauf eines normalen Sommertags) ist $k=0{,}13$ oder 0,14 (etwa $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{8}$, so daß der Halbmesser der Lichtkurve AB gleich dem 7—8fachen Erdhalbmesser ist). Aber der Wert von k ist sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen; er kann bis zu 0,3, ja in manchen Ausnahmefällen bis zu 0,5 anwachsen (sehr starke Krümmung des Lichtstrahls AB) und kann auf der andern Seite 0 und negativ, z. B. bis −0,2 werden (im ersten Fall ist der Lichtstrahl AB eine Gerade, im zweiten ein gegen die Erdoberfläche konvexer Bogen; dieser Fall kann eintreten bei der sogenannten Temperaturumkehrung, d. h. Zunahme statt der normalen Abnahme der Lufttemperatur mit Erhebung über die Erdoberfläche. Vor allem ist k nämlich abhängig von der Temperaturverteilung in der Atmosphäre zwischen A und B; hiergegen treten alle andern meteorologischen Umstände sehr zurück). Der Koeffizient k hat an Sommertagen mit normaler Witterung eine tägliche Periode derart, daß er bei Sonnenaufgang und -untergang etwa 0,2 oder etwas größer, über den Mittag dagegen nur 0,07—0,09 ist. Erfahrungsresultate über die terrestrische Refraktion hat in den letzten Jahrzehnten besonders Bauernfeind durch Messung gegenseitiger und gleichzeitiger Zenitdistanzen zwischen drei Punkten durch ganze Tage hindurch gesammelt; vgl. [26]. Bezüglich der Theorie der terrestrischen Strahlenbrechung ist besonders die Zusammenstellung von Helmert zu vergleichen [27]. Eine sehr einfache und übersichtliche Entwicklung hat Jordan in seinem Handbuch der Vermessungskunde gegeben [28]. Dort sind auch die Formeln zu finden, nach denen mit Rücksicht auf die terrestrische Refraktion trigonometrisch gemessene Höhen zu berechnen sind. Hier mag noch die für mittlere Entfernungen und nicht zu große Höhen gültige Formel Platz finden: $h=a\cot g\cdot z+\frac{1-k}{2r}a^2$, wo h die gesuchte Höhe, a die Entfernung des Fußpunktes der Normalen von dem anvisierten Punkt auf die Erdoberfläche vom Beobachtungsort, z die gemessene Zenitdistanz, r der Radius der Erde und k der Koeffizient der terrestrischen Refraktion (im Mittel gleich 0,13) ist. Es gibt sehr bequeme Tafeln für die Größe $\frac{1-k}{2r}a^2$, z. B. in [28]. Vgl. a. Depreffion des Horizonts, wo eine

kleine Tafel den Einfluß verſchiedener k-Werte anſchaulich macht, und Höhenmeſſung, trigonometriſche, Bd. 5, S. 92. Zur Theorie vgl. a. [29].

Seitenrefraktion. Zu erwähnen iſt noch außer der im vorſtehenden beſprochenen aſtronomiſchen und terreſtriſchen Höhenrefraktion die ſogenannte Lateralrefraktion (ſeitliche Strahlenbrechung), die für die langen Sichten bei den Horizontalwinkelmeſſungen der höheren Geodäſie in Betracht kommt. Die regelmäßige Lateralrefraktion (wegen Abplattung der Niveauflächen) iſt völlig unmerklich und auch die durch das Schwanken der meteorologiſchen Elemente entſtehende kaum ins einzelne zu verfolgen; vgl. [30] und [31].

Literatur: [1] Mécanique céleste, Bd. 4 (1805); Schlußformeln S. 264 und 271. — [2] Philoſoph. Transactions von 1823 und ſpäter mehrfach; vgl. a. Aſtron. Nachr., Bd. 12. — [3] Fundamenta Astronomiae 1818 (Sektion IV, S. 26—44); ſpäter die vollſtändigen Refraktionstafeln in der „Refractio astronomica" (Tabulae Regiomontanae) 1830. — Alle die Beſſelſchen Arbeiten zur aſtronomiſchen Refraktion (Tafeln im Auszug) ſind aufgenommen in die „Abhandlungen", herausgegeben von Engelmann, Bd. 1, Leipzig 1875, S. 235—260 (vgl. auch ſchon den Schluß von Nr. 28). — [4] Bruhns, Die aſtronomiſche Strahlenbrechung in ihrer hiſtoriſchen Entwicklung, Leipzig 1861. — [5] Wolf, Handbuch der Aſtronomie, II, 1, Zürich 1892, S. 259—278. — [6] Faye, Cours d'Astronomie de l'Ecole Polyt., Bd. 1, Paris 1881, S. 113—122. — [7] Caſpari, Cours d'Astronomie pratique, Bd. 1, Paris 1888, S. 82—89. — [8] Baillaud, Cours d'Astronomie, Bd. 2, Paris 1896, S. 22—34. — [9] Jordan, Grundzüge der aſtronomiſchen Zeit- und Ortsbeſtimmung, Berlin 1885, S. 25—31. — [10] Herr-Tinter, Sphäriſche Aſtronomie, Wien 1887, S. 137—147. — [11] Chauvenet, Spherical and Practical Astronomy, 5. Aufl., Philadelphia 1893, Bd. 1, S. 127—172. — [12] Brünnow, Sphäriſche Aſtronomie, 4. Aufl., Berlin 1881, S. 155—182. — [13] Hepperger, Zur Theorie der aſtronomiſchen Refraktion, Sitzungsber. der Akad. der Wiſſ. Wien, math.-nat. Klaſſe, April 1893. — [14] Bauſchinger, Ueber eine neue Beſtimmung der Refraktionskonſtanten auf aſtronomiſchem Wege, Sitzungsber. der Bayr. Akad. der Wiſſ., math.-phyſ. Klaſſe, München 1895, Bd. 25, S. 239; vgl. a. Annalen der Münchener Sternwarte, Bd. 3 (Refraktionskonſtante mit den Laplaceſchen b_0 und t_0 60″,104); Großmann, E., Beobachtungen am Repſoldſchen Meridianrefraktor der v. Kuffnerſchen Sternwarte zu Wien 1896/98, Leipzig 1901. — [15] Comſtock, Studies in Spherical and Practical Astronomy, Bull. Univ. Wisconsin, Bd. 1, Nr. 3, 1894; bequeme, geſchloſſene Form für die Refraktion. — [16], [17], [18] Nautiſche Tafeln von Domke, Ligowski u. a., ferner z. B. Raper, Practice of Navigation, 19. Aufl., London 1895; Koß, Kimmtiefenbeobachtungen, Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewefens, Pola 1900, S. 429—438, und die Referate darüber in den Annalen der Hydrographie. — [19] Connaissance des Temps, jedes Jahr, nach Laplace-Caillet; r_m iſt durch Korrektionsfaktoren für Temperatur und Barometer auf r zu bringen. — [20] Nautiſches Jahrbuch, jedes Jahr; b_0 und t_0 jetzt ebenfalls 760 mm und $+10^0$, additive Verbeſſerungen an r_m. — [21] Die Pulkowaer (ebenfalls Beſſelſche) Tafel in [11], Bd. 2, Taf. I und II (S. 571). — [22] Noch ausführlicher in Albrecht, Formeln und Hilfstafeln zu geograph. Ortsbeſtimmungen, 3. Aufl., Leipzig 1894, S. 243—260. — [23] Ambronn in Mitteilungen aus den deutſchen Schutzgebieten, Bd. 6, Berlin 1893, S. 255. — [24] Baillaud, Bulletin Astronomique (Tiſſerand), Bd. 13, Februar 1896, S. 41. — [25] Zenitdiſtanzen zur Beſtimmung der Höhenlage der Nordſeeinſeln Helgoland, Neuwerk und Wangeroog über Cuxhaven und Schillig (Preuß. Geodät. Inſtitut, Helmert, Berlin 1895). — [26] Ergebniſſe aus Beobachtungen der terreſtriſchen Refraktion (1. bis 3. Mitteil. und Nachtrag, München 1880/90), ferner Elemente der Vermeſſungskunde, 7. Aufl., Stuttgart 1890, Bd. 2, S. 454; Ambronn, Beitrag zur Beſtimmung der Refraktionskonſtante, Hamburg 1887 (enthält über ganze Tage fortgeſetzte Beobachtungsreihen an der Polarſtation Kingua-Fjord). — [27] Helmert, Theorien der höheren Geodäſie, Bd. 2 (Phyſikaliſche Theorien), Leipzig 1884, S. 584—590. — [28] Jordan, Handbuch der Vermeſſungskunde, Bd. 2, 6. Aufl., herausgegeben von C. Reinhertz, Stuttgart 1904, S. 582—594. Bequeme Tafeln für $\frac{1-k}{2r}a^2$ auf S. 10 und 11. — [29] Zeitſchr. für Vermeſſungswefen 1897, S. 17—20, und ebend., Eggert, Vergleiche der Ergebniſſe des geometriſchen und trigonometriſchen Nivellements nach den durch Bauernfeind 1881 ausgeführten Beobachtungen, 1900, S. 113—139. — [30] Helmert (ſ. [27]), S. 564 (regelmäßige Lateralrefraktion). — [31] Jordan, Handbuch, Bd. 3, 5. Aufl., Stuttgart 1906.

Refraktion, ſpezifiſche, oder ſpezifiſches Brechungsvermögen. Iſt der Brechungskoeffizient (ſ. Licht, Bd. 6, S. 153) einer Subſtanz gleich n, ihre Dichte d, ſo iſt $\frac{n-1}{d}$ die ſpezifiſche Refraktion, welche eine von der Temperatur unabhängige Funktion des Brechungsexponenten darſtellt. Eine andre ſolche Funktion, welche auch vom Aggregatzuſtand der Subſtanz nicht abhängt, iſt $\frac{n^2-1}{n^2+2}\cdot\frac{1}{d}$. Letzterer Ausdruck bildet nach Clauſius ein Maß für den Bruchteil des Subſtanzvolums, welcher von der Materie ſelbſt eingenommen wird; ſ. a. Atomrefraktion und Molekularrefraktion, woſelbſt Literaturangaben. *Abegg.*

Refraktometer, Totalreflektometer, Apparate, welche die Brechungskoeffizienten durchſichtiger und durchſcheinender Körper ermitteln laſſen durch Beſtimmung der Grenzwinkel der Totalreflexion; ſ. Brechung unter Licht.

Iſt n der Brechungskoeffizient und e der Grenzwinkel der Totalreflexion, beobachtet für Licht von beſtimmter Wellenlänge, ſo iſt $n \sin e = 1$. Bringt man mit der einen Fläche eines Prismas, das ſtärker lichtbrechend ſein muß als die zu unterſuchende Subſtanz, dieſe Subſtanz in Berührung und mißt man den Grenzwinkel der hierbei auftretenden Totalreflexion, ſo entſpricht dieſer dem relativen Brechungskoeffizienten n_1/n beider Subſtanzen, und mittels des bekannten Wertes n_1 berechnet ſich alsdann $n = n_1 \sin e$. Ueber ein nach dieſem von Laplace

herrührenden Prinzip durch Pulfrich konſtruiertes Refraktometer für Chemiker vergleiche deſſen Ausführungen in [1] oder [2]. Abbes Refraktometer enthält die zu unterſuchende Subſtanz, falls ſie flüſſig iſt, als dünne Schicht zwiſchen den Flächen zweier zu einem Parallelepiped zuſammengelegter Prismen, ſo daß der aus dem Parallelepiped austretende Strahl dem eintretenden parallel iſt. Bei feſter Aufſtellung eines nach ferner Lichtſpalte gerichteten Fernrohrs wird das Doppelprisma ſo weit gedreht, bis das durchgehende Licht verſchwindet. Iſt φ der Prismenwinkel und i der Einfallswinkel des Lichtſtrahls, ſo iſt $i_1 = n_1 \sin i$ und $e = \varphi + i_1$ und wie oben $n = n_1 \sin e$. Hierüber und über weitere Arten von Refraktometern vgl. [1] und [3].

Literatur: [1] Winkelmann, Handbuch der Phyſik, 2. Aufl., 6, 2, Leipzig 1906, S. 584 ff. — [2] Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde, 8, 1888, S. 47. — [3] Ebend., 26, 1906, S. 349 u. 371. — Umfaſſende Zuſammenſtellung der zerſtreuten Literatur über die Anwendungen der techniſchen Refraktometer zu Unterſuchungen in der Nahrungsmittelchemie iſt bei Carl Zeiß in Jena mit den Inſtrumenten erhältlich.

A. Schmidt.

Refraktor, ſ. Fernrohr.

Refrigerator, ſ. Kältemaſchine.

Regelflächen, ſ. Flächen, Bd. 4, S. 56.

Regen, ſ. Niederſchläge, Regenmeſſer.

Regenausläſſe, ſ. Kanaliſation der Städte u. ſ. w., Bd. 5, S. 344.

Regenerationsapparat, ſ. Atmungsapparate, Feuerſchutz.

Regenerator, Regenerativfeuerung, ſ. Feuerungsanlagen, Bd. 4, S. 14, Oefen für techniſche Zwecke, Bd. 6, S. 737, Fig. 15 und 16, 29—30, 35.

Regeneratoren der Wärme ſind Hilfsapparate von Wärmemotoren (ſ. d.), deren Aufgabe darin beſteht, in jedem Kreisprozeſſe (ſ. d.) oder ſonſtigen Arbeitsprozeſſe während einer gewiſſen Periode Wärme von der Arbeitsflüſſigkeit aufzunehmen und während einer andern Periode Wärme an die Arbeitsflüſſigkeit wieder abzugeben, ſo daß bei beſtimmter Arbeitsleiſtung weniger Wärme von außen (vom Heizraum aus) zuzuführen iſt oder bei beſtimmter Wärmezufuhr von außen eine größere Arbeitsleiſtung erreicht wird. Der wirkſame Teil des Regenerators muß hiernach ein für die Arbeitsflüſſigkeit leicht durchläſſiger Körper ſein, welcher Wärme ſchnell aufnehmen und abgeben kann (große Oberfläche u. ſ. w.). Bei einzelnen Maſchinen waren es Metallröhren, bei andern Drahtnetze [5], bei der Riderſchen Maſchine ſind es Gußeiſenplatten mit Zwiſchenräumen.

Bezeichnen für eine beſtimmte indizierte Arbeit L_i (ſ. Aeußere Arbeit, Wärmemotoren) $Q_1 + q$ und Q_1 die Wärmezufuhren von außen ohne und mit Regenerator, $1/A = 424$ das mechaniſche Wärmeäquivalent (ſ. d.), ſo iſt der thermiſche Wirkungsgrad η_t als Verhältnis des Wärmewertes der indizierten Arbeit zur Wärmezufuhr von außen:

ohne Regenerator $$\eta_t = \frac{A L_i}{Q + q}, \qquad 1.$$

mit Regenerator $$\eta_t = \frac{A L_i}{Q_1}, \qquad 2.$$

wonach der thermiſche Wirkungsgrad durch Anwendung des Regenerators im Verhältnis $Q_1 + q : Q_1$ zunimmt.

Denkt man ſich den Arbeitsprozeß und den Regenerator eines Wärmemotors ſo angeordnet, daß die indizierte Arbeit L_i gleich der disponibeln Arbeit L_d (größten theoretiſch möglichen Arbeit, ſ. Wärmemotoren), der indizierte Wirkungsgrad η_i als Verhältnis $L_i : L_d$ alſo gleich 1 wird, ſo hat man es mit einer Maſchine mit vollkommenem Regenerator zu tun.

Die Arbeitsprozeſſe eines Wärmemotors mögen nun, wie bei Verwendung von Regeneratoren mehrfach angeſtrebt, aus zwei iſothermiſchen Uebergängen (Bd. 5, S. 221) der abſoluten Temperaturen T_1, T_2 und zwei iſodiabatiſchen Uebergängen (Bd. 5, S. 214) beſtehen. Dann ergibt ſich auf Grund der allgemeinen Beziehungen für umkehrbare Kreisprozeſſe (Bd. 5, S. 691) die indizierte Arbeit ohne und mit Wirkſamkeit eines Regenerators [15], S. 105:

$$L_i = \frac{Q_1}{A T_1}(T_1 - T_2). \qquad 3.$$

Bei vorgeſchriebenen Grenztemperaturen T_1, T_2 entſpricht die disponible Arbeit L_d dem Carnotſchen Kreisprozeß (Bd. 5, S. 691), und man erhält [15], S. 106:

ohne Regenerator $$L_d = \frac{Q_1 + q}{A T_1}(T_1 - T_2), \qquad \eta_i = \frac{Q_1}{Q_1 + q}, \qquad 4.$$

mit Regenerator $$L_d = \frac{Q_1}{A T_1}(T_1 - T_2), \qquad \eta_i = 1. \qquad 5.$$

Wenn alſo die Grenztemperaturen T_1, T_2 der Arbeitsflüſſigkeit als gegeben gelten und der Arbeitsprozeß aus zwei iſothermiſchen Uebergängen dieſer Temperaturen T_1, T_2 und zwei beliebigen iſodiabatiſchen Uebergängen beſtünde, ſo würde ein die ganze Wärmezufuhr und Wärmeentziehung auf letzteren beſorgender Regenerator einen vollkommenen Regenerator darſtellen; die Wärme würde durch ſeine Mitwirkung ebenſo ausgenutzt wie beim Carnotſchen Kreisprozeß. Während dieſer wegen $q = 0$ (die iſodiabatiſchen Uebergänge ſind dann adiabatiſche Zuſtandsänderungen) den Regenerator überflüſſig macht, fällt der durch letzteren

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erreichte Vorteil nach 4., 5. um ſo größer aus, je größer die Wärmezu- und -abfuhr q auf den gewählten iſodiabatiſchen Uebergängen iſt.

Die Regeneratoren ſpielten bis jetzt nur bei Heißluftmaſchinen (ſ. d.) eine Rolle. Ihre Anwendung wurde zwar auch bei Dampfmaſchinen verſucht (Compt. rend. 1855, XL, S. 5, 309; [5]), wobei der Regenerator den Dampf abwechſelnd überhitzen und ſättigen ſollte, doch ohne bleibenden Erfolg. Dagegen erhielt ſchon die erſte Heißluftmaſchine, welche Robert Stirling 1816 erdachte und nach weſentlichen Verbeſſerungen 1827 patentieren ließ, einen Regenerator [1], S. 140, [2], S. 362. Es wird gewöhnlich angenommen, daß der Arbeitsprozeß dieſer Maſchine entſprechend Fig. 2 annähernd aus zwei iſothermiſchen Uebergängen und zwei Uebergängen bei konſtantem Volumen (als iſodiabatiſchen Uebergängen) beſtand. Bei einer von Hirſch vorgeſchlagenen Heißluftmaſchine mit Regenerator [7], S. 448 ſollten an Stelle der Uebergänge von konſtantem Volumen ſolche von konſtantem Druck treten (Fig. 3). Näheres und Beiſpiele betreffend die Kreisprozeſſe dieſer Maſchinen ſ. [15], S. 194. Wenn nun auch die Arbeitsprozeſſe ausgeführter Maſchinen mit Regenerator im allgemeinen erheblich von den beſprochenen Kreisprozeſſen mit vollkommenem Regenerator abweichen, ſo zeigten doch insbeſondere Verſuche von Schöttler mit einer Riderſchen Heißluftmaſchine ([9], [11], [15], S. 187), daß der Nutzeffekt bei gleichmäßiger Feuerung nach Ausſchaltung des Regenerators ganz bedeutend abnahm.

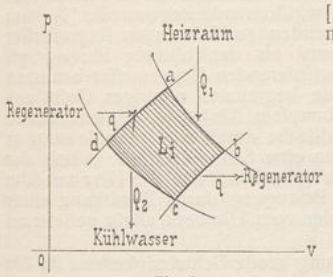


Fig. 1.

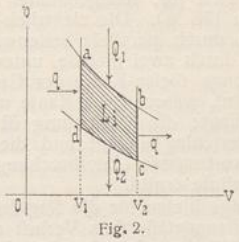


Fig. 2.

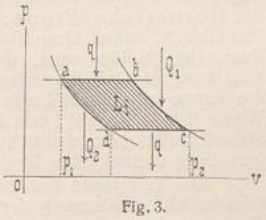


Fig. 3.

Literatur: [1] Rankine, On the geometrical representation of the expansive action of heat. and the theory of thermodynamic engines, Philosophical Transactions 1854, S. 115 (ſ. insbeſondere S. 137 ff.). — [2] Derſ., A manual of steam engines and other prime movers, London 1859, S. 344 (Stirlings Maſchine S. 362). — [3] de Saint-Robert, Principes de Thermodynamique, Turin et Florence 1870, S. 287. — [4] Briot, Lehrbuch der mechaniſchen Wärmetheorie, deutſch von Weber, Braunſchweig 1871, S. 88, 92, 93. — [5] Zetſche, Beitrag zur Geſchichte der Regeneratoren, Polyt. Zentralbl. 1872, S. 1441. — [6] Reitlinger, Ueber Kreisprozeſſe mit zwei iſothermiſchen Kurven, Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing. u. Arch.-Ver. 1873, S. 245. — [7] Hirſch, Théorie des machines aerothermiques, Annales des ponts et chaussées 1874, I, S. 409. — [8] Air engines, Engineering 1875, XIX, S. 201, 241, 287, 320, 355, 363, 417, 504. — [9] Schöttler, Ueber die Heißluftmaſchine von Rider, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1881, S. 633. — [10] Schröter, Ueber die Anwendung von Regeneratoren bei Heißluftmaſchinen, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1883, S. 449. — [11] Knoke, Nutzen der Regeneratoren bei Heißluftmaſchinen, ebend. 1886, S. 641. — [12] Köchy, Ueber die Theorie der geſchloſſenen Heißluftmaſchinen, Verhandl. d. Ver. für die Beförd. d. Gewerbefleißes 1888, S. 433. — [13] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, III, Kraftmaſchinen, Leipzig 1890, S. 750, 768, 774, 776, 785, 789, 795, 803, 806, 825. — [14] Zeuner, Techniſche Thermodynamik, I, Leipzig 1900, S. 304, 338, 348, 353, 369. — [15] Weyrauch, Grundriß der Wärmetheorie, I, Leipzig 1905, S. 104, 185, 191, 194.

Weyrauch.

Regenmeſſer (Hyetometer, Meteorograph, Ombrometer, Pluviometer), Apparat zur Meſſung der atmoſphäriſchen Niederſchläge, meiſt ein zylindriſches Gefäß von genau bekannter Oeffnung, das durch eine eingelötete trichterförmige Metallfläche mit enger zentraler Oeffnung in zwei Teile, das obere Auffanggefäß und das untere, mit einem zum Ablaſſen der Niederſchlagswaſſer dienenden Hahn verſehene Sammelgefäß, zerfällt. Der Rand der Oeffnung des Regenmeſſers beſteht meiſt aus einem zylindriſch oder koniſch geformten, genau abgedrehten, eingelöteten Metallſtreifen.

Große Verbreitung in Deutſchland haben die Regenmeſſer von Hellmann, Modell 1886, gefunden, die aus mehreren Teilen beſtehen, indem das Auffanggefäß mit dem unten abſchließenden Trichter von dem Sammelgefäß abgehoben werden kann und dieſes zur Aufnahme einer Sammelkanne dient; der Vorteil der Einrichtung beſteht darin, daß das Sammelgefäß zugänglich und der Hahn vermieden iſt, deſſen Undichtigkeit häufig zu fehlerhaften Meſſungsreihen Anlaß gibt. Solche Regenmeſſer werden von R. Fueß (Steglitz bei Berlin) zum Preiſe von 17 ℳ zum Zwecke der Regen- und Schneemeſſung geliefert, einfachere für die Zwecke des Landwirts von ebendort zum Preiſe von 5 ℳ. — Zur Meſſung der Niederſchlagswaſſer dienen beſondere Meßgläſer mit graduierter Teilung, die die Höhe des Niederſchlags in Millimetern und Zehntelmillimetern Höhe, entſprechend Litern pro Quadratmeter, ableſen laſſen. — Vergleichungen [1] der Angaben verſchiedener Regenmeſſer haben ergeben, daß die Größe der Meſſungsfläche von geringer Bedeutung iſt, indem ſolche von 300—500 qcm Fläche wenig verſchiedene Zahlen lieferten, daß aber das Verhältnis der im Auffanggefäß dargebotenen Benetzungsfläche zur Größe der Oeffnung und die Neigung des inneren Trichters von größerer Bedeutung, beſonders

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bei geringen Niederſchlägen, ſind; bei Schneeniederſchlägen kommen weiter die Abmeſſungen des Auffanggefäßes wegen der Gefahr des Herauswehens von Schnee in Betracht. — Von großer Bedeutung für die Angaben iſt die Aufſtellung der Regenmeſſer, ihre nähere Umgebung und beſonders die Höhe der Oeffnung über dem Erdboden — letztere dadurch, daß die Luftgeſchwindigkeit mit der Erhebung über dem Erdboden raſch zunimmt und ſomit die ſich am Regenmeſſer ſtauende Luft in raſch mit der Höhe zunehmendem Grade den Niederſchlag über den Regenmeſſer hinwegführt. Aus dieſem Grunde müſſen die Oeffnungen der Regenmeſſer alle möglichſt die gleiche Höhe über dem Erdboden haben. Solchen Stauwirkungen des Windes am Regenmeſſer entgegenzuwirken, dient der Nipherſche Trichter [2], der den Regenmeſſer als ein trichterförmiges, mit dem breiten Ende nach oben gerichtetes Schutzrohr umgibt, das oben in einem horizontalen ringförmigen Drahtnetz aus Kupferdraht endigt. Wenngleich mit dieſer Schutzvorrichtung ſehr gute Erfolge zu erzielen ſind, ſo macht man davon nur wenig Gebrauch und begnügt ſich damit, die Höhe der Oeffnung über dem Erdboden mäßig zu bemeſſen, um den Einfluß der Luftbewegung zu vermindern. — Zur fortlaufenden Aufzeichnung der Niederſchläge dienen die regiſtrierenden Regenmeſſer (Pluviographen), die teils rein mechaniſch, teils elektriſch regiſtrieren. Von erſteren ſind beſonders zu erwähnen der auf dem Prinzip der Federwage beruhende Hottingerſche regiſtrierende Regenmeſſer [4] (zum Preiſe von 218 ℳ) und die Schwimmer und Heber benutzenden regiſtrierenden Regenmeſſer von Sprung [5] und Hellmann [6], letztgenannter zumal als der billigſte Pluviograph (R. Fueß, Steglitz, liefert ihn zu 176 ℳ). Die elektriſch regiſtrierenden Regenmeſſer benutzen die Hornerſche Wippe, ein durch parallele Seitenwände begrenztes niedriges Gefäß aus Metallblech, deſſen Grundfläche durch zwei gleiche, unter ſtumpfem Winkel zuſammenſtoßende Rechtecke gebildet wird, das längs dieſer Kante der Grundfläche durch eine Scheidewand in zwei kongruente Teile zerlegt wird, während die Kante unten eine Schneide trägt, mittels der die Wippe auf einem Lager aufliegt; die Einrichtung iſt ſo getroffen, daß die Hornerſche Wippe ſich je nach 0,1 mm Niederſchlag umlegt und dieſe Bewegung durch Bewirkung eines Stromſchluſſes eine deutlich hervortretende Unterbrechung der vom Uhrwerk allein gelieferten geradlinig verlaufenden Regiſtrierlinie ergibt.

Die gefrorenen Niederſchläge bieten für die Regiſtrierung große Schwierigkeiten, da die erforderliche Erwärmung der Auffanggefäße ſtets Verluſt durch Verdunſtung bedingt. Bei dem Ombrograph von Anderkó [8] fällt dieſe Schwierigkeit fort, da das Auffanggefäß an dem einen Arm einer zweiarmigen Wage befeſtigt iſt und direkt das Gewicht des fallenden Niederſchlags fortlaufend regiſtriert wird. Bei dem neuen Regiſtrierapparat für Niederſchläge in flüſſiger und feſter Form von Steffens (Saß & Co., Berlin, Preis 250 ℳ) wird die Schwierigkeit der Regiſtrierung von Niederſchlägen in feſter Form durch eine zweckmäßige Wärmevorrichtung vermieden, bei der keine hohen Temperaturen entſtehen. Die Regiſtrierung geſchieht nach dem Prinzip der Briefwage.

Literatur: [1] Hellmann, Bericht über vergleichende Beobachtungen an Regenmeſſern verſchiedener Konſtruktion zu Groß-Lichterfelde bei Berlin (Abhandl. des Kgl. Preuß. Meteorol. Inſtituts, Berlin 1890). — [2] Nipher, Ueber die Beſtimmung der wahren Regenmenge mittels hoch aufgeſtellter Regenmeſſer, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſch. f. Meteorol., XIV, 1879. — [3] Schreiber, Ueber regiſtrierende Regenmeſſer und Pegel, Civilingenieur, XLI, 1895. — [4] Maurer, Selbſtregiſtrierende Regenmeſſer der mechaniſchen Werkſtätte von Hottinger & Co. in Zürich, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſch. f. Meteorol., XIX, S. 179. — [5] Aus dem Archiv der Seewarte 1884, Nr. 2, S. 27; Sprung, Ueber die Meſſung der Niederſchläge, Zeitſchr. d. Oeſterr. Geſellſch. f. Meteorol., XVII. — [6] Hellmann, Ein neuer regiſtrierender Regenmeſſer, Meteorol. Zeitſchr., XIV, 1897. — [7] Sprung, A., u. Fueß, R., Neue Regiſtrierapparate für Regenfall und Wind mit elektriſcher Uebertragung, ebend., VI, 1889. — [8] Anderkó, Ein neuer Ombrograph, ebend., XXI, 1904. *Großmann.*

Regenſchlag, ſ. v. w. Waſſerſchlag (ſ. d.); die ſteil abfallende Abſchrägung an Strebepfeilern, Gurten und Fenſterbänken, unten mit Waſſernaſe verſehen, um das Regenwaſſer von den Mauern abzuleiten. Fig. 1 zeigt die Herſtellung in Hauſtein, Fig. 2 eine ſolche in Backſteinrollſchichten aus Formziegeln mit Naſen (ſ. Bd. 4, S. 144). *Weinbrenner.*

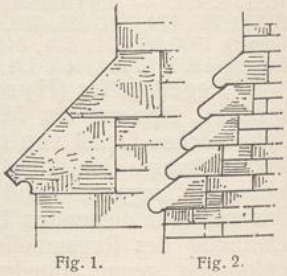


Fig. 1. Fig. 2.

Regiebau, ſ. Bauvollzug.

Regime, im Waſſerbau, das Verhalten der Gewäſſer hinſichtlich Zugangs und Abfluſſes, die ſogenannte Waſſerwirtſchaft.

Regiſtertonne, ſ. Schiffsvermeſſung.

Regiſterwalzen, ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 814.

Regiſtrierapparate, Inſtrumente zur Darſtellung veränderlicher Zuſtände in den Bewegungs-, Arbeits-, Druck-, Temperaturverhältniſſen von Maſchinen ſowie ſonſtiger mit der Zeit veränderlicher Größen, z. B. der Höhen des Waſſerſtandes (in Keſſeln, Waſſerſammelbehältern, Flüſſen, Seen, am Meere u. ſ. w.), der Windſtärken und Windrichtung, der Regenmengen u. ſ. w.

Das Weſen der meiſten dieſer Apparate beſteht darin, daß ein Zeichenſtift, deſſen Auf- und Niederbewegung genau den Schwankungen in den veränderlichen Zuſtänden entſprechend

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

bewirkt wird, auf einer Papiertrommel eine Kurve aufzeichnet, wobei ſich die Trommel unter der Einwirkung eines Uhrwerkes in beſtimmter Zeit (meiſtens in 24 Stunden) einmal um ihre Achſe dreht. Außerdem dient die Photographie durch Aufnahme veränderlicher Vorgänge in beſtimmten Zeiten zum Regiſtrieren. Beim Fernregiſtrieren werden auch beliebige Erhebungen auf mechaniſchem Wege in Zeitintervalle umgeſetzt und letztere nach elektriſcher Uebertragung auf ein Uhrwerk an der Fernbeobachtungsſtelle wieder umgewandelt u. ſ. w. Die Methoden ſind überhaupt ſehr mannigfaltig und es entſtehen fortwährend Neuerungen. Die für die Technik wichtigſten Regiſtrierapparate ſind die Regiſtriermanometer (ſ. Manometer), die Tachographen zum ſelbſttätigen Aufzeichnen der Geſchwindigkeiten von Maſchinen, Eiſenbahnzügen u. ſ. w., ferner die Apparate zum Aufzeichnen der Fördergeſchwindigkeit der Fördermaſchinen in Bergwerken, ferner die Kontrollapparate (Bd. 5, S. 610) zum Kontrollieren des Waſſerſtandes von Dampfkeſſeln, die Kontrollapparate der Temperaturen in Malzdarren, Gärkellern, Trockenräumen aller Art (Thermographen). In der Gasfabrikation hat man Regiſtrierapparate zur dauernden Aufzeichnung des Gasdruckes im Gaſometer und in der Hauptleitung. In der Meteorologie finden die Meteorographen, Regenmeſſer, Flutmeſſer, Anemometer und andre auf ähnlichen Prinzipien beruhende Regiſtrierapparate Anwendung. Beſchreibungen ſind in den bereits zitierten Artikeln, z. B. in Aktinograph, Barograph, Chronograph, Chronoſkop, Dynamometer, Geſchwindigkeitsmeſſer, Indikator, Mareograph, Pegel, Photochronograph, Pyrometer, Rauchgasunterſuchung, ferner Seismometer, Telephonie, Telegraphie, Uhren, Wage, Zählwerke, nachzuſehen. Weiteres findet ſich in Regiſtrierapparate, elektriſche, ſowie in der unten angegebenen Patentliteratur und beſonders in der Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde.

Neuere Patentſchriften: 1. Regiſtrierapparate, die von irgend einem Inſtrument unabhängig ſind: Nr. 95587, 98919, 126280, 133976, 140738, 151601, 161429, 167537, 173656, 174574, 179143, 179903, 185770, 188257; 2. Regiſtrierapparate mit Inſtrumenten Nr. 90344, 101009, 103707, 107944, 122450, 132781, 140888, 141542, 141866, 147744, 149974, 154903, 161927, 163918, 165343, 170414, 171247, 176531, 176532, 178316, 178702, 180231, 182126, 182127, 184002, 187271; Vorrichtungen zum Regiſtrieren der Flüſſigkeitsſchwankungen in Waſſerbehältern u. ſ. w. Nr. 122450; Vorrichtungen zum Aufzeichnen der Arbeitsperioden von Maſchinen Nr. 103707; Regiſtriervorrichtung an Zählwerken Nr. 70165; Regiſtriervorrichtung für die Amplitude ſchwingender Körper Nr. 182126; zur Arbeitskontrolle, zum Aufzeichnen der Umlaufszahl und Stillſtandsperioden von Maſchinen Nr. 140888; zur fortlaufenden Kontrolle des Heizeffekts von Dampfkeſſelfeuerungen Nr. 165343; Photographiſcher Kurvenzeichner von Siemens & Halske, Berlin, Nr. 170414; Apparat zur Regiſtrierung der Schiffskompaßbewegung Nr. 176531; ferner ältere Patentſchriften der Patentklaſſe 42 d, Regiſtrierapparate. *v. Ihering.*

Regiſtrierapparate, elektriſche, dienen dazu, Strom-, Spannungs- und Leiſtungsmeſſungen fortlaufend aufzuzeichnen oder mit Hilfe eines Stromes Beobachtungen von Naturerſcheinungen, z. B. Luftdruck- oder Temperaturänderungen u. dergl., unter Berückſichtigung der betreffenden Beobachtungszeiten, feſtzuſtellen. Apparate der erſteren Art ſind die regiſtrierenden Ampère-, Volt- und Wattmeter, welche die Schwankungen aufzeichnen, denen der Stromkonſum innerhalb einer beſtimmten Zeit (z. B. 24 Stunden) unterliegt, oder kontrollieren, ob die vorgeſchriebene Spannung während des Betriebes eingehalten iſt, oder den Verbrauch an elektriſcher Energie (Wattverbrauch) feſtſtellen. Sie geben alſo ein ununterbrochenes Bild von den Strom- und Spannungsverhältniſſen einer elektriſchen Anlage durch graphiſche Aufzeichnung einer kontinuierlichen Kurve. Neben der Schreibvorrichtung ſind noch Zeiger und Skala zur Ableſung der Momentanwerte vorhanden.

Man kann bei den Regiſtrierapparaten folgende drei Hauptteile unterſcheiden: Das Meßinſtrument, die Schreibvorrichtung und das Uhrwerk zum Antrieb des Papierſtreifens. Als Meßinſtrumente haben insbeſondere die auf elektromagnetiſchen und elektrodynamiſchen Wirkungen ſowie die auf der Wärmewirkung des elektriſchen Stromes beruhenden (vgl. Meßinſtrumente, elektrotechniſche, Bd. 6, S. 371) Verwendung gefunden. Den Vorzug verdienen Syſteme mit großem Drehmoment, um den Reibungswiderſtand der Schreibvorrichtung leichter überwinden zu können. Ebenfalls muß ſtarke Dämpfung vorhanden ſein. Als Schreibvorrichtung dient ein an dem Zeiger des Meßinſtruments ſitzender bezw. mit ihm in Verbindung ſtehender färbender Stift oder ein mit Tinte gefülltes Kapillargefäß; auch ein vom Zeiger auf das Papier überſpringender Funkenſtrom (ſ. unten) iſt

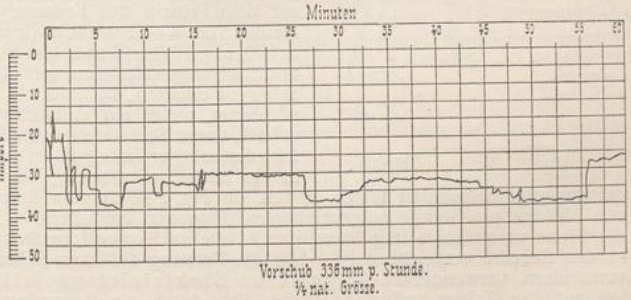


Fig. 1.

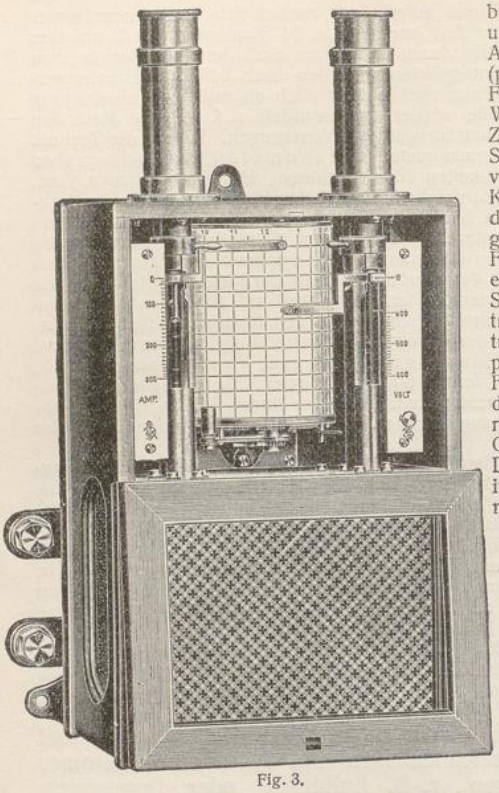


Fig. 3.

benutzt worden und ferner für Laboratoriums- und Verſuchsinſtrumente eine photographiſche Aufzeichnung. Die Inſtrumente für abſatzweiſe (punktweiſe) Regiſtrierung arbeiten mit einem Farbband. Als Schreibfläche dient ein über eine Walze laufender Papierſtreifen von der Breite des Zeigerausſchlags (ca. 120 mm), mitunter auch eine Scheibe oder ein Zylinder, mit Papierbeſpannung verſehen. Die Kurven werden in ein geradliniges Koordinatenſyſtem eingezeichnet (Fig. 1), falls der Zeiger des Meßinſtrumentes direkt eine geradlinige Bewegung ausführt (ſ. Bd. 6, S. 378, Fig. 17, Kohlrauſchgalvanometer), oder wenn er, bei bogenförmiger Bewegung, mit dem Schreibſtift durch eine entſprechende Uebertragung verbunden iſt. Sitzt die Schreibvorrichtung jedoch am Ende eines um ſeinen Endpunkt ſchwingenden Zeigers (ſ. Bd. 6, S. 377, Fig. 16, Drehſpulengalvanometer), ſo ſind nur die Abſziſſen (Strom, Spannung, Leiſtung) gerade Linien, während die die Zeit darſtellenden Ordinaten kreisbogenförmig verlaufen (Fig. 2). Die auf die Papierſtreifen aufgedruckte Teilung iſt meiſtens eine gleichförmige und deckt ſich nicht mit den Eichwerten des Meßinſtrumentes.

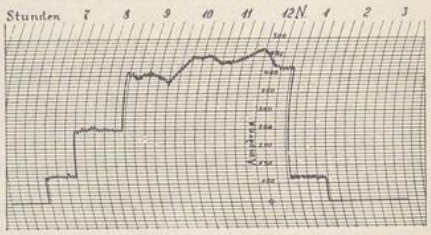


Fig. 2.

In ſolchem Falle wird eine entſprechend geteilte Deckplatte aus Glas oder Pausleinwand beigegeben, mittels der die wahren Diagrammwerte in Volt, Ampère oder Watt beſtimmt werden. — Die Uhrwerke zum Antrieb der Papierwalzen ſind ſehr genau gehende Ankerwerke mit Federantrieb, deren Laufgeſchwindigkeit nach den jeweiligen Verhältniſſen zu wählen iſt. Weiſt der Betrieb nur wenig Schwankungen auf, ſo genügt ein geringer Vorſchub von 15—20 mm in der Stunde, bei ſchwankendem Betriebe werden ca. 150 mm ausreichend ſein, und für beſondere Fälle, z. B. bei Feſtſtellung von Anlaufſtromſtärken bei Kranmotoren, Aufzügen, Motorwagen, geht man bis zu Ablaufgeſchwindigkeiten von 10 und 20 m in der Stunde, um ein genaues, überſichtliches Diagramm zu erhalten.

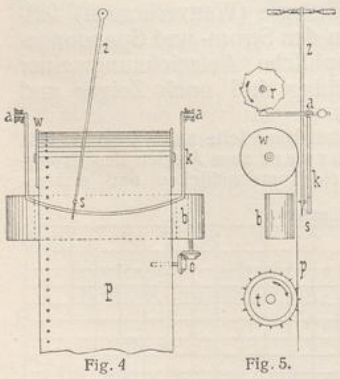


Fig. 4.

Fig. 5.

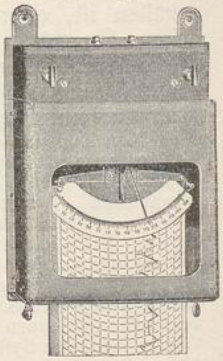


Fig. 6.

Fig. 3 zeigt ein elektromagnetiſches Regiſtrierinſtrument der Firma Hartmann & Braun, Frankfurt a. M., auf dem Prinzip des Federgalvanometers von Kohlrauſch (ſ. Bd. 6, S. 378, Fig. 17) beruhend. Um Strom- und Spannungsaufzeichnungen gleichzeitig zu erhalten, iſt links ein Ampèremeter, rechts ein Voltmeter eingebaut, deren Schreibfedern (mit verſchiedenfarbiger Tinte gefüllt) auf der in der Mitte befindlichen, mit Diagrammpapier beſpannten Walze gleiten. In Fig. 2 iſt ein vom Ampèremeter bei einem Vorſchub von 336 mm pro Stunde aufgezeichnetes Diagramm dargeſtellt. — Nach demſelben Prinzip baut die Firma vereinfachte Regiſtrierapparate, die zu Kontrollzwecken die Maximalſtröme auf einer runden Scheibe verzeichnen [6]. Um die Reibung zwiſchen Schreibvorrichtung und Papier zu vermindern, verwendet die Allgemeine Elektrizitätsgeſellſchaft Berlin an Stelle der feſt auf den Zeiger geſteckten Feder eine durch ein beſonderes Scharnier loſe daran aufgehängte, die lediglich durch ihr Eigengewicht am Papierſtreifen anliegt.

Dieſe Syſteme der direkten Aufzeichnung durch den Zeiger des Meßinſtrumentes ſind bei Apparaten mit geringer Richtkraft, z. B. bei den zu thermoelektriſchen Temperaturmeſſungen

verwendeten Millivoltmetern, nicht mit Sicherheit zu gebrauchen, weil die Reibung des Schreibgefäßes am Papier immerhin bedeutend iſt. Siemens & Halske benutzt daher für derartige Zwecke, ſtatt der fortlaufenden Kurvenaufzeichnung, eine Regiſtrierung, bei welcher der Schreibvorrichtung die notwendige Kraft von außen zugeführt wird [9]. Die Regiſtrierung iſt hierbei nicht kontinuierlich, ſondern erfolgt abſatzweiſe in Intervallen von 2 bis 4 Sekunden. Die ſchematiſchen Fig. 4 und 5 erläutern das Prinzip des Apparates. An dem Zeiger *z* eines beliebigen Meßinſtrumentes befindet ſich unten ein Stift *s* in einem kleinen Abſtande vom Regiſtrierpapierſtreifen *p*, ſo daß ſich der Zeiger vollkommen frei einſtellen kann. Ueber dem Zeiger iſt ein Klopfer *k* mittels der Achſen *a* drehbar gelagert. Dieſer Klopfer wird nun durch das vom Uhrwerk bewegte Steigrad *r* gehoben, fällt alle 2—4 Sekunden auf den Stift *s* des Zeigers *z* und drückt ihn gegen den auf der Walze *w* befindlichen Papierſtreifen *p*. Damit der Stift auf letzterem eine deutliche Marke hervorbringt, drückt er das Papier gegen ein unter demſelben befindliches Farbband *b*, und es entſteht ſo ein intenſiv gefärbter Punkt auf der Rückſeite des Papiers, welcher aber, da das Papier durchſichtig iſt, auch von der vorderen Seite gut ſichtbar wird. Die einzelnen Punkte verſchwimmen, da ſie ſehr nahe aneinander liegen, zu einer deutlichen Linie. Das Farbband wird durch die mit dem Uhrwerk in Verbindung ſtehenden Zahnräder *o* langſam von links nach rechts bewegt, ſo daß immer unbenutzte Stellen des Bandes unter den Zeigerſtift kommen. Von demſelben Uhrwerk aus wird auch die Transportwalze *t* angetrieben, welche mit ihren am Umfange angebrachten Stiften in die ſeitliche Lochung des bis 45 m langen Papierſtreifens *p* greift und dieſen in der Stunde je nach Wunſch um 15, 30, 60 oder 240 mm nach unten vorrückt.

Fig. 6 zeigt die äußere Anſicht des Apparates. Zur Aufzeichnung ſehr ſchneller Veränderungen elektriſcher Größen, z. B. für Verſuche über die Anlaufſtromſtärke und Leiſtung von Kranmotoren, Aufzügen u. dergl., baut die Firma Siemens & Halske in Berlin Apparate mit Funkenregiſtrierung. Ein in den Apparat eingebauter Funkeninduktor, betrieben durch einen kleinen viervoltigen Akkumulator, erzeugt einen Funkenſtrom, der das Papier an der jeweiligen Stelle des Zeigers durchſchlägt. — Auf photographiſchem Wege regiſtrierende Inſtrumente ſind in [4] und [7] beſchrieben. — Ueber die Inſtrumente der zweiten Art, welche durch Vermittlung eines Stromes Aenderungen von phyſikaliſchen Größen (Temperatur, Luftdruck u. ſ. w.) aufzeichnen oder Zeitangaben markieren (Chronographen, Chronoſkope u. dergl.), findet man nähere Angaben in [1], [2] (vgl. a. Chronoſkop, Bd. 2, S. 464). — Ueber die Anwendung der Regiſtrierapparate bei elektriſchen Meſſungen im Laboratorium, Eichungen von Zählern u. dergl. ſ. [5].

Literatur: [1] Müller-Pfaundler, Lehrbuch der Phyſik, Braunſchweig 1890. — [2] Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, Berlin 1907. — [3] Heinke, Handbuch der Elektrotechnik (Meßtechnik), Bd. 2, Leipzig 1908. — [4] Elektrotechn. Zeitſchr. 1894, S. 15. — [5] Ebend. 1900, S. 641. — [6] Ebend. 1902, S. 1081. — [7] Ebend. 1906, S. 557. — [8] Elektrotechn. Anzeiger 1902, S. 959. — [9] Zeitſchr. f. Inſtrumentenk. 1904, S. 350. *Holzt.*

Regiſtriermethode nennt man in der Aſtronomie die Aufzeichnung eines gegebenen Momentes, z. B. den Antritt eines Sternes an die Fäden eines Durchgangsinſtruments (ſ. d.) auf einen beſtimmte Zeitmarken aufnehmenden fortlaufenden Papierſtreifen oder die mit Papier umſpannte oder leicht berußte Oberfläche eines Zylinders im Gegenſatz zu der Zwiſchenſchaltung ſolcher Momente in die durch das Ohr aufgenommenen Sekundenſchläge einer Uhr. Die erſtere Methode nennt man auch Auge und Hand-, die letztere Auge- und Ohrmethode.

Zur Anwendung der Regiſtriermethode ſind ſogenannte Chronographen oder Regiſtrierapparate notwendig. — Die durch die Regiſtriermethode gewährte etwas größere Genauigkeit der Beſtimmung z. B. des Durchganges eines Sternes durch einen beſtimmten größten Kreis am Himmel beruht einmal darauf, daß der Beobachter in der gleichen Zeit mehr Momente, alſo z. B. mehr Fadenantritte mit Auge und Hand feſtlegen kann als mit Auge und Ohr, da das Zählen der Sekundenſchläge und die Aufzeichnung der geſchätzten Momente wegfällt und wird anderſeits auch dadurch bedingt, daß der Beobachter nur auf die Bewegung des Sternes zu achten braucht und deshalb geiſtig weniger in Anſpruch genommen wird. Die Auffaſſung der Einzelmomente zeigt keine erhebliche Genauigkeitsunterſchiede. — Regiſtriermethoden kommen außer in der Aſtronomie beſonders noch bei phyſiologiſchen Arbeiten in Betracht. — Des weiteren muß hier aber auf den Artikel Zeitbeſtimmung verwieſen werden. *Ambronn.*

Regler, Regulatoren, Vorrichtungen, um gewiſſe Betriebswerte auf einer annähernd gleichen Höhe zu halten; man unterſcheidet dementſprechend Druckregler für Gaſe und Flüſſigkeiten, Temperaturregler, Zugregler für Feuerungsanlagen (ſ. d.), Waſſerſtandsregler für Keſſel und Behälter (ſ. Dampfkeſſel), Geſchwindigkeitsregler für Maſchinen, z. B. Zentrifugalregler für Dampfmaſchinen, elektriſche Regler u. ſ. w.

Die Regler wirken entweder ſelbſttätig oder müſſen durch einen Wärter bedient werden. Bei den ſelbſttätigen Reglern iſt mit einer gewiſſen Unempfindlichkeit der Regelung zu rechnen, da mit der Wirkung des Reglers meiſtens die Ueberwindung einer gewiſſen Verſtellungsreibung verknüpft iſt; d. h. der Regler kommt nicht bei einer beliebig kleinen (etwa unendlich kleinen) Aenderung der zu regelnden Größe zur Wirkung, ſondern erſt dann, wenn dieſe Aenderung einen ſolchen Wert erreicht, daß die hierdurch hervorgerufene Verſtellungskraft den

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verſtellungswiderſtand zu überwinden vermag. Bei den nicht ſelbſttätigen Reglern hängt die Empfindlichkeit der Regelung von dem Grade der Aufmerkſamkeit und dem Wahrnehmungsvermögen des Wärters ab. Die meiſten Regler haben außerdem die Eigenſchaft, daß die zu regelnde Größe nach vollzogener Regelung nicht genau den gleichen Wert wie vorher, ſondern einen wenn auch nur wenig abweichenden Wert erreicht. Dies iſt die Ungleichförmigkeit des Reglers. Die Abweichungen werden dabei um ſo größer, je größer die zur Erzeugung des neuen Beharrungszuſtandes notwendige Lagenänderung des Reglers ausfallen muß. Jeder Regler muß ferner eine gewiſſe Stabilität beſitzen, d. h. er muß die neue Gleichgewichtslage mit Sicherheit einnehmen und in derſelben verharren, bis eine neue Regelung notwendig wird. Iſt ein Regler zu wenig ſtabil oder gar labil, ſo arbeitet er ſtets zwiſchen ſeinen Grenzlagen hin und her (Ueberregulieren).

Zentrifugalregler, Fliehkraftregler bilden die wichtigſte Gruppe der Geſchwindigkeitsregler. Rotierende Schwungmaſſen, die ſich infolge ihrer Fliehkraft von der Drehachſe zu entfernen ſuchen, werden durch entgegengeſetzt gerichtete Kräfte daran gehindert. Nach der Art dieſer Kräfte unterſcheidet man Gewichtsregler (Fig. 1—13) und Federkraftregler (Fig. 14—20). In der Regel ſind die Schwungmaſſen in Form von Pendeln angeordnet: Pendelregler. Nach der Art des Ausſchlages der Schwungpendel unterſcheidet man: Kegelpendelregler, wenn die Ausſchlagebene der Schwungpendel durch die Drehachſe geht (Fig. 1—17), und Achſenregler oder Flachregler, wenn die Ausſchlagebene der Schwingpendel ſenkrecht zur Drehachſe liegt (Fig. 18—20). Bei den Kegelpendelreglern iſt der Drehpunkt der Pendel entweder feſt mit der Drehachſe (Spindel) verbunden, was als unmittelbare oder direkte Aufhängung bezeichnet wird (Fig. 1—8, 13, 15, 16), oder der Drehpunkt der Pendel verſchiebt ſich beim Ausſchlage derſelben an der Spindel: umgekehrte oder indirekte Aufhängung (Fig. 9—12, 14, 17). Als Mittel zur Uebertragung der Bewegung des Pendels auf das Stellzeug finden das Schubkurbelgetriebe (Fig. 1—6, 9—11, 13, 15—17) und die Kurbelſchleife (Fig. 7, 8, 12, 14) Anwendung, teilweiſe mit kleinen Abänderungen. Wird die Zentrifugalkraft der Schwungmaſſen unmittelbar zur Verſtellung des Steuerorgans der zu regelnden Maſchine verwendet, ſo iſt es ein direkt wirkender Regler. Beim indirekt wirkenden Regler dient die Zentrifugalkraft nur zum Ein- und Ausrücken eines Triebwerks, das ſeine Kraft von der Maſchine empfängt und damit die Verſtellung des Steuerorgans bewirkt. Indirekt wirkende Regler ſind erforderlich, wenn die Verſtellung des Steuerorgans einen bedeutenden Widerſtand bietet (Waſſerturbinen).

Statiſch iſt ein Regler, wenn den größeren Ausſchlägen der Schwungpendel auch größere minutliche Umlaufszahlen entſprechen. Aſtatiſch iſt ein Regler, der in allen Ausſchlagſtellungen nur bei ein und derſelben Umlaufszahl im Gleichgewicht iſt. Pſeudoaſtatiſche Regler ſind ſtatiſche Regler, bei denen die Umlaufszahl nur ſehr wenig mit dem Ausſchlage zunimmt (ſchwachſtatiſch). Entſprechen den größeren Ausſchlägen der Schwungmaſſen kleinere Umlaufszahlen, ſo iſt der Regler labil. Der ſtatiſche Regler iſt bei konſtanter Geſchwindigkeit in ſeiner Stellung im ſtabilen Gleichgewicht; er kehrt, wenn er z. B. mit der Hand abgelenkt wird, immer in die gleiche Lage zurück. Der aſtatiſche Regler iſt bei der ihm zugehörigen Geſchwindigkeit in allen Stellungen im indifferenten Gleichgewicht. Wird er mit der Hand abgelenkt, ſo verbleibt er in der neuen Lage. Bei jeder andern Geſchwindigkeit iſt der aſtatiſche Regler in keiner Stellung im Gleichgewicht. Befindet ſich ein labiler Regler in einer ſeiner Stellungen im Gleichgewicht, ſo kehrt er bei einer Ablenkung mit der Hand nicht in ſeine alte Lage zurück, er iſt auch in der neuen Lage nicht im Gleichgewicht, ſondern geht, ſich ſelbſt überlaſſen, in eine der beiden Grenzlagen über. — Nur ſtatiſche bezw. pſeudoaſtatiſche Regler ſind brauchbar, weil dieſe bei einer Geſchwindigkeitsänderung ſelbſttätig ihre neue Gleichgewichtslage aufſuchen. Aſtatiſche Regler und noch mehr die labilen Regler pendeln nach eingetretener Geſchwindigkeitsänderung unaufhörlich zwiſchen den Grenzlagen hin und her.

Die gebräuchlichen Regler ſind nur für beſtimmte Teile des Ausſchlages ſtabil, für die übrigen häufig labil. Die Uebergangsſtelle des labilen Ausſchlages in den ſtabilen heißt aſtatiſcher Punkt. Um pſeudoaſtatiſche, alſo ſchwachſtatiſche Regler zu erhalten, muß man die ſtabilen Lagen in der Nähe des aſtatiſchen Punktes benutzen, weil hier die Zunahme der Geſchwindigkeit mit dem Ausſchlage im allgemeinen nur gering iſt. Infolgedeſſen iſt es aber unzuläſſig, den Ausſchlag eines in theoretiſcher Beziehung nicht genau bekannten Reglers willkürlich zu erweitern, weil hierdurch labiles Gleichgewicht herbeigeführt werden könnte. Der labile Zuſtand eines Reglers kann übrigens nicht allein durch die Bauart des Reglers, ſondern auch durch die Verbindung eines für ſich ſtabilen Reglers mit dem Stellzeug veranlaßt werden (Ausbalancieren des Stellzeuggewichts).

Sind n_o, n, n_u die Umlaufszahlen für die äußerſte, mittlere und innerſte Pendellage eines Reglers, bezogen auf reibungsloſen Gang, ſo iſt das Verhältnis

$$\delta = \frac{n_0 - n_u}{n} = \sim 2\,\frac{n_0 - n_u}{n_0 + n_u} \qquad 1.$$

der theoretiſche Ungleichförmigkeitsgrad (Stabilitätsgrad) des Reglers. Gewöhnlich liegt δ in den Grenzen 0,02—0,06; je kleiner δ gewählt wird, um ſo geringer ſind die mit der Belaſtungsänderung verbundenen dauernden Geſchwindigkeitsänderungen, um ſo leichter tritt aber Ueberregulieren, d. h. ſtarkes Pendeln des Reglers ein. Nach Tolle [1] iſt der kleinſte zuläſſige Ungleichförmigkeitsgrad (ohne Oelbremſe) angenähert:

$$\delta_{\min} = \sqrt[3]{\frac{sr}{gT^2}} \text{ mit } T = \frac{MV^2}{L}. \qquad 2.$$

Hierin iſt $g = 9{,}81$ m; ferner iſt T die Zeit in Sekunden, die der Motor braucht, um von der Ruhelage aus bei kleinſtem Reglerausſchlag (z. B. größter Füllung) ohne Belaſtung ſeine normale

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Umlaufszahl zu erreichen; L ist die größte Leistung des Motors in Meterkilogramm pro Sekunde, M die Masse des Schwungradringes in kg/9,81 und V die Geschwindigkeit dieser Masse in Metern für die Sekunde. Schließlich ist s_r der reduzierte Hub des Reglers in Metern; man erhält s_r aus der Beziehung

$$s_r = \frac{\text{Summe aller Gewichte mal den Quadraten ihrer Wege}}{\text{Arbeitsvermögen des Reglers}}. \qquad 3.$$

Bei Gewichtsreglern ist $s_r = \sim s =$ dem wahren Hube; bei Federkraftreglern ist $s_r < s$, wenn außer den Schwungmassen keine erheblichen Gewichte zu bewegen sind. Um nach Gleichung 2. für δ_{min} kleine Werte zu erhalten, sind Federkraftregler mit kleinem s_r und Schwungräder mit großem M und großem V erforderlich.

Muß die Umlaufszahl n des reibungsfreien Ganges auf n_1 steigen oder bis n_2 fallen, ehe der Regler imstande ist, die entgegenstehende Reibung zu überwinden, so ist das Verhältnis

$$\varepsilon = \frac{n_1 - n_2}{n} = \sim 2\,\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \qquad 4.$$

der Unempfindlichkeits- oder Unbeweglichkeitsgrad des Reglers; ε hängt einerseits vom Regler, anderseits von der Größe des Stellzeugwiderstandes ab; wenn möglich, sei $\varepsilon = 0{,}02$—$0{,}04$. Da die durch ε bedingten Aenderungen von n bei jeder Belastungsänderung vollständig, die durch δ bedingten Aenderungen von n aber nur gemäß dem erforderlichen Ausschlage eintreten, so ist für eine exakte Regulierung ein kleines ε im allgemeinen wichtiger als ein kleines δ. Bei zu kleinem ε können ständige Zuckungen des Reglers die Folge sein (vgl. Bd. 2, S. 615). Der gesamte oder praktische Ungleichförmigkeitsgrad ist die Summe $i = \delta + \varepsilon$. Die vom Regler bei der Verstellung zu leistende Verstellungskraft P ist gleich dem Bewegungswiderstande; dieser setzt sich aus der Eigenreibung R des Reglers und der nützlichen Reibung W der Steuerung zusammen; es ist

$$P = W + R, \qquad 5.$$

wobei alle Kräfte auf den Hülsenhub reduziert gedacht sind. Diejenige Kraft E, die der ruhend und vom Stellzeug nicht belastet gedachte Regler an der Muffe ausübt, wird Energie genannt; E kann durch Auswägen des Muffendruckes bei ruhender Spindel für jede Reglerlage praktisch leicht ermittelt werden. Zwischen P, ε und E besteht die Beziehung

$$P = \varepsilon E \text{ oder } \varepsilon = \frac{P}{E} = \frac{W+R}{E} = \frac{W}{E} + \frac{R}{E} = \varepsilon_w + \varepsilon_r. \qquad 6.$$

Die Verstellungskraft P ist hiernach der Bruchteil ε von E. Ferner ist ε die Summe aus ε_w und ε_r, wobei ε_w vom nützlichen Widerstand W des Stellzeuges, ε_r von der Eigenreibung R des Reglers herrührt. Als Arbeitsvermögen des Reglers bezeichnet man das Produkt aus der Energie E und dem Hube s; es ist

$$A = Es = \frac{Ps}{\varepsilon} = \frac{Ws}{\varepsilon} + \frac{Rs}{\varepsilon} = \frac{Ws}{\varepsilon_w} = \frac{Rs}{\varepsilon_r}. \qquad 7.$$

Bei der Berechnung eines Reglers bestimmt man zuerst die Arbeit Ws, die zur Verstellung der Steuerung notwendig ist; hierauf wählt man ε und schätzt nach der Bauart des Reglers ε_r. Aus Gleichung 6. folgt dann $\varepsilon_w = \varepsilon - \varepsilon_r$ und aus Gleichung 7. das Arbeitsvermögen $A = \frac{Ws}{\varepsilon_w}$. Wählt man den Regler nach einem Preisverzeichnis, so genügt die Berechnung von A. Will man den Regler selbständig durchrechnen, so bestimmt man unter Wahl von s die Energie $E = A : s$. Aus E sind dann die Gewichts- oder Federbelastungen zu ermitteln.

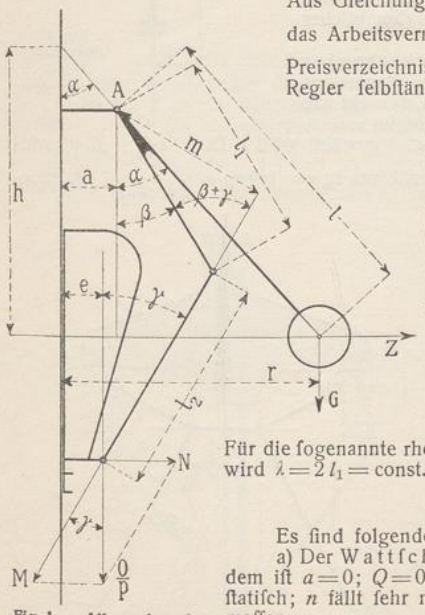


Fig. 1. Allgemeine Anordnung der Kegelpendelregler mit Gewichtsbelastung und unmittelbarer Aufhängung.

Bauarten der Zentrifugalregler [5].

1. **Einfache Kegelpendelregler mit Gewichtsbelastung und unmittelbarer Pendelaufhängung** (allgemeine Anordnung nach Fig. 1). Es sei Q die Belastung der Muffe in Kilogramm, G das an einem Pendel hängende Schwinggewicht in Kilogramm, p die Anzahl der Pendel; dann gilt bei reibungslosem Gange die Gleichung

$$n^2 = \frac{900}{h}\left(1 + \frac{Q}{pG}\,\frac{\lambda}{l}\right). \qquad 8.$$

Dabei ist

$$h = l\cos\alpha + a\cot\alpha \qquad 9.$$

$$\lambda = l_1\,\frac{\sin(\beta+\gamma)}{\sin\alpha\cos\gamma}. \qquad 10.$$

Für die sogenannte rhombische Anordnung mit $a = e$, $l_1 = l_2$ und $\alpha = \beta = \gamma$ wird $\lambda = 2\,l_1 = \text{const}$. Die Energie ist

$$E = pG\,\frac{l}{\lambda} + Q. \qquad 11.$$

Es sind folgende Bauarten anzutreffen:

a) Der Wattsche Regler (Fig. 2), rhombische Anordnung. Außerdem ist $a = 0$; $Q = 0$; $p = 2$. Die Energie ist sehr klein. Der Regler ist statisch; n fällt sehr niedrig aus. Gebräuchlich nur als Geschwindigkeitsmesser.

b) Der Porterfche Regler (Fig. 3), rhombische Anordnung. Der Regler ist stark statisch; δ fällt daher verhältnismäßig groß aus; eignet sich nur für Betriebe, die keine hohe Gleichförmigkeit verlangen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

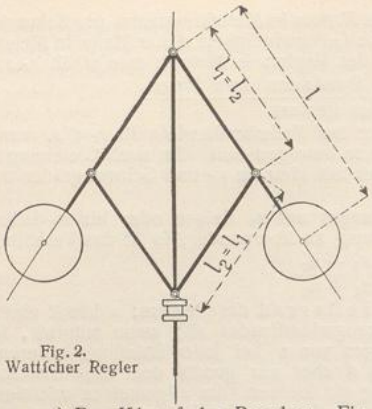


Fig. 2.
Wattſcher Regler

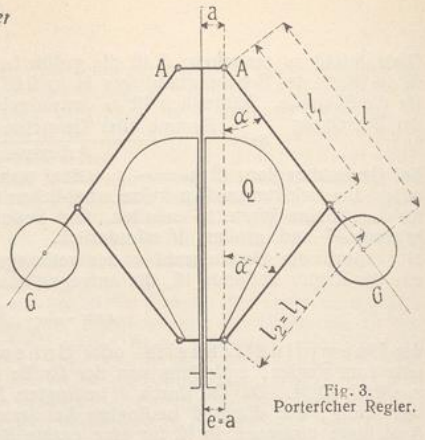


Fig. 3.
Porterſcher Regler.

c) Der Kleyſche Regler. Fig. 4 zeigt die rhombiſche Anordnung. Die oberen und unteren Arme ſind gekreuzt; a und e ſind gleich und negativ; ſtatt Gleichung 9. gilt hier $h = l\cos\alpha - a\cot\alpha$. Der Regler iſt pſeudoaſtatiſch. Für $\sin\alpha = \sqrt[3]{a:l}$ iſt ein aſtatiſcher Punkt vorhanden. Dieſer wird häufig als unterſte Pendellage benutzt; dann fällt δ gering aus; der Regler ermöglicht einen gleichförmigen Betrieb, doch läßt ſich das Hülſengewicht nicht gut unterbringen. Um das letztere zwiſchen den Armen anordnen zu können, kreuzt man auch nur die oberen Arme und läßt die unteren Arme nach Fig. 5 offen. Dieſer Regler iſt nicht mehr rhombiſch, doch iſt $\alpha = \beta$; nach Gleichung 10. folgt damit $\lambda = l_1(1 + \cot\alpha\,\mathrm{tg}\,\gamma)$. Auch bei dieſer Bauart iſt ein aſtatiſcher Punkt vorhanden, doch fällt δ etwas größer als bei rhombiſcher Bauart aus.

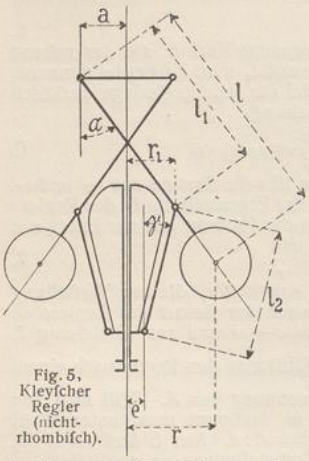


Fig. 5.
Kleyſcher Regler (nicht-rhombiſch).

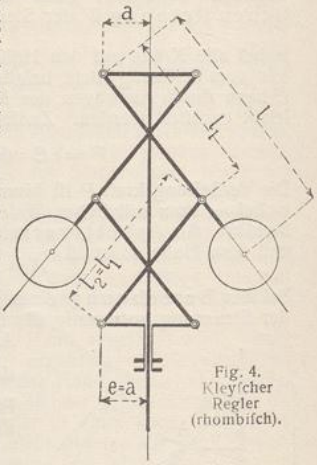


Fig. 4.
Kleyſcher Regler (rhombiſch).

d) Der Gewichtsregler von Tolle (Fig. 6). Bauart nur teilweiſe rhombiſch, da nicht wie beim Porterſchen Regler $\alpha = \beta$, ſondern zur Vergrößerung der Gleichförmigkeit $\alpha < \beta$ gewählt wird. Der Regler iſt pſeudoaſtatiſch. Der Winkel $\varphi = \beta - \alpha$ wird häufig beſtimmt aus $\mathrm{tg}\,\varphi = \mathrm{tg}^3\alpha_u + \frac{a}{l\cos^3\alpha_u}$, wobei α_u die unterſte Grenzlage darſtellt. Der aſtatiſche Punkt liegt dann unterhalb α_u, ſo daß Veränderungen der Hülſenbelaſtung zur Abänderung von n beliebig ausgeführt werden können, ohne daß für den benutzten Ausſchlag labile Lagen entſtehen können.

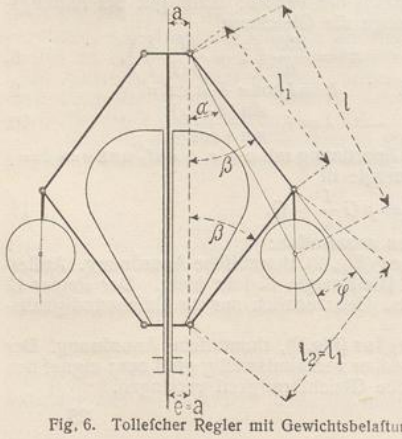


Fig. 6. Tollefcher Regler mit Gewichtsbelaſtung.

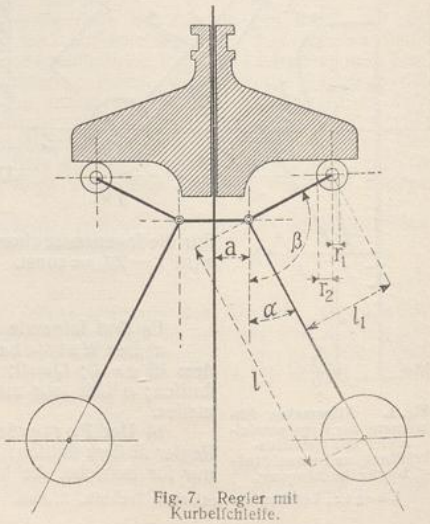


Fig. 7. Regler mit Kurbelſchleife.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

e) Regler mit Kurbelfchleife (Fig. 7). Es ift für alle Stellungen $\gamma = 0$ zu fetzen. Gewöhnlich wird $\beta = 90^0 + \alpha$ gemacht. Der Hub s fällt nur fehr klein aus, da l_1 kleiner als bei den übrigen Reglern genommen wird und weil ftets $\gamma = 0$ ift. Der Regler hat einen aftatifchen Punkt, der für $\beta = 90^0 + \alpha$ durch die Gleichung $l \sin^3 \alpha + a = \frac{Q l_1}{p G} \cos^3 \alpha$ beftimmt ift.

f) Der Leiftungsregler von Weiß (Fig. 8). Zwei zylindrifche Schwunggewichte werden unmittelbar durch das urnenförmige Hülfengewicht belaftet. Es ift $l = l_1$; $\alpha = \beta$ und $\gamma = 0$. Für λ folgt nach Gleichung 10. der Wert $\lambda = l$. Der Regler ift fehr ftark ftatifch, derartig, daß n_0 das Vier- bis Fünffache von n_u ift; er dient zur Regelung von Pumpen, Luftkomprefforen und ähnlichen Mafchinen, bei denen eine konftante Hubleiftung, aber eine ftark veränderliche Umlaufszahl verlangt wird (Leiftungsregler) [5], [7].

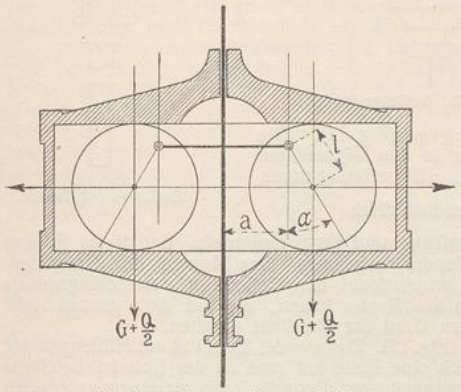


Fig. 8. Leiftungsregler von Weiß.

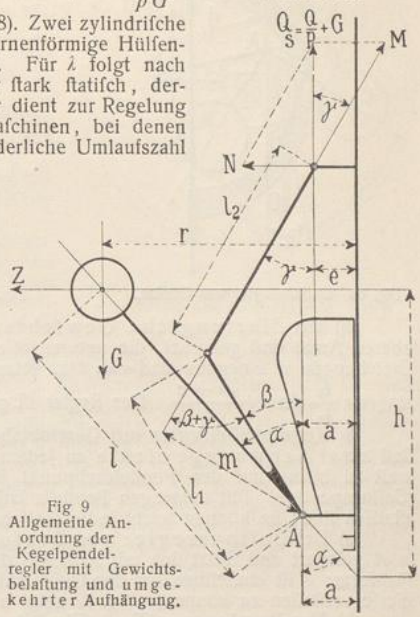


Fig. 9 Allgemeine Anordnung der Kegelpendelregler mit Gewichtsbelaftung und umgekehrter Aufhängung.

2. **Einfache Kegelpendelregler mit Gewichtsbelaftung und umgekehrter Aufhängung.** Allgemeine Anordnung nach Fig. 9. Für reibungslofen Gang ift

$$n^2 = \frac{900}{h}\left[\left(\frac{Q}{p \cdot G} + 1\right)\frac{\lambda}{l} - 1\right] \qquad 12.$$

$$E = Q + pG\left(1 - \frac{l}{\lambda}\right). \qquad 13.$$

Für h und λ gelten die Gleichungen 9. und 10. Es find zwei Bauarten gebräuchlich:

a) Der Pröllfche Gewichtsregler (Fig. 10). Es ift gewöhnlich $a = e$; $l_1 = l_2$; $\beta = \gamma$; aber $\alpha < \beta$ zur Erhöhung der Gleichförmigkeit. Der Regler ift pfeudoaftatifch. Der aftatifche Punkt für α_u erfordert den Winkel $\varphi = \beta - \alpha$, der angenähert beftimmt ift durch $\operatorname{tg} \varphi = \left(\operatorname{tg}^3 \alpha_u + \frac{a}{l \cos^3 \alpha_u}\right)\left(1 - \frac{l}{(Q \cdot pG + 1) 2 l_1}\right)$. Dabei ift φ für den kleinften Wert Q zu berechnen, falls eine Veränderung von Q zur Veränderung von n möglich fein foll.

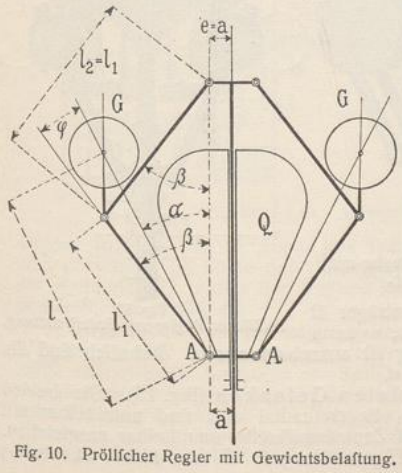


Fig. 10. Pröllfcher Regler mit Gewichtsbelaftung.

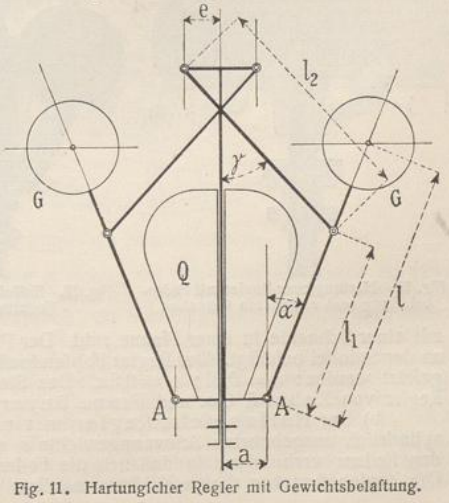


Fig. 11. Hartungfcher Regler mit Gewichtsbelaftung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

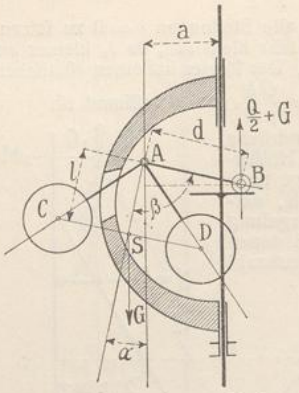


Fig. 12. Cosinusregler von Grufon.

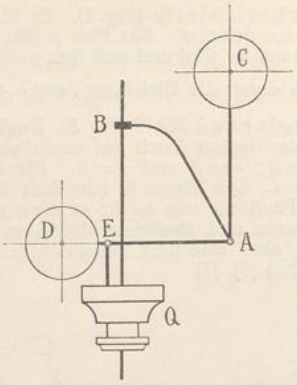


Fig. 13. Bußfcher Regler.

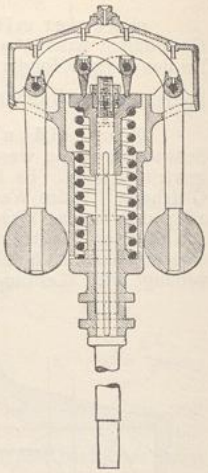


Fig. 14.
Regler von R. Trenck.

b) Der Hartungfche Gewichtsregler (Fig. 11). Die oberen Arme find gekreuzt, die unteren offen; in den allgemeinen Gleichungen ift e negativ und $\alpha = \beta$ zu fetzen; γ ift beftimmt durch $\sin\gamma = \frac{l_1}{l_2}\sin\alpha + \frac{a+e}{l_2}$. Der Regler ift pfeudoaftatifch.

3. **Kegelpendelregler mit Gewichtsbelaftung und Doppelpendeln.** Bei diefen Reglern find zwei Schwunggewichte an jedem Pendel vorhanden. Das Moment der Zentrifugalkraft in bezug auf den Pendeldrehpunkt ift proportional den Cofinus des Ausfchlagwinkels (Cofinuspendel). Mit derartigen Pendeln laffen fich Regler bauen, die auf dem ganzen Hube aftatifch find; fie können leicht jeden beliebigen Grad der Stabilität erhalten.

a) Der Cofinusregler von Grufon (Fig. 12). Das Pendel CAD ift am Hülfengewicht in A gelagert und ftützt fich mit Arm AB durch eine Rolle auf eine an der Spindel befeftigte Plattform; β ift einftellbar, um den Ungleichförmigkeitsgrad δ von Null bis zu einem geeigneten Werte verftellen zu können. Fig. 12 zeigt nur eines von den beiden Doppelpendeln.

b) Der Regler von Buß (Fig. 13) Das Cofinuspendel CAD ift hier an den Arm BA in A drehbar gelagert; BA ift feft mit der Spindel verbunden. Das Hülfengewicht Q ift nur verhältnismäßig klein, da die Schwinggewichte D die Wirkung von Q erheblich unterftützen. Der Regler ift pfeudoaftatifch.

4. **Kegelpendelregler mit Federbelaftung.** Der Hauptvorteil der Federbelaftung ift die Verminderung der Maffenwirkung beim Regulieren. Die Unterfuchung der Federkraftregler erfolgt am beften auf graphifchem Wege (f. fpäter). Von den zahlreichen Reglerarten diefer Gruppe follen nur einige Typen angeführt werden:

a) Der Regler von R. Trenck (Fig 14). Das Winkelpendel hat feinen Drehpunkt an der Hülfe. Der gebogene Arm des Pendels trägt am Ende in einem Zapfen eine Stelze, die

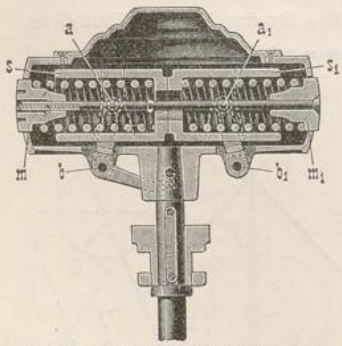


Fig. 15. Hartungfcher Regler mit Federbelaftung und entlafteten Gelenken.

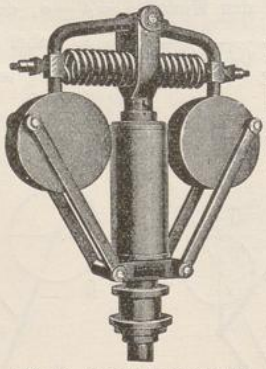


Fig. 16. Tollefcher Regler mit Federbelaftung.

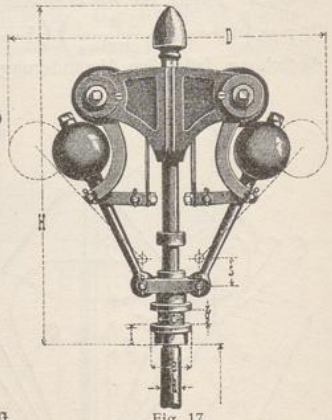


Fig. 17.
Pröllfcher Regler mit Federbelaftung.

mit einer Schneide in einer Pfanne ruht. Der Pfannenträger ift an der Spindel befeftigt. Der Regler ift pfeudoaftatifch; es kann gefetzt werden: $\varepsilon_r = 0{,}01$; $s_r = 0{,}5\,s$. Das Stellzeug ift auszubalancieren. Aehnlich find die Regler von Zabel & Co. und Franz Beyer & Co.

b) Der Hartungfche Regler mit entlafteten Gelenken (Fig. 15). Die beiden zylindrifch ausgebohrten Schwunggewichte s und s_1 liegen radial und find unmittelbar mit den Federn verbunden, fo daß fich die Feder- und Zentrifugalkräfte unmittelbar ausgleichen. Die Zapfen find von diefen Kräften entlaftet. Die Eigenreibung R ift fehr klein, ebenfo ε_r;

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

es kann $\varepsilon_r = 0{,}003$ und $s_1 = 0{,}25\,s$ gesetzt werden. Durch Winkelhebel $a\,b$ und $a_1\,b_1$ wird die Bewegung von s und s_1 auf die Hülse übertragen. Der Regler kann mit nahezu konstanter Energie gebaut werden; er wird auch als pseudoastatischer Leistungsregler ausgeführt.

c) Der Federkraftregler von Tolle (Fig. 16). Der Regler hat zwei Federn. Die wagerechte Feder ist in Fig 16 sichtbar; sie gestattet, δ einzustellen. Die senkrechte Feder umgibt die Spindel und ist eingekapselt, sie gestattet, n zu ändern, ohne daß sich δ verändert. Die Zapfen sind teilweise entlastet; $\varepsilon_r = 0{,}005$. Der Regler wird jetzt auch mit halbzylindrischen Schwunggewichten gebaut, die den Regler einkapseln.

d) Der Federkraftregler von Pröll (Fig. 17). Die Anordnung entspricht der Fig. 10, doch ist das Hülsengewicht durch zwei Blattfedern ersetzt; $\varepsilon_r = 0{,}008$.

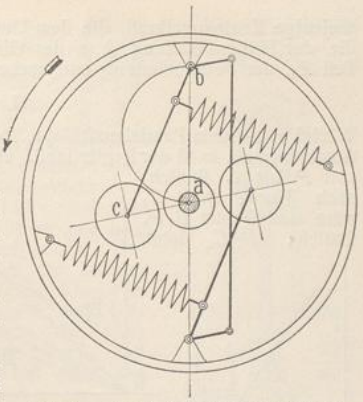


Fig. 18. Schema eines Achsenreglers mit zwei Federn und durchgehender Welle.

5. **Achsen- oder Flachregler.** Fig. 18 zeigt schematisch die Bauart dieser Regler. Der Ausschlag des Schwungpendels $b\,c$ wird in der Regel zur unmittelbaren Verstellung eines Exzenters (Veränderung von Voreilwinkel und Exzentrizität) benutzt. Die Fig. 19 und 20 zeigen als ein Beispiel den Achsenregler von B. Stein; $b\,c$ sind die Pendeldrehpunkte; Schwungmasse und Pendelarme sind in einem Stück gegossen. Beide Pendel werden durch eine Feder im Gleichgewicht gehalten; anwendbar nur bei fliegender Anordnung des Reglers, d. h. bei nicht durchgehender Welle. Der Regler (Fig. 19 und 20) ist noch mit einer Beharrungsscheibe a ausgerüstet. Als zentrischer Ring übt a keine Zentrifugalwirkung aus. Die Beharrungsscheibe wirkt vielmehr durch die Trägheit der Masse auf die Verstellung des Exzenters d ein. Bolzen b sitzt fest im Gehäuse; um ihn dreht sich innerhalb des Gehäuses das obere Pendel, außerhalb des Gehäuses dagegen eine kurze Schwinge, die mit d verbunden ist. Bolzen c dreht sich im Gehäuse. Das untere Pendel sitzt fest am Bolzen c und bewirkt durch seinen Ausschlag die Drehung von c. Außerhalb des Gehäuses sitzt auf c fest ein Hebel, der ebenfalls mit d verbunden ist. Dieser Hebel ist aber über den entsprechenden Zapfen am Exzenter d hinaus verlängert und mit einer in Fig. 20 einpunktierten 225 mm langen Stange verbunden, die an a

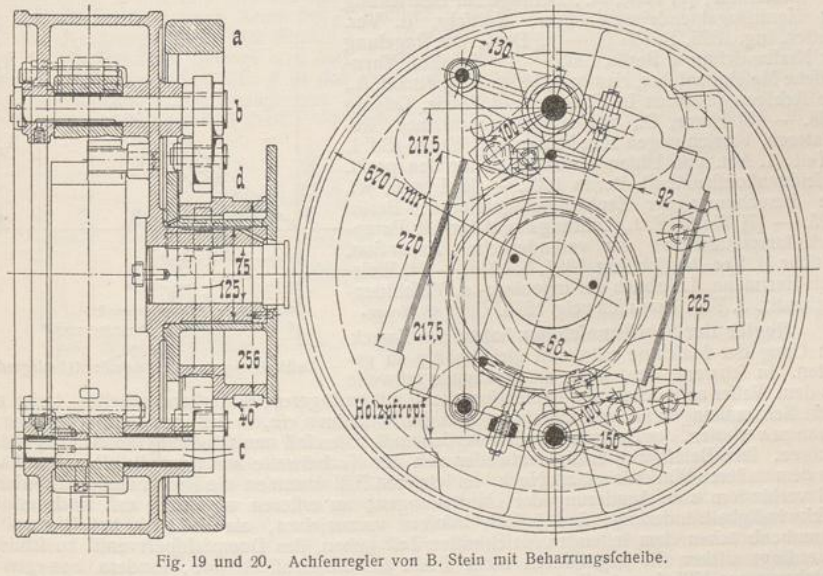


Fig. 19 und 20. Achsenregler von B. Stein mit Beharrungsscheibe.

drehbar angeschlossen ist. Damit die Trägheit von a richtig auf die Verstellung von d einwirkt, muß der Regler im Sinne der Uhrzeigerbewegung umlaufen: bei wachsender Geschwindigkeit der Welle bleibt a infolge der Trägheit zunächst zurück; die Schwungpendel werden nach außen gedrängt, was richtig ist.

Graphische Untersuchung der Regler nach Tolle [1]. Trägt man nach Fig. 21 von einer Wagerechten $O\,N$ aus die graphisch oder rechnerisch bestimmten, im Schwerpunkt der Schwungmasse angreifenden, senkrecht zur Spindel gerichteten Zentrifugalkräfte Z_g, Z_q und Z als Ordinaten auf einer Senkrechten ab, die durch den Mittelpunkt u der Schwungmasse geht, so erhält man die Z_g-, Z_q- und Z-Kurve, aus denen der Charakter des Reglers fast vollständig zu ersehen ist. Diese Kurven werden daher die Charakteristik (oder auch C-Kurven) genannt. Hierbei ist die gesamte Zentrifugalkraft Z in die beiden Teile Z_g und Z_q zerlegt gedacht; Z_g ist

diejenige Zentrifugalkraft, die dem Gewicht G der Schwungmaſſe, Z_q diejenige Zentrifugalkraft, die der Hülſenbelaſtung $Q:p$ das Gleichgewicht hält. Bei Federkraftreglern käme noch der Teil Z_f, der Federbelaſtung entſprechend, hinzu. Es iſt

$$n^2 = \frac{900}{G}\,\frac{Z}{X} = \frac{900}{G}\,\mathrm{tg}\,\varphi.$$

Wächſt φ mit dem Pendelausſchlage, ſo wächſt auch n; der Regler iſt ſtatiſch. Nimmt φ mit dem Ausſchlage ab, ſo iſt der Regler labil. Nach Kurve BPC (Fig. 22) iſt der Regler von B bis P labil, von P bis C ſtatiſch; nach Kurve $B_1 P_1 C_1$ wäre das Gebiet $B_1 P_1$ ſtatiſch, $P_1 C_1$ labil.

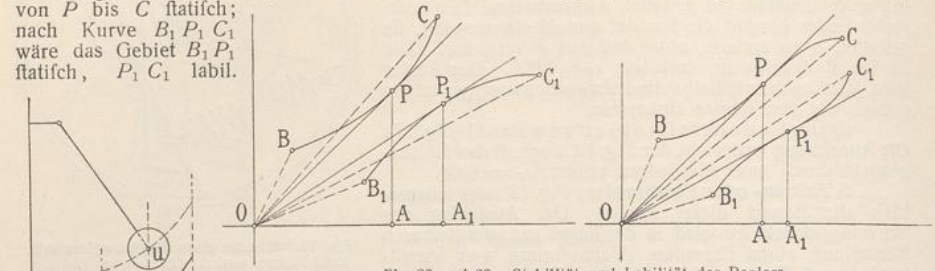


Fig. 22 und 23. Stabilität und Labilität des Reglers.

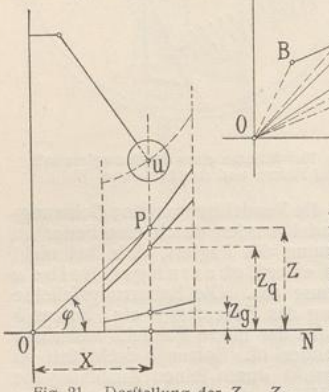


Fig. 21. Darſtellung der Z_g-, Z_q- und Z-Kurven.

Nach Fig. 23 wäre ein Regler mit der Kurve BPC labil, nach $B_1 P_1 C_1$ ſtatiſch; P und P_1 ſind in allen Fällen aſtatiſche Punkte. Der Ungleichförmigkeitsgrad iſt nach Fig. 24 beſtimmt durch

$$\delta = \frac{\mathrm{tg}\,\varphi_0 - \mathrm{tg}\,\varphi_u}{2\,\mathrm{tg}\,\varphi_m} = \frac{S_0 - S_u}{2\,S_m} = \frac{S}{2\,S_m}.$$

Die Strecke c (Fig. 24) kann dabei beliebig angenommen werden. Dadurch, daß die Z_g-, Z_q-, Z_f-Kurven u. ſ. w. getrennt aufgezeichnet werden, gewinnt man einen Einblick in die Art des Einfluſſes, der von den Größen G, Q, F u. ſ. w. auf die Stabilitätsverhältniſſe des Reglers ausgeübt wird.

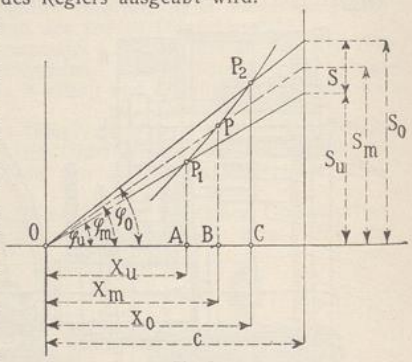


Fig. 24.
Beſtimmung des Ungleichförmigkeitsgrades.

Literatur: [1] Tolle, M., Beiträge zur Beurteilung der Zentrifugalpendelregulatoren, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1895, S. 735 ff. — [2] Derſ., Die Regelung der Kraftmaſchinen, Berlin 1905. — [3] Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Hamburg 1883. — [4] Finkel, A., Die Achſenregulatoren in Theorie und Praxis, Leipzig 1905. — [5] Herre, O., Bewegungsmechanismen, Regulatoren, Vorrichtungen zum Meſſen und Wägen (Bd. 1, 2. Teil, 1. Abt. von Uhlands Handbuch für den prakt. Maſchinenkonſtrukteur), Berlin 1907. — [6] Lynen, W., Die Berechnung der Zentrifugalregulatoren, Berlin 1895. — [7] Weiß, F. J., Leiſtungsregulator für Pumpwerksdampfmaſchinen mit veränderlicher Expanſion, Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1891, S. 1065. — [8] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- u. Maſchinenmechanik, 3. Teil, Braunſchweig 1876. *O. Herre.*

Regler der Schiffsmaſchinen haben den Zweck, den Gang der Maſchine möglichſt gleichmäßig zu geſtalten. In ſchwerer See, wenn die Schrauben teilweiſe aus dem Waſſer auftauchen und dementſprechend mit geringerem Widerſtand arbeiten, treten meiſt große Schwankungen in der Umdrehungszahl der Maſchinen ein, ſo daß, um ein Durchgehen derſelben zu verhüten, der Dampf gedroſſelt werden muß. Dies ſoll nun ſelbſttätig von den Regulatoren erfolgen. Ihre Betätigung erfolgt entweder von der Kurbelwelle aus oder dieſelbe iſt abhängig von dem äußeren Waſſerdruck am Heck. Im letzteren Fall kommen die Regler früher zur Wirkung und verhindern eine Aenderung der Umdrehungen; im erſteren wirken ſie erſt nach erfolgter Geſchwindigkeitsänderung, ſind jedoch inſofern vorzuziehen, als ſie auch bei Wellen- und Schraubenbrüchen dem leitenden Maſchiniſten Zeit geben, das Dampfabſperrventil zu ſchließen. Neuerdings wirken die Regulatoren nicht direkt auf die Droſſelklappe, ſondern bewegen den Schieber eines Hilfsdampfzylinders, deſſen Kolben alsdann die Bewegung der Droſſelklappe bewirkt. Die Regulatoren ſind entweder nach dem Syſtem der Zentrifugalregulatoren — Weſtinghouſe — konſtruiert oder ſie arbeiten als Widerſtandsregulatoren — Silver, Durham —; ſie werden meiſt auf eine beſtimmte Umdrehungszahl der Maſchinen eingeſtellt. Der Regulator von Dunlop, welcher von dem Waſſerdruck am Heck betätigt wird, hat in der Handelsmarine vielfache Anwendung gefunden.

Literatur: Busley, C., Die Schiffsmaſchine, Kiel 1886. *T. Schwarz.*

Regler für Gasmaſchinen. Dieſelben Regler, welche für Dampfmaſchinen angewendet werden, benutzt man auch für Gasmaſchinen. Nur bei Anwendung des Ausſetzerverfahrens kommen andersartige Anordnungen vor, die ſogenannten Luft- und Pendelregler.

Als Beiſpiel eines Luftreglers diene Fig. 25. Auf der Steuerwelle ſitzt die Nockenſcheibe a,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

welche mittels des Winkelhebels *b c d* und des Hängegelenkes *d e* das auf der Stange *f* gleitende Stück *g* bewegt. Der Anfchlag *h*, welcher an diefem befeftigt ift, betätigt das Eintritts-, der Stecher *i* das Gasventil. Mit dem Stecher *i* ift die Stange des Luftkolbens *k* verbunden, der

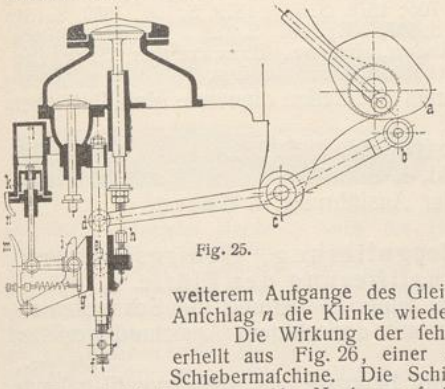


Fig. 25.

fich in einem Zylinder mit zweierlei Bohrung bewegt, fo daß das Loch *l* Luft anfaugt und ausftößt. Geht die Mafchine zu fchnell, fo entfteht eine gewiffe Luftverdichtung im Luftzylinder und hält den Kolben zurück. Dadurch wird der Stecher abgelenkt, die Klinke *m* fchnappt ein und verhindert ihn, das Gasventil zu öffnen. Bei weiterem Aufgange des Gleitftückes *g* löft dann der Anfchlag *n* die Klinke wieder aus.

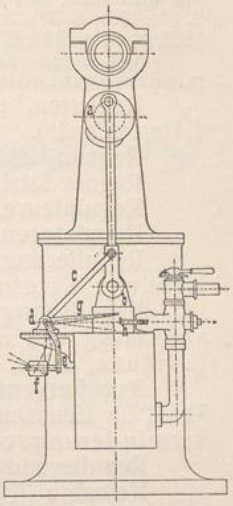


Fig. 26.

Die Wirkung der fehr einfachen Pendelregler erhellt aus Fig. 26, einer alten kleinen ftehenden Schiebermafchine. Die Schieberbewegung geht von der Exzenterfcheibe *a* aus (der Nocken auf derfelben beforgt die Zündung), an welcher der Schieber *b* hängt. An der Pleuelftange ift nun eine kleine Stange *c* angebracht, welche den Schlitten *d* hin und her bewegt. In diefem Schlitten liegt die Achfe eines Winkelhebels *g d e*, deffen eines Ende das Pendelgewicht *f* trägt. Geht die Mafchine richtig, fo muß das verfchiebbare Gewicht *f* fo ftehen, daß der Pendelfchlag den Hebelarm *g* rechtzeitig fo ftellt, daß er beim Rechtsgange des Schlittens *d* das Gasventil *h* aufftößt. Geht die Mafchine zu fchnell, fo wird der Pendelfchlag größer und erfordert längere Zeit; dann kommt das Pendel zu fpät, um das Gasventil öffnen zu können, *g* gleitet über *h* hinweg, die Verpuffung fällt aus.

Als weiteres Beifpiel diene das Pendel von Hille (Fig. 27—28). Durch eine Kurvenfcheibe wird die Stange *a* hin und her bewegt. Sie ift am linken Ende gabelartig ausgebildet; die Gabel fchleift auf dem einen Arme des Winkelhebels *b c d*, welcher gleichfalls gegabelt ift. In der Gabel der Stange *a* fitzt der Stößer *e*, in der des Winkelhebels der Stößer *f*; treffen fich beide, fo wird letzterer bewegt und das durch eine Feder ftets offen gehaltene Eintrittsventil zugeftoßen. Um den feften Stift *g* ift das Pendel *h i* drehbar; es wird durch die an der Gabel von *a* fitzende Rolle *k* in Schwingungen verfetzt. Bei richtigem Gange find diefe Schwingungen fo groß, daß es fich, niederfallend, vor den zweiten, an der Gabel von *a* fitzenden Stößer *l*

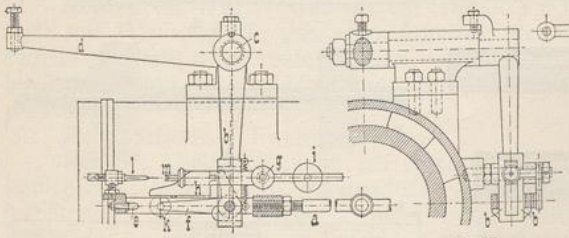


Fig. 27.

Fig. 27a.

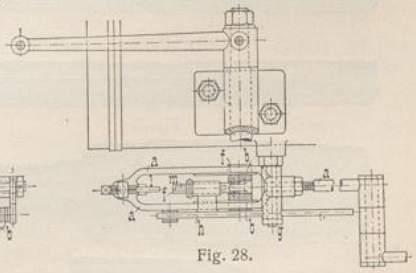


Fig. 28.

legt. Diefer trifft dann den Stößer *m* des Pendels, der durch eine Feder vorgedrückt wird, drückt diefe zufammen und dreht nun den als Winkelhebel ausgebildeten Stößer *f* empor, fo daß er von *e* nicht getroffen werden kann, das Eintrittsventil alfo offen bleibt. Geht die Mafchine aber fchneller, fo werden die Pendelfchwingungen größer; das niederfallende Pendel legt fich nicht vor, fondern auf den Stößer *l*, *e* trifft *f* und fchließt das Eintrittsventil ab. Selbftverftändlich hat die Mafchine vor diefem Eintrittsventile noch befondere felbftätige Ventile für Luft und Gas. Es gibt zahlreiche Anordnungen der Pendelregler, von denen viele fehr gut wirken, doch find fie mit der Anwendung des Ausfetzerverfahrens, für welches fie allein brauchbar find, faft abgekommen.

Schöttler.

Regler (Regulatoren) werden in der Gasinduftrie angewendet, entweder um den Druck in den Leitungen oder den Gasverbrauch der einzelnen Flammen konftant zu erhalten (f. Verbrauchsregler), ferner um die durch den Gasfaugerbetrieb entftehenden Druckfchwankungen auszugleichen, und endlich, um den Gang der Betriebsmafchine der Gasfauger den Schwankungen der Gasproduktion anzupaffen. Je nach diefen Zwecken unterfcheidet man Druckregler, Verbrauchs- oder Konfumregler, Umlauf- oder Beipaßregler, während dem letztgenannten Zwecke der Hahnfche Regler (f. d.) dient. Spezielle Arten find noch die bei der Beleuchtung der Eifenbahnwagen und bei den Straßenbahnwagen mit Gasbetrieb verwendeten Druckreduzierventile fowie die Regulatoren, welche bei den Gasmotoren zur Verhütung des Zuckens der Flammen benutzt werden (f. Druckregler).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Literatur: Schilling, N. H., Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung, 3. Aufl., München 1879, S. 204, 542; Schilling, E., Neuerungen auf dem Gebiete der Steinkohlengasbeleuchtung, München 1892, S. 118, 183; Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, Jahrg. 1874, S. 78; 1875, S. 361, 345, 703; 1876, S. 423, 691, 705; 1878, S. 693; 1879, S. 108; 1880, S. 154; 1882, S. 557; 1884, S. 304; 1887, S. 1064; 1891, S. 107, 458; 1892, S. 712. *G. F. Schaar.*

Vgl. a. Dampfmaschinen, Wassermotoren, Hähne, Druckregler, Druckverminderungsventile, Weberei, Papierfabrikation, Uhren u. s. w.

Regletten, beim Schriftsatz zum Trennen der Zeilen dienende Metallblättchen („Durchschuß").

Regnaultsche Formel, s. Brennstoffe, Bd. 2, S. 281.

Regula falsi, s. Gleichungen, Bd. 4, S. 564.

Regulateure, Pendeluhren von guter Ausführung, s. Uhren.

Regulatoren, s. Regler.

Regulierung der Flüsse, s. Flußregulierung, Gebirgsflußregulierung, Wildbachverbauung, Kanalisierung der Flüsse.

Regulierungshahn ist zu besonders feiner Einstellung mit Schneckenradvorrichtung und an den Abschlußkanten mit dreieckigem Ausschnitt versehen (s. Hähne, Bd. 4, S. 706). *Lindner.*

Regulierventil, jedes als Drosselventil benutzte, als Absperrventil gebaute Ventil für Einstellung von Hand oder ein selbsttätiges Reduzierventil; s. Druckverminderungsventil, Bd. 3, S. 139, und Druckregler, S. 134. *C. Blecken.*

Regulierwiderstand, s. Widerstand, elektrischer.

Reibahle (Räumer, Ausreiber), Werkzeug von zylindrischer oder konischer Gestalt mit schneidenden, seltener schabenden Kanten längs der Mantelfläche, zum Erweitern und Glätten von Löchern dienend. Die zylindrischen Reibahlen werden, damit sie in das zu erweiternde Loch eingeführt werden können, auf einem Teil ($^1/_3$—$^2/_3$) ihrer Länge schwach konisch gestaltet.

Man unterscheidet Hand- und Maschinenreibahlen. Erstere haben längere Schneiden und die konische Zuspitzung ist länger und schlanker; ihre Drehung erfolgt mit Hilfe eines Windeisens, das auf das vierkantig geschaltete Schaftende aufgesteckt wird. Die Maschinenreibahlen finden auf Drehbänken und Bohrmaschinen Verwendung; ihr Schaftende ist entsprechend der Einrichtung dieser Maschinen gestaltet. Reibahlen, die zum Ausreiben von Löchern



Fig. 1.



Fig. 6.



Fig. 2.

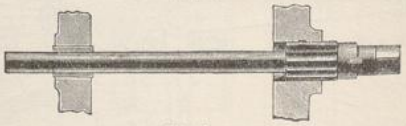


Fig. 7.

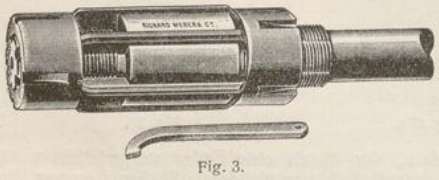


Fig. 3.

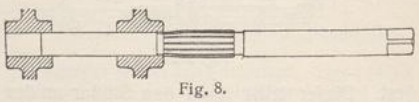


Fig. 8.

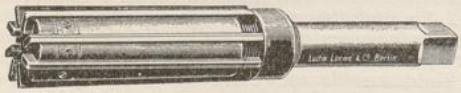


Fig. 4.

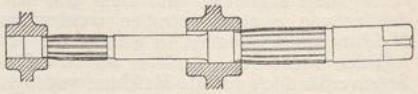


Fig. 9.

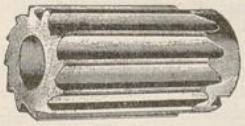


Fig. 5.

ohne Rücksicht auf genaues Maß dienen, sind spiralgenutet und nicht geschliffen (Fig. 1); Reibahlen, die zum Ausreiben gut vorgebohrter Löcher auf genaues Maß dienen, sind gerade genutet und geschliffen (Fig. 2). Für niedrige Löcher verwendet man zweckmäßig kürzere Reibahlen, da diese weniger schwanken als längere. Um die durch die Abnutzung und das Nachschleifen eintretenden Veränderungen im Durchmesser der Reibahle ausgleichen zu können, hat man verstellbare [1], [2] Reibahlen konstruiert, die entweder einen mehrfach aufgeschlitzten Körper mit einer Stellschraube oder eingesetzte Messer (Fig. 3 und 4) besitzen. Reibahlen der letzteren Anordnung werden auch zum Einstellen verschiedener, nicht weit auseinander liegender Durchmesser angewendet. Die nachstellbaren Reibahlen werden entweder nur für durchgehende (Fig. 3) oder auch für Sacklöcher (als Grundreibahle) (Fig. 4) ausgeführt. Fig. 5 stellt eine Aufsteck- oder

Hohlreibahle dar; ſie wird auf Halter (Fig. 6) aufgeſteckt und insbeſondere zum Ausreiben größerer Löcher wegen des geringeren Preiſes angewendet; ſie iſt beſonders zum Aufreiben doppelter Lagerſtellen geeignet (vgl. Fig. 7), wofür auch die in den Fig. 8 und 9 dargeſtellten



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.

Reibahlen verwendet werden. Auch die Hohlreibahlen werden nachſtellbar ausgeführt. — Die Reibahlen Fig. 10—12 ſind zur Herſtellung koniſcher Bohrungen beſtimmt. Für ſaubere und genaue Arbeit wird das Ausreiben in mehreren Operationen vorgenommen: die hinterdrehte Schruppreibahle Fig. 10 dient zum Ausreiben eines koniſchen an Stelle des zylindriſchen Lochs; infolge ihrer Form erzeugt ſie ein abgeſtuftes Loch, das durch die Vorreibahle Fig. 11 weiter ausgerieben wird, während man mit der Fertigreibahle Fig. 12 das Loch fertigſtellt. Man kann auch mit den Reibahlen Fig. 11 und 12 allein auskommen [4]. — Die Konusreibahle Fig. 13 dient in Keſſelſchmieden, Brückenbauanſtalten, Schiffswerften u. ſ. w zum Aufreiben der Löcher für Nieten, Stehbolzen u. dergl. — Die Reibahlen Syſtem Berg beſitzen an ihrem vorderen Ende feine Schraubengänge zwecks ſelbſttätigen Einzugs der Reibahle. Bei den Reibahlen von Gebr. Saacke in Pforzheim (D.R.P. Nr. 93762) ſind die Schneidkanten am vorderen Ende durch Ausſparungen unterbrochen zur Erreichung geringeren Kraftverbrauchs und ſelbſttätigen Einzugs (Fig. 14). — Die Teilung der Reibahlen iſt ſehr wechſelnd; Reibahlen mit feiner Teilung (beſonders für weiche Metalle wie Meſſing und Rotguß verwendet) werden als geriffelte Reibahlen bezeichnet. In der Regel iſt die Teilung keine gleichmäßige, da die Praxis ergeben hat, daß mit Reibahlen mit ungleichmäßiger Teilung ſich leichter genau runde Löcher erzielen laſſen [3]. — Die Herſtellung der Reibahlen erfolgt durch Fräſen. Beim Gebrauch von Reibahlen mit Schneidkanten iſt darauf zu achten, daß ſie nicht rückwärts gedreht werden, da hierbei die Schneidkanten ausbrechen. Als reichlich anzuwendendes Schmiermittel verwendet man am beſten Talg.

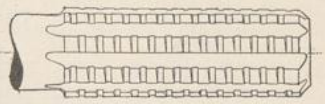


Fig. 14.

Literatur: [1] Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1897, S. 65. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 1780. — [3] „Werkſtattstechnik“ 1907, S. 108, 673; 1908, S. 170. — [4] Ebend. 1907, S. 557 (Konusreibahlen). *A. Widmaier.*

Reibe, ſ. Zerkleinern, Zerkleinerungsmaſchinen.

Reibebrett (Reibſcheibe), ein etwa 30 cm langes, 8—11 cm breites Holzbrett mit Hartholzgriff, das zum Abreiben des Mauerputzes dient. Auch in zugeſpitzter und abgerundeter Form wird es in verſchiedenen Größen für die Herſtellung von Hohlkehlen verwendet und für feineren Putz mit Filz übernagelt. *L. v. Willmann.*

Reibechtheit, ſ. Farbenechtheit.

Reiber, Gleitſtücke, die auf einem Tau mit Reibung gleiten und in der Luftſchiffahrt ſtellenweiſe Verwendung finden, insbeſondere bei der Ankerbefeſtigung, um durch die allmählich bremſende Wirkung des Reibers das Faſſen der Ankerflunken im Erdboden zu ermöglichen. Die bremſende Wirkung des Reibers geſchieht gewöhnlich durch feſt an das Tau gepreßte Gummiringe oder durch wellige Führung des Taus zwiſchen zwei Platten mit hintereinander angeordneten Rollen. *Moedebeck.*

Reibholz, ein Holzfender zum Schutz der Schiffswand beim Vertäuen des Schiffes am Kai oder mit andern Schiffen.

Reibräder (Reibungs- oder Friktionsräder) übertragen mäßige Kräfte durch Berührung ihrer glatten Laufflächen unter ſtarker gegenſeitiger Anpreſſung. Sie laſſen ſich während des Ganges ein- und ausrücken und in einigen Fällen auf verſchiedene Durchmeſſer zur Erzielung veränderlicher Ueberſetzung verſtellen.

Die übertragbare Umfangskraft iſt $P = \mu N$, nämlich gleich der Reibung des ſenkrecht zur Berührungsfläche wirkenden Normaldruckes. Man ſetzt die Reibziffer μ für Gußeiſen auf Gußeiſen 0,10—0,15, auf Papier 0,15—0,20, auf Leder 0,20—0,30, auf Holz 0,30—0,50. Bei den Verſuchen der Elſäſſiſchen Maſchinenbaugeſellſchaft in Grafenſtaden [1] haben ſich für μ höhere Ziffern ergeben, die für neue Stoffe gelten mögen, außerdem Wirkungsgrade von ca. 50 bis 75 % für eine ebene gußeiſerne Scheibe mit Rollen von Leder, Hanfpapier und Pockholz; Stahl auf Gußeiſen verſagte gänzlich. Der Anpreſſungsdruck, der auch auf die Lager von beiden Wellen übergeht, iſt $Q = N = P/\mu$ bei zylindriſchen Rädern ſowie bei den Kegelrädern (Fig. 1) und auch bei dem Planſcheibengetriebe (Fig. 2). Man rechnet in dieſen Fällen 5 kg

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Umfangskraft auf 1 cm der Berührungslinie, ſo daß eine 10 cm breite Rolle 50 kg überträgt bei 200—500 kg Anpreſſung. Für größere Umfangskraft bis 100 kg benutzt man, um den Druck Q zu ermäßigen, Rillen- oder Keilräder (Fig. 3) mit 3—6 Rillen und rechnet bis 20 kg Umfangskraft für 1 Rille. Die Eingriffstiefe nimmt man gering, 10—12 mm, um die Reibungsverluſte

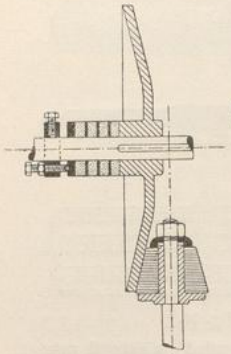


Fig. 1.

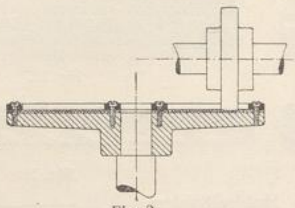


Fig. 2.

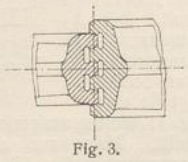


Fig. 3.

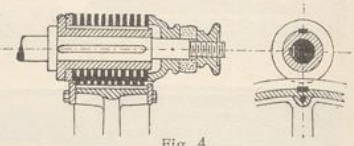


Fig. 4.

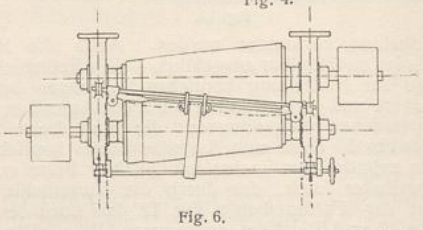


Fig. 6.

infolge der ungleichen Umfangsgeſchwindigkeiten zu beſchränken, und ſetzt den Keilwinkel $2\alpha = 33^1/_2{}^0$, nämlich $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}3$ oder etwas kleiner. Hierbei iſt $N = Q/(\sin\alpha + {}^1/_2\,\mu\,\cos\alpha) = P/\mu$. Die Rillen müſſen durchaus genau rund und glatt gedreht und geſchliffen fein. Bei den Lamellenrädern (Fig. 4) ſind die Rillen durch einzelne Ringe gebildet, die auf Federn verſchiebbar ſind und ſich durch axialen, elaſtiſch wirkenden Druck ſo zuſammenpreſſen laſſen, daß ſie die gleichfalls auf Federn ſitzenden Ringe des Gegenrades einklemmen und dabei die Drehung ohne eigentlichen Anpreſſungsdruck übertragen.

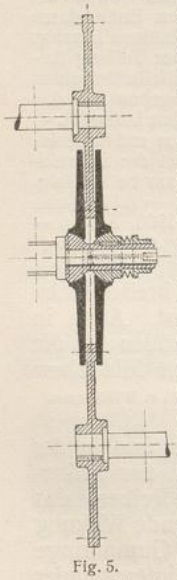


Fig. 5.

Als Stoffrollen wählt man: Gummi in Gußeiſenfaſſung für ſehr kleine Kräfte; Papierblätter (Fig. 1), die rund ausgeſchnitten, aufeinander gelegt, ſtark zuſammengepreßt und dabei zwiſchen Bordſcheiben verſchraubt, danach abgedreht werden, für die kleinen Kegel auf Zentrifugenwellen u. a.; Leder, in Segmentſtücken geſchichtet und zwiſchen Randſcheiben zuſammengeſchraubt, für die Schwungringe an Spindelpreſſen ſowie für die verſtellbaren Rollen an gußeiſernen Planſcheiben für leichte Werkzeugmaſchinen [2] und [3]; Holz, in Segmenten zuſammengeſchraubt und auf der Hirnfläche laufend, iſt unbeſtändig und nutzt ſich ungleichmäßig ab. Das Sellers-Getriebe (Fig. 5), an Werkzeugmaſchinen, überträgt die Bewegung zwiſchen zwei Scheiben, deren Ränder zwiſchen einem Plattenpaar eingeklemmt ſind. Es arbeitet ohne Achſendruck und je nach der Einſtellung des Zapfens des Plattenpaares mit verſchiedenem Ueberſetzungsverhältnis mit 45—60 % Wirkungsgrad [1]. Für Geſchwindigkeitsänderungen an Papiermaſchinen eignet ſich das Getriebe von Stevens (Fig. 6), bei dem ein Lederband zwiſchen zwei Kegeln unter Druck hindurchläuft und je nach ſeiner Längseinſtellung das Ueberſetzungsverhältnis beſtimmt; ferner das Getriebe von Seybold (Fig. 7) mit längerem Lederriemen, der zwiſchen einem kleinen Kegel und einem hohlkegelförmigen Scheibenkranze je nach der Einſtellung der beiden Riemenleitrollen veränderliche, im ganzen ſtark verlangſamte Ueberſetzung bietet.

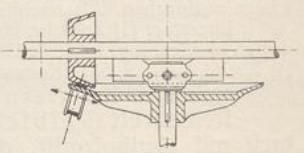


Fig. 7.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 1362. — [2] Ebend. 1893, S. 1251; 1901, S. 1672. — [3] Zeitſchr. f. Werkzeugmaſchinen 1896, S. 7. — [4] Hofmann, Handbuch der Papierfabrikation, Berlin 1886/97, S. 838.

Lindner.

Reibſcheiben, ſ. Reibräder.

Reibung. An der Berührungsſtelle zweier Körper tritt eine die gegenſeitige Verſchiebung derſelben hindernde, in der Berührebene liegende Kraft auf, welche Reibung, genauer gleitende Reibung heißt. Die Richtung dieſer Kraft iſt der Richtung der eintretenden Verſchiebung entgegengeſetzt. Ein ähnlicher, weſentlich geringerer Widerſtand tritt auf, wenn man die Körper um die gemeinſame Normale zur Berührungsebene dreht (bohrende Reibung) oder wenn man den einen Körper an dem andern abwälzt (rollende oder wälzende Reibung). Die letztgenannten Widerſtände ſind Drehmomente, von denen das erſte ſeine Achſe parallel der gemeinſamen Normalen, das zweite parallel der Berührungsebene und ſenkrecht zur Bewegungsrichtung hat.

Man unterſcheidet Reibung der Ruhe und Reibung der Bewegung; erſtere iſt

dem Betrag nach größer, aber gewiſſermaßen latent und verhindert den Beginn der Verſchiebung, letztere wirkt als verzögernde Kraft auf die Bewegung ein. Bei der Reibung feſter Körper aneinander wird noch zwiſchen trockener Reibung und geſchmierter Reibung unterſchieden, je nachdem die Körper ſich direkt berühren oder durch eine Schmiermittelſchicht getrennt ſind. Die trockene Reibung der Bewegung iſt (nach Coulomb, Morin und Warburg) in weiten Grenzen unabhängig von der Geſchwindigkeit und der Größe der Berührfläche, dagegen direkt proportional dem Normaldruck, mit dem die Körper gegeneinander gepreßt ſind. Der Proportionalitätsfaktor heißt Reibungskoeffizient und hängt von dem Material der Körper und ihrer Oberflächenbeſchaffenheit ab. Einem ganz andern Geſetz folgt die Reibung zwiſchen feſten und flüſſigen Körpern. Die eigentliche Flüſſigkeitsreibung, wie ſie beim Strömen einer Flüſſigkeit zwiſchen den verſchieden bewegten Schichten auftritt, iſt unabhängig vom Druck, dagegen proportional der reibenden Schichtfläche und der Relativgeſchwindigkeit; ſie iſt eine ſchiebende Kraft, deren Intenſität für die Flächeneinheit der reibenden Trennungsſchicht, dem Geſchwindigkeitsgefälle ſenkrecht zu derſelben proportional geſetzt wird. Der Proportionalitätsfaktor heißt Koeffizient der inneren Reibung (Zähigkeit) und iſt außer vom Material in hohem Maße von der Temperatur abhängig. Bei der Reibung zwiſchen feſten und flüſſigen (auch gasförmigen) Körpern nimmt man meiſt an, daß die berührende Flüſſigkeitsſchicht am Körper haftet und der Reibungswiderſtand bloß durch innere Reibung in der Flüſſigkeit zuſtande kommt. Solange die Flüſſigkeit laminar, d. h. in Schichten geordnet, am Körper entlang ſtrömt, iſt der Reibungswiderſtand der Geſchwindigkeit einfach proportional; ſobald aber Wirbelbildung (Turbulenz) eintritt, gilt dieſe Beziehung nicht mehr und es tritt der eigentliche Flüſſigkeitswiderſtand, der dem Quadrat der Geſchwindigkeit proportional iſt, auf. Die geſchmierte Reibung feſter Körper wird heutzutage durch die innere Reibung des an den Oberflächen der Körper haftenden und bei der Bewegung derſelben zwiſchen ihnen laminar durchſtrömenden Schmiermittels erklärt (O. Reynolds, Petroff, Sommerfeld). Je größer der Normaldruck der Körper iſt, um ſo zäher muß das Schmiermittel ſein, um wirkſam zu bleiben, weshalb man in Fällen hohen Druckes Paraffin oder Talg verwendet und damit auch bei den größten Drücken dem Ideal der geſchmierten Reibung, im Ruhezuſtand Null zu ſein, ſehr nahe kommt. Verwickelter als die geſchmierte Reibung ſind bohrende und wälzende Reibung; die betreffenden Drehmomente werden dem Normaldruck proportional geſetzt; im übrigen ſind die Krümmungen der ſich berührenden Flächen und die Geſtaltsänderungen (Abplattung) derſelben bei der Bewegung von ausſchlaggebendem Einfluß. Schmierung kommt weniger in Betracht (O. Reynolds).

Reibungswinkel, Reibungskegel, Reibungskreis. Vereinigt man im Falle der gleitenden Reibung den Normaldruck N und die dazu ſenkrechte Reibungskraft R zu einer Reſultante, ſo iſt dieſe unter einem Winkel ϑ gegen die Normale im Berührungspunkt geneigt, der nur vom Reibungskoeffizienten μ abhängt ($\operatorname{tg}\vartheta = \mu = R:N$) und Reibungswinkel heißt. Läßt man den Reibungswinkel um die Normale rotieren, ſo beſchreibt der andre Schenkel einen Kegel vom Oeffnungswinkel 2ϑ, den Reibungskegel, der bei der Löſung von Aufgaben des Gleichgewichts vielfach Verwendung findet. Stützt ſich beiſpielsweiſe ein Körper an drei Stellen gegen feſte Wände und wird er von einer Einzelkraft oder einem Kraftſyſtem, das eine Reſultante beſitzt, angegriffen, ſo beſteht Gleichgewicht, ſobald es wenigſtens einen Punkt der Wirkungslinie der Reſultante gibt, der gleichzeitig innerhalb der drei Reibungskegel der Stützpunkte liegt. Verbindet man nämlich dieſen Punkt mit den drei Stützpunkten, ſo kann man die Kraft nach den drei Verbindungsrichtungen in Komponenten zerlegen und jede Komponente wieder in eine Kraft N normal zur Berührungsebene und in eine zweite T in derſelben gelegene. Erſtere (N) kann durch die Feſtigkeit der Stütze, letztere (T), da ſie wegen der Lage der angenommenen Stützlinie im Innern des Reibungskegels kleiner als $R = \mu N$ iſt, von der latenten ſtatiſchen Reibung überwunden werden. Es gibt alſo für jeden Punkt des gleichzeitig im Innern der drei Reibungskegel befindlichen Raumes einen möglichen Gleichgewichtsfall, und das Gleichgewicht ſowie die Beanſpruchung der Stützen iſt beim Vorhandenſein der Reibung unbeſtimmt. Die Grenzfälle des Gleichgewichts erhält man, wenn man einen jener Punkte als Ausgangspunkt der Stützrichtungen wählt, in welchen die Wirkungslinie der Kraft in den allen drei Reibungskegeln gemeinſamen Raum ein- bezw. aus ihm austritt. Je kleiner die Reibung iſt, um ſo ſpitzer werden die Reibungskegel, und beim Verſchwinden der trockenen Reibung reduzieren ſie ſich auf die Normalen in den Stützpunkten. Ohne Reibung oder bei vollkommener Schmierung iſt daher nur Gleichgewicht, wenn die drei Normalen ſich in einem Punkte ſchneiden, durch den auch die Wirkungslinie der Kraft geht.



Reibungskreis. Iſt ein Körper um eine materielle zylindriſche Achſe vom Radius r drehbar, ſo wird er ohne Vorhandenſein von Reibung nur dann im Gleichgewicht ſein, wenn eine (ſenkrecht zur Zylinderachſe) wirkende Kraft die Zylinderachſe ſchneidet. Iſt Reibung vorhanden, ſo tritt ſchon Gleichgewicht ein, wenn die Wirkungslinie der Kraft einen zum Querſchnitt des Zylinders konzentriſchen (in der Figur ſchraffierten) Kreis trifft. Dieſer hat einen Radius $\varrho = r\sin\vartheta = r\,\mu : \sqrt{1+\mu^2}$ und heißt Reibungskreis. Ein in vorſtehender Weiſe aufgehängtes Pendel hat unendlich viele Gleichgewichtslagen, wobei ſich der Schwerpunkt ſenkrecht unterhalb des Reibungskreiſes befindet. Die Schwingungen erfolgen bei kleiner Reibung und geringer Amplitude harmoniſch, und zwar abwechſelnd auf die nächſtliegende der beiden äußerſten Gleichgewichtslagen zu. Die Abnahme der Amplituden erfolgt nach einer arithmetiſchen Reihe, deren Differenz gleich der Entfernung der äußerſten Gleichgewichtslagen iſt. Die Bewegung kommt nach einer endlichen Zahl von Schwingungen in einer beliebigen, von den Anfangsbedingungen abhängigen Gleichgewichtslage zur Ruhe. Ganz anders iſt die

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bewegung bei vollkommener Schmierung. Hier gibt es nur eine Ruhelage, welche das Pendel nach unendlich vielen in geometriſcher Reihe abnehmenden Schwingungen erreicht (ſ. Schwingungen, gedämpfte).

Literatur: Coulomb, Théorie des machines simples, in den Mémoires des savants étrangers, 1785, Bd. 10, S. 254; Morin, Nouvelles expériences sur le frottement, 3 Bde., Metz 1833—35; Osborne Reynolds, On the theory of lubrication and its applications to Mr. Beaucamp Towers experiments, Philosoph. Transactions 1886, Bd. 177, S. 157—234, und On rolling friction, Philosoph. Transactions, 1876, Bd. 166, S. 155, auszugsweiſe in der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1877, S. 417; Jenkin und Ewing, On friction between surfaces moving and low speeds, Philosoph. Transactions 1877, Bd. 167, S. 509—528; Warburg und v. Babo, Gleitende Reibung feſter Körper, Wiedemanns Annalen 1877, Bd. 2, S. 406; Jellet, Die Theorie der Reibung, deutſch von Lüroth und Schepp, Leipzig 1890; Grashof, Theoretiſche Maſchinenlehre, Bd. 2, S. 238—314; Herrmann, Der Reibungswinkel, Feſtſchrift zum Jubiläum der Univerſität Würzburg, 1882; Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1893, Bd. 1, S. 231—282, 156—177. Lagerreibung: Petroff, Neue Theorie der Reibung, deutſch von Wurzel, Leipzig 1887. Verſuche: Stribeck, R., Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, Bd. 46, S. 1341, und Laſche, O., ebend., S. 1881; Sommerfeld, Zur hydrodynamiſchen Theorie der Schmiermittelreibung, Zeitſchr. f. Math. u. Phyſ. 1904, Bd. 50, S. 97.

Finſterwalder.

Reibung, innere, eine Eigenſchaft aller Aggregatzuſtände der Materie, welche jedoch hauptſächlich bei Flüſſigkeiten, wo ſie auch Fluidität, Zähigkeit, Viskoſität genannt wird, auffällige charakteriſtiſche Unterſchiede aufweiſt. Die innere Reibung iſt der Widerſtand, den die Teilchen eines Körpers ihrer gegenſeitigen Bewegung entgegenſetzen.

Man nimmt denſelben bei feſten Körpern z. B. als Dämpfung ihrer elaſtiſchen Schwingungen wahr, bei Flüſſigkeiten, welche an Glas adhärieren, und Gaſen als die Verlangſamung des Durchfließens enger Kapillaren, als die Dämpfung der in ihnen vor ſich gehenden Rotationsſchwingungen von Scheiben, die benetzt werden, u. ſ. w. Bei dieſen letzteren Methoden nimmt man die innere Reibung deshalb wahr, weil die in nächſter Nähe der Kapillarwand oder Scheibe befindlichen Teilchen von Flüſſigkeit oder Gas durch Adhäſion feſtgehalten werden, ſo daß die relative Bewegung der ferneren Teilchen gegen dieſe adhärierende Schicht reibend erfolgt.

Den Koeffizienten der inneren Reibung definiert man als den Zug, der auf die Flächeneinheit wirkt, wenn die Geſchwindigkeit pro Längeneinheit um die Einheit abnimmt. Er iſt in hohem Grade von der Temperatur abhängig, und zwar ſinkt er bei Temperaturerhöhung. Bei Flüſſigkeiten iſt die Fluidität in bezug auf eine Normalſubſtanz ſehr einfach durch vergleichende Meſſung der Ausſtrömungszeiten beſtimmter Volumina durch eine gleiche enge Kapillare zu ermitteln. Dies hat auch techniſche Bedeutung für die Schmiermittel, indem dieſe dazu dienen, die gleitende Reibung gegeneinander bewegter Metallteile durch die viel kleinere innere Reibung des Schmiermittels zu erſetzen. Der Koeffizient η der inneren Reibung einiger Flüſſigkeiten iſt in abſolutem Maße (Dynen pro Quadratzentimeter): Glyzerin (15°) 2,34; Olivenöl 0,98; Queckſilber 0,0160; Waſſer (15°) 0,0134; für Metalle iſt er der Größenordnung nach 10^8, alſo etwa das 10^9- bis 10^{10}fache des Waſſers; für Gaſe iſt die Größenordnung 10^{-4}, alſo etwa $^1/_{100}$ von Waſſer.

Literatur: Rejtö, A., Die innere Reibung feſter Körper als abſolute Eigenſchaft und die mit Hilfe derſelben abgeleiteten Formeln der Zug- und Druckdiagramme, „Baumaterialienkunde", Jahrg. 2, Nr. 15 ff.

Abegg.

Reibungsgeſperre, ſ. Reibungsſchaltwerk.

Reibungshammer, ſ. Riemenhammer, Stangenfallhammer.

Reibungsklauenkupplung ermöglicht durch Verbindung von Reibungswirkung mit Verklinkung ein ſanftes Einrücken und ſchnelles Ausrücken von Maſchinen oder Wellen; ſ. Kupplungen, Bd. 5, S. 798.

Reibungskoeffizient, ſ. Reibung, S. 395, und Reibung, innere.

Reibungskupplungen ermöglichen die Ein- und Ausrückung von Maſchinen- oder Transmiſſionswellen während des Ganges (ſ. Bd. 5, S. 796—800).

Reibungsräder, ſ. Reibräder.

Reibungsſchaltwerk benutzt ein Klemmſtück, das über dem ungezahnten Rand einer Scheibe hin und her ſchwingt und dabei die Scheibe in der einen Richtung mitbewegt.

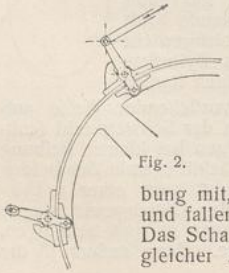


Fig. 2.

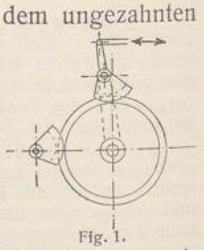


Fig. 1.

Ein mit Keilform und Rille anliegender Daumen verſteift ſich nach Fig. 1 infolge ſeiner exzentriſchen Aufhängung gegen das Rad, gleitet aber in der andern Richtung loſe auf dem Rande. Die beiden Backen, die in Fig. 2 den Kranz von außen und innen faſſen, nehmen ihn durch Reibung mit, wenn die Exzenterſtange nach rechts oben geht, und fallen beim Rückgang der Stange leicht gleitend auf dem Kranze zurück. Das Schaltrad wird bei Ausführungen nach Fig. 1 und 2 durch Geſperre von gleicher Art am Rückgang verhindert. Die Reibungsſchaltwerke ermöglichen

eine beliebige Veränderung der Schaltweite und werden besonders für den Vorschub an Sägegattern benutzt.

Literatur: Reuleaux, Der Konstrukteur, 4. Aufl., Braunschweig 1882/89, S. 631. *Lindner.*

Reibungsverfahren von Witt, ein neues Verfahren zur Aufbereitung (vgl. Bd. 1, S. 346) von Erzen, welches auf der verschiedenen Druck- und Scherfestigkeit der Mineralien beruht.

Bei der Zerkleinerung durchwachsener Massen wurde beobachtet, daß der Bruch derart erfolgt (in den Fig. 1, 2, 3 sind die Körner des weniger festen Minerals schraffiert und die mutmaßlichen Bruchrichtungen angegeben), daß das minder feste Mineral an dem festeren Spitzen und Ecken bildet. Bei dem Wittschen Verfahren wird das Gut nicht bis zur vollkommenen Auffchließung (vgl. Auffchließen, Bd. 1, S. 364, 2.) zerkleinert, sondern nur bis zur Freilegung des weicheren Materials in dem oben angedeuteten Sinne. Es wird also im Vergleich zur nassen Aufbereitung wesentlich an Zerkleinerungsarbeit gespart. Zur Trennung wird eine höhere Schicht des zerkleinerten Kornes in einer rotierenden Trommel unter Wasserzufluß behandelt, das weichere Mineral wird hierbei abgerieben und durch Sieben oder im strömenden Wasser von dem groben Gute getrennt. Für diese Trennung eignen sich besonders Mineralvorkommen, wie Quarz und Kupferkies, Quarz und Bleiglanz, Quarz und Molybdänglanz, Schwefelkies und Kupferkies, Schwefelkies und Bleiglanz.



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

Literatur: Witt, Otto, Der Reibungsprozeß, Freiberg i. S. 1906; Treptow, Emil, Grundzüge der Bergbaukunde, einschließlich Aufbereitung und Brikettieren, 4. Aufl., 1907, S. 533. *Treptow.*

Reibungswinkel (Ruhe-, Kohäsions-, natürlicher Böschungswinkel), im Erdbau derjenige Winkel, unter dem frei aufgeschüttete Erde vermöge ihrer Kohäsion in Ruhe bleibt (fetter Lehmboden unter 50—60°, magerer Sand unter 30°). Starke Benetzung ändert die Kohäsion und den Reibungswinkel. *L. v. Willmann.*

Reichardtit, Mineral. Glasglanz, leicht spaltbar, durchscheinend bis durchsichtig in derben Massen. Spez. Gew. 1,6—1,7. Härte 2—3. Wasserhaltige, schwefelsaure Magnesia; findet sich als Umwandlungsprodukt des Kieserits auf Kalisalzlagerstätten. Entdecker: G. Krause (1874). *Groß.*

Reif, meteorologisch (Symbol s. Niederschläge), bildet sich in klaren Frostnächten, besonders bei ruhiger Luft, durch die erkaltende Wirkung der Ausstrahlung als schneeartiger Ueberzug des Erdbodens, der Dächer, dünner Zweige u. s. w., begünstigt durch schlechte Wärmeleitung und Rauhigkeit der Oberfläche der Objekte.

Er entsteht wie der Tau, indem die feine Bildungsstätte umgebende Luft durch Berührung mit dieser unter den Taupunkt erkaltet und der in ihr enthaltene Wasserdampf somit zur Ausscheidung gelangt — an den unter den Gefrierpunkt erkalteten Objekten gefroren als Reif, im andern Fall in Form von Tau als Wasser; vgl. Rauhfrost. *Großmann.*

Reifbank, etwa 1 m lange Stoßbank(hobel) (s. d., und Böttcherei).

Reifbesatzung, s. Schloß.

Reifeisen, 1. im französischen Zimmertürschloß ein Blechstreifen, welcher den Reifen an der Besatzung bildet; 2. s. v. w. Flach- oder Bandeisen.

Reifen, s. v. w.: 1. einem Stück schwarzen Eisen durch Feilstrich einen hellen Rand geben; 2. reifeln: einen Stab oder Säulenschaft mit Rinnen oder Kannelüren versehen.

Reifen, 1. Radreifen, s. d. und Rad; 2. Faßreifen, s. Faßfabrikation.

Reifenschacht, s. Grubenzimmerung, Bd. 4, S. 653.

Reifkloben, s. Schraubstock.

Reifmesser, s. v. w. Schnittmesser, Zugmesser, Ziehmesser, s. Böttcherei.

Reihen, geordnete Folgen von mathematischen Größen (Gliedern), die nach einem gewissen Gesetz gebildet sind. Zu jedem Glied u gehört der Stellenzeiger, d. h. die Zahl, die angibt, das wievielte Glied u in der Reihe ist. Man unterscheidet Summenreihen $a + b + c + \ldots$ und Produktenreihen $a \cdot b \cdot c \ldots$, je nachdem die Reihen Summen oder Produkte ihrer Glieder sind. Ferner teilt man die Reihen je nach der Zahl ihrer Glieder in endliche und unendliche Reihen ein. Unter den letzteren gibt es vorwärts unendliche und vor- und rückwärts unendliche, je nachdem der Stellenzeiger von 0 bis ∞ oder von $-\infty$ über 0 nach $+\infty$ fortschreitet. Es gibt aber auch Reihen mit mehreren Stellenzeigern (Reihen mit mehrfachem Eingang). Unter jenen mit zwei

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Stellenzeigern werden Reihen von der Geſtalt (1) als Diagonalreihen bezeichnet:

$$(1)\qquad \begin{array}{l} u_{11}+u_{12}+u_{13}+u_{14}+\dots \\ \quad +u_{22}+u_{23}+u_{24}+\dots \\ \quad\quad +u_{33}+u_{34}+\dots \end{array}$$

A. **Endliche Summenreihen** [7]. Zu denſelben gehören die arithmetiſchen und die geometriſchen Progreſſionen. Bei den arithmetiſchen Reihen (erſter Ordnung) iſt die Differenz zweier aufeinander folgenden Glieder konſtant. Iſt a das erſte Glied, d die Differenz, ſo heißt die Reihe $a, a+d, a+2d, a+3d\dots$ Das n-te Glied iſt $a+(n-1)d$ und die Summe der n erſten Glieder $s=na+\frac{1}{2}n(n-1)d$. Ueber höhere arithmetiſche Reihen ſ. Summen- und Differenzenreihen. Bei den geometriſchen Progreſſionen iſt der Quotient zweier aufeinander folgenden Glieder konſtant. Iſt a das erſte Glied, q der Quotient, ſo heißt die Reihe $a, aq, aq^2\dots$; das n-te Glied iſt aq^{n-1} und die Summe der n erſten Glieder $a\frac{q^n-1}{q-1}$. Die geometriſchen Reihen ſpielen in der Zinſeszins- und Rentenrechnung eine Rolle.

B. **Unendliche Summenreihen** [8]—[10]. Eine ſolche heißt konvergent, wenn ſich die Summe S_n derſelben bei wachſender Anzahl n der Glieder einem beſtimmten endlichen Grenzwert S nähert. Dann kann das Reſtglied, d. h. die Summe der auf das n-te folgenden Glieder, durch Wahl eines hinreichend großen n beliebig klein gemacht werden. Beiſpiel: die Reihe $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\dots$ nähert ſich mit wachſender Gliederzahl dem Grenzwert 2. Nähert ſich dagegen S_n mit wachſendem n keinem endlichen beſtimmten Grenzwert, ſo heißt die Reihe divergent. Beiſpiel: die ſogenannte harmoniſche Reihe $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\dots$ Die Summe derſelben nähert ſich dem Grenzwert unendlich. Kommen in einer Reihe R Glieder mit poſitivem und ſolche mit negativem Vorzeichen vor, ſo kann man erſtere für ſich ſummieren, ebenſo auch letztere (poſitiv genommen). Man erhalte bezw. R_1 und R_2, ſo daß $R=R_1-R_2$. Sind nun R_1 und R_2 konvergent, ſo heißt die Reihe R abſolut oder unbedingt konvergent; man kann die Reihenfolge ihrer Glieder vertauſchen, ohne daß ſich ihre Summe ändert. Sind dagegen R_1 und R_2 divergent, ſo heißt die Reihe R bedingt konvergent. Man kann in dieſem Fall durch Umſtellen der Glieder jede beliebige Zahl zur Summe der Reihe machen. Kommt in den Gliedern der Reihe eine Veränderliche x vor, ſo kann die Reihe bei gewiſſen Werten von x konvergent, bei andern divergent ſein. Eine Reihe heißt alsdann in einem gewiſſen Gebiet der Veränderlichen x gleichmäßig konvergent, wenn man, nach Wahl einer beliebig kleinen Größe ε, den Stellenzeiger n, bei welchem das Reſtglied kleiner wird als ε, von x unabhängig wählen kann. Die Reihe hört dagegen auf, gleichmäßig konvergent zu ſein, wenn die Summe der Reihe eine unſtetige Funktion iſt; dabei können die Glieder ſelbſt ſtetige Funktionen von x ſein. Innerhalb des Konvergenzgebiets der nicht gleichmäßig konvergenten Reihe können einzelne Divergenzſtellen exiſtieren, was bei gleichmäßig konvergenten Reihen nicht möglich iſt. In der Nähe einer ſolchen Stelle konvergiert die Reihe unendlich langſam. Eine divergente Reihe heißt halbkonvergent (femikonvergent), wenn ihre Summe bis zu einer gewiſſen Gliederzahl ſich einem beſtimmten Grenzwert nähert, bei Hinzunahme weiterer Glieder ſich wieder von demſelben entfernt. An der Stelle der größten Annäherung erreicht das Reſtglied, als Funktion des Stellenzeigers betrachtet, ein Minimum. Eine divergierende Reihe heißt unbedingt divergent, wenn ihre Summe einen unendlichen Grenzwert hat, z. B. $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}$ oder $1-2+4-8+-\dots$; ſie heißt bedingt divergent oder oscillierend, wenn ihre Summe zwiſchen zwei endlichen Grenzwerten hin und her ſchwankt, z. B. $1-1+1-1+-\dots$ Das Rechnen mit divergenten Reihen iſt unzuläſſig.

C. **Konvergenzkriterien.** So heißen die Kennzeichen, vermittelſt deren man über Konvergenz oder Divergenz der Reihen entſcheidet. Kriterium von Leibniz: eine Reihe mit abwechſelnden Vorzeichen konvergiert, wenn die abſoluten Beträge der Glieder gegen Null abnehmen. I. Kriterium von Gauß: Die Reihe $u_1+u_2+u_3+\dots+u_n+u_{n+1}\dots$ konvergiert bezw. divergiert, je nachdem $\lim\frac{u_{n+1}}{u_n}\Big|_{n=\infty}\lessgtr 1$. Dann iſt auch (nach Cauchy) $\sqrt[n]{u_n}\lessgtr 1$.

II. Kriterium von Gauß: Iſt $\lim\frac{u_{n+1}}{u_n}\Big|_{n=\infty}=1$, ſo konvergiert die Reihe, wenn

$$\lim n\left(\frac{u_n}{u_{n+1}}-1\right)\Big|_{n=\infty}>1.$$

Kriterium von Raabe: Eine Reihe konvergiert, wenn

$$\lim\frac{n\log n\cdot u_n}{u_{n+1}}-(n+1)\log(n+1)\Big|_{n=\infty}>0.$$

Logarithmiſches Kriterium von Cauchy: Konvergenz oder Divergenz, je nachdem

$$\lim\left(\log\frac{1}{u_n}-\log n\right)\Big|_{n=\infty}\gtrless 1.$$

Divergenzkriterium von Olivier: Divergenz, wenn $\lim n\cdot u_n\Big|_{n=\infty}>0$. Kriterium von Kummer: Iſt $\varphi(n)$ eine beliebige poſitive Funktion von n, ſo hat man Konvergenz, wenn

$$\lim\varphi(n)\frac{u_n}{u_{n+1}}-\varphi(n+1)\Big|_{n=\infty}>0.$$

Cauchyſches Ausſchnittkriterium: Die Reihe $u_0+u_1+\dots+u_m+u_{m+1}+\dots+u_n$ konvergiert, wenn man m und n ſo wählen kann, daß $\lim u_m+u_{m+1}+\dots+u_n\Big|_{m=\infty}=0$.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

D. **Potenzreihen** [3], [4]. So heißen Reihen, welche nach ſteigenden oder fallenden Potenzen der Veränderlichen fortſchreiten; z. B. $a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$ Eine ſolche konvergiert unbedingt und gleichmäßig für alle $x < A$, wo $A = \lim \left| \frac{a_n}{a_{n+1}} \right|_{n=\infty}$. Da eine Reihe mit komplexen Gliedern konvergiert, wenn die Reihe gebildet aus den abſoluten Beträgen (Moduln) der Glieder konvergiert, ſo iſt die Potenzreihe konvergent für alle x, deren abſolute Beträge kleiner als der abſolute Betrag von A ſind. Ordnet man einer komplexen Zahl $a + bi$ den Punkt a, b der Ebene zu, ſo liegen die zu den Werten von x, für die die Potenzreihe konvergiert, gehörigen Punkte innerhalb eines Kreiſes, der um den Urſprung mit dem abſoluten Betrag von A als Radius beſchrieben wird und Konvergenzkreis heißt. Die Potenzreihe ſtellt innerhalb des Konvergenzkreiſes eine ſtetige Funktion dar. — Der Konvergenzkreis geht durch den dem Urſprung zunächſt gelegenen Unſtetigkeitspunkt der Funktion. Er kann auch unendlich groß ſein, wie bei $1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \ldots$ oder unendlich klein, wie bei $1 + x \cdot 1! + x^2 \cdot 2! \cdot + \ldots$ Auf dem Konvergenzkreis iſt die Reihe im allgemeinen divergent. Die geometriſche Reihe $\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + \ldots$ hat den Unſtetigkeitspunkt $x = 1$ und divergiert daher auch für $x = -1$, obgleich an dieſer Stelle die Funktion $\frac{1}{1-x}$ ſtetig iſt. Eine Potenzreihe darf differentiiert werden; ſie bleibt alsdann ſtetig innerhalb des Konvergenzkreiſes. Außerhalb des letzteren iſt die Funktion durch die Potenzreihe zunächſt nicht beſtimmt. Iſt jedoch a ein Punkt innerhalb des Konvergenzkreiſes, ſo kann die Funktion auch nach Potenzen von $x - a$ entwickelt werden. Dieſe Reihe konvergiert innerhalb eines Kreiſes um a, der durch den nächſtgelegenen Unſtetigkeitspunkt hindurchgeht. Das neue Konvergenzgebiet hat einen Teil mit dem alten gemein, wodurch die Identität der durch beide Entwicklungen dargeſtellten Funktionen bewieſen wird. Es ragt aber im allgemeinen auch über dasſelbe hinaus, wodurch die Funktion über den urſprünglichen Konvergenzkreis hinaus fortgeſetzt iſt. Dieſes Verfahren kann wiederholt werden, und ſo iſt es möglich, durch derart ineinander fortſetzbare Potenzreihen, Funktionselemente genannt, die Funktion überall da, wo ſie ſtetig iſt, in der ganzen Ebene zu definieren. Im Ausnahmefall, da die Unſtetigkeitspunkte der Funktion eine geſchloſſene Kurve überall dicht erfüllen, entſteht eine Funktion mit natürlichen Grenzen.

E. **Beſondere Potenzreihen** [5]. Eine Potenzreihe heißt rekurrent von der k-ten Ordnung, wenn jeder Koeffizient eine vom Stellenzeiger unabhängige lineare Funktion der k vorhergehenden iſt, d. h. $a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$ iſt rekurrierend, wenn $a_n = \alpha_1 a_{n-k} + \alpha_2 a_{n-k+1} + \ldots + \alpha_k a_{n-1}$. Durch Summierung einer ſolchen Reihe entſteht eine echtgebrochene rationale Funktion, deren Nenner von der k-ten Ordnung iſt. Die rekurrierenden Reihen erſter Ordnung ſind die geometriſchen Reihen von der Form $1 + \alpha x + \alpha^2 x^2 + \ldots$ Die hypergeometriſchen Reihen (ſ. d.) ſind von der Form

$$1 + \frac{\alpha \cdot \beta}{1 \cdot \gamma} x + \frac{\alpha(\alpha-1) \cdot \beta(\beta-1)}{1 \cdot 2 \cdot \gamma(\gamma-1)} x^2 + \ldots$$

Eine Funktion kann nur auf eine Weiſe in eine Potenzreihe entwickelt werden. Hat man daher zwei Entwicklungen für eine Funktion, ſo müſſen die Koeffizienten gleichhoher Potenzen in beiden gleich ſein (Satz von Leibniz). Iſt $F(x)$ eine Funktion von x, ſo lautet die Taylorſche Reihe: $F(x+h) = F(x) + \frac{h}{1} F'(x) + \frac{h^2}{1 \cdot 2} F''(x) + \ldots + \frac{h^{n-1}}{(n-1)!} F^{(n-1)}(x) + R_n$, wo $R_n = \frac{h_n}{n!} F^{(n)}(x + \vartheta h)$ das ſogenannte Reſtglied iſt (ϑ iſt eine Zahl zwiſchen 0 und 1). Dasſelbe kann auch geſchrieben werden: $R_n = \frac{(1-\vartheta)^{n-1} h^n}{(n-1)!} F^{(n)}(x + \vartheta h)$. Mit $x = 0$ und $h = x$ folgt hieraus die Maclaurinſche Reihe:

$$F(x) = F(0) + \frac{x}{1} F'(0) + \frac{x^2}{1 \cdot 2} F''(0) + \ldots + \frac{x^{n-1}}{(n-1)!} F^{(n-1)}(0) + R_n,$$

$$\text{wo } R_n = \frac{x^n}{n!} F^{(n)}(\vartheta x) = \frac{(1-\vartheta)^{n-1}}{(n-1)!} x^n F^{(n)}(\vartheta x) \text{ das Reſtglied.}$$

F. **Entwicklung von Funktionen in Potenzreihen.** Hierzu dienen die Taylorſche und die Maclaurinſche Reihe. Beiſpiele:

a) Binomialreihe

$$(1+x)^m = 1 + \frac{m}{1} x + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} x^2 + \ldots + \frac{m(m-1)\ldots(m-n+2)}{1 \cdot 2 \ldots n-1} x^{n-1} + R_n,$$

$$\text{wo } R_n = \frac{m x}{1} \cdot \frac{(m-1) x}{2} \ldots \frac{(m-n+1) x}{n} (1 + \vartheta x)^{n-m}.$$

Dieſelbe iſt unendlich für jedes negative oder gebrochene m und konvergiert für $-1 < x < +1$, ferner für $x = 1$, wenn $m > -1$.

b) Exponentialreihe

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \ldots + \frac{x^{n-1}}{(n-1)!} + R_n, \text{ wo } R_n = \frac{x^n}{n!} e^{\vartheta x}.$$

Sie konvergiert für jedes endliche x.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

c) Logarithmiſche Reihe

$$l(1+x)=\frac{x}{1}-\frac{x^2}{2}+\frac{x^3}{3}-+\ldots+(-1)^{n-2}\frac{x^{n-1}}{n-1}+R_n,\ \text{wo}\ R_n=\frac{(-1)^{n-1}x^n}{n(1+\vartheta x)^n}.$$

Sie konvergiert für $-1<x<1$. Diefelbe dient zur Berechnung der Logarithmen. Es iſt nämlich $l(1-x)=\frac{x}{1}+\frac{x^2}{2}+\frac{x^3}{3}+\ldots$; $\frac{1}{2}l\frac{1+x}{1-x}=\frac{x}{1}+\frac{x^3}{3}+\frac{x^5}{5}+\ldots$; hieraus

$$l(N+h)-lN=2\left(\frac{h}{2N+h}+\frac{h^3}{3(2N+h)^3}+\frac{h^5}{5(2N+h)^5}+\ldots\right)$$

zur Berechnung von $l(N+h)$, wenn lN bekannt iſt. Um ſtatt der natürlichen Logarithmen die gewöhnlichen zu erhalten, hat man die rechte Seite dieſer Gleichung mit dem Modul M zu multiplizieren. Dabei iſt $\frac{1}{M}=6\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{3\cdot3^3}+\frac{1}{5\cdot3^5}+\ldots\right)$
$+2\left(\frac{1}{9}+\frac{1}{3\cdot9^3}+\frac{1}{5\cdot9^5}+\ldots\right)$, oder auch $\frac{1}{M}=20\left(\frac{1}{9}+\frac{1}{3\cdot9^3}+\frac{1}{5\cdot9^5}+\ldots\right)$
$+6\left(\frac{1}{81}+\frac{1}{3\cdot81^3}+\frac{1}{5\cdot81^5}+\ldots\right)-6\left(\frac{1}{2049}+\frac{1}{3\cdot2049^3}+\ldots\right)=2{,}30258\ldots;$
$M=0{,}43429\ldots$

d) Sinusreihe $\sin x=\frac{x}{1!}-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-+\ldots(-1)^{n+1}\frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}+R_n,$

$$\text{wo}\ R_n=\frac{x^{2n+3}}{(2n+3)!}\sin\left(\vartheta x+\frac{2n+3}{2}\pi\right).$$

Sie konvergiert für jedes endliche x. Dasſelbe gilt von der Coſinusreihe

$\cos x=1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-+\ldots(-1)^n\frac{x^{2n}}{(2n)!}+R_n$, wo $R_n=\frac{x^{2n+2}}{(2n+2)!}\cos[\vartheta x+(n+1)\pi]$.

e) Die Arcusſinusreihe iſt $\operatorname{arc}\sin x=\frac{x}{1}+\frac{1^2}{2!}\frac{x^3}{3}+\frac{1^2\,3^2}{4!}\frac{x^5}{5}+\ldots$ Sie konvergiert für $-1\leqq x\leqq+1$.

f) Die Arcustangensreihe $\operatorname{arc tg} x=\frac{1}{1}x-\frac{1}{3}x^3+\frac{1}{5}x^5-+\ldots$ konvergiert für $-1\leqq x\leqq+1$.

g) Die Reihen für die hyperboliſchen Funktionen ſind: $\mathfrak{Sin}\,x=x+\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}+\ldots;$

$$\mathfrak{Cof}\,x=1+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}\ldots\ \mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Sin}\,x=\frac{x}{1}-\frac{1^2}{2!}\frac{x^3}{3}+\frac{1^2\cdot3^2}{4!}\frac{x^5}{5}-+\ldots;$$

$$\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Tg}\,x=\frac{1}{1}x+\frac{1}{3}x^3+\frac{1}{5}x^5+\frac{1}{7}x^7+\ldots\ \mathfrak{Tg}\,x=\frac{2^2(2^2-1)B_1}{2!}x+\frac{2^4(2^4-1)B_2}{4!}x^3+\ldots;$$

$$\mathfrak{Kot}\,x=\frac{1}{x}-\frac{2^2B_1}{2!}x-\frac{2^4B_2}{4!}x^3+\ldots;$$

$$\mathfrak{Kof\text{-}ec}\,x=\frac{1}{x}+\frac{2(2^1-1)B_1}{2!}x+\frac{2(2^3-1)B_2}{4!}x^3+\ldots;\ \mathfrak{Sec}\,x=E_0+\frac{x^2}{2}E_2+\frac{x^4}{4}E_4+\ldots$$

Hier ſind $B_1B_2\ldots$ die Bernoulliſchen, $E_0E_2E_4\ldots$ die Eulerſchen Zahlen.

G. **Trigonometriſche** (periodiſche) **Reihen,** ſ. Fourierſche Reihen.

H. **Produktenreihen.** Ein Produkt mit unendlich vielen Faktoren

$$\Pi=(1+a_0)(1+a_1)(1+a_2)\ldots$$

heißt konvergent, wenn es ſich mit wachſender Faktorenzahl einem von Null und Unendlich verſchiedenen Grenzwert nähert. Die notwendige und hinreichende Bedingung hierfür iſt, daß die Summenreihe $\Sigma=a_0+a_1+a_2+\ldots$ konvergiert. Weiteres über Produktenreihen ſ. Produkte, unendliche, und Fakultäten.

J. **Teilbruchreihen** [12] heißen ſolche Reihen von Brüchen, bei welchen jeder der letzteren ein aliquoter Teil des vorhergehenden iſt. Bei den einfachen Teilbruchreihen haben alle Brüche den Zähler 1. Eine ſolche iſt daher $\frac{1}{a}+\frac{1}{ab}+\frac{1}{abc}+\ldots$ Sie kann in einen aufſteigenden Kettenbruch verwandelt werden

$$\cfrac{1+\cfrac{1+\ldots}{c}}{b}\Bigg/a$$

und ebenſo auch in einen abſteigenden

$$\cfrac{1}{a-\cfrac{a}{b+1-\cfrac{b}{c+1-\cfrac{c}{d+1-\ldots}}}}$$

Beide Kettenbrüche haben dieſelben Näherungsbrüche. Eine Teilbruchreihe heißt Kettenreihe, wenn die Nenner Potenzen einer Grundzahl a ſind, z. B. $\frac{\alpha}{a}+\frac{\beta}{a^2}+\frac{\gamma}{a^3}\ldots$ Für $a=10$ heißt eine ſolche Kettenreihe Dezimalbruch.

Literatur: [1] Catalan, E., Traité élémentaire des séries, Paris 1860. — [2] Hagen, G., Synopſis der höheren Mathematik, Bd. 1, Berlin 1891, Abſchn. 4 und 5. — [3] Biermann, O., Theorie der analytiſchen Funktionen, Leipzig 1887, Kap. 3, Abſchn. 1. — [4] Forſyth, A. R., Theory of functions of a complex variable, Cambridge 1893, Kap. 2. — [5] Serret, Lehrbuch

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Differential- und Integralrechnung, deutſch von Harnack, Bd. 1, Kap. 5. — [6] Reiff, Geſchichte der unendlichen Reihen, Tübingen 1889. — [7] Schrader, Theorie der endlichen ſummierbaren Reihen, Halle 1871. — [8] Schmidt, Von der Konvergenz und Divergenz unendlicher Reihen, Cöln 1867. — [9] Schneidewind, Ueber Konvergenz unendlicher Reihen, Freiburg 1868. — [10] Schimpf, Eine Theorie der Konvergenz unendlicher Reihen, Bochum 1895. — [11] Simon, Die harmoniſche Reihe, Halle 1886. — [12] Decker, Ueber Teilbruchreihen, I u. II, Troppau 1865—67. — [13] Laurent, Théorie des séries, Paris 1864. — [14] Godefroy, Théorie élémentaire des séries, Paris 1903. — [15] Druckenmüller, Theorie der Kettenreihen, Trier 1837. — [16] Runge, Theorie und Praxis der Reihen, Leipzig 1904. *Wölffing.*

Reihenmaſchine, ſ. Dynamomaſchine.

Reihenmotor, ſ. Motor, elektriſcher.

Reihenſchaltung, ſ. Beleuchtung, elektriſche.

Reihungen, vor die Gewölbelaibung vortretende Bogenrippen, durch die erſtere in rautenförmige Felder geteilt wird, die den Maſchen eines Netzes ähnlich ſehen, ſo daß ein ſolches Gewölbe den Namen Netzgewölbe (ſ. d.) erhalten hat. *L. v. Willmann.*

Reinigung, der Vorgang, dem das Getreide vor ſeiner Vermahlung unterworfen wird und der bezweckt, die den Körnern beigemengten und anhaftenden Unreinigkeiten behufs Erzielung eines weißeren Mehles zu entfernen (vgl. Mehlfabrikation und Reinigungsmaſchinen für Getreide). Außerdem wird diejenige Abteilung einer Mühle, welche die Reinigungsmaſchinen enthält, kurz die „Reinigung“ genannt. Hier liegt wegen der ſchnell laufenden Maſchinen mit Reibflächen und des ſtarken Staubes die Hauptgefahr für Mühlenbrände und Staubexploſion (ſ. d.). Deshalb wird die Reinigung in beſſeren Mühlen in einem durch Brandmauer abgetrennten feuerſicheren Gebäudeteil untergebracht. Der aus der Reinigung abgeſaugten Staubluft wurde der Staub früher durch große Staubkammern, in denen er ſich ablagerte, entzogen; in neuerer Zeit wird die Staubluft faſt ausſchließlich durch Schlauchfilter (ſ. Aſpiration) gereinigt. *Arndt.*

Reinigung, chemiſche, die Entfernung von Unreinigkeiten, beſonders aus Kleidern u. ſ. w., durch Waſchen mit chemiſchen Subſtanzen. Durch dieſes Verfahren werden z. B. die verſtopften und verfilzten Poren der getragenen Kleider wieder geöffnet und ſo auch eine desinfizierende Wirkung erzielt. In der Hauptſache findet hierbei das bei der Gewinnung des exploſionsſicheren Petroleums abfallende Benzin Verwendung.

Durch die Herſtellung einer brauchbaren, in Benzin leicht und vollkommen löslichen Seife machte die chemiſche Reinigung einen bedeutenden Fortſchritt. Das betreffende Produkt wird als Marienhöher Saponin von der Firma Gronewald & Stommel in Elberfeld nach einem durch mehrere Patente geſchützten Verfahren hergeſtellt. Das Fabrikat iſt ein feſtes, ſaures Alkalioleinat von ſchwach alkaliſcher Reaktion, unlöslich in Waſſer, aber leicht löslich in allen mit Waſſer nicht klar miſchbaren, flüchtigen Flüſſigkeiten. Einen weiteren Vorteil bietet die Verwendung dieſer Benzinſeife dadurch, daß ſie die elektriſche Erregbarkeit des Benzins und damit auch die Gefahren der durch Selbſtentzündung hervorgerufenen Exploſionen beſeitigt. Für dieſe Zwecke kann übrigens auch das Richterol (ſ. d.) Verwendung finden.

Der Zuſatz der Benzinſeife bewirkt einerſeits eine Erhöhung des Löſungsvermögens, da ja das Benzin bei gewöhnlicher Temperatur Verwendung findet, und vermehrt gleichzeitig die Aufnahmefähigkeit des Benzins für das aus den Wäſcheſtücken ſtammende Waſſer. In Anbetracht der durch die Entwicklung der Automobilinduſtrie kurze Zeit drohenden Gefahr einer ungewöhnlichen Preisſteigerung des Benzins ließ der Verband deutſcher Färbereien und chemiſcher Waſchanſtalten Reinigungsverſuche mit einem Gemenge von Benzin und Benzol anſtellen, die ſehr befriedigend ausfielen. Benzin allein trübt ſich durch einen geringen Waſſergehalt und wird dadurch für Reinigungszwecke untauglich, unter Umſtänden, wie z. B. bei Glacéhandſchuhen, direkt gefährlich. Beim chemiſchen Waſchgut kann durch einen Waſſergehalt des Extraktionsmittels leicht ein Auslaufen der Farben eintreten.

Die Behandlung der Stoffe, die je nach Art, Farbe und Schmutzzuſtand ſortiert werden, geſchieht in der Weiſe, daß beſonders ſchmutzige Sachen zunächſt mit einer verdünnten Saponinlöſung abgebürſtet und dann in der Maſchine mit dem im Betrieb befindlichen, am wenigſten reinen Benzin gewaſchen werden, indem man ſie in den Waſchmaſchinen durch abwechſelnd nach vorn und rückwärts rotierende Trommeln ſchüttelt. Heikle Stoffe werden in derſelben Weiſe, aber entſprechend vorſichtiger, und gleich zu Anfang mit einem reineren Benzin behandelt. Es erfolgt darauf je nach Bedarf ein wiederholtes Auswaſchen mit reinem Benzin in weiteren Maſchinen, bis das Benzin klar und ſauber abläuft. Alsdann werden die ſo gereinigten Stoffe zentrifugiert und das ſchmutzige Benzin in Deſtillierblaſen durch direktes Einleiten von Waſſerdampf abdeſtilliert, im Waſſerſcheideapparat von dem anhaftenden Waſſer befreit und in den Lagergefäßen aufgefangen. Die Lagerung des Benzins geſchieht am beſten nach dem Syſtem von Martini-Heineke (vgl. Bd. 3, S. 763, Feuergefährliche Flüſſigkeiten).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

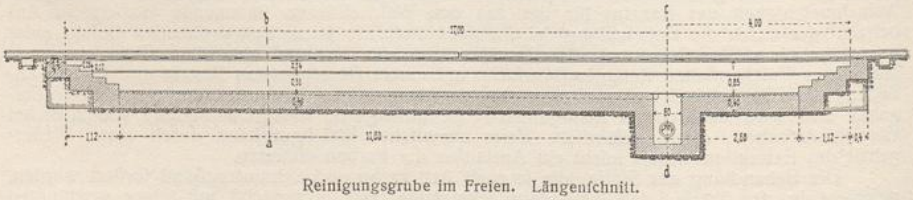
Die Nachreinigung der aus der Benzinwäsche kommenden Stoffe geschieht im sogenannten Detachierraal. Naturgemäß verbleiben ja auf den zu reinigenden Kleidern noch eine Reihe von Flecken, die von Stoffen herrühren, die in Benzin ganz oder teilweise unlöslich sind. Hier wird zunächst vorsichtig versucht, sie mit destilliertem Wasser zu entfernen, doch gehen auch mit diesem nicht alle Flecken fort. Es ist daher praktisch, außer dem Benzin in kleineren Waschtrommeln noch denaturierten Spiritus oder Benzinoform (Tetrachlorkohlenstoff) nach einem unternommenen Vorversuch zu verwenden, wobei Teer-, Oelfarb- oder Lackflecken nach Angaben von Seyda [1] sich gut entfernen lassen. Auch Gemische von Chloroform und Benzinoform empfehlen sich für diese Zwecke. Rote Firnisfarbe löst man nach [1] am besten auf in einem Gemisch von 2 Teilen rektifiziertem Fuselöl, 1 Teil Benzinoform und 1 Teil Essigäther. Bei einem z. B. mit Zuckerlösung begossenen blauseidenen Stoffe werden die Zuckerflecken am besten mit einer dem blauen Farbstoff in ihrem Prozentgehalt genau angepaßten Essigsäure entfernt. Sehr alte Rostflecken entfernt man am besten mittels der galvanischen Methode durch Kochen der Stoffstücke in einem schwefelsauern Bad im Kupferkessel, in den noch ein mit Leinwand umwickeltes Zinkstück gegeben wird. Das Auftragen einer 10prozentigen, mit Zuckersäure gesättigten Essigsäure mittels eines Eisenstabs auf Rostflecken und vorsichtiges Verreiben wird ebenfalls von ihm empfohlen. Tintenflecken werden gewöhnlich mit Oxalsäure behandelt und dann mit Kaliumpermanganat gebleicht. Bei nicht farbig gestreiften Stoffen empfiehlt sich die Verwendung eines Gemisches von 4 Teilen Weingeist und 1 Teil der obengenannten zuckersäurehaltigen Essigsäurelösung; ebenso zur Entfernung von Grasflecken. Blutflecken werden am besten mit lauwarmem Wasser unter Zusatz von etwas Ammoniak entfernt. Bei farbigen Stoffen empfiehlt sich die Anwendung von Eisessig, weil dadurch das Auslaufen der Farbe verhindert wird.

Wenn die Extraktionsmethoden versagen, versucht man die Flecken durch eine Bleichmethode zu entfernen. Als eine der brauchbarsten Methoden ist die mit übermangansauerm Kali zu empfehlen. Man betupft die betreffende Stelle mit einer Lösung davon und bringt aus der Bleichflüssigkeit das reduzierte Manganoxyd wieder in Lösung. Als Reduktionsmittel für das Permanganat fand früher allgemein die schweflige Säure Verwendung. Neuerdings verwendet man Wasserstoffsuperoxyd oder Oxygenol oder Hyraldit, letzteres von Caffella & Cie. in Frankfurt a.M. Seyda [1] wendete mit Erfolg Wasserstoffsuperoxyd unter Zusatz von Essigsäure an. Durch die Permanganatmethode gelingt es, sehr viele Flecken zu entfernen. Bei gefärbten Stoffen ist aber Vorsicht geboten, weil man unter Umständen den Farbstoff mit wegbleicht und die betreffende Stelle dann weiß erscheint. In solchen Fällen empfiehlt Seyda [1] das nachherige Anfärben mit einer angepaßten Lösung eines sogenannten Novafarbstoffes. Häufig empfiehlt sich auch die Anwendung eines Reduktionsmittels ohne vorherige Anwendung von Kaliumpermanganat, speziell die Anwendung des bereits erwähnten Hyraldits in der Weise, daß ein welschnußgroßes Stück davon in 100 ccm kochenden Wassers, welchem 15 Tropfen 10prozentige Essigsäure zugesetzt sind, gelöst wird. Der Teil des Stoffes, auf dem der Fleck sitzt, wird zipfelartig gefaltet und der Fleck ausgewaschen. Bei farbigen Stoffen muß natürlich eine Vorprobe bezüglich der Einwirkung auf den Kleiderfarbstoff vorgenommen werden. Das Permanganatverfahren und das obenbeschriebene Reduktionsverfahren bilden unter anderm auch die einzigen Mittel, mit denen Weinflecken entfernt werden können (s. Fleckausmachen). Bezüglich Reinigung von Denkmälern s. [2] und Altertümerkonservierung, Bd. 1, S. 156.

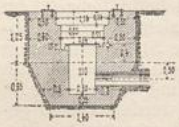
Literatur: [1] Seyda, A., Chemikerztg. 1907, Nr. 79, S. 986, und Nr. 80, S. 1001. — [2] Schmidt, Zeitschr. f. öffentl. Chemie, 13. Jahrg., S. 322. *Metzger.*

Reinigungsgruben, auch Putz- oder Löschgruben, sind an den Enden durch Treppen zugängliche Vertiefungen innerhalb der Gleise zum Schmieren, Untersuchen und Reinigen der unteren, zwischen den Rädern liegenden Teile der Lokomotiven sowie zum Reinigen der Roste und Aschenkästen.

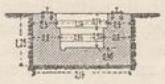
Gewöhnlich in Nebengleisen oder vor den Lokomotivschuppen oder auf Kohlenstationen neben den Kohlenladebühnen, seltener in Hauptgleisen, da, wo die Lokomotiven der Züge halten,



Reinigungsgrube im Freien. Längenschnitt.



Querschnitt *c—d.*



Querschnitt *a—b.*

beinahe immer in Verbindung mit einem Wasserkran, damit die Lokomotiven, während sie geschmiert und untersucht werden, Wasser und Kohlen fassen können (Technische Vereinbarungen §§ 46 und 62 [11]).

Die Herstellung geschieht wie die der Arbeitsgruben in den Lokomotivschuppen in Mauerwerk oder Beton, manchmal auch Wände aus Eisen auf Betonfundamenten. Gute Entwässerung ist Hauptsache. Die Länge der Gruben ist so zu bemessen, daß sie bei darüberstehender Lokomotive noch vorn und hinten zugänglich sind (bei Hauptbahnen zurzeit etwa 17 m); Tiefe der Gruben 0,6—1,0 m, gewöhnlich etwa 0,85 m unter Schienenunterkante. An

den Längswänden ſind etwa 0,5 m unter Schienenoberkante Vorſprünge zweckmäßig, um in geſpreizter Stellung leicht an die höhergelegenen Teile gelangen zu können. Die lichte Breite iſt abhängig von der Spurweite, bei Vollſpur (1,435 m) etwa 1,15 m (unterhalb der Vorſprünge 0,95 m). Die Sohle erhält entweder Quergefäll gegen die Mitte und Längsgefäll, oder beſſer, kein Längsgefäll aber Quergefäll von der Mitte nach beiden Seiten und an dieſen Längsrinnen mit Gefäll gegen den Einfallſchacht (ſ. die Figur). Letztere Anordnung hat gegenüber der erſteren den Vorteil, daß weniger Aſche in den Einfallſchacht geſpült wird. Dieſer ſoll deshalb entfernt von der Stelle, wo der Aſchenkaſten entleert wird, angelegt und dicht abgedeckt werden; ferner ſollen die Abzugskanäle leicht gereinigt werden können. *H. Kübler.*

Reinigungsmaſchinen für Bettfedern. Die Reinigung der Bettfedern kann auf naſſem oder trockenem Wege erfolgen.

Bei der naſſen Verarbeitung paſſiert die Rohware zuerſt Waſchmaſchinen, die in der Hauptſache aus einem ſtarken eiſernen Bottich beſtehen, in welchem die Federn mechaniſch im Waſſer umgerührt werden; dann werden ſie in einer Zentrifuge entwäſſert, worauf eine Trocknung in Trockenapparaten erfolgt. Dieſe ſind mit einem Dampfkeſſel verbunden und beſitzen einen Exhauſtor zum Transport der getrockneten Federn. Zum Schluſſe paſſieren ſie einen Sortierapparat, in dem die Federn (in lange, mittelgroße, ſpitze) und Daunen (halb und prima) ſortiert werden.

Bei der trockenen Reinigung kommen die Federn in eine Maſchine, die in der Hauptſache aus zwei Zylindern beſteht; im erſten werden der grobe Sand, Steinchen, Futterreſte u. ſ. w. ausgeſchieden, im zweiten wird der Staub entfernt. Das Entleeren der Maſchine findet automatiſch ſtatt.

Literatur: Katalog von L. H. Lorch, Maſchinenfabrik in Eßlingen a. N. *A. Widmaier.*

Reinigungsmaſchinen für Getreide kann man einteilen in: I. Maſchinen zum Entfernen der loſen Beimengungen des Getreides; 1. Trennung nach der Größe; 2. Trennung nach dem Gewicht mittels Windſtroms; 3. Trennung nach der Form, a) durch Abrollung, b) durch Abfangung runder Körner, c) durch Adhäſion; 4. Trennung nach der Feſtigkeit; 5. Trennung nach der Elaſtizität; 6. Ausſcheidung von Metallteilen. II. Maſchinen zum Entfernen anhaftender Unreinigkeiten; 1. durch Scheuern, 2. durch Waſchen. III. Maſchinen zum Entfernen der äußeren Kornhüllen; 1. durch Spitzen; 2. durch Schälen. IV. Maſchinen mit vereinigten Wirkungen.

I 1. Trennung nach Größe durch flache, geſchüttelte, oder trommelförmige, ſtoßende Siebe. Von erſteren mehrere untereinander (Zickzackmaſchine). Beſpannung: Gelochtes Blech oder Drahtgewebe.

I 2. Trennung nach dem Gewicht mittels Windſtroms. Grundform der ſogenannten Tarar ſ. Fig. 1. Getreideeinfall bei *a*, -ausfall bei *b*, Windſtrom erzeugt durch das Gebläſe *V*. Dieſer ſtrömt im Rohr *b* aufwärts und reißt leichte Verunreinigungen, Staub, Strohſtückchen, taube Körner u. ſ. w. mit ſich, die er in der erweiterten Kammer *d* ablagert. Die mit Staub durchſetzte Luft verläßt den Apparat bei *c* und wird in eine Staubkammer oder in einen Staubfänger geführt. Die Klappe oben an der Maſchine dient zur Regelung der Windſtärke durch Einlaſſen „falſcher" Luft. Häufig begegnet das Getreide dem Windſtrom nicht nur einmal, ſondern öfter. — Als Beiſpiel für die Vereinigung von 1. und 2. ſ. Aſpirationsreinigungsmaſchine.

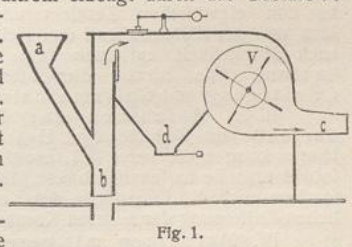


Fig. 1.

I 3a). Trennung nach der Form durch Abrollungen runder Körner. Ein Band oder Tuch ohne Ende läuft über zwei in einer Ebene liegende Rollen, die beide etwas gegen die Wagerechte geneigt ſind. Die Beſchüttung findet an der einen Rolle nahe dem höhergelegenen Rande des Tuches ſtatt. Die unrunden Getreidekörner werden von dem wandernden Bande bis zur andern Rolle mitgenommen und dort abgeworfen. Die kugelrunden Geſäme aber rollen infolge der Querneigung des Bandes vorher ſeitlich herab und werden dadurch von den Getreidekörnern getrennt.

I 3b). Trennung nach der Form durch Abfangung. Schräge Gleitflächen, über welche das Getreide herabrutſcht, werden mit kleinen Vertiefungen verſehen, in denen nur die kugeligen Geſäme Platz finden, während die längeren Getreidekörner darüber hinweggleiten. Dieſe Vorrichtungen (Trieure, ſ. d.) werden in Form von geneigt liegenden, umlaufenden Hohlzylindern ausgeführt, die auf der Innenſeite die kleinen Vertiefungen enthalten.

I 3c). Trennung nach der Form durch die Verſchiedenheit der Adhäſion. Man läßt das Getreide zwiſchen zwei wagerecht nebeneinander liegende, gegeneinander gepreßte Walzen, deren Oberflächen aus vulkaniſiertem Kautſchuk beſtehen, hindurchtreten. Die vieleckigen, rauhen Raden haften dann an den Walzen und werden durch beſondere Abſtreicher entfernt, während die Getreidekörner aus der Walzenfuge unmittelbar ſenkrecht herabfallen.

I 4. Trennung nach der Feſtigkeit. Aehnlich wie die vorſtehend beſchriebene Einrichtung. Das Getreide wird zwiſchen harte und elaſtiſche Walzen hindurchgeführt. Hierbei werden die weichen Knoblauchgeſäme breitgedrückt, die Getreidekörner bleiben ganz.

I 5. Trennung nach der Elaſtizität. Zur Ausſcheidung von Steinchen benutzt (Syſtem Hignette). Ein tiſchartiger Kaſten (Fig. 2) wird vom Vorgelege *V* in eine wagerechte hin und

her gehende Bewegung verſetzt. Er iſt in der Quere gegen die Wagerechte geneigt. Der Grad dieſer Neigung kann mittels der Handräder *R* verändert werden. Der Boden iſt mit Klötzchen beſetzt, die gezackte Gaſſen bilden. Aus einer über dem Kaſten hinlaufenden Rinne gelangt das Getreide in dieſe einzelnen Gaſſen und wird durch die Bewegung des Tiſches heftig hin und her geworfen. Durch die eigenartige Prallwirkung der zickzackförmigen Wände und die ſeitliche Geſamtneigung des Tiſches wird erreicht, daß alle Steine ſich nach abwärts bewegen und dort die Maſchine verlaſſen, während die Getreidekörner aufwärtsſteigen und dort abgeführt werden.

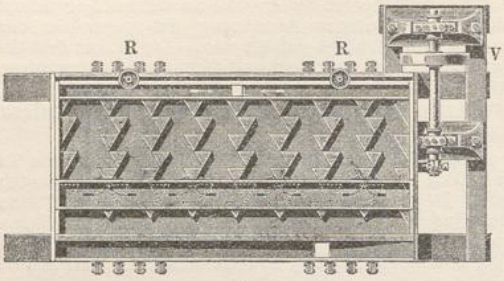
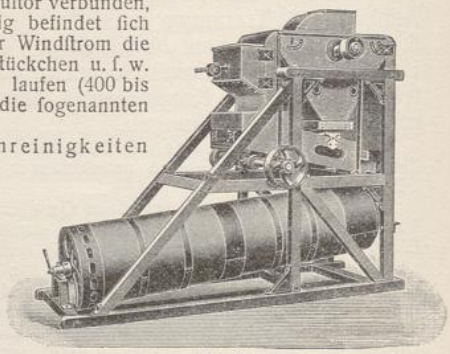


Fig. 2.

I 6. Ausſcheidung von Metallteilen. Dieſe geſchieht durch Magnete, über deren Pole das Getreide hinweggleiten muß (ſ. Magnetapparat).

II 1. Maſchinen, die anhaftende Unreinigkeiten durch Scheuern entfernen. Man kann unterſcheiden: Maſchinen, bei denen die arbeitenden Flächen aus Bürſten beſtehen; ſ. Bürſtmaſchinen. — Ferner Maſchinen mit Reibflächen andrer Art. Deren Anzahl iſt außerordentlich groß. Sie dienen auch für die Gruppe III 2. Bei allen läuft ein Vollkörper in einem Hohlkörper um, und zwiſchen beiden erfährt das Getreide feine Bearbeitung durch die rauhen Flächen der Umlaufkörper. Die Achſe kann liegend oder ſtehend ſein, die Körper können zylindriſche oder kegelförmige Geſtalt haben. Die reibenden Flächen können aus grobem Drahtgewebe, Raſpelblech, Schmirgelmaſſe u. ſ. w. beſtehen, auch wird oft nur die Mantelfläche aus dieſen Stoffen gebildet, während der Umfang des Vollkörpers mit Schlägern oder Schleuderflügeln beſetzt wird, welche das Getreide kräftig gegen die Außenfläche treiben. Stets iſt mit der Maſchine ein Exhauſtor verbunden, der den entſtehenden Staub ſofort entfernt. Häufig befindet ſich an der Maſchine ſelbſt ein Separator, in dem der Windſtrom die mitgeriſſenen leichten Teile, taube Körner, Strohſtückchen u. ſ. w. ablagert. Die Maſchinen müſſen ziemlich ſchnell laufen (400 bis 700 Umdrehungen pro Minute). Hierher gehören die ſogenannten „Eureka"-Maſchinen.


Fig. 3.

II 2. Maſchinen, die anhaftende Unreinigkeiten durch Waſſer entfernen, ſ. Waſchmaſchinen für Getreide.

III 1. Maſchinen zum Spitzen des Getreides. Das Spitzen bildet den Uebergang zu den eigentlichen Zerkleinerungsvorgängen. Man will das Bärtchen und den Keim des Korns nach Möglichkeit entfernen (vgl. Mehlfabrikation). Die hierzu dienenden Maſchinen ſ. Spitzgang und Spitzmaſchine.

III 2. Maſchinen zur Entfernung der äußeren Schale der Getreidekörner. Hierzu können die unter II 1. erwähnten, mit harten Reibflächen verſehenen Maſchinen dienen, ſobald man ſie ſo ſcharf arbeiten läßt, daß ſie nicht nur den anhaftenden Schmutz entfernen, ſondern auch die Oberfläche des Kornes ſelbſt angreifen. Beſonders für die Zwecke der gänzlichen Entfernung der äußeren Kornhülle gebaute Maſchinen ſ. Schälmaſchinen für Getreide.

IV. Maſchinen mit vereinigten Wirkungen ſind ſehr häufig, z. B. „Eureka", Reibung und Aſpiration; ferner werden Bürſtmaſchinen vielfach mit Reib- oder Schälmaſchinen und auch mit Spitzmaſchinen vereinigt. Fig. 3 zeigt eine vereinigte Windſtrom-, Sieb- und Trieurvorrichtung von Amme, Gieſecke & Konegen, Braunſchweig. *Arndt.*

Reinigungsmaſſe dient zur Entfernung des Schwefelwaſſerſtoffes aus dem Leuchtgaſe. Urſprünglich wandte man dazu Kalkmilch an, ſpäter trockenes Kalkhydrat, welches auf den Horden der Reinigerkäſten in gleichmäßigen Lagen ausgebreitet wurde. Die Schwierigkeit der Beſeitigung des verbrauchten Kalkes veranlaßte die Gasanſtalten, zur jetzt allgemein angewendeten Eiſenreinigung, welche gleichzeitig die Cyanverbindungen aufnimmt, überzugehen.

Die älteſte Eiſenreinigungsmaſſe iſt die Lamingſche Maſſe, die erhalten wurde durch innige Mengung des zu Pulver gelöſchten Kalkes mit Sägmehl und Uebergießen mit in Waſſer gelöſtem Eiſenvitriol. Da nach einmaligem Gebrauche der Kalk ſich in ſchwefelſauern Kalk (Gips) verwandelt hat, der als unnützer Ballaſt in der Maſſe liegt, ſo iſt man zur reinen Eiſenreinigung übergegangen und benutzt vorzugsweiſe natürliche Eiſenerze, ſelten noch die aus Eiſenſpänen dargeſtellte Deickeſche Maſſe. Die Maſſe von Lux, ein alkaliiſiertes Eiſenoxydhydrat, findet infolge ihrer großen Aufnahmefähigkeit vielfache Anwendung. Vorzugsweiſe werden natürliche Raſeneiſenerze verwendet, in denen das Eiſenoxyd hydratiſiert bleibt, weil dieſes Erz meiſt einen mehr oder weniger hohen Gehalt an organiſchen Subſtanzen (Wurzelfaſern u. dergl.) enthält, die viel Feuchtigkeit in ſich aufnehmen. Viel Sand und tonige Sub-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſtanzen dürfen nicht darin ſein. Die Maſſe muß frei von harten Knollen und feinkörnig ſein, doch nicht ſo, daß ſie ſich dicht zuſammenlegt und dem Gaſe beim Durchgang einen großen Widerſtand leiſtet. Um letzteres zu vermeiden, lockert man ſie wohl auf durch Miſchung mit einem indifferenten Material (Sägemehl, Häckſel, Lohe u. ſ. w.), welches aber unnützer Ballaſt iſt und den Wert der ausgebrauchten Maſſe vermindert. — Wenn ſämtliches Eiſen ſich mit dem Schwefelwaſſerſtoff zu Schwefeleiſen umgeſetzt hat und nicht mehr fähig iſt, weiter Schwefelwaſſerſtoff zu abſorbieren, ſo wird die Maſſe durch Regenerierung wieder aufnahmefähig gemacht. Dazu bringt man ſie mit der Luft durch häufiges Umſchaufeln unter Beſprengung mit Waſſer in innige Berührung, wobei unter Einfluß des Sauerſtoffes der letzteren eine Zerlegung des Schwefeleiſens in Schwefel und in ſich wieder rückbildendes Eiſenoxydhydrat ſtattfindet. Die Aufnahmefähigkeit häufig regenerierter Maſſe nimmt ab. Ausgebrauchte Reinigungsmaſſe findet Verwendung in Schwefelſäurefabriken ſowie zur Gewinnung von Cyanverbindungen. Eine Erwärmung derſelben beim Lagern muß vermieden werden, damit der Gehalt an Ferrocyan nicht abnimmt. Die Regenerierung der Maſſe findet ſtatt in einem beſonderen, hierzu beſtimmten Raume; verſchiedentlich iſt verſucht worden, die Regenerierung in den Reinigerkäſten durch Einblaſen atmoſphäriſcher Luft vorzunehmen. *G. F. Schaar.*

Reinigung ſtädtiſcher und induſtrieller Abwäſſer, ſ. Abwaſſer, Berieſelung mit ſtädtiſchem Kanalwaſſer, Kläranlagen und Flußverunreinigung.

Reiſebureaus erteilen Auskunft und Rat in bezug auf Reiſen, veranſtalten Reiſegelegenheiten (ſo auch Geſellſchaftsreiſen) und verkaufen Fahrkarten, Fahrſcheinhefte, Bettkarten u. ſ. w.

Man unterſcheidet amtliche Reiſebureaus der Eiſenbahnverwaltungen wie diejenigen der preußiſch-heſſiſchen Staatsbahnen, der öſterreichiſchen und ungariſchen Staatsbahnen, der ſchweizeriſchen Bundesbahnen und andrer Bahnen in Berlin und an andern Orten ſowie private Reiſebureaus der Dampfſchiffgeſellſchaften, der Internationalen Schlafwagengeſellſchaft und ſonſtiger Verkehrsunternehmer, wie Cook & Sohn, Stangen u. ſ. w.

Literatur: Dienſtvorſchriften der Eiſenbahnen und Proſpekte der Reiſebureaus. *Cauer.*

Reisglas, ſ. Alabaſterglas.

Reißblei, ſ. Graphit, Bleiſtiftfabrikation.

Reißbrett, ſ. Zeichnen, techniſches.

Reißen (Springen, Werfen) beruht ebenſo wie das Schwinden und Quellen des Holzes auf der ungleichen Ausdehnung und Zuſammenziehung der Faſern quer zu ihrer Längsrichtung, hervorgerufen durch mehr oder minder ſtarke Einwirkung von Wärme oder Feuchtigkeit auf das Holz. Die Wirkung ſelbſt iſt bei den einzelnen Holzarten je nach dem Wachstum und den übrigen Eigenſchaften eine verſchiedene.

Bei allmählicher Austrocknung der Säfte im Holz tritt das Schwinden ein; das Holz verringert ſein Volumen. Durch Wiederaufnahme von Feuchtigkeit dehnt es ſich wieder, es quillt und wirft ſich, wenn ſeiner Ausdehnung ſich Hinderniſſe entgegenſtellen; dasſelbe tritt ein bei einſeitiger Einwirkung von Näſſe u. ſ. w. Ein Brett verläßt ſeine ebene Form und biegt ſich nach der Richtung aus, wo die breiteren und weicheren Jahresringe liegen, die eine größere Aufnahmefähigkeit beſitzen. Das Reißen erfolgt beſonders bei zu raſcher natürlicher oder künſtlicher Trocknung des Holzes, ſowohl vor als nach ſeiner Verwendung. Näheres über Werfen, Verziehen, Riſſe u. ſ. w. ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 684, und Bauholz. Vierkantig beſchlagenes Holz reißt im ganzen weniger als geſchältes Rundholz; die Riſſe ziehen ſich längs der Mitte der flachen Seiten hin, wobei diejenigen Seiten, die dem Kerne näher liegen, die ſchwächeren Riſſe zeigen. An der Außenſeite verwendeter Hölzer ſich zeigende Riſſe, z. B. an Ständern, Riegeln u. ſ. w. eines Holzhauſes ſind durch Späne zu ſchließen, um dem Eindringen von Feuchtigkeit und dadurch entſtehender Fäulnis vorzubeugen.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 1. Teil, Bd. 1, Darmſtadt 1883, S. 159 ff., wo auch auf S. 50 ein vollſtändiges Literaturverzeichnis. — [2] Gottgetreu, R., Phyſiſche und chemiſche Beſchaffenheit der Baumaterialien, 3. Aufl., Berlin 1879. — [3] Hauenſchild, H., Katechismus der Baumaterialien, Wien 1879/80. *Weinbrenner.*

Reißhaken, -maß, -model, -nadel und -ſtock, ſ. Meßwerkzeuge (Bd. 6, S. 403).

Reißkrempel (Vorkrempel), ſ. Streichgarnſpinnerei.

Reißlatte, Spaltlatte, Waldlatte, eine Dachlatte, welche durch Spalten aus tauglichem Holze gewonnen und meiſt bei Stroh-, Rohr- oder Schindeldächern (Alpenländer) verwendet wird. *Weinbrenner.*

Reißleine, ſ. Reißvorrichtung.

Reißnägel, -ſchiene, ſ. Zeichnen, techniſches.

Reißvorrichtung, Einrichtung zum Aufreißen der Hülle bei Luftballons, um deren ſchnelle Entleerung von Gas herbeizuführen. Vgl. Ballonet.

Die Ballons haben in ihrem oberen Teil einen mehrere Meter langen Schlitz, der bei gummierten Ballons mit einem etwa 20 cm breiten Stoffſtreifen beklebt iſt. Bei gefirnißten Ballons wird dieſer Stoffſtreifen aufgenäht und gedichtet. Er läuft immer in Meridianrichtung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

und läßt ſich daher durch eine an ſeinem oberen Ende befeſtigte Leine, Reißleine genannt, leicht von oben nach unten abreißen, wonach die Oeffnung aufklafft und das Gas entweichen läßt. Um Unglücksfälle zu verhüten, wird bei deutſchen Ballons die Reißleine zunächſt in eine Federklinke, die am oberen Ventilkranz des Ballons befeſtigt iſt, eingeklinkt. Dieſe Feder ſoll eine Kraft von etwa 75 kg haben. Die Reißleine ſelbſt muß nach internationalen Vorſchriften aus einem 25 mm breiten roten Bande beſtehen, damit ſie nicht mit andern Leinen, die nach dem Ballonkorbe bezw. der Gondel führen, verwechſelt werden kann. *Moedebeck.*

Reißwolf (Wolf), ſ. Streichgarnſpinnerei.

Reißzeug, eigentlich alle zum genauen geometriſchen oder techniſchen Zeichnen (Aufreißen) nötigen Werkzeuge. Gewöhnlich verſteht man darunter ein Beſteck mit wenigſtens den nötigſten Zeichenwerkzeugen (Fig. 1).

Unbedingt nötig für techniſche Zeichnungen ſind: Einſatzzirkel, d. h. ein Zirkel mit Spitzen-, Bleiſtift- und Ziehfedereinſatz, für größere Kreiſe mit Verlängerungsſtück, ein Spitzenzirkel (Handzirkel) zum Abſtechen von Maßen, ein Stechzirkel für ſehr kleine Maße, ein Nullenzirkel für kleine Kreiſe, eine Ziehfeder, ein Stangenzirkel für ſehr große Kreiſe. Ein Nullenzirkel mit Fallvorrichtung (Fallnullenzirkel) iſt in Fig. 3 dargeſtellt, aber nur bei häufigen ſehr kleinen Kreiſen zweckmäßig. Größere Beſtecke enthalten mehrere verſchieden große Zirkel (darunter auch einen Haarzirkel, vgl. Fig. 2) und Ziehfedern, außerdem einen Reduktionszirkel (Fig. 4) zum Uebertragen aus einem Maßſtab in einen andern (für Reduktionen auf die Hälfte Halbierungszirkel genannt), wobei das Verhältnis $L : l$ durch Verſtellen des Gelenkes S eingeſtellt werden kann, einen Stangenzirkel mit Stange aus zuſammenſteckbaren Röhren zwecks leichten Unterbringens in einem Beſteck. Für geſtrichelte Linien ſind Ziehfedern mit einſetzbaren Zahnrädern vorhanden (Fig. 5). Je nachdem die Zahnräder 1, 2 oder 3 eingeſetzt ſind, erhält man die Linien 1, 2 oder 3, wenn man die Scheibe A mit der Spitze S ſo über das Zeichenpapier zieht, daß das Zahnrad auf der Zeichenſchiene läuft. Sehr große Reißzeuge beſitzen auch Ellipſenzirkel (Fig. 6), beſonders für techniſche Zeichnungen in Parallelperſpektive zweckmäßig, wobei die halbe Ellipſe durch Verſchieben der verſtellbaren Gelenke $P_1 P_2$ in der Richtung der Pfeile gezeichnet wird. Es entſpricht die Länge $S P_1$ dem großen, $S P_2$ dem kleinen Ellipſenhalbmeſſer. Zum Schraffieren werden Schraffierlineale mit ſelbſttätiger Verſchiebung und beliebiger Einſtellung der Strichweite angefertigt. Alle guten Zirkel

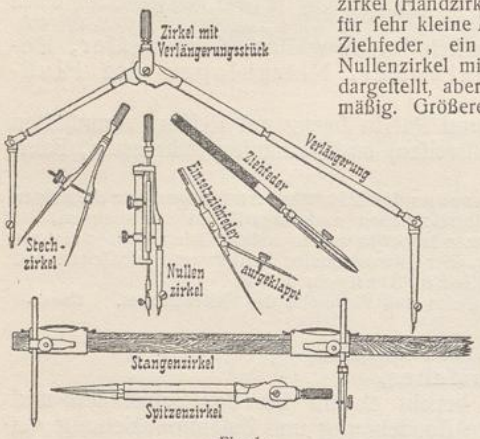


Fig. 1.

müſſen ſehr genau gearbeitet ſein (Präziſionsmechanik), zweckmäßig aus Neuſilber beſtehen, runde, glatte Formen haben und Kopf zum Anfaſſen. Ziehfedern müſſen zum Reinigen aufklappbar ſein (Fig. 1). — Die Apparate Fig. 1—4 entſprechen denen von C. Riefler in Neſſelwang und München, in Fig. 5 denen von Richter & Co. in Chemnitz. *Krauſe.*



Fig. 3.

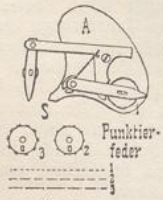


Fig. 5.

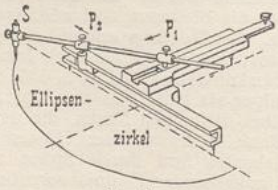


Fig. 6.



Fig. 2.



Fig. 4.

Reiswerkbauten, ſ. Holzbau.

Reitel, -platte, -ſtock, dient bei Stiel- oder Hebelhämmern (ſ. Hammer) zur Begrenzung der Aufwärtsbewegung des Hammers zwecks Erzielung einer größeren minutlichen Schlagzahl. Der Reitel beſteht entweder aus einem über dem Hammer befindlichen etwas federnd nachgiebigen Balken oder aus einer am Boden angebrachten Platte, gegen die der verlängerte Hammerſtiel ſtößt. *A. Widmaier.*

Reithaus, Reithalle, gedeckte Reitbahn, ein Gebäude, welches bei allen größeren Pferdeſtällen (ſ. d.), bei Marſtällen und Reiterkaſernen notwendig iſt und ſowohl zur Schulung und zum Zureiten der Pferde wie zum Reitunterricht dient.

Die Breite der Halle iſt bedingt durch die kreisförmige Ringbahn von 15—18 m Durchmeſſer; die Länge beträgt das Zwei- bis Fünffache der Breite. Da die Bahn durch Zwiſchen-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

unterſtützungen nicht beengt werden darf, ſo bietet die Decken- und Dachkonſtruktion meiſt eine intereſſante Aufgabe für den Architekten. Der Boden der Bahn iſt mit Sand oder Sägmehl belegt, um die Hufe der Pferde zu ſchonen ſowie auch bei etwaigem Abwerfen des Reiters ein weiches Fallen zu ermöglichen. Die Umfaſſung der Bahn bildet eine glatte Holztäferung von ca. 1,50 m Höhe, oben mit abgerundetem Holme, in der Fläche nach außen ſchräg anſteigend, um zu verhindern, daß der Reiter an die Wand gedrückt werden kann. Für reichliches Licht iſt durch hochangelegte Fenſter zu ſorgen. Mit dem Reithauſe kann eine Galerie für Zuſchauer bei größeren Reitaufführungen verbunden ſein. — Iſt das Gebäude mit der Stallung nicht in Verbindung, ſondern entfernt angelegt, ſo iſt ein Kühlſtall für erhitzte Pferde dabei anzuordnen. Für die warme Jahreszeit dient ſtatt der gedeckten eine offene Reitbahn von ähnlichen Größenverhältniſſen; ſie iſt durch Bäume zu beſchatten und mit einer Umwandung (ſ. oben) zu verſehen.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 4. Teil, 3. Halbbd., Darmſtadt 1884, Geſtüte und Marſtallgebäude, S. 31 ff.; S. 53. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 2, Berlin 1884, Gebäudekunde, IV. Gebäude für Erziehungszwecke, 4. Kaſernenbauten mit Reitbahnen, S. 383 f. — [3] Klaſen, L., Grundrißvorbilder, Leipzig 1884/95. *Weinbrenner.*

Reitknie, im Holzſchiffbau, ein Knieholz zur Verbindung des Vorſtevens mit dem Kielſchwein; ſ. Schiffbau.

Reitnagel (Pinne), Teil des Reitſtocks (ſ. d.).

Reitſtock, Beſtandteil von Drehbänken (ſ. Bd. 3, S. 79), von Spitzen- und Teilapparaten der Fräs- und Schleifmaſchinen, ſ. Fräsmaſchinen (Bd. 4, S. 183 ff.) und Schleifen.

Reitwagenbahnen, Bahnen mit einer oder zwei auf Pfoſten oder Böcken ruhenden Fahrſchienen, auf welchen die Wagen rittlings ſitzen, alſo zu beiden Seiten über die Fahrſchienen hinunterhängen. Nur die Bahnen mit einer Fahrſchiene, auf welcher die Wagen auf Fahrrollen mit doppelten Spurkränzen laufen, haben bis jetzt einige Bedeutung erlangt.

Reitwagenbahnen ſind ausgeführt ſowohl als Feld- und Grubenbahnen wie als Bahnen für den Perſonen- und Güterverkehr. Die erſte Bahn dieſer Art wurde ſchon 1821 von Palmer erfunden [1]. Ende der 1860er Jahre des vorigen Jahrhunderts hat Fell eine zweiſchienige Bahn [2] konſtruiert, auf der die Wagen noch mittels zweier ſeitlicher Schienen durch beſondere, unten an den Seitenteilen der Wagen angebrachte wagerechte Rollen geführt wurden, und Le Roy Stone hat 1876 auf der Weltausſtellung in Philadelphia eine Bahn mit einer Fahrſchiene und zwei ſeitlichen Führungsſchienen auf bis 9 m hohen Pfoſten erbaut, um Perſonen zu befördern [2]. Dieſe und noch andre hierhergehörige Bauarten (ſ. [1]) haben aber keine praktiſche Bedeutung erlangt; dagegen hat Lartigue eine Bauart erfunden, die anfangs der 1880er Jahre in Algier als mit Maulefeln betriebene Feldbahn in größerem Umfang Anwendung fand [3a]. Im Jahre 1888 wurde ſodann im ſüdweſtlichen Irland von Liſtowel nach Ballybunſan eine mit Dampf betriebene, 16 km lange Bahn für den Perſonen- und Güterverkehr nach der Bauart Lartigues eröffnet [4] und 1893 in Frankreich eine ſolche von 19 km Länge von Feurs nach Paniſſière, Departement Loire. Die hohe Sicherheit gegen Entgleiſen hat den Deutſchengländer Behr veranlaßt, die Bauart Lartigue für den elektriſchen Schnellverkehr unter Anwendung einer Fahrſchiene und vier ſeitlichen Führungsſchienen umzugeſtalten. Auf der Weltausſtellung in Brüſſel 1897 hat Behr eine Probeſtrecke gebaut, auf der trotz ungünſtiger Verhältniſſe und ungenügenden Stroms doch 136 km ſtündliche Geſchwindigkeit erzielt wurden, und laut Parlamentsbeſchluſſes ſoll eine elektriſche Schnellbahn von Mancheſter nach Liverpool in dieſer Weiſe erbaut werden ([3b]—[7]).

Literatur: [1] Engineering 1886. — [2] Heuſinger v. Waldegg, Handbuch für ſpezielle Eiſenbahntechnik, Berlin 1877, Bd. 5, S. 519 ff. — [3a] Zentralblatt der Bauverwaltung 1889, S. 215; [3b] 1899, S. 550. — [4] Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens 1887, S. 41; 1888, S. 253; 1889, S. 184. — [5] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1900, Bd. 1, S. 131, u. 1902, Bd. 1, S. 486. — [6] Zeitſchr. d. Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1899, S. 585. — [7] Engineering 1897, S. 788, 815 u. 849. *H. Kübler.*

Reitwege. Als ſolche können die Sommerwege (ſ. d.) ebenfalls angeſehen werden. Um ſie widerſtandsfähiger und auch bei naſſer Witterung benutzbar zu machen, werden ſie häufig, namentlich bei lehmigem Boden, mit grobem Sand oder mit feinem Kies beſchüttet. Zu empfehlen iſt in dieſem Falle eine Unterbettung aus zerſchlagenen Backſteinen oder ſonſtigen Steinabfällen von etwa 3—5 cm Stärke. *L. v. Willmann.*

Rekaleſzenz, -kurven, -punkte. Unter Rekaleſzenz verſteht man die Abkühlung von Löſungen (ſ. d.). Rekaleſzenzkurven ſind Kurven, bei denen die Abſziſſen die Zeiten, die Ordinaten die zugehörigen Temperaturen der in Abkühlung befindlichen Löſung darſtellen. Iſt die Abkühlung keine gleichmäßige, ſondern entſtehen Verzögerungen, ſo enthält die Kurve ſogenannte Rekaleſzenz- oder kritiſche Punkte. Dieſe Verzögerungen in der Temperaturabnahme entſprechen inneren Vorgängen in der Löſung. Ueber die Aufnahme von Rekaleſzenzkurven vgl. [1].

Literatur: [1] Goerens, P., Einführung in die Metallographie, Halle a. S. 1906. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rekonſtruktion, Wiederherſtellung, Wiederaufbau, ſ. Reſtauration.

Rektaſzenſion, ſ. Koordinaten am Himmel, Bd. 5, S. 625.

Rektifikation, in der Mathematik, die Beſtimmung der Bogenlänge von ebenen und Raumkurven.

Iſt $y = f(x)$ die Gleichung einer ebenen Kurve in carteſiſchen Koordinaten, ſo iſt $s = \int_{x_0}^{x_1} \sqrt{1 + y'^2}\, dx$ die Bogenlänge zwiſchen den Abſziſſen x_0 und x_1. Iſt $r = f(\vartheta)$ die Gleichung einer ebenen Kurve in Polarkoordinaten, ſo iſt $s = \int_{\vartheta_0}^{\vartheta_1} \sqrt{r^2 + r'^2}\, d\vartheta$ die Bogenlänge zwiſchen den Polarwinkeln ϑ_0 und ϑ_1. Sind $x = \varphi(t)$ $y = \psi(t)$ $z = \chi(t)$ die Gleichungen einer Raumkurve, ſo iſt $s = \int_{t_0}^{t_1} \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}\, dt$ die Bogenlänge zwiſchen den Punkten, welche zu den Parameterwerten t_0 und t_1 gehören. Weiteres und Beiſpiele in [1] und [2].

Literatur: [1] Serret, Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung, deutſch von A. Harnack, Bd. 2, 1. Hälfte, Leipzig 1885, Kap. 4. — [2] Schlömilch, O., Uebungsbuch zum Studium der höheren Analyſis, 2. Teil, 2. Aufl., Leipzig 1874, Kap. 2. *Wölffing.*

Rektifikation, in der Chemie, die wiederholte Deſtillation einer Flüſſigkeit, um ſie möglichſt rein zu erhalten. *Abegg.*

Rektifizierende Ebene, diejenige Ebene in einem Punkt einer Raumkurve, welche die Tangente und die Binormale enthält und auf der Hauptnormale ſenkrecht ſteht. *Wölffing.*

Rektifizierende Kante, ſ. Raumkurven.

Rektifizierinſtrumente dienen zur mechaniſchen Beſtimmung der Längen gekrümmter Linien; man nennt ſie auch Arkometer, Campylometer, Kartometer, Kurveometer, Linienmeſſer, Longimeter, Meßrädchen, Opiſometer, Rektifikator.

Das einfachſte Inſtrument iſt der Feinzirkel, deſſen Oeffnung zur Ausmeſſung von Sehnen-, Sekanten- oder Tangentenelementen nach der Krümmung der Linie eingeſtellt wird. Ein andres Hilfsmittel iſt ein kleines Laufrädchen; ſeine Bewegungsrichtung wird in jedem Krümmungspunkte in die Tangentialrichtung eingeſtellt, und ſeine Abwicklung drückt dann die Linie aus. Dieſe kann erhalten werden durch umgekehrte Abwicklung auf einer geraden Linie oder durch beſondere Vorrichtungen. Die einfachſte iſt ein Anſchlag, ſo daß das mit Spitzenzähnen verſehene Rad von Umdrehung zu Umdrehung in entgegengeſetzter Richtung abgerollt wird, z. B. Meßrädchen von Jakob. Bequemer iſt eine Einrichtung zum Regiſtrieren der Abwicklung durch ein Zählwerk mit Zifferblatt, z. B. Kurveometer von Wittmann in Wien, oder Regiſtrieren durch die Fortbewegung, welche eine Mutter bei Uebertragung der Rollenumdrehung auf eine Schraube erfährt, z. B. Rektifizierrädchen von Platzbecker in Düſſeldorf. Eine Reihe andrer Vorrichtungen findet ſich angegeben in den Patentmitteilungen der Zeitſchriften für Inſtrumentenkunde und für Vermeſſungsweſen. Für die Ausmeſſung von Linien mit ſtarken Krümmungen und häufigem Krümmungswechſel, z. B. der Küſtenlinien, beſtehen exaktere und bequemere Apparate, z. B. der Kurvimeter von Coradi in Zürich, Fleiſchhauers Patentkartometer von Tesdorpf in Stuttgart, der Kurvenmeſſer von Ott in Kempten, der Rektifikator von Eckert-Hamann in Friedenau-Berlin. Beim Patentkartometer von Tesdorpf wird der Fahrſtift eines Fahrarms längs der auszumeſſenden Linie geführt. Dabei wird der zurückgelegte Weg durch ein Syſtem ſymmetriſch zum Fahrſtift angebrachter Laufrollen, deren Abwicklung einſeitig geſperrt iſt, gemeſſen. Der durchlaufene Weg iſt das Produkt der Apparatkonſtanten und der Ableſungsſumme an den Rollen. Weiteres in [1]. — Zuweilen werden auch die zur Berichtigung von Inſtrumenten dienenden Vorrichtungen als Rektifizierinſtrumente bezeichnet, z. B. Juſtierſtift und Schraubenzieher.

Literatur: [1] Hammer, Zeitſchr. f. Inſtrumentenkunde 1889, S. 130. († *Reinhertz*) *Hillmer.*

Rekuperator, Rekuperativfeuerung. Rekuperatoren dienen zur Ausnutzung der Wärme der Abgaſe von Feuerungen. Sie beſtehen aus zwei einander durchdringenden oder parallel laufenden Syſtemen von Kanälen; durch das eine ſtreichen die Abgaſe, durch das andre die zum Betrieb der Feuerung notwendige Verbrennungsluft, ſo daß durch die Zwiſchenwände die Wärmeübertragung ſtattfindet, ſ. Oefen für techniſche Zwecke, Bd. 6, S. 737, Fig. 13, 14, 20 und 21. *A. Widmaier.*

Relais, ſ. Telegraphie.

Reliefdruck, ſ. Preſſendruckverfahren, photographiſche.

Reliefeiſen, ſ. Ziereiſen.

Reliefkarten und -pläne. 1. Topographiſche Karten (ſ. d.), z. B. die Reliefkarten der Schweiz. Schraffierung oder Flächenabtönung nach Stärke der Beleuchtung, häufig unter Verwendung mehrerer Farben, gewährt eine plaſtiſche Anſchauung der Bergformen. Es kann Beleuchtung durch ſchräge oder ſenkrechte Lichtſtrahlen angenommen werden. — 2. Karten für den geographiſchen Unterricht, in denen die Plaſtik der Erdoberfläche unter Beſchränkung

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Darſtellung von Einzelheiten durch Prägung zum Ausdruck gebracht iſt. Die Gebirge werden durch Hochpreſſung, die Flußtäler und Seen durch Einpreſſung dargeſtellt. — 3. Modelle, welche aus Höhenſchichtenkarten durch Ausſchneiden und Uebereinanderkleben der Höhenſchichten hergeſtellt ſind und wie die unter 2. genannten Karten als Erſatz für modellierte Geländereliefs dienen ſollen. Weiteres ſ. [1]. Ueber die Bedeutung der Reliefprägung für den Unterricht ſ. [2].

Literatur: [1] Penck, Neue Karten und Reliefs der Alpen, Leipzig 1904. — [2] Lehmann, Das Kartenzeichnen im geographiſchen Unterricht, Halle 1891. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Reliefkopiermaſchine bezeichnet 1. Graviermaſchine. Man unterſcheidet hierbei zwiſchen gewöhnlichen Reliefkopiermaſchinen — welche nach einem Modell eine gleichgroße Gravierung herzuſtellen geſtatten, und zwar entweder rechtsſchauend oder wie bei den Linkskopiermaſchinen linksſchauend — und zwiſchen Reduziermaſchinen, mit welchen nach dem Modell eine verkleinerte Gravierung angefertigt werden kann. Ueber ihre Einrichtung vgl. Reduziermaſchine (S. 373, Fig. 3). *A. Widmaier.*

2. Glyptographiſche Maſchine zur Veranſchaulichung der Erhöhungen und Vertiefungen eines Gegenſtandes durch entſprechend geſchwungene Linien auf ebener Fläche. Die Maſchine hat in der Mitte ein Geſtell und darauf einen Schlitten mit einer wagerechten Achſe längs der einen Kante in der Querrichtung und einer ſenkrechten Achſe an der gegenüberliegenden Kante. Die erſte Achſe trägt einen leichten Winkelhebel, deſſen ungefähr wagerechter Arm am Ende einen Taſter trägt. Dieſer gleitet über den zu kopierenden Gegenſtand hin, der auf einem Wagen in der Längsrichtung hin und her bewegt wird. Daher hebt und ſenkt ſich der Taſter und verdreht dementſprechend den Winkelhebel, deſſen aufrechter Arm durch eine Stange mit einem Hebel an der erwähnten ſenkrechten Achſe verbunden iſt und folglich denſelben in einer wagerechten Ebene hin und her dreht. Am unteren Ende der ſenkrechten Achſe iſt ein zweiter Hebel angebracht, der von dem Geſtelle nach der andern Seite zeigt und am Ende einen Zeichenſtift trägt. Dieſer gleitet auf der Zeichnung, die über einem zweiten Wagen ausgebreitet iſt und mit demſelben ebenfalls in der Längsrichtung bewegt wird. Beide Wagen ſind miteinander gekuppelt, und es iſt die Einrichtung getroffen, daß bei jedem Richtungswechſel durch eine Schraubenſpindel im Geſtelle der Schlitten ſamt Taſterhebel und Zeichenſtifthebel um ein geringes Maß in der Querrichtung verſchoben wird. Den ſenkrechten Bewegungen des Taſterhebels entſprechen alſo wagerechte Bewegungen des Zeichenſtiftes, der gewiſſe geſchwungene Linien beſchreibt, die mehr oder weniger einander entlang laufen und ein anſchauliches Bild von der Geſtalt des Gegenſtandes gewähren. *† Dalchow.*

Reliefmaſchine, Apparat zur automatiſchen Herſtellung von graphiſchen Darſtellungen (in Strichmanier, vgl. Klifchee) plaſtiſcher Objekte, wie Münzen, Medaillen, Plaketten u. ſ. w.; ſ. Guillochieren. *A. W. Unger.*

Reliefperſpektive, ſ. Projektionslehre.

Reliefſchreiber, ſ. Telegraphie.

Reling, eine hölzerne Leiſte von ovalem Querſchnitt, welche den oberen Abſchluß des Schanzkleids eines Schiffes bildet.

Relingſtütze, hölzerne oder eiſerne Stütze, welche das hölzerne oder eiſerne Schanzkleid nach dem Oberdeck verſteift.

Remiſche, ſ. v. w. Hauſchlag (ſ. Mühlſteine).

Remiſen, Schuppen zur Aufbewahrung von Wagen, Gerätſchaften u. ſ. w.; ſ. a. Lokomotivſchuppen, Bd. 6, S. 222 (Aufbau).

Remontoir, ſ. Uhren.

Remorqueur, ſ. Schlepper.

Remter, der Speiſeſaal (Refektorium) in den Schlöſſern der Ritterorden. Ein wohlerhaltenes Beiſpiel befindet ſich in dem Schloſſe des Johanniterordens zu Marienburg (Abbildung ſ. Bd. 2, S. 408). *Weinbrenner.*

Renaiſſanceſtil, ſ. Bauſtil, III., Bd. 1, S. 631.

Rennarbeit, ſ. Schweißeiſen.

Rennbahn, Bahn für die Wettrennen zu Pferde. Im Altertum, das den Wettkampf in allen Formen pflegte, war das Hippodrom (ſ. d.) bei den Griechen, der Circus (ſ. d.) der Römer eine bauliche Anlage von großer Ausdehnung.

Die in heutiger Zeit dienenden Rennbahnen ſind nur von leichten, hölzernen Schranken umzogen, an welche ſich für die Zuſchauer Schaugerüſte von mäßiger Ausdehnung, für die Pferde leichtgebaute Stallungen anſchließen; oft auch werden dieſe Bauten nur für den beſtimmten Renntag vorübergehend errichtet. Das Gelände iſt meiſt ein vollkommen ebenes; die Wettrennen auf ſolchen Bahnen heißen Flachrennen, doch werden auch künſtliche Hinderniſſe geſchaffen, und zwar vorübergehende, wie Hürden (Hürdenrennen), oder dauernde, wie Dämme, Mauern, Gräben und Tümpel. *Weinbrenner.*

Rennen, Rennfeuer, Rennprozeß, Rennſchlacken, ſ. Schweißeiſen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rennſpindel, ſ. Bohrgerät.

Rentenrechnung, ſ. Zinſeszins- und Rentenrechnung.

Reparation (Reparatur), Ausbeſſerung von Bauſchäden an beſtehenden Gebäuden; ſie wird um ſo umfaſſender ausfallen bezw. notwendig werden, je mehr das Gebäude durch Alter und Gebrauch gelitten hat.

Oft wiederkehrende Ausbeſſerungen verurſachen einen weſentlichen Koſtenaufwand. Daher ſollte Grundſatz für rationelle Bauweiſe ſein, daß die erſte Herſtellung an Mauern, Dachung, überhaupt allem, was den Einflüſſen der Witterung, beſonders des Froſtes, ausgeſetzt iſt, ſo gut und dauerhaft zu erſtellen ſei, daß hieran eine Ausbeſſerung nicht mehr nötig fällt. Für Holzwerk gilt als vorteilhaft, einen etwa alle 3—4 Jahre zu erneuernden Anſtrich vorzunehmen, um einer Zerſtörung des Holzes vorzubeugen. *Weinbrenner.*

Reparaturgerüſte, ſ. Baugerüſt.

Reparaturwerkſtätten der Eiſenbahnen, mit Gleisanlagen verbundene und teils von Gleiſen durchzogene Gebäude oder Gruppen von ſolchen, in denen die Eiſenbahnfahrzeuge meiſtens im Selbſtbetrieb der Verwaltungen unterſucht, ausgebeſſert und auch oft völlig umgebaut werden. Die Neuherſtellung wird in Deutſchland, Oeſterreich und benachbarten Ländern faſt durchweg der Privatinduſtrie überlaſſen, in England und Amerika jedoch auch oft von den Eiſenbahngeſellſchaften ſelbſt betrieben.

Alle Betriebsmittel, Lokomotiven und Wagen jeder Art, ſind nach einer gewiſſen durchlaufenen Summe von Weglängen vorſchriftsgemäß einer genauen Prüfung ihres Zuſtandes zu unterziehen und wieder inſtand zu ſetzen. Außerdem müſſen im Betrieb durch irgendwelche Umſtände, z. B. Unfälle, ſchadhaft gewordene Fahrzeuge ausgebeſſert werden. Kleine, mit den üblichen Werkzeugen ausführbare Ausbeſſerungen können an Lokomotiven und an Perſonenwagen in den Lokomotiv- und Wagenſchuppen, ſolche an Güterwagen auch im Freien vorgenommen werden. Auch werden in Verbindung mit den Lokomotivſchuppen kleinere ſogenannte Zweig- oder Betriebswerkſtätten angelegt, um nicht zu umfangreiche Wiederherſtellungsarbeiten möglichſt raſch ausführen zu können und die Lokomotiven dem Betrieb nur möglichſt kurze Zeit zu entziehen. Alle größeren Arbeiten, die eine längere Außerdienſtſtellung der Fahrzeuge erfordern und die Anwendung von einer Reihe von Werkzeugmaſchinen mit mechaniſchem Betrieb verlangen oder doch erwünſcht machen, werden größeren Hauptwerkſtätten oder einer Zentralwerkſtätte zugewieſen, welche, mit allen derartigen Mitteln und geübtem Perſonal ausgeſtattet, eine raſchere, beſſere und billigere Ausführung ſolcher Arbeiten gewähren. Bei größeren Eiſenbahnverwaltungen werden außer einer etwaigen Zentralwerkſtätte wegen der großen Entfernungen noch einige Hauptwerkſtätten und mehrere Neben- oder Betriebswerkſtätten erforderlich ſein.

Die weſentlichen Beſtandteile einer größeren Werkſtättenanlage ſind folgende: 1. Lokomotivwerkſtätte, bisweilen auch beſondere Räume für Tenderwerkſtätte; 2. Dreherei und Schloſſerei; auch wohl beſondere Räderwerkſtätte ſowie beſondere Räume für die Herſtellung und Ausbeſſerung von Weichen; 3. Schmiede für alle Eiſen- und Stahlteile, auch Werkzeuge und Federn; auch wohl beſondere Radreifenſchmiede; 4. Gießerei mit Modellſchuppen; 5. Keſſelſchmiede für die Lokomotiven; 6. Kupferſchmiede und Gelbgießerei, auch Klempnerei, getrennt oder vereinigt; 7. Siederohrwerkſtätte; 8. Wagenwerkſtätte, auch getrennt für Perſonen- und Güterwagen; unter Umſtänden auch noch beſondere Wagenreviſionshallen; 9. Stellmacherei und Tiſchlerei, auch beſondere Modelltiſchlerei; 10. Sattler- und Tapezierwerkſtätte; 11. Lackiererei und Malerei; 12. Keſſel- und Maſchinenhäuſer zur Erzeugung der erforderlichen Betriebskräfte; 13. Speicher (Magazine) für Holz- und Metallvorräte, Kohlenſchuppen, Lagerplätze für Altmaterialien, Lagerräume für Beleuchtungs- und Schmiermaterialien ſowie für Bureau- und andern Bedarf; 14. Dienſträume für die Verwaltung und Ueberwachung; 15. Räumlichkeiten für die Arbeiter und Werkführer, namentlich Speiſeräume mit Wirtſchaft, Baderäume u. ſ. w.; 16. Aborte, Spritzenhaus und andre Nebenanlagen; 17. Anlagen zur Verſorgung mit Trink- und Nutzwaſſer, Gas, elektriſchem Strom, Heizung; 18. Dienſtwohnungen für die leitenden Beamten, während Arbeiterwohnungen beſſer ganz abgetrennt erſtellt werden. — Bei Trennung von Lokomotiv- und Wagenwerkſtätte, wie dies häufig vorkommt, ſind manche der genannten Werkſtätten, namentlich die Schmiede und die Dreherei, an jeder Stelle anzulegen.

Die Gebäude für die unter 1. und 8. genannten Werkſtätten haben in der Regel große Grundflächen. Sie brauchen nicht hoch zu ſein und werden daher meiſt mit Sattel- oder Sägedächern auf eiſernen Säulen überdeckt und mit Oberlicht verſehen, da die Innenräume ſehr hell ſein müſſen. Die Fahrzeuge werden in ihnen auf Parallelgleiſen aufgeſtellt, die durch Schiebebühnen, die man jetzt vielfach in das Innere der Gebäude legt, zugänglich gemacht werden, ſo daß die Arbeitsgleiſe beiderſeits an die Bühne anſchließen, während das Zugangsgleis zur Bühne durch ein Tor in einem Vorſprung des Gebäudes an die Schiebebühne geführt wird. Dieſe Anordnung iſt dieſelbe wie bei großen Lokomotivſchuppen (ſ. d., Fig. 7). In Wagenwerkſtätten werden häufig unverſenkte Schiebebühnen (ſ. d.) angewendet, da das geringere Gewicht der Wagen dies geſtattet. Der Betrieb der Schiebebühnen erfolgt in größeren Werkſtätten auf mechaniſchem Wege häufig durch ein umlaufendes endloſes Drahtſeil, deſſen Bewegung durch Reibungsräder oder auf andre Weiſe auf die Bühne übertragen werden kann, neuerdings aber namentlich durch Elektrizität, ähnlich wie bei Straßenbahnen. In Nordamerika finden ſich ſtatt der rechteckigen Formen auch ringförmige Reparaturwerkſtätten mit Drehſcheibe, wie ſie in Europa für Lokomotivſchuppen (ſ. d.) beliebt ſind, jedoch meiſt bis zum geſchloſſenen Ringe ausgedehnt,

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſo unter anderm bei der Pennſylvania-Bahn in Altoona für Wagen und für Lokomotiven. — Mit den unter 1. und 8. genannten Räumen werden zweckmäßigerweiſe die Räume für die Dreherei verbunden, während die Gebäulichkeiten für die unter 3.—7. aufgeführten Arbeitsräume beſſer als beſondere Gebäude in der Nähe der Gebäude für die Lokomotiv- und die Wagenwerkſtätte erſtellt und mit dieſen durch Gleiſe verbunden werden. — Die Lackierwerkſtätte erfordert ſtaubfreie, gut abſchließbare, leicht zu erwärmende Räume von beträchtlicher Größe, ſie wird daher in der Regel in beſonderen Gebäuden untergebracht. Die Werkſtatt für Sattler- und Tapezierarbeiten, auch wohl die Modelltiſchlerei können in Obergeſchoſſen Platz finden; die übrigen Arbeitsräume ſind dagegen wegen der zu handhabenden großen und ſchweren Gegenſtände in Erdgeſchoſſen unterzubringen. Die Werkſtättegebäude ſind daher meiſt einſtockig.

Sämtliche Gebäude werden zweckmäßigerweiſe mit Zentralheizung und alle Räume mit Gas- oder elektriſcher Beleuchtung und mit zahlreichen Waſſerzuleitungsſtellen verſehen, die für den Fall der Feuersgefahr das Anſchrauben von Schläuchen geſtatten und reichlich Waſſer unter ſtarkem Druck ($1^1/_2$—3 Atmoſphären) liefern. Iſt eine Waſſerleitung mit reichlichem Druck und größerem Waſſerbehälter, z. B. eine ſtädtiſche, an die die Werkſtätteleitungen angeſchloſſen werden können, nicht vorhanden, ſo iſt eine beſondere Waſſerleitung oder ein Waſſerturm mit Pumpwerk zu erbauen. — Die Innenräume müſſen gut gelüftet, gegen die Sonne geſchützt werden können und mit geeigneten Kraftleitungen verſehen ſein, um die vielen und ſehr verſchiedenartigen Arbeitsmaſchinen zu treiben. Hierzu eignet ſich am beſten die elektriſche Kraftübertragung.

Die mit den Werkſtätten verbundenen Gleisanlagen haben als Zugang zu den einzelnen Werkſtättegebäuden und zur Aufſtellung der zu unterſuchenden und auszubeſſernden Fahrzeuge zu dienen. Sie bilden meiſtens beſondere, durch Einfriedigungen abgeſchloſſene, durch Zufahrgleiſe zugängliche Bahnhöfe, „Werkſtättebahnhöfe“. Ihr Umfang iſt von der Bedeutung der Werkſtätte bezw. von der Größe des Bahnnetzes, für welches dieſe genügen ſoll, abhängig.

Literatur: Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnweſens, Bd. 7, Art. „Werkſtätten“, mit zahlreichen Literaturangaben über einzelne Ausführungen; Heuſinger v. Waldegg, Spezielle Eiſenbahntechnik, Bd. 4; Büte und v. Borries, Die nordamerikaniſchen Eiſenbahnen in techniſcher Beziehung, Wiesbaden 1893; Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Das Eiſenbahnmaſchinenweſen der Gegenwart, 2. Abſchnitt, Die Eiſenbahnwerkſtätten, Wiesbaden 1898; Organ für Fortſchritte des Eiſenbahnweſens.

H. Kübler.

Repoſitorium, ein mit Fächern verſehenes Geſtell für Bücher, Akten, Flaſchen u. dergl.

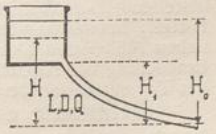
Repulſionsmotor, ſ. Motor, elektriſcher.

Reſervage (Reſervepapp) bezweckt, im Zeugdruck auf mechaniſchem und chemiſchem Wege das Eindringen des Farbſtoffes oder des Beizmittels in das ungefärbte oder gefärbte Gewebe an denjenigen Stellen zu verhindern, die von ihm bedeckt ſind.

Die Subſtanzen, deren man ſich in dieſer Abſicht bedient, ſind teils mechaniſch wirkende, wie Harze, Fette, Ton, Bleiſulfat, teils chemiſch wirkende, wie Zinkoxyd, Rhodankalium, eſſigſaurer Kalk, Kupferſulfat und -nitrat, Bleinitrat u. ſ. w. Ein mit Ton, Bleiſulfat und Kupfernitrat bedrucktes baumwollenes weißes Gewebe z. B. wird an denjenigen Stellen, die damit bedeckt ſind, dem Eindringen der Indigoküpe widerſtehen. Es wird dort das Indigweiß zu Indigblau oxydiert und in der Reſervage, die mechaniſche Wirkung derſelben verſtärkend, unlöslich abgelagert werden, ſo daß das im übrigen blau gefärbte Gewebe an dieſen Stellen völlig weiß bleibt, wie ſich nach dem Entfernen der Reſervage auch ergibt. Anderſeits wird auf einem mit Zinkoxyd oder eſſigſauerm Kalk bedruckten weißen Gewebe bei nachherigem Ueberdrucken eines Anilinſchwarzpapps das Schwarz ſich an denjenigen Stellen nicht entwickeln können, die mit den erwähnten Oxyden bedeckt ſind. Nach deren Entfernung werden demnach weiße Muſter in ſchwarzem Grunde auftreten.

R. Möhlau.

Reſervoir, ſ. v. w. Behälter (ſ. d.), im gewöhnlichen Sinne ein ſolcher zur Aufnahme von Flüſſigkeiten aller Art, daher von ſehr verſchiedenem Faſſungsvermögen (vgl. Faß, Hochbehälter, Ziſternen). Alle Reſervoire dienen als Ausgleichbehälter zwiſchen Abgang und Zugang; ihre Inhaltsbeſtimmung in dieſem Sinne ſ. Bd. 5, S. 79. Umfaſſendſte Verwendung finden die Reſervoire bei der Waſſerverſorgung als Durchgangs-, End- und Gegenreſervoire (ſ. Bd. 5, S. 80), auch als Kompenſationsreſervoire (ſ. d.). Waſſertürme nennt man die Subſtruktion bezw. Umhüllung von (in der Regel eiſernen) Reſervoiren, die hoch über dem umgebenden Gelände liegen (ſ. Bd. 5, S. 82).



Die Entleerung größerer Reſervoire erfolgt meiſtens durch ein Rohr, das entweder frei oder in ein zweites Reſervoir ausmündet. Bei frei ausmündendem Rohre (ſ. die Figur) berechnet ſich für den Fall, daß während der Entleerung kein Zufluß zum Reſervoir ſtattfindet, die Entleerungszeit aus der Beziehung $Q \cdot dt = F \cdot dH$, wenn t die Zeit in Sekunden, F den Reſervoirquerſchnitt in Quadratmetern und Q die aus dem Rohre fließende Waſſermenge in Kubikmetern iſt, für die nach Bd. 5, S. 153, Gleichung 20, mit der dort angegebenen Bedeutung der Buchſtaben geſetzt werden kann: $Q = \sqrt{HD^5 : \lambda L}$. Iſt ſodann F konſtant, ſo erhält man durch Integration

zwifchen den zufammengehörigen Grenzen $t=0$, $H=H_0$, $t=t$, $H=H_1$ die Entleerungszeit $t=2F\cdot\sqrt{\lambda L:D^5}\,(\sqrt{H_0}-\sqrt{H_1})$. Ift F mit H veränderlich, fo find die betreffenden Beziehungen in die Differentialgleichung einzuführen. Ausflußmenge, Entleerungszeit, Schwingungen der Waffersäulen u. f. w. bei zwei durch eine Rohrleitung verbundenen Refervoiren f. Lueger, Waffer-verforgung, Darmftadt 1895, 1. Abfchn., §§ 17 und 18.

Refervoirwagen (Gefäßwagen), f. Eifenbahnwagen (Bd. 3, S. 346).

Refinatfarben, Verbindungen von Teerfarbftoffen, wie Fuchfin, Methylviolett, Brillantgrün, Safranin, Chryfoidin u. f. w., mit Harzfäuren.

Zu ihrer Herftellung löft man 100 Teile helles Kolophonium in 10 Teilen Aetznatron, 33 Teilen kriftallifierter Soda und 1000 Teilen Waffer und fetzt der auf 50° C. abgekühlten Löfung eine filtrierte Farbftofflöfung unter Umrühren zu. Nach einiger Zeit, während welcher man der Mifchung noch die Löfung eines Metallfalzes und 3 Teile Chlormagnefium zufetzt, fcheidet fich das Farbrefinat aus, wird durch Leinwand gefeiht, von der Flüffigkeit getrennt und dann getrocknet. Die Farben löfen fich leicht in Benzol, Aether, Chloroform, ätherifchen Oelen, in Alkohol, in Benzin- und Terpentinöllacken, in fchmelzendem Wachs, Harz, Oelen u. f. w. *Andés.*

Refinatfirniffe, Bezeichnung für Leinölfirniffe, welche bei zwifchen 50 und 120° C. wechfelnden Temperaturen durch Löfen von harzfauerm Blei oder harzfauerm Mangan oder einer Mifchung beider hergeftellt find. Sofern fie nicht mehr als höchftens 5% der harzfauern Verbindungen und kein ungebundenes Harz enthalten, find fie als reine dem Zweck entfprechende Produkte zu betrachten. *Andés.*

Refpirationsapparate, f. Atmungsapparate, Feuerfchutz.

Reftauration (Reftaurierung), Wiederherftellung alter Bauten oder Kunftdenkmäler, hat ebenfo nach technifchen wie nach ftiliftifchen Gefichtspunkten zu erfolgen.

In erfter Hinficht hat fich diefelbe auf alle irgendwie befchädigten oder baufällig gewordenen Teile zu erftrecken, wobei die leichter angegriffenen zu belaffen find. Bei den baufälligen Teilen darf fie fich nicht darauf befchränken, die befchädigten durch neue Stücke zu erfetzen, deren Stoffe müffen vielmehr, wenn tunlich, wie beim Dom zu Cöln, von befferer Eigenfchaft fein als die alten, um fo die erneute Dauer des Bauwerks möglichft zu erhöhen. Die fchadhaften Mauern find teilweife auszubrechen und zu erneuern oder, namentlich bei einer Zerftörung durch Feuer, ganz neu aufzuführen. Bei Gewölben, Pfeilern oder Strebebogen muß die höchfte Vorficht walten. Es find in Form von Verfteifungen, Stützen und Sprießen u. dergl. alle jene Sicherheitsmaßregeln zu treffen, welche geeignet find, Senkungen, ein Ausweichen oder den Einfturz zu verhüten. Selbftverftändlich ift auf beffere Ergänzung und Inftandhaltung der Dächer fowie aller fchützenden Abdeckungen befonderer Wert zu legen. Im ganzen foll die durchgeführte Erneuerung eine fo nachhaltige und dauernde fein, daß das Denkmal bis in ferne Zeiten unangreifbar daftehe.

Nicht minder wichtig ift die ftilgemäße Erneuerung der formalen Teile. Diefelbe erfordert eine ins einzelne gehende Kenntnis der Stileigentümlichkeiten, mehr noch aber eine pietätvolle und fchonende Behandlung des Kunftwerks, und ein Sichverfenken in den Geift des Stils des zu erneuernden Gegenftandes, wobei ebenfofehr eine pedantifche Stilifierung als eine ftrenge oder radikale Befeitigung aller nicht ftilechten alten Teile fernzuhalten ift. Nur folche Teile, welche ftörend oder geradezu fchädlich für den Gefamteindruck wirken, wären zu entfernen. Die Arbeiten find nur gewandten, im Stil erfahrenen und gewiffenhaften Meiftern zu übertragen.

Den Beftrebungen einzelner Vorkämpfer fowie fpäter ganzer Vereine ift es zu danken, daß die Erhaltung der gefchichtlichen Kunftdenkmäler feitens der Staaten durch Einrichtung von ftaatlichen Behörden, durch Anftellung von Fachmännern als Konfervatoren, durch genaue Vermeffungen und die fogenannte Inventarifation, Fachzeitfchriften fowie durch Erlaffen fachgemäßer Gefetze [5] fichergeftellt werden konnte. Befonders klärend wirken die feit 8 Jahren regelmäßig in Deutfchland ftattfindenden Denkmaltage [9], auf welchen, von den einzelnen Staaten befchickt, durch regen Austaufch der Gedanken die Kenntnis zur Erreichung des Endziels immer geftei gert und in weitere Kreife getragen wird.

Literatur: [1] Giefers, Praktifche Erfahrungen und Ratfchläge u. f. w., Paderborn 1869. — [2] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1866, Bd. 8, Artikel Restauration, S. 14 ff. — [3] Wuffow, A. v., Erhaltung der Denkmäler in den Kulturftaaten der Gegenwart, Berlin 1885. — [4] Kgl. Preuß. Miniftерium, Merkbuch, Altertümer zu behandeln. — [5] Wagner, Denkmalpflege in Heffen 1818—1905, mit Gefetz vom 16. Juli 1902, Denkmalfchutz betreffend, Darmftadt 1905. — [6] Gurlitt, Corn., Handbuch der Architektur, 4. Jahrg., 8. Halbbd., 1. Heft, Entwerfen von Kirchen, S. 555, Stuttgart 1904. — [7] Kuhn, Die Bemalung der kirchlichen Möbel und Skulpturen, Düffeldorf 1901. — [8] v. Oechelhäufer, Ueber Erhaltung und Erneuerung von Kirchen, Vortrag in Dresden, 7. Sept. 1906, München. — [9] Stenograph. Bericht der Tagungen der Denkmalpflege, 8 Jahrgänge von 1900 bis 1907. *Weinbrenner.*

Refultante eines Syftems von n Gleichungen in n Veränderlichen ift eine ganze Funktion der Koeffizienten, die verfchwinden muß, wenn die gegebenen Gleichungen ein gemeinfames Wertefyftem der Veränderlichen haben follen.

Die Refultante ändert fich nur um einen konftanten Faktor, wenn die Veränderlichen oder auch die Funktionen auf der linken Seite der Gleichungen einer linearen Transformation unterworfen werden. Sie ift daher nicht nur eine Invariante, fondern auch eine Kombinante.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Sind $m_1 m_2 \dots m_n$ die Gerade der Gleichungen in den Veränderlichen, fo ift die Refultante vom Grad $m_2 \dots m_n$ in den Koeffizienten der erften ..., vom Grad $m_1 m_2 \dots m_n - 1$ in den Koeffizienten der n-Gleichung. Ift $R(f, \varphi)$ die Refultante von $f = 0$ und $\varphi = 0$, fo ift $R(f, \varphi \cdot \psi) = R(f, \varphi) \cdot R(f, \psi)$. Zerfällt die Refultante in Faktoren und find unter diefen folche, welche nur Konftante enthalten, fo entfteht durch Divifion mit diefen die fogenannte reduzierte Refultante. Die Refultante zweier binären Formen $f = a_0 x_1^m + a_1 x_1^{m-1} x_2 + \dots + a_m x_2^m$ und $\varphi = b_0 x_1^n + b_1 x_1^{n-1} x_2 + \dots + b_n x_2^n$ ift vom Grad n in den Koeffizienten von f und vom Grad m in den Koeffizienten von φ. Sie kann beifpielsweife für $m = 3$, $n = 2$ gefchrieben werden: $\begin{vmatrix} a_0 & a_1 & a_2 & a_3 & 0 \\ 0 & a_0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ b_0 & b_1 & b_2 & 0 & 0 \\ 0 & b_0 & b_1 & b_2 & 0 \\ 0 & 0 & b_0 & b_1 & b_2 \end{vmatrix} = 0$. Sind m und n einander gleich, fo kann fie als m-reihige Determinante gefchrieben werden, z. B. für $m = n = 3$:

$$\begin{vmatrix} a_0 b_1 - b_0 a_1 & a_0 b_2 - b_0 a_2 & a_0 b_3 - b_0 a_3 \\ a_0 b_2 - b_0 a_2 & (a_0 b_3 - b_0 a_3) + (a_1 b_2 - b_1 a_2) & a_1 b_3 - b_1 a_3 \\ a_0 b_3 - b_0 a_3 & a_1 b_3 - b_1 a_3 & a_2 b_3 - b_2 a_3 \end{vmatrix} = 0$$

(Bézoutfche Form). Sind ferner $\alpha_1 \dots \alpha_m$ die Wurzeln von $f = 0$, $\beta_1 \dots \beta_n$ die Wurzeln von $\varphi = 0$ (indem man $x_2 = 1$ gefetzt denkt), fo ift die Refultante $R = b_0^m f(\beta_1) f(\beta_2) \dots f(\beta_n) = a_0^n \varphi(\alpha_1) \varphi(\beta_2) \dots \varphi(\alpha_m) = a_0^m b_0^m (\alpha_1 - \beta_1)(\alpha_1 - \beta_2) \dots (\alpha_1 - \beta)_n (\alpha_2 - \beta_1)(\alpha_2 - \beta_2) \dots (\alpha_2 - \beta_n) \dots (\alpha_m - \beta_1 (\alpha_m - \beta_2) \dots (\alpha_m - \beta_n)$ (Darftellung durch die Wurzeln). Die gemeinfame Wurzel $f = 0$ und $\varphi = 0$ ergibt fich aus einer der Gleichungen:

$$1 : x : x^2 : x^m = \frac{\partial R}{\partial a_m} : \frac{\partial R}{\partial a_{m-1}} : \dots : \frac{\partial R}{\partial a_0} \text{ oder } 1 : x : x^2 \dots x^n = \frac{\partial R}{\partial b_n} : \frac{\partial R}{\partial b_{n-1}} : \dots : \frac{\partial R}{\partial b_0}.$$

Ferner genügt die gemeinfame Wurzel der Gleichung $J = \begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} & \frac{\partial f}{\partial x_2} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} & \frac{\partial \varphi}{\partial x_2} \end{vmatrix} = 0$, wo J die Funktionaldeterminante von f und φ ift, und fie erfüllt, wenn $m = n$, auch die Gleichungen $\frac{\partial J}{\partial x_1} = 0$ und $\frac{\partial J}{\partial x_2} = 0$. Die Refultante der quadratifchen Formen $a_0 x^2 + a_1 x + a_2$ und $b_0 x^2 + b_1 x + b_2$ ift $(a_0 b_1 - a_1 b_0)(a_1 b_2 - a_2 b_1) - 4 (a_0 b_2 - a_2 b_0)^2$. Die Refultante von irgend welchen linearen Formen ift deren Funktionaldeterminante. Die Refultante dreier Kurvengleichungen in der Ebene oder von vier Flächengleichungen im Raum ift die Bedingung, daß die Kurven bezw. Flächen einen gemeinfamen Punkt haben. — S. a. Elimination.

Literatur: [1] Baltzer, R., Theorie und Anwendung der Determinanten, 5. Aufl., Leipzig 1881, § 11. — [2] Salmon, G., Vorlefungen über die Algebra der linearen Transformationen, deutfch von Fiedler, 2. Aufl., Leipzig 1877, Vorl. 8—10. — [3] Gordan, Vorlefungen über Invariantentheorie, herausgegeben von Kerfchenfteiner, I, Leipzig 1885, §§ 11 und 13. — [4] Faà di Bruno, Einleitung in die Theorie der binären Formen, deutfch von Walther, Leipzig 1881, §§ 5—6. — [5] Serret, Handbuch der höheren Algebra, deutfch von Wertheim, 2. Aufl., Bd. 1, Leipzig 1878, 2. Teil, Kap. 5. — [6] Hagen, G., Synopfis der höheren Mathematik, 1. Bd., Berlin 1891, S. 193—200. — [7] Katter, Ueber die Refultante zweier algebraifchen Gleichungen n-ten Grades, Roftock 1875. — [8] Foethke, Anwendung des erweiterten Euklidifchen Algorithmus auf Refultantenbildungen, Königsberg 1907.

Wölffing.

Refultante von Bewegungen und Kräften ift eine Bewegung oder Kraft, die denfelben Effekt wie eine Reihe gleichzeitig wirkender Bewegungen oder Kräfte hervorbringt.

Erfährt ein Punkt gleichzeitig zwei Verfchiebungen oder wirken zwei Kräfte an ihm, fo ift die Refultante durch die Diagonale des durch die Verfchiebungen oder Kräfte beftimmten Parallelogramms gegeben. Bei mehr Verfchiebungen oder Kräften tritt an Stelle der Diagonale die Schlußfeite des Polygons der Verfchiebungen oder Kräfte. Die einzelnen Verfchiebungen bezw. Kräfte heißen Komponenten. In ähnlicher Weife wird die Refultante der Gefchwindigkeiten und Befchleunigungen eines Punktes aus den Komponenten gebildet. Führt ein ftarrer Körper gleichzeitig mehrere Bewegungen aus, fo kann man die dadurch entftehende Ortsveränderung durch eine einfachere Bewegung herbeiführen, die ebenfalls Refultante heißt. Dreht fich z. B. ein folcher Körper gleichzeitig um zwei parallele Achfen, fo kann feine Bewegung durch eine einzige refultierende Drehung um eine dritte parallele Achfe erfetzt werden. In den Art. Aequivalenz der Bewegungen und Kräfte (Bd. 1, S. 83 und 86) find diefe Erfetzungsmöglichkeiten genauer behandelt.

(† Schell) Finfterwalder.

Reten, f, Teer.

Retentionsvermögen der natürlichen Seen, die Eigenfchaft der Binnenfeen, durch Zurückhaltung eines Teils der Zuflußmenge eine den Abfluß felbfttätig regelnde Wirkung auszuüben.

Ift M der Zufluß, Q der Abfluß aus dem See und wird für eine beftimmte Periode die Seeoberfläche F konftant vorausgefetzt, fo befteht — abgefehen von den Verluften durch Verdunftung und den Regenzugängen über dem Seefpiegel, die übrigens in M einbezogen fein können — für die Schwankungen h des Spiegels die Beziehung

$$1. \quad F \cdot dh = (M - Q) \cdot dt.$$

Innerhalb einer beftimmten Zeit, für welche die Berechnung durchgeführt wird, kann auch M als konftant angefehen werden. Erfolgt der Ablauf durch einen Fluß, deffen Spiegel das

Gefälle α hat und deſſen Querſchnitt als rechteckig von der Breite B und der Höhe h angeſehen wird, ſo kann annähernd $2.\ Q = v\,B\,h = k\sqrt{\alpha}\,B\sqrt{h^3}$ geſetzt werden. Dabei iſt der mittlere Profilradius $r = h$, d. h. der benetzte Umfang = der Waſſerbreite B angenommen worden, die in der Regel groß im Verhältnis zu h iſt; v iſt die Abflußgeſchwindigkeit. Wählt man für k einen Mittelwert und ſetzt $k\sqrt{\alpha}\,B = m$ in der Unterſtellung, daß ſich das ſpezifiſche Gefälle α (vgl. Fig. 1) im Ablaufgerinne nicht ändert, ſo erhält man 1. in der Form $F \cdot dh = (M - mh^{\frac{3}{2}})\,dt$, und es ergibt ſich, wenn

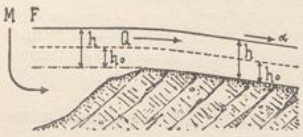


Fig. 1 Ablauf durch einen Fluß.

$$x = \sqrt[3]{\frac{m}{M}} \cdot h^{\frac{1}{3}},\quad x_0 = \sqrt[3]{\frac{m}{M}} \cdot h_0^{\frac{1}{3}}$$

geſetzt wird und der urſprüngliche Waſſerſtand h_0 war, durch Integration

$$3.\ t = \sqrt[3]{\frac{8F^3}{Mm^2}}\left[\frac{1}{6}\log n\,\frac{(1+x+x^2)(1-x_0)^2}{(1+x_0+x_0^2)(1-x)^2} - \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\operatorname{arc\,tg}\frac{x\sqrt{3}}{2+x} - \operatorname{arc\,tg}\cdot\frac{x_0\sqrt{3}}{2+x_0}\right)\right].$$

Für $x = 1$, d. h. für $h = \sqrt[3]{\frac{M^2}{B^2k^2\alpha}}$ oder für $M = Q$ wird $t = \infty$. Die Abflußmenge Q erreicht alſo niemals die Zuflußmenge M bei ſteigendem Spiegel.

Die Benutzung von Gleichung 3. erfolgt am einfachſten ſo, daß man zwiſchen x_0 und 1 eine Reihe von Werten für x wählt und für dieſelben die zugehörigen t ſowie die Werte von $h = \sqrt[3]{\frac{M^2x^6}{B^2k^2\alpha}}$ berechnet. Zeichnet man ſodann eine Kurve mit t als Abſziſſen und h als Ordinaten, ſo kann für jedes beliebige t das zugehörige h aus der Zeichnung abgegriffen werden, was umſtändliches Probieren bei Löſung von Gleichung 3. erſpart. Zuſammengehörige Werte ſind $x = x_0$ und $t = 0$ ſowie $x = 1$ und $t = \infty$. In der Entfernung $h_* = \sqrt[3]{\frac{M^2}{B^2k^2\alpha}}$ hat alſo die Kurve eine mit der Abſziſſenachſe parallele Aſymptote (vgl. Fig. 2). Der Verlauf der Kurve gewährt ein anſchauliches Bild über das allmähliche Anſteigen des Seeſpiegels. Die eigentliche ſogenannte Retention des Sees iſt gleich $F(h - h_0)$.

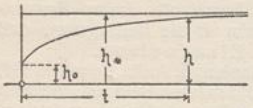


Fig. 2. Graphiſche Darſtellung nach Gleichung 3.

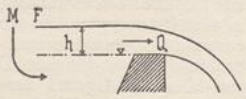


Fig. 3. Ueberlauf an Sammelteichen.

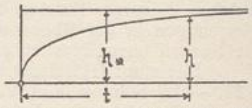


Fig. 4. Graphiſche Darſtellung nach Gleichung 4.

Bei großen Sammelteichen, an welchen während des Hochwaſſerzufluſſes die überſchüſſigen Waſſermengen über ein Ueberfallwehr (vollkommener Ueberfall) ſtrömen, kann $Q = 1{,}86 \cdot b\sqrt{h^3}$ geſetzt werden (Fig. 3). Stellt man dann Beziehungen zwiſchen F, M, t her von dem Moment ab, in dem das Ueberſtrömen des Wehres beginnt, ſo wird

$$F \cdot dh = (M - 1{,}86 \cdot b\sqrt{h^3}) \cdot dt,$$

und man erhält durch Integration zwiſchen den zuſammengehörigen Grenzen $t = 0$, $h = 0$; $t = t$, $h = h$ die Gleichung

$$4.\ t = \frac{2F}{Mn^2}\left[\frac{1}{6}\log\cdot\frac{1 + n\sqrt{h} + n^2h}{(1 - n\sqrt{h})^2} - \frac{1}{\sqrt{3}}\operatorname{arc\,tg}\cdot\frac{n\sqrt{3h}}{2 + n\sqrt{h}}\right],$$

wenn zur Vereinfachung der Schreibweiſe $n = \sqrt[3]{\frac{1{,}86 \cdot b}{M}}$ geſetzt wird. In gleicher Weiſe wie vorhin kann ſodann zur Erleichterung des Auffindens zuſammengehöriger Werte von t und h das graphiſche Verfahren angewendet werden; die Kurve verläuft wie in Fig. 4 dargeſtellt und hat in der Entfernung $h_* = 1 : n^2$ eine mit der Abſziſſenachſe parallele Aſymptote.

Wie unter ſonſt gleichen Umſtänden das Abſchwellen erfolgt, wenn $M < Q$ bezw. wenn $M = 0$ iſt, bedarf wohl keiner weiteren Auseinanderſetzung. — Weitere Behandlungen der Probleme können nach der unten angegebenen Literatur vorgenommen werden, worauf wir verweiſen; vgl. a. Bd. 5, S. 79. Je größer die Spiegelflächen der Seen ſind, um ſo geringer werden auch die Spiegelſchwankungen; letztere betragen bei den großen amerikaniſchen Seen (Ober-, Ontario-, Michigan-, Huron-, Eriſee) nur 0,3—0,5 m, beim Genfer-, Boden- und Gardaſee ſowie dem Lago Maggiore und Lago di Como 2—3,3 m.

Literatur: Lauterburg, R., Verſuch zur Aufſtellung einer allgemeinen Ueberſicht der aus der Größe und Beſchaffenheit der Flußgebiete abgeleiteten ſchweiz. Stromabflußmengen u. ſ. w., Bern 1876; Ingeniörs-Föreninges förtrandlingar, Stockholm 1893, S. 81; Zeitſchr. des Oeſterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, Nr. 7 u. 8, 1895 Nr. 27 u. 50; Oeſterr. Monatsſchr. für den öffentl. Baudienſt 1896, S. 26.

Lueger.

Retinit, ſ. Bernſtein.

Retorten, Glas-, Metall- oder meiſt Tongefäße (ſ. Tonwaren), welche zur Deſtillation ſowie für andre chemiſche Zwecke Verwendung finden. Die Form dieſer Apparate wird ihrem jeweiligen Zwecke angepaßt. *Dümmler.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Retortenöfen, in der Leuchtgasinduſtrie verwendete Ofenanlagen, in denen die Rohmaterialien entgaſt werden.

Jeder Ofen beſteht aus einem aus feuerfeſten Schamotteſteinen erbauten, von gewöhnlichen Ziegelſteinen umſchloſſenen Gewölbe, der Ofenhülſe, in das die Retorten, das ſind die Gefäße, in die das Rohmaterial behufs Entgaſung eingefüllt wird, eingebaut ſind. Die Anordnung der Retorten in dem Gewölbe richtet ſich nach deren Anzahl ſowie auch nach Art der Feuerung. Die Anzahl der Retorten ſowie die Anzahl und Größe der einzelnen Oefen hängt von den Betriebsverhältniſſen ab. Von den Verſuchen, größere Oefen als Neuner, d. h. als Oefen mit neun Retorten, zu bauen, iſt man zurückgekommen, weil alsdann die gleichmäßige Erwärmung der einzelnen Retorten Schwierigkeiten bereitet. Früher fertigte man die Retorten aus Gußeiſen, einem Material, welches heute noch für Oelgasanſtalten benutzt wird, während für Steinkohlengas jetzt ausſchließlich Tonretorten, die aus Schamotte hergeſtellt werden, Anwendung finden und bei ſorgfältiger Behandlung und bei gutem Material eine Betriebsdauer bis zu 1200 Tagen und darüber haben. Der Querſchnitt der Retorten iſt entweder elliptiſch oder liegend ſegmentförmig, auch rechteckig mit abgerundeten Ecken, von meiſt 525 mm lichter Breite und 380 mm lichter Höhe bei einer äußeren Länge von 2,5—3 m; die Wandſtärke von ca. 65 mm iſt an dem vorderen Ende auf 110 mm vergrößert behufs Befeſtigung des gußeiſernen Retortenkopfes oder Mundſtückes mittels Schrauben, die in die Retortenwand eingelaſſen werden. Das aus dem Ofen hervortretende, ſich gasdicht an die Retorte anſchließende Mundſtück wird hermetiſch durch einen Deckel verſchloſſen, den man früher mit Kalk oder Lehm beſtrich und mittels einer Preßſchraube an den gehobelten Rand des Mundſtückes anpreßte, während jetzt ſelbſtdichtende Verſchlüſſe, nach ihrem Erfinder Mortonſche Verſchlüſſe (Fig. 1) benannt, allgemein angewendet werden, bei denen der umgebördelte ſcharfkantige Rand des Deckels mittels eines Bügels, der einerſeits auf der Drehachſe des Deckels ſitzt, anderſeits in eine am Mundſtück befeſtigte Oeſe faßt, durch einen Hebel an die Dichtungsfläche gepreßt wird. An das Mundſtück ſchließt ſich mittels Flanſch- oder Muffenverbindung das Steigerohr an, durch welches das Gas die Retorte verläßt und aufwärts ſteigt zur Vorlage. Je nach der Art der Heizung, zu der die als Nebenprodukt gewonnene Koke benutzt wird, unterſcheidet man Roſtöfen, Generatoröfen und Halbgasöfen.

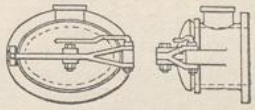


Fig. 1.

Bei den **Roſtöfen** (Fig. 2 und 2a) wird die Koke auf einem Roſte, deſſen Stäbe aus 40—50 mm ſtarken ſchmiedeeiſernen Quadrateiſen beſtehen, verbrannt, und die Heizgaſe ſteigen zwiſchen den von Pfeilern unterſtützten Retorten aufwärts bis zum Gewölbeſcheitel, ziehen alsdann zwiſchen Retorten und Gewölbewand links und rechts abwärts und gelangen unter den unterſten Retorten auf dem Wege von vorn nach hinten in den Rauchkanal. Jede Seite des Ofens iſt durch einen Schieber aus Schamotte regulierbar. Unter dem Roſte iſt ein eiſerner, mit Waſſer gefüllter Kaſten eingemauert. Die Feuertür, deren Lichtweite ca. 300 × 300 mm beträgt, lehnt ſich an eine etwas geneigte Dichtfläche des Rahmens und hat als Verſchluß eine Klinke, die in einen am Türrahmen angebrachten Haken eingreift; bei den neueren und beſſeren Konſtruktionen wird zur Verhütung des Eindringens atmoſphäriſcher Luft durch die Türfpalten ein dem Mortonſchen ähnlicher Verſchluß angewendet. Häufig haben die Rahmen zwei übereinander liegende Türen, die Einwurfstür und die untere zum Schlacken des Roſtes, eine Anordnung, welche bei Oefen, die für eine hohe Schütthöhe des Brennmaterials konſtruiert ſind, Anwendung findet. Bei den verbeſſerten Roſtöfen (Fig. 2 und 2a) wird die Luft durch unter den Feuerzügen liegende Kanäle, in denen ſie einen Teil der ſonſt im Mauerwerk verloren gehenden Wärme aufnimmt, geleitet und vorgewärmt in die Feuerung geführt. Zur Beobachtung des Ofeninnern werden an geeigneten Stellen in Vorder- und Rückwand des Ofens Schauklappen (Fig. 3) von 50—80 mm lichter Quadratſeite eingeſetzt, oder auch Rohrſtücke von ca. 40 mm Weite, die durch eine Glimmerſcheibe geſchloſſen ſind.

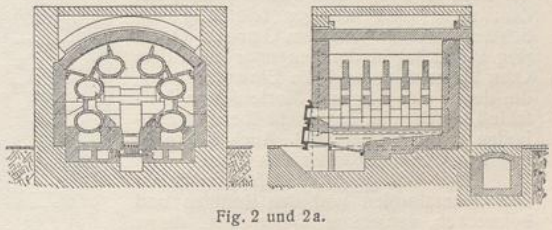


Fig. 2 und 2a.

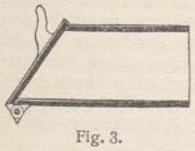


Fig. 3.



Fig. 4.

Die **Generator- oder Gasfeuerung** bezweckt, eine möglichſt vollkommene Verbrennung des Brennmateriales herbeizuführen, was bei der Roſtfeuerung nicht möglich iſt, weil bei dieſer die Verbrennung mit einem Ueberſchuß von Luft, der kühlend auf die Heizgaſe wirkt, erfolgt. Im Generator wird unter beſchränkter Luftzuführung (Primärluft) Kohlenoxydgas erzeugt und dieſes beim Eintritt in den Ofen mit Luft (Sekundärluft) gemiſcht zu Kohlenſäure verbrannt. Nachdem 1873 von Müller & Eichelbrenner ein brauchbarer Retortenofen mit Generatorfeuerung konſtruiert, ſind zahlreiche Konſtruktionen entſtanden, durch welche die Generatoröfen ſich auf den meiſten Gaswerken eingeführt haben. Der Generator liegt unter dem Fußboden entweder vor dem Ofen oder im Gewölbe unter den Retorten; im erſten Falle tritt das Kohlenoxydgas durch einen Kanal in den Heizraum, im letzteren durch Schlitze. Der vor dem Ofen ſtehende ſchachtförmige Generator iſt oben in der Fußbodenebene des Retortenhauſes mit einem

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

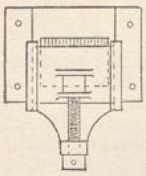


Fig. 6.

Einfchütttrichter (Fig. 4) von 300—400 mm kleinftem Durchmeffer verfehen, der durch einen fchweren Deckel, deffen abgerundeter Rand fich dicht an die Trichterwand anfchließt, verfchloffen ift. Beim Generatorverfchluß (Fig. 5) hat der Deckel einen Rand, der fich in eine mit Sand gefüllte Rinne fetzt oder in den Rahmen eingefchliffen ift. Im Generator ruhen die Koke entweder auf einem Roſte, unter dem fich ein Waſſerkaſten befindet und der behufs Entfernung der Schlacken durch eine Tür zugänglich ift, oder auf einer Schamottefohle, die feitlich mit Schlackenfchlitz verfehen ift. Die Sekundärluft wird im Regenerator, welcher den unteren Teil des Ofens ausfüllt, hocherwärmt und alsdann dort, wo das Kohlenoxydgas in den Heizraum tritt, diefem zugeführt. Die abziehenden Heizgafe werden mittels einer Anzahl Kanäle zunächft durch den Regenerator geführt, wo fie einen großen Teil der noch in ihnen enthaltenen Wärme an die Sekundärluft, welche fich in neben und zwifchen den Abzugskanälen liegenden Luftkanälen bewegt, abgeben und dann in den Schornftein treten. Die für eine gute Wirkung des Ofens wichtige Regulierung der Menge zuzuführender Sekundärluft gefchieht an deren Eintrittsftelle in den Regenerator durch Luftfchieber (Fig. 6), deren Oeffnung mit Hilfe einer Schraube auf Millimeter genau eingeftellt werden kann. Als Beifpiel eines folchen Ofens mit Schachtgenerator zeigen Fig. 7 und 7a den vielfach angewandten Haffe-Didier-Ofen [1], worin die Luftkanäle mit *l*, diejenigen der abziehenden Heizgafe mit *r* bezeichnet find; *m* find Waffergefäße, aus denen Waffer-dämpfe in den Generator geleitet werden. Aehnlich ift der Münchner Ofen [2], während der Deffauer Ofen [3] einen Generator ohne Roft mit feitlichem Schlitz hat. Außerdem find Generatoröfen von Grahn, Hegener u. a. konftruiert. Liegels Ofen (Fig. 8 und 8a) [4] hat die Eigentümlichkeit einer trichterförmigen Geftaltung des Generators, der nach unten in einen Schlitz endigt, aus dem mehr oder weniger felbfttätig die Schlacke abfließt. Bei dem Gareis-Ofen (Fig. 9 und 9a) ift der Generator unter dem Ofen angeordnet, und die Einwurföffnung, die durch eine Tür mit Mortonfchem Verfchluß verfehen ift, liegt dicht über dem Fußboden in der Vorderwand. Auch Klönne legt den Generator unter den Ofen.

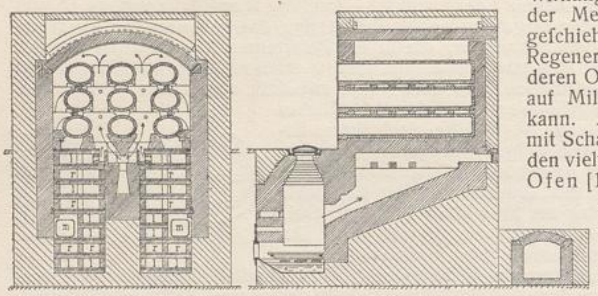


Fig. 7 und 7a.

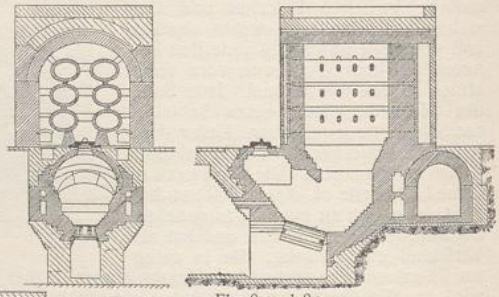


Fig. 8 und 8a.

Die **Halbgasöfen** ftehen zwifchen den Generatoröfen und den Roftöfen und bezwecken, denjenigen Gaswerken, deren Bodenverhältniffe einer tiefen Generatoranlage Schwierigkeiten bereiten oder deren Produktionsverhältniffe eine folche Anlage nicht rentabel machen, die Vorteile der Generatorfeuerung möglichft zuteil werden zu laffen. Von den Roftöfen unterfcheiden fie fich durch tiefere Lage des Roftes, um die zur Bildung von Kohlenoxyd nötige Minimalfchütthöhe von 80 cm zu erhalten, fowie durch eine Regeneration, die allerdings nur eine verhältnismäßig geringe Ausdehnung erhält.

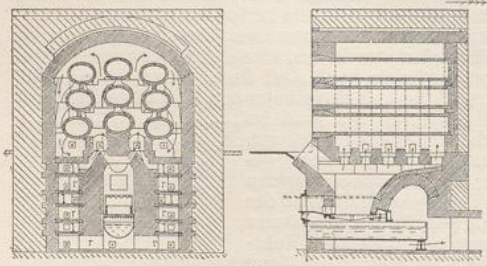


Fig. 9 und 9a.

Einen folchen Ofen zeigen Fig. 10 und 10a. Hierher gehören die Oefen von Haffe-Vacherot [5], Horn [6] u. f. w., und auch die Oefen von Liegel und von Gareis können als Halbgeneratoren gebaut werden. Der Ofen Pintfch-Hermanfen (D.R.P.) bezweckt, die Vorteile der Regeneration auch kleinen Gaswerken mit geringerem Koftenaufwande nutzbar zu machen. Diefe Regeneration kann auch in vorhandene

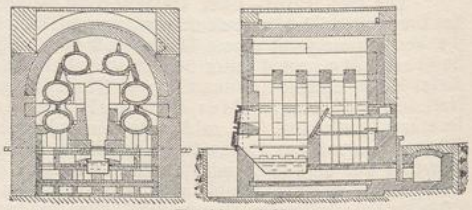


Fig. 10 und 10a.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Ofenhülfen mit geringem Tiefbau von 200—500 mm eingebaut werden und beſteht aus ſpeziell hierfür konſtruierten vierkantigen kanalförmigen Schamotteſteinen, welche in der Längsrichtung des Ofens angeordnet ſind. Dieſe Steine, durch deren Kanäle die abziehenden Heizgaſe ſtreichen, ſind auf den nach oben und nach unten gerichteten Außenflächen mit Querrinnen verſehen, die beim Aufbau zwiſchen den einzelnen Schichten Kanäle für die Sekundärluft bilden.

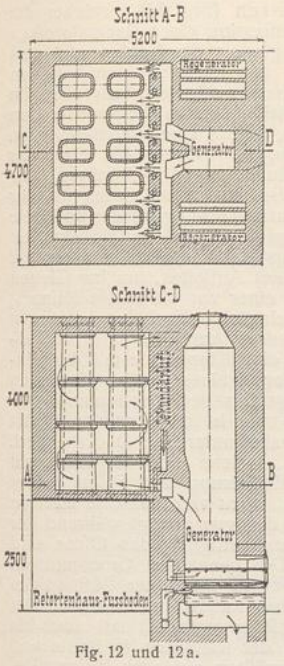
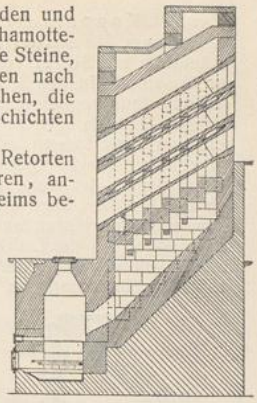


Fig. 12 und 12a.


Fig. 11.

Bei allen dieſen Oefen liegen die Retorten horizontal, während in den letzten Jahren, angeregt durch die 1884 von Coze in Reims begonnenen Verſuche, vielfach **Oefen mit ſchräge liegenden Retorten** gebaut worden ſind, um namentlich auf größeren Gaswerken ohne Anwendung von Maſchinen die Arbeit des Ladens und Entleerens der Retorten zu erleichtern und mit wenig Leuten auszuführen. Die Retorten haben (Fig. 11) einen Neigungswinkel von 32° und ſind an beiden Enden mit Mundſtücken verſehen, von denen dasjenige am unteren Ende das Steigerohr trägt. Die Füllung erfolgt am oberen Mundſtück mittels Fülltrichter, die in verſchiedenen Höhen, den Retortenlagen entſprechend, hängen, und an einer Hängebahn bewegt werden. Jeder Fülltrichter faßt die Kohlen einer vollen Retortenladung, und die Bedienung erfolgt von einer in entſprechender Höhe liegenden Füllbühne aus. Damit die Kohlen nicht in das untere Mundſtück fallen, wird in dieſes ein Stützblech eingeſetzt. Die Entleerung der Koke geſchieht durch das untere Mundſtück, wobei durch das obere mit einer leichten Stange nachgeholfen wird. Dieſe Oefen ſind mit Generatorfeuerung verſehen; um eine gleichmäßige Erhitzung der Retorten zu erzielen, werden die Heizgaſe vorn herabgeführt und unter den unteren Flügelretorten von vorn nach hinten geleitet, um in die Regeneration einzutreten [7].

Das Beſtreben zur Erzielung größerer wirtſchaftlicher Erfolge als mit den bisherigen horizontalen und geneigten Retorten gab Veranlaſſung, vor einigen Jahren Verſuche mit **Vertikalretorten** zu machen, wie es ſchon zu Beginn der Gastechnik vorgeſchlagen wurde. In England wurden Vertikalöfen von Settle & Padfield in Exeter und von Woodall & Duckham in Bournemouth erbaut, während in Deutſchland die Deffauer Gasgeſellſchaft und ſpeziell deren Chefchemiker Dr. J. Bueb ſich eingehend mit dieſer Frage beſchäftigten. Den letzteren iſt es nach mehrjähriger angeſtrengter Arbeit und Studien unter großen Opfern und unter tatkräftiger Mithilfe des inzwiſchen verſtorbenen Direktors E. Drory in Berlin gelungen, in der zweiten Hälfte des Jahres 1905 in dem Deffauer Vertikalofen (D.R.P. Nr. 167367) [8] der Leuchtgasinduſtrie einen Ofen übergeben zu können, der die höchſten Anſprüche, welche an einen ſolchen geſtellt werden, in vollem Maße erfüllt, wie ſich nach einer längeren ununterbrochenen Betriebsperiode erwieſen hat. Der Ofen (Fig. 12 und 12a) enthält eine Anzahl ſtehender Retorten (der Verſuchsofen 10 Stück) von ovalem Querſchnitt, nach oben zu ſich gleichmäßig verjüngend, hier eine luftdicht verſchließbare Einſchüttöffnung und den Gasabgang tragend, während unten jede Retorte einen horizontalen Verſchluß beſitzt, der mit Leichtigkeit durch einen Arbeiter mittels mechaniſcher Vorrichtung behufs Entleerung der Koke geöffnet bezw. wieder geſchloſſen werden kann. Die auf 1300—1500° C. erhitzten Retorten ſind ſo eingebaut, daß ſie ringsherum in mehreren übereinander liegenden Zonen, in deren unterſter die Temperatur am höchſten iſt, von den Feuergaſen umſpielt werden. Die Entgaſung der Kohlen findet von der Retortenwandung ausgehend nach innen zu und allmählich von unten nach oben ſtatt, ſo daß das entwickelte Gas, welches die entſtandene feſte äußere Kokeſchicht nicht zu durchdringen vermag, gezwungen iſt, durch die inneren noch nicht verkokten kälteren Schichten abzuziehen, wodurch eine Ueberhitzung und damit eine Zerſetzung der ſchweren Kohlenwaſſerſtoffe zu Naphthalin verhütet wird. Da auch der Teer den ganzen unvergaſten inneren Kohlenkern durchſtreichen muß, weil er keinen Raum findet, ſich von der Kohle frühzeitig zu trennen, ſo wird der mechaniſch mitgeriſſene Kohlenſtoff zurückgehalten und mit fortſchreitender Verkokung entgaſt, infolgedeſſen ſich in der Vorlage ein kohlenſtoffarmes, leichtflüſſiges Teeröl anſammelt, welches ſich nicht verdickt, daher auch keine Verſtopfungen hervorrufen kann. Die Vorteile des Deffauer Vertikalgasofens ſind: hohe Leiſtungsfähigkeit auf kleinerer Grundfläche, als bisher nötig war, hohe Ausbeute an Gas, welches dem in horizontalen oder in geneigten Retorten erzeugten hinſichtlich Leuchtkraft und Heizkraft nicht nachſteht und faſt ganz naphthalinfrei iſt, Gewinnung feſter Koke, dünnflüſſigen Teeres, erhöhte Ammoniakausbeute, weſentliche Verminderung der Bedienungsmannſchaft und erhebliche Erleichterung der Arbeit der letzteren.

Das Beiſpiel der Kokereien, die Kohlen in Kammern von mehreren Tonnen Faſſungsraum zu verkoken, regte die Prüfung der Frage an, ob es nicht möglich iſt, dieſe einfache Betriebsweiſe in Verbindung mit den Vorteilen der Generatorfeuerung für die Gaswerke nutzbar zu machen und die Kohlen in **Großraumöfen** zu entgaſen. Nach dem Konſtruktionsprinzip der Kokeöfen

ift von H. Koppers der Bochumer Kammerofen konftruiert. Riepe in Braunfchweig erhielt unterm 7. Februar 1902 ein Patent auf einen Zweikammerofen, während Ries in München gemeinfam mit Schilling Projekte eines Kammerofens ausarbeitete, aber wegen Uebergang der Gasanftalt in den Befitz der Stadt München erft im Herbft 1901 mit der Erbauung eines Verfuchsofens beginnen konnte, der nach mancherlei Abänderungen feit Oktober 1906 in regelmäßigen Betrieb genommen ift. Der Münchner Kammerofen (Fig. 13), welcher die gehegten Erwartungen erfüllt hat, befteht aus drei auf der Regeneration eines Generatorofens aufgebauten Vergafungskammern, welche die zur felbfttätigen Lagerung der Kohlen und zum Herausgleiten der Koke erforderliche Neigung haben. Zwifchen den Kammerfohlen befinden fich die Brenner, über welche die Feuerzüge zwifchen den Kammern aufftеigen, teils über die Kammerdecken führen und auf der andern Seite der Kammern abfallen, um in die Regeneration zu münden. An der Ladefeite ift jede Kammer mit zwei kleineren, mittels Türen verfchließbaren Oeffnungen verfehen, der Einfüllöffnung *a* und der Ausftoßöffnung *b*, während die Tür *c* der großen Auslaßöffnung an der andern Kammerfeite von einem kleinen, vor der Ofenfront fahrbaren Wagen bedient wird. Die Bedienung des Ofens ift fehr einfach. Nachdem Einfüll- und Ausftoßöffnung an der Ladefeite geöffnet find, wird die Auslaßtür geöffnet, und der Kokekuchen gleitet über eine an den Bedienungswagen angehängte Schurre *d* ins Freie; bedarf derfelbe aber eines Anftoßes, um ins Gleiten zu kommen, fo wird der Stempel einer vor die Ausftoßöffnung gefahrenen Ausftoßvorrichtung mittels einiger Kurbelumdrehungen gegen den Kuchen gepreßt. Nachdem Auslaßtür und Ausftoßöffnung wieder gefchloffen, wird eine Kippmulde mit der Einfüllöffnung verbunden und die Klappe eines darüber liegenden fahrbaren Bunkers, deffen Faffungsraum dem der Kammer entfpricht, geöffnet, fo daß die Kohle in die Kammer gleitet und fich in gleicher Höhe bis nahe unter die Decke lagert. Jede Kammer faßt 2,5—3 t Kohle, welche eine Vergafungszeit von 24 Stunden erfordern. Die Entleerung und Füllung einer Kammer beanfprucht ca. 3 Minuten, wozu vier Mann, je zwei an jeder Ofenfeite, erforderlich find; dagegen genügt während der Entgafungszeit ein Mann zur Beaufichtigung des Ofens und zur Unterhaltung der Heizung. Die genannten Großraumöfen find nur für große Gasanftalten geeignet; um auch mittleren Werken mit einer 24ftündigen Gasproduktion bis zu 2000 cbm hinab die Vorteile diefer Oefen nutzbar zu machen, hat G. Horn in Braunfchweig einen Vertikalkammerofen (D.R.P. angemeldet) mit zwei bis drei Kammern konftruiert. Da die Ausdehnung der Dimenfionen der Kammern in Breite und Höhe nicht befchränkt ift, fo ift es möglich, die Kammern den größten als auch kleinen Betrieben entfprechend zu konftruieren. Die Heizung der Kammerwände in der Höhe erfolgt in verfchiedenen getrennt übereinander liegenden Zonen und kann für jede Zone entfprechend der anliegenden Kohlenmenge genau reguliert werden. Der Ofen ift nicht nur außen, fondern auch im Innern während des Betriebes leicht zu revidieren und entftandene Riffe und Undichtigkeiten können fofort repariert werden [11]. — Auch der Schrägkammerofen von Knoch & Co. in Lauban (D.R.P. angem.) foll den Zwecken der Gaswerke mittlerer Größe dienen [12].

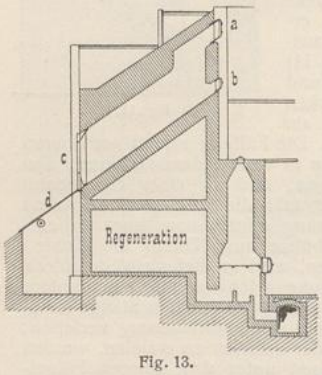


Fig. 13.

Literatur: [1] Journ. für Gasbel. u. f. w. 1879, S. 719; 1880, S. 412. — [2] Ebend. 1879, S. 263; 1882, S. 727; Schilling, E., Neuerungen auf dem Gebiete der Steinkohlengasbeleuchtung, München 1892, S. 52. — [3] Journ. für Gasbel. u. f. w. 1877, S. 193; 1878, S. 626. — [4] Ebend. 1876, S. 543. — [5] Ebend. 1885, S. 340. — [6] Ebend. 1887, S. 1005. — [7] Ebend. 1890, S. 146; 1892, S. 509, 525; 1895, S. 529; 1896, S. 493, 649; 1897, S. 407, 481, 497, ferner ebend. in den Jahrgängen 1874—1880 und 1882 an verfchiedenen Stellen; Schilling, N. H., Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung, 3. Aufl., München 1879, S. 249 ff. — [8] Journ. f. Gasbel. u. f. w. 1905, S. 833, 902; 1906, S. 1, 259, 325, 549; 1907, S. 709. — [9] Ebend. 1902, S. 805; 1903, S. 640; 1904, S. 1018; 1907, S. 717. — [10] Ebend. 1906, S. 1133. — [11] Ebend. 1908, S. 429, 442, 665. — [12] Ebend. 1908, S. 475, 813.

G. F. Schaar.

Rettungsapparate, f. Atmungsapparate, Feuerfchutz.

Rettungsboot, feefähiges Boot zur Rettung von Menfchen in Seegefahr und von Schiffbrüchigen; f. Bootsbau.

Rettungsbremfen (Seilbremfen), f. Feuerfchutz.

Rettungsfloß findet auf größeren Auswandererfchiffen Verwendung, da die Schiffsboote allein zur Aufnahme der Paffagiere nicht ausreichen. Es befteht aus zwei langen Blechzylindern, welche durch ein hölzernes Lattenwerk verbunden find.

T. Schwarz.

Rettungsgleife (Sicherheitsgleife), meift kürzere, gewöhnlich ftumpf endigende Seitengleife, welche von einem Gleis abzweigen und verhüten, daß Fahrzeuge oder ganze Züge aus diefem Gleis ohne befondere Erlaubnis auf ein andres zu fchützendes Gleis oder eine zu fchützende Gleisgruppe übergehen. Die in das Sicherheitsgleis führende Weiche muß daher in normaler Stellung auf diefes Gleis geftellt fein; fie muß umgelegt werden, wenn in die zu fchützenden Gleife gefahren werden will.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Kurze Sicherheitsgleiſe dienen in erſter Linie zum Auffangen durchgehender oder durchgegangener Fahrzeuge, z. B. hinter und vor einer Station, an der ein bedeutendes Gefälle beginnt oder endigt, auf im Gefälle liegenden Verſchiebebahnhöfen an der Einfahrt in Gleisgruppen, um dieſe vor durchgegangenen Fahrzeugen zu ſchützen, ferner zur Sicherung von Hauptbahnen bei Einmündung von Zweigbahnen oder Anſchlußgleiſen. Im letzteren Falle ſowie vor Stationen am Fuß ſteiler Gefälle werden die Sicherheitsgleiſe vielfach in größerer Länge zunächſt wagerecht und dann in eine ſtarke Steigung übergehend angelegt, um nicht nur Fahrzeuge, ſondern auch ganze Züge, bei welchen die Bremſen verſagen, aufzufangen. Die Schienen der Sicherheitsgleiſe werden vielfach etwa 5 cm hoch mit Sand bedeckt, um die Fahrzeuge raſch und unter ſtetiger Verminderung der Geſchwindigkeit, ohne daß ſie Schaden nehmen, aufzuhalten (ſ. Sandgleiſe). Solche Anordnungen finden ſich namentlich in England häufig und zwar auch mit ganz kurzen Rettungsgleiſen, dann „Entgleiſungsweichen“ genannt. Die Züge entgleiſen zwar am Ende des Sicherheitsgleiſes, aber die Entgleiſung eines langſam fahrenden Güterzuges iſt nur ein kleines Uebel gegenüber einem Zuſammenſtoß mit einem andern Zug auf dem Hauptgleis. *H. Kübler.*

Rettungsgürtel, ein aus Segeltuch mit Korkeinlage gefertigter Gürtel, welcher in Seegefahr um den Leib geſchnallt wird und durch ſeine Auftriebskraft den Schiffbrüchigen über Waſſer hält.

Rettungshaus, Anſtalt, in welcher ſittlich verwahrloſte Kinder erzogen und zu nützlichen Gliedern der menſchlichen Geſellſchaft ausgebildet werden ſollen.

Sie enthält Gebäude für die Verwaltung, für Wohnung und Pflege der Kinder ſowie für Unterricht und Handarbeit. Nach den neueren Syſtemen beſteht nicht allein eine ſtrenge Trennung nach Geſchlechtern, ſondern auch Teilung in Familien, wobei etwa 10—20 Kinder unter einer Mutter oder einem Vater in geſondertem kleinen Hauſe leben und nur Unterricht und Gottesdienſt gemeinſam ſind. Da Garten- und Landwirtſchaft meiſt die Grundlage für die Erziehung wie für die Geſundheit der Kinder bilden, ſo iſt hinreichendes Gelände in der Nähe der Anſtalt nötig.

Literatur: [1] Baukunde des Architekten, Bd. 2, S. 356 ff., Berlin 1884. — [2] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Darmſtadt 1887. — [3] Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1896. *Weinbrenner.*

Rettungsweſen bei Brandfällen, ſ. Feuerſchutz.

Rettungsweſen auf Eiſenbahnen, d. h. die zur erſten Hilfeleiſtung bei im Bahnbereich vorkommenden Verunglückungen und Erkrankungen von Bahnperſonal, Reiſenden und andern Perſonen beſtehenden Einrichtungen, zu deren Vorhaltung in den meiſten Staaten die Eiſenbahnen verpflichtet ſind.

Die Hilfeleiſtung ſetzt ſchon vor Ankunft des Arztes ein, der bei jedem ernſteren Fall herbeigerufen wird. Die Rettungskaſten, die in der Regel auf den Bahnhöfen, in den Werkſtätten und (kleiner Rettungskaſten) in den Packwagen der Züge ſich befinden, enthalten Arzneien, Verbandſtoffe, chirurgiſche Inſtrumente u. ſ. w. Bei Eiſenbahnunfällen iſt die Ausübung des Rettungsweſens eine der Aufgaben der Hilfszüge (ſ. d., ferner Eiſenbahnbetrieb, Bd. 3, S. 296, Rettungsgleiſe, Sandgleiſe, Schutzſchiene).

Literatur: Röll, Encyklopädie des geſamten Eiſenbahnweſens, Wien 1894, S. 2785, ſowie die Vorſchriften der einzelnen Bahnverwaltungen. *Cauer.*

Retuſche, photographiſche, wird in verſchiedener Weiſe vorgenommen teils zur Behebung von Mängeln, die durch die Prozeſſe bedingt ſind, teils zur Erzielung beſonderer künſtleriſcher Wirkung (z. B. um einer photographiſchen Kopie den Charakter einer Kreidezeichnung, Rötelſkizze u. ſ. w. zu verleihen).

Man unterſcheidet eine Negativ- und eine Poſitivretuſche. Die erſte kann durch teilweiſe ſchwächeres und ſtärkeres Entwickeln (indem man ſtellenweiſe Bromkaliumlöſung aufpinſelt), durch partielles Abſchwächen oder Verſtärken, durch mechaniſches Scheuern zu ſtark gedeckter Partien mit einem in Alkohol getränkten Lappen, durch partienweiſes Verdunkeln des Negativs mit Farbſtoffflüſſigkeiten (Karmin, Gummiguttae, Tuſche, Anilinfarben u. ſ. w.), Graphit oder Mattlack (aus der über das ganze Negativ auf der Glasſeite aufgegoſſenen Mattlackſchicht werden die nicht zu retuſchierenden Stellen herausgeſchabt) vorgenommen werden, wenn die Retuſche über größere Flächen ſich erſtrecken ſoll. Details werden durch Bezeichnen mit feinem Bleiſtift korrigiert. Das Nichtannehmen von Flüſſigkeiten wird durch Behandeln der lackierten oder unlackierten Negativſchicht mit Retuſchiertinktur (Mattolein, z. B. Gummidammar 2, Kanadabalſam 1, Terpentinöl 500) beſeitigt. Die Poſitivretuſche kann in teilweiſem ſtärkeren Kopieren (Nachkopieren) beſtehen; hauptſächlich aber wird ſie durch Bezeichnen mit Bleiſtift oder Kreide oder durch Bemalen mit Tuſche oder Waſſerfarben durchgeführt. Nicht ſelten benutzt man hierbei den Luftpinſel (ſ. d.), welcher namentlich bei der umfaſſenden Retuſche, der für autotypiſche Reproduktion beſtimmte Photographien techniſcher Objekte unterzogen werden müſſen, faſt unentbehrlich iſt. Beim Gummidruck (ſ. d.) verwendet man zum Aufhellen z. B. auch Spritzflaſchen; durch das Aufprallenlaſſen des Sprühkegels bewirkt man nämlich partiell eine weitergehende Löſung der Bildſchicht. (Vgl. Mercator, G., Die photograph. Retuſche, 2. Aufl., Halle a. S. 1905, ferner die bei Photographie angegebene Literatur.) *A. W. Unger.*

Réunion (double mêche), ſ. Kammgarnſpinnerei, Bd. 5, S. 323.

Reverberierofen, ſ. v. w. Flammofen, ſ. Oefen für techniſche Zwecke.

Reverſiermechanismen, -vorrichtungen, ſ. Wendegetriebe.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Reverſiermotor, -maſchine, jede Antriebs(kraft-)maſchine, deren Drehungsrichtung beliebig gewechſelt werden kann. Ueber Reverſierdampfmaſchinen ſ. Kuliffenſteuerungen, Bd. 5, S. 747, Lokomotiven, Bd. 6, S. 211, Walzenzugmaſchinen. *A. Widmaier.*

Reverſierſtraße, ſ. v. w. Reverſierwalzwerk, ſ. Walzen.

Reverſionslibelle, Doppel-, Wendelibelle, Doppelniveau, eine mit zwei einander gleichen Schliffkurven verſehene Libelle (ſ. d.).

Revolver bei Arbeitsmaſchinen (Revolver[dreh- und -bohr-]bank, -kopf, -ſupport, -lochmaſchine, -lochzange, -ziehpreſſe, -ziegelpreſſe, -lade). Das Prinzip des Revolvers (Schußwaffe), durch Drehen des Patronenbehälters nach jedem Schuß eine neue Patrone ſchußbereit zu legen, iſt auf Arbeitsmaſchinen übertragen worden, und es wird der entſprechende Teil als Revolver bezeichnet.

Bei den Arbeitsmaſchinen trägt der Revolver, der als drehbarer Körper oder auch bisweilen als Schlitten ausgeführt iſt, entweder eine Reihe von Werkzeugen, die nacheinander an dem zu bearbeitenden Werkſtück zur Tätigkeit gebracht werden ſollen, oder eine Reihe von (gleichen) Arbeitsſtücken, die der Reihe nach dem Werkzeug zugeführt werden. Beiſpiele für die Anwendung des Revolvers findet man bei den Bohrmaſchinen, Bd. 2, S. 197, Fig. 25, bei Drehbänken (ſ. d.), Revolverziehpreſſen ſ. Edelmetallbearbeitung, Bd. 3, S. 212, Fig. 12, Revolverlochmaſchinen, ſ. Lochen, Bd. 6, S. 182, Fig. 28, Revolverlochzangen, ſ. Zange, Revolver(ziegel)preſſen, ſ. Ziegelfabrikation, Revolverladen der Webſtühle, ſ. Weberei. *A. Widmaier.*

Revolverkanone, ſ. Schnellfeuerkanonen.

Revolverlade (Ueberſpringer, Schwinglade), Wechſellade, bei welcher die Schützenkäſten auf einem vollſtändigen oder einem Ausſchnitte eines Zylinders angeordnet ſind; ſ. Weberei. *E. Müller.*

Rezente Periode, ſ. Schichtgeſteine.

Reziprok. Als Reziprozität bezeichnet man die Zuordnung von zwei ungleichartigen geometriſchen Gebilden.

Beiſpiele: Punkt und Gerade; Punktkurve und Strahlenkurve; Raumkurve und abwickelbare Fläche; ebenes Syſtem und Strahlenbündel u. ſ. w. Polarreziprok (dualiſtiſch) heißen Punkte und Gerade in der Ebene, wenn letztere die Polaren der erſteren in bezug auf den imaginären Einheitskreis $x^2+y^2+1=0$ ſind; ebenſo heißen dualiſtiſch auch die von dieſen Punkten erzeugten bezw. von dieſen Geraden umhüllten Kurven. — Vgl. a. Dualität.

In der Arithmetik wird als reziproker Wert einer Größe a die Größe $1:a$ bezeichnet.

Reziproke Gleichungen ſind ſolche, bei denen die Wurzeln je paarweiſe reziproke Werte voneinander ſind [1], [2].

Allgemeiner bezeichnet man in der Mathematik als reziprok Dinge, die miteinander vertauſcht werden können, z. B. die Winkel und Seiten eines ſphäriſchen Dreiecks.

Literatur: [1] Gerlach, Ueber reziproke Gleichungen, Parchim 1880. — [2] Adam, Ueber reziproke Gleichungen, Clausthal 1883. *Wölffing.*

Reziprokalflächen. Schreibt man die Gleichung einer Fläche n-ter Ordnung in Ebenenkoordinaten und erſetzt letztere durch Punktkoordinaten, ſo erhält man die Gleichung einer Fläche, welche zur gegebenen polarreziprok (dualiſtiſch) iſt und ihre Reziprokalfläche heißt.

Die Ordnung derſelben iſt $n(n-1)^2$. Sie beſitzt im allgemeinen eine Doppelkurve von der Ordnung $\frac{1}{2}n(n-1)(n-2)(n^3-n^2+n-12)$ und eine Rückkehrkurve von der Ordnung $4n(n-1(n-2)$.

Literatur: Salmon, G., Analytiſche Geometrie des Raumes, deutſch von Fiedler, II, Leipzig 1880, Kap. 9, C. *Wölffing.*

Rh, in der Chemie, Zeichen für Rhodium.

Rhät, ſ. Keuperformation, Bd. 5, S. 463.

Rhätizit, ſ. v. w. Diſthen (ſ. d.).

Rheiniſcher Fuß (preußiſcher Fuß), ſ. Längenmaße.

Rheinkiefel, ſ. Quarz.

Rheochord, ein von Poggendorf eingeführter Widerſtandsmeſſer, ein Rheoſtat, der einigermaßen an das Monochord der Akuſtik erinnert. Zwei parallel nebeneinander geſpannte Platinadrähte ſind durch einen verſchiebbaren Schlitten leitend verbunden, ſo daß man einen Strom durch eine größere oder kleinere Drahtlänge vom Anfang des einen zum Anfang des andern Drahtes leiten kann. Der Apparat dient zur genauen Vergleichung kleiner Widerſtände. *A. Schmidt.*

Rheometer, ſ. v. w. Galvanometer (ſ. Meßinſtrumente, elektrotechniſche); ſ. a. Verbrauchsregler.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rheoſtat, ſ. Widerſtand, elektriſcher.

Rheotan, Neuſilberlegierung aus Kupfer, Zink und Nickel (von Geitner in Auerhammer bei Aue in Sachſen), welche zu elektriſchen Widerſtänden (ſ. d.) verwendet wird. — Spezifiſcher Widerſtand $c = 0{,}47$, Temperaturkoeffizient $a = 0{,}00023$; vgl. a. Nickelin.

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

Rhigolen, der flüchtigſte Beſtandteil des Rohpetroleums, ſ. Petroleum.

Rhodamin, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 632.

Rhodanide, die meiſt waſſerlöslichen Salze der Rhodanwaſſerſtoffſäure; vgl. Cyan, Bd. 2, S. 485.

Rhodankupfer, ſ. Anilinſchwarz, Bd. 1, S. 202.

Rhodanwaſſerſtoffſäure (Thiocyanſäure), eine organiſche Säure von der Formel $N{\equiv}C{-}SH$, welche ſich alſo von der Blauſäure CNH durch Addition von Schwefel ableitet. Sie iſt eine Cyanſäure $N{\equiv}C{\cdot}OH$, in welcher der Sauerſtoff durch Schwefel erſetzt iſt, oder ſie iſt ſchließlich die Waſſerſtoffverbindung der einwertigen Gruppe $N{\equiv}C{-}S{-}$, welche Rhodan genannt wird.

Die freie Säure iſt nur in einer Kältemiſchung als ſtechend riechende Flüſſigkeit beſtändig, welche ſich bei wenig höherer Temperatur unter ſtarker Erwärmung zu einem gelben, amorphen Körper polymeriſiert. Sie löſt ſich leicht in Waſſer und in Alkohol zu ſauer reagierenden Löſungen. Dieſe wie die Löſungen der Salze färben Eiſenoxydlöſungen dunkelkirſchrot, die bekannte höchſt empfindliche Reaktion auf Eiſenoxyd vermittelſt Rhodankalium. Die Säure entſteht aus ihrem Kaliumſalz durch Deſtillation mit verdünnter Schwefelſäure oder aus dem Queckſilberſalz durch Zerlegung mit trockenem Schwefelwaſſerſtoff- bezw. Salzſäuregas. — Die Salze der Thiocyanſäure werden als Rhodanſalze oder Rhodanide bezeichnet (vgl. a. Cyan, Bd. 2, S. 484). Die Alkaliſalze entſtehen durch Schmelzen der Cyanmetalle mit Schwefel. Rhodankalium aus Cyankalium und Schwefel bildet lange, farbloſe, an der Luft zerfließliche Prismen aus Alkohol. Rhodanammonium, beim Erwärmen von Blauſäure mit Schwefelammonium oder von Cyanammoniumlöſung mit Schwefel oder ſchließlich am leichteſten durch Erwärmen von Schwefelkohlenſtoff mit alkoholiſchem Ammoniak entſtehend, kriſtalliſiert in Prismen, die beim Erhitzen auf 170—180° ſich in den iſomeren Thioharnſtoff umlagern und oberhalb dieſer Temperatur unter Schwefelwaſſerſtoffentwicklung in rhodanwaſſerſtoffſaures Guanidin übergehen. Die Rhodanſalze der Schwermetalle entſtehen als unlösliche Niederſchläge beim Fällen der Alkalirhodanide mit entſprechenden Salzen. Queckſilberrhodanid, ein graues amorphes Pulver, verglimmt beim Anzünden unter mächtigem Aufſchwellen der Aſche und wird zu der bekannten Spielerei der Pharaoſchlange verwendet. Das Silberſalz iſt ein dem Chlorſilber ähnlicher Niederſchlag, auf deſſen Bildung ein von Volhard ausgearbeitetes Titrierverfahren von Silberlöſungen beruht. Iſomer mit den normalen Eſtern der Rhodanwaſſerſtoffſäure $N{\equiv}C{-}S{-}C_3H_5$ ſind die Eſter der Iſothiocyanſäure $S{=}C{=}NC_3H_5$, die ſogenannten Senföle, welche aus jenen durch Umlagerung entſtehen (ſ. Allylſenföl).

Literatur: Beilſtein, Handbuch der organ. Chemie, Hamburg und Leipzig 1893, 3. Aufl., Bd. 1, S. 1272—1285; Schmidt, Pharm. Chemie, Organ. Teil II, Braunſchweig 1901; Hollemann, Lehrbuch der organ. Chemie, Braunſchweig 1903. *Bujard.*

Rhodium, *Rh* (Atomgewicht 103, ſpez. Gew. 12,6, Schmelzpunkt gegen 1700°), grauweißes, hämmer- und ſchweißbares Metall der Platingruppe, in den ruſſiſchen Platinerzen zu 2—3% enthalten. In Säuren und Königswaſſer unlöslich.

Es findet, mit Platin legiert, Verwendung zur Herſtellung von Pyrometern, ferner als Zuſatz zum Glanzgold für die Porzellandekorierung. *Rathgen.*

Rhodonit, ſ. Augit.

Rhombus, gleichſeitiges, ſchiefwinkliges Parallelogramm.

Rhuſol, aus dickem Leinöl und entſprechenden Harzen (Kopalen, Hartharzen) hergeſtelltes dickflüſſiges Produkt, aus dem durch Verdünnen mit Terpentinöl unter Anwendung geringer Wärme auf einfache Weiſe Lacke hergeſtellt werden. *Andés.*

Rhuſollinoleat, dickflüſſiges Präparat zur Herſtellung von Leinölfirniſſen auf kaltem Wege.

Rhyolit, ſ. Liparit.

Richtbaum, ein an der Vorderſeite des Baugerüſtes aufgeſtellter Rüſtbaum, an welchem Rolle und Aufzugsvorrichtungen angebracht ſind, zum Hinaufſchaffen des vom Zimmermann zur Errichtung eines Gebäudes abgebundenen Holzwerks; ſ. a. Baugerüſt. *Weinbrenner.*

Richteiſen, ſ. Ausſtreicheiſen.

Richten (Heben), das Aufbringen und Aufſtellen, Legen und Zuſammenfügen der Hölzer in ihre am Bau beſtimmte Lage, im Gegenſatz zum Abbinden (ſ. d.). Die mit dem Aufrichten des Dachſtuhles verbundene Feierlichkeit heißt Richtfeſt, mit dem auch oft ein Richtſchmaus verbunden iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Richten, Richtapparate, -maſchinen. Richten bezeichnet die Beſeitigung von Krümmungen und Beulen, die z. B. Walzwerkserzeugniſſen nach dem Walzen anhaften oder die z. B. Draht, dünnes Rundeiſen durch Aufwickeln zu Ringen erhalten haben. — Auch bei geſchmiedeten, gehärteten u. ſ. w Arbeitsſtücken iſt häufig ein Richten (durch Hammerſchläge oder mit Hilfe von Preſſen) notwendig, um das „Verziehen", das ſie durch die Bearbeitung erlitten haben, zu beſeitigen.

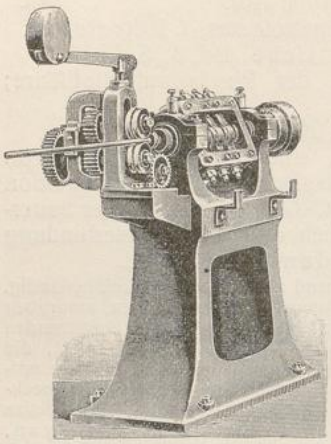


Fig. 1.

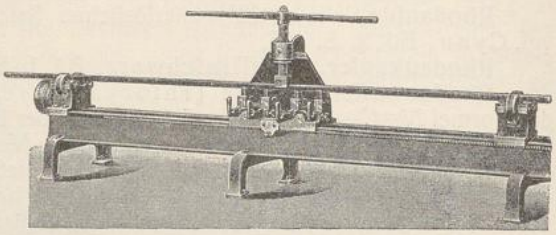


Fig. 2.

Das Richten wird ausgeführt:
a) Bei Draht: dünner Draht kann durch Hindurchziehen zwiſchen zwei Reihen gegenſeitig verſetzter Stifte, die auf einem Brett (Richtholz) angebracht ſind, gerade gerichtet werden. Bei ſtärkerem Draht wendet man Richtapparate an, die aus mehreren gegeneinander verſetzten und nachſtellbaren Rollen oder Backen beſtehen, vgl. z. B.

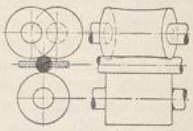


Fig. 3.

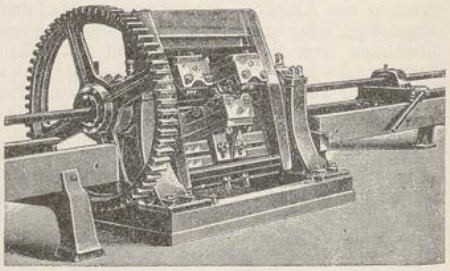


Fig. 5.

Nagelherſtellung, Bd. 6, S. 573, Fig. 32 bei a, S. 575, Fig. 37, ferner Richtapparate mit rotierenden Backen nach Fig. 1, die den Vorteil haben, die in verſchiedenen Ebenen liegenden Krümmungen zu beſeitigen.

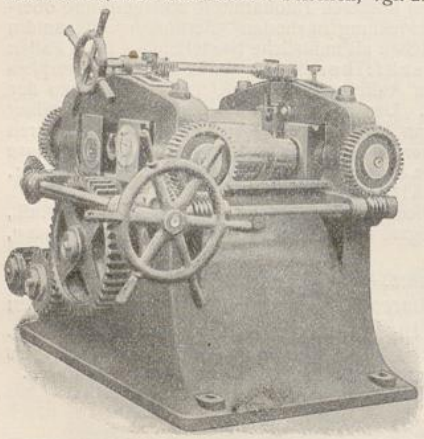


Fig. 4.

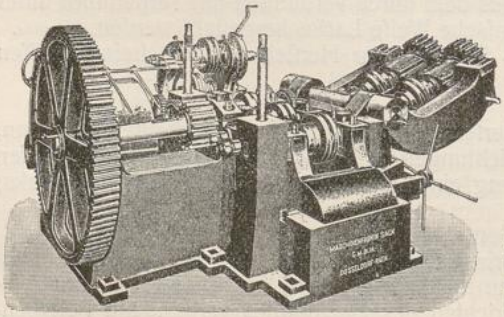


Fig. 7.

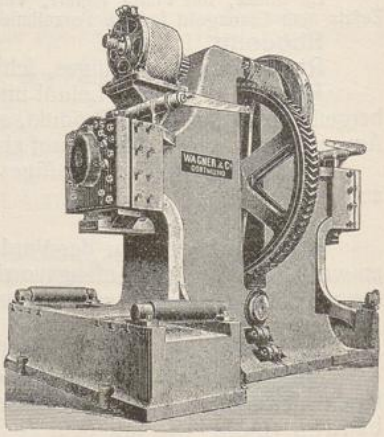


Fig. 6.

b) Bei Rundeisen: dünnes Rundeisen (etwa bis zu 25 mm) wird auf Rollen- oder Backenrichtapparaten nach Fig. 1 gerichtet. — Für starkes Rundeisen werden Pressen, in der Regel Exzenterpressen, auch Handrichtpressen (Fig. 2, H. Laißle, Reutlingen) oder Richtmaschinen mit zwei (Fig. 3) oder drei (Fig. 4, M. Mönkemöller & Co., Bonn) schrägliegenden Walzen, oder drei Rollenpaaren angewendet; im letzteren Fall sind die Rollenpaare entweder festgelagert und das Arbeitsstück dreht sich, oder die Rollenpaare drehen sich um das nur längsverschiebliche Arbeitsstück wie in Fig. 5 (H. Laißle, Reutlingen).

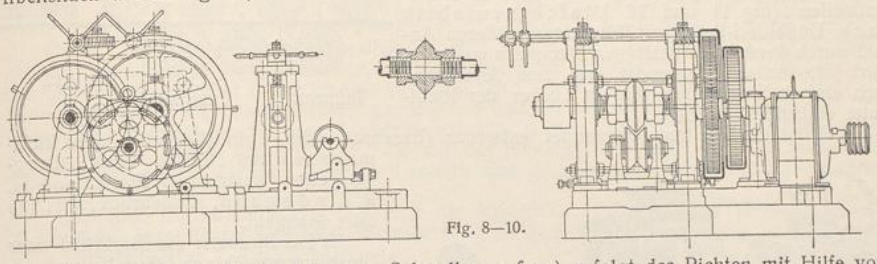


Fig. 8—10.

c) Bei Profileisen (⊏, I, Schienen, Schwellen u. s. w.) erfolgt das Richten mit Hilfe von Pressen; in den Hüttenwerken werden gewöhnlich Exzenterpressen (Fig. 6) verwendet, die mit Rollenlagern und -böcken versehen sind, auf denen die Walzstäbe verschoben werden. Der Stab liegt beim Richten auf zwei links und rechts vom Stempel der Presse befindlichen, in der Regel versetzbaren Rollen auf; der Stempel biegt beim Niedergang den Stab in der Mitte durch, wobei die Größe der Durchbiegung durch Zwischenlegen verschieden dicker Flacheisenstücke geregelt wird. Der Stempel dieser Richtpressen bewegt sich entweder kontinuierlich, wobei die Hubzahl mit der Maschinengröße abnimmt, oder es findet nach jedem Stempelniedergang eine Ausrückung statt. Für schwerere Profileisen ordnet man Wendevorrichtungen an, um sie auf der flachen und auf der Hochkantseite richten zu können. Die Arbeit mit den Pressen ist aber zeitraubend, weshalb man neuerdings Profileisenrichtmaschinen mit Rollen anwendet, von denen Fig. 7 eine solche für ⊏-, I-Eisen bis 300 mm Höhe, Schienen, Winkel und andre Profile zeigt. Die oberen Rollen samt dem Deckel, in dem sie gelagert sind, befinden sich in Fig. 7 in

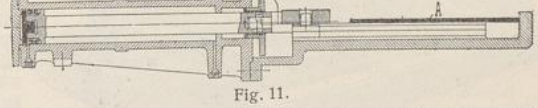


Fig. 11.

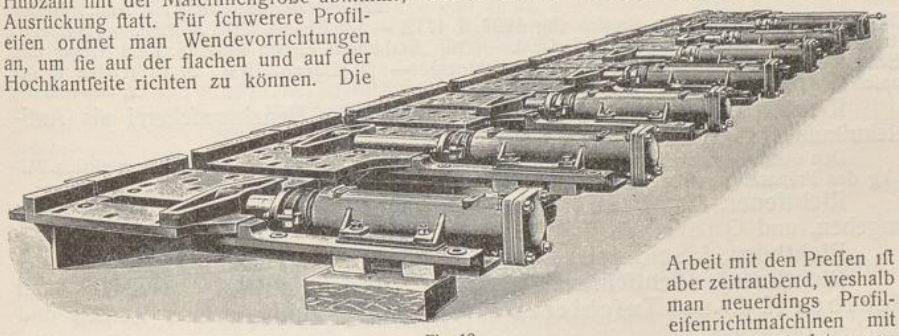


Fig. 12.

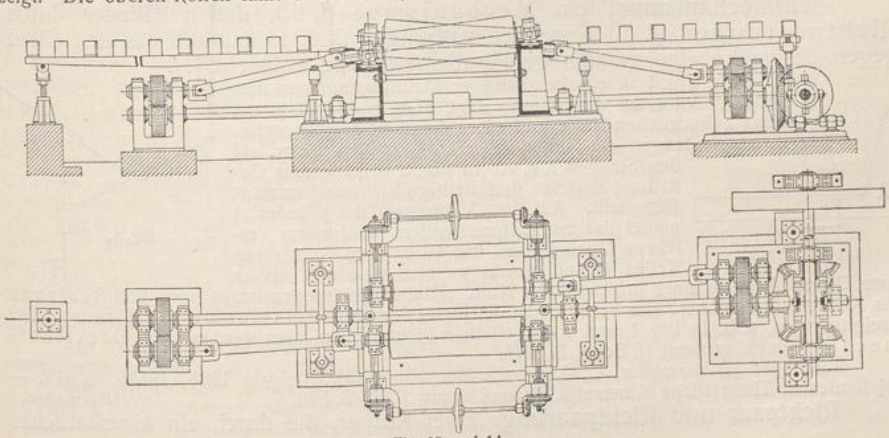


Fig. 13 und 14.

zurückgeklapptem Zuſtand; die Richtrollen ſind leicht auswechſelbar und beſtehen für [- und I-Eiſen aus zwei Scheiben, die durch Zwiſchenſtücke von verſchiedener Dicke für alle I- und [-Profile eingeſtellt werden können [6]. Fig. 8—10 zeigen eine Winkeleiſenrichtmaſchine (Wagner & Co., Dortmund) [1], [5].

d) Bei Univerſaleiſen: an das Univerſalwalzwerk ſchließt ſich eine Richtplatte von entſprechender Länge an, gegen deren ſenkrechte Kante das Univerſaleiſen (Fig. 11 und 12 [Maſchinenfabrik Sack, Düſſeldorf-Rath]) mit Hilfe einer größeren Anzahl durch Preßwaſſer betätigter Stempel angedrückt wird [3]; vielfach verwendet man zum Andrücken auch einfach Stemmeiſen, die in Löcher der Richtplatte eingeſteckt werden.

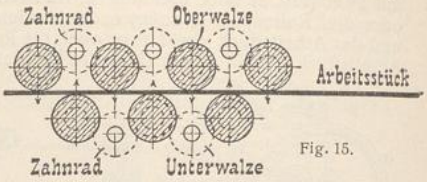
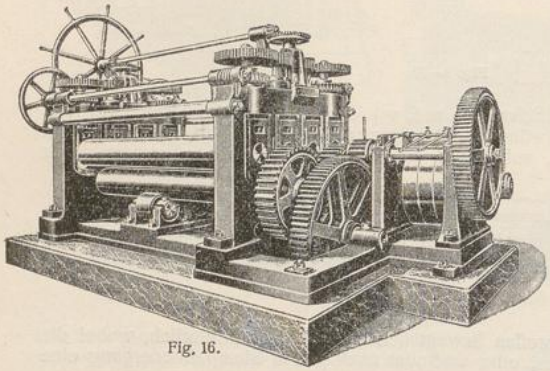


Fig. 15.

e) Bei Rohren: man verwendet entweder (Exzenter- oder Spindel-)Preſſen oder Richtmaſchinen mit Rollen bezw. ſchräggelagerten Walzen (vgl. Fig. 13 und 14, R. Lindemann, Osnabrück, [4], [7]) oder Mangeln.


Fig. 16.

f) Bei Blechen: die Blechricht- oder Blechſpannmaſchinen (Fig. 15 und 16, Breuer, Schumacher & Co., Kalk bei Cöln) beſitzen in zwei Reihen fünf bis ſieben Walzen, zwiſchen denen das Blech hindurchgewalzt wird, wobei infolge des ſtattfindenden Hin- und Herbiegens die vorhandenen Beulen niedergedrückt werden. Die vier Oberwalzen können gemeinſam gehoben und geſenkt werden; außerdem können die beiden äußeren Oberwalzen jede für ſich vertikal verſtellt werden [1], [5].

Literatur: [1] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1906. — [2] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 1712. — [3] Ebend. 1904, S. 1653. — [4] Ebend. 1905, S. 468. — [5] Ebend. 1902, S. 1390. — [6] „Stahl und Eiſen" 1904, S. 1368 (Ueber das Richten von Profileiſen unter Rollenrichtmaſchinen). — [7] Ebend. 1908, S. 19 (Ueber Richtmaſchinen für Rohre).

A. Widmaier.

Richterol, ölſaure Magneſia, ein in der Benzinwaſcherei als Antielektrikum vielfach verwendeter Stoff.

Den Alleinvertrieb des Richterols hat die Firma Gebrüder Seitz in Frankfurt a. M. 1 kg des Präparates genügt, um 7000 l Benzin vor Selbſtentzündung zu ſchützen. *Mezger.*

Richtfeuer, ſ. Leitfeuer, ſoweit ſie durch Deckpeilung eine Kursrichtung angeben, und Quermarkenfeuer.

Richthorn, ſ. Schmieden.

Richtlineal, Richtſchiene, Lineal mit ebener Kante als Hilfsmittel beim Schaben (ſ. d.) und Tuſchieren (ſ. d.) zur Herſtellung ebener Kanten und Flächen dienend. *A. Widmaier.*

Richtmaſchine für Geſchütze, Vorrichtungen zur genauen Einſtellung der Seiten- und Höhenrichtung; ſ. Lafettierung.

Richtmechanismus, ein Mechanismus (ſ. d.), deſſen Glieder durch Richtpaarungen (ſ. d.) beweglich verbunden ſind, ſo daß alſo das eine Glied gegen das andre eine geradlinige Parallelbewegung vollzieht [1].

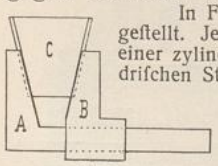


Fig. 2.

In Fig. 1 iſt ein dreigliedriger Richtmechanismus dargeſtellt. Jedes der drei Glieder $H_l l$, $H_q q$, $H_\varphi \varphi$ beſteht aus einer zylindriſchen Hülſe und einer daran befeſtigten zylindriſchen Stange; die Hülſen H_l, H_q, H_φ gleiten bezw. auf den Stangen l, q, φ. In Fig. 2 iſt in andrer Geſtaltung derſelbe dreigliedrige Richtmechanismus dargeſtellt. Auf dem Vollprisma des Gliedes A gleitet das mit entſprechendem Hohlprisma verſehene Glied B, und das Glied C in Form eines Keiles gleitet ſowohl an dem Gliede A als an dem Gliede B in je einer prismatiſchen Nute. Dieſer Richtmechanismus wird von Reuleaux als Keilkette bezeichnet, der auch einen Richtmechanismus Prismenkette [2] nennt. Die dreigliedrigen, z. B. in Fig. 1 und 2 dargeſtellten Richtmechanismen werden auch Dreirichtmechanismen genannt (ſ. Bd. 6, S. 350).

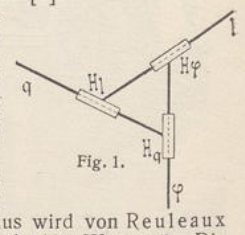


Fig. 1.

Literatur: [1] Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 418. — [2] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875, S. 560.

Burmeſter.

Richtpaar und Richtpaarung. Zwei Körper, die durch ein kinematiſches

Elementenpaar ſo beweglich verbunden ſind, daß der eine Körper gegen den andern eine geradlinige Parallelbewegung vollzieht, bilden ein Richtpaar [1].

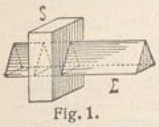


Fig. 1.

In Fig. 1 beſteht das Richtpaar aus einem Vollprisma Σ und einem entſprechenden Hohlprisma S, von denen das eine gegen das andre in geradliniger Führung bewegt werden kann. Ein Richtpaar wird dieſer Geſtaltung entſprechend von Reuleaux [2] ein Prismenpaar genannt. In Fig. 2 iſt ein andres Richtpaar dargeſtellt. In der Platte Σ befinden ſich zwei parallele Schlitze, und eine Stange S iſt mit zwei zylindriſchen Zapfen verſehen, die in den Schlitzen paſſend gleiten. Das kinematiſche Element in der Platte Σ beſteht aus den vier ebenen Schlitzflächen, an denen die Zapfen entlang gleiten, und aus der oberen ebenen Plattenfläche. Das kinematiſche Element des Körpers S beſteht aus den beiden Zylinderflächen der Zapfen und aus der unteren ebenen Stangenfläche, die auf der Platte gleitet. Eine derartige Verbindung zweier Körper, ſo daß der eine gegen den andern eine geradlinige Parallelbewegung vollziehen kann, heißt auch eine Richtpaarung.

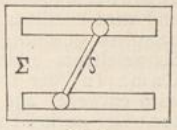


Fig. 2.

Literatur: [1] Burmeſter, L., Lehrbuch der Kinematik, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 267. — [2] Reuleaux, Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875, S. 94. *Burmeſter.*

Richtpfähle, ſ. Spundwände.

Richtplatte bezeichnet 1. ebene Platte oder Tiſch, zum Anzeichnen und Montieren von Maſchinenteilen ſowie zum Richten von Platten und Winkeln in kaltem und warmem Zuſtande dienend (ſ. Schiffbau, Schiffswerft); 2. ebene Platte als Hilfsmittel beim Schaben (ſ. d.) und Tuſchieren (ſ. d.). *A. Widmaier.*

Richtſcheit, ſchmales Brettſtück mit geraden, parallelen Kanten, wird bei Bauten zur Herſtellung gerader Fluchten oder ebener Flächen und unter Auflegung einer Waſſerwage als Setzlatte zur Meſſung des Höhenunterſchieds von Punkten benutzt. *H. Kübler.*

Richtung, Richtungswinkel, Richtungsmeſſung. Richtung iſt die Lotebene, welche durch die Lotlinien von zwei Punkten beſtimmt wird, oder auch die Projektion dieſer Lotebene auf den Horizont. Ueber innere und äußere Richtungen beim Rückwärts- und Vorwärtseinſchneiden ſ. Triangulierung. — Richtungswinkel iſt derjenige Winkel, den eine Richtung mit dem poſitiven Zweig der Abſziſſenachſe eines rechtwinkligen Koordinatenſyſtems einſchließt (ſ. Koordinaten, geodätiſche). Bei der preußiſchen Kataſtervermeſſung heißt er Neigungswinkel. Im bayriſchen Koordinatenſyſtem nennt man Direktionswinkel den Winkel, welchen eine Richtung mit dem Querſchnittsbogen ihres Anfangspunktes bildet; er zählt von Weſten über Norden poſitiv. — Richtungsmeſſung iſt die Beſtimmung der gegenſeitigen Lage einer Anzahl von Richtungen, die von einem Punkte ausgehen, eines Richtungsſyſtems, mit dem Theodolit (ſ. d. und Triangulierung). *(† Reinhertz) Hillmer.*

Richtungscoſinus einer Geraden heißen die Coſinus der Winkel, welche dieſelbe mit drei aufeinander ſenkrechten Geraden (Achſen) bildet.

Richtungsgleis, ſ. Verſchiebebahnhöfe.

Richtungskoeffizient einer komplexen Größe $x + iy = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$ heißt die Größe $\cos\varphi + i\sin\varphi$.

Wird der komplexen Größe der Punkt (x, y) zugeordnet, ſo hängt der Richtungskoeffizient nur von der Richtung, nicht aber von der Länge der Strecke ab, welche jenen Punkt mit dem Urſprung verbindet. *Wölffing.*

Richtwerk, ſ. v. w. Parallelwerk (ſ. d.).

Riechſtoffe, künſtliche, ſind: 1. Produkte, welche aus natürlichen Riechſtoffen durch chemiſche oder mechaniſche Hilfsmittel abgeſchieden werden; 2. Produkte, die man erhält, indem man natürliche Riechſtoffe oder Beſtandteile derſelben durch chemiſche Prozeſſe nachbildet — ſynthetiſche Riechſtoffe —; und 3. durch chemiſche Prozeſſe hergeſtellte Produkte, die in ihrer Zuſammenſetzung keinem der natürlichen Riechſtoffe oder ihrer Komponenten entſprechen.

Zur erſten Klaſſe gehören das Anethol, der wichtigſte Beſtandteil des Anisöls, das Carvon, der Beſtandteil des Kümmelöls, das Citral, der charakteriſtiſche Träger des Zitronengeruchs, der auch im Lemongrasöl bis zu 80 % enthalten iſt und daraus gewöhnlich gewonnen wird, das Citronellal, der Träger des Geruchs des Zitronellöls, das Eugenol, der Hauptbeſtandteil des Nelkenöls, das Geraniol, der Hauptbeſtandteil des Palmaroſaöls und des Roſenöls, das Linalool, der Hauptbeſtandteil des Linaloeöls, das Menthol, der Hauptbeſtandteil des Pfefferminzöls, das Safrol, der Träger des Geruchs des Saſſafrasöls, das auch in beträchtlicher Menge im Kampferöl enthalten iſt und hieraus durch fraktionierte Deſtillation gewonnen wird, das Thymol, der Hauptbeſtandteil des Thymianöls.

Aus Zweckmäßigkeitsgründen verzichten wir auf eine Scheidung der Produkte aus der zweiten und dritten Klaſſe und führen die wichtigſten nachſtehend ungeſondert auf.

Von ſynthetiſchen Riechſtoffen hat der Anisaldehyd (Aubépine) bereits beim Anisöl (ſ. d.) Erwähnung gefunden. Der wichtigſte iſt der Anthranylſäuremethyleſter, der ein weſentlicher Beſtandteil des Orangenblütenöls, des Jasminöls und andrer ätheriſcher

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oele iſt. Zu ſeiner Darſtellung haben E. und H. Erdmann verſchiedene Verfahren ermittelt [1]. Der Benzoeſäuremethyleſter findet unter dem Namen Niobeöl in der Parfümerie Verwendung. Benzaldehyd iſt künſtliches Bittermandelöl (ſ. Bittermandelöl). Bornylacetat (Eſſigſäurebornylester) iſt der Träger des balſamiſchen Geruchs aller Fichtennadelöle und wird künſtlich hergeſtellt, indem man Borneol, das man durch Reduktion des Laurineenkampfers gewinnt, in waſſerfreier Eſſigſäure löſt und bei Gegenwart geringer Mengen von Schwefelſäure erhitzt. Der entſtandene Eſter wird unter vermindertem Druck deſtilliert. — Cumarin, der Träger des Geruchs der Tonkabohne, des Waldmeiſters und des Ruchgraſes, wird entweder aus der Tonkabohne oder künſtlich aus Salizylaldehyd gewonnen. — Heliotropin, auch Piperonal genannt, wurde früher durch Oxydation von Piperinſäure, einem Spaltungsprodukt des im Pfeffer enthaltenen Piperins, dargeſtellt; heute ſtellt man es aus Safrol dar, das durch Oxydation mit Chromſäure und Schwefelſäure in Piperonal und Piperonylſäure übergeführt wird. Es bildet kleine farbloſe Kriſtalle, die angenehm nach Heliotrop riechen. — Iſoeugenol hat einen den Blüten der Gartennelke ſehr ähnlichen Geruch und findet unter dem Namen Oeillet in der Parfümerie Verwendung. — Jasmin gehört zu den Gerüchen, die ſich aus den Blüten nicht durch Deſtillation mit Waſſer gewinnen laſſen; man benutzt zu ſeiner Gewinnung die Enfleurage. Nachdem ſeine Zuſammenſetzung ermittelt iſt, iſt es auch gelungen, es künſtlich darzuſtellen. — Von hervorragender Bedeutung für die Parfümerie iſt das Jonon ($C_{13}H_{20}O$) geworden, das den Arbeiten von Tiemann und Krüger [2] zu verdanken iſt. Bei ihren Unterſuchungen über das Veilchenaroma fanden ſie, daß es einem Keton $C_{13}H_{20}O$, dem Iron, entſpricht. Bei den Verſuchen, dieſes ſynthetiſch zu gewinnen, gelang es ihnen, ein Iſomeres des Irons darzuſtellen, dem ſie den Namen Jonon gaben. Die Darſtellung erfolgt in der Weiſe, daß man zunächſt Citral mit Aceton zu Pſeudojonon kondenſiert und dieſes durch Behandeln mit verdünnten Mineralſäuren in Jonon überführt. Es bildet eine farbloſe Flüſſigkeit vom ſpez. Gew. 0,935, iſt in Alkohol löslich und beſitzt in ſtarker Verdünnung den Geruch des blühenden Veilchens. — Linalool, ein Beſtandteil des Linaloeöls, Bergamottöls, Neroliöls und einiger andrer ätheriſcher Oele, läßt ſich künſtlich durch Erhitzen von Geraniol mit Waſſer im Autoklaven auf 200° C. herſtellen, auch durch Behandlung der Chloride mit alkoholiſcher Kalilauge, die durch Einwirkung von Salzſäure auf Geraniol entſtehen. Durch Kochen mit Acetanhydrid geht das Linalool in Linalylacetat über, das den charakteriſtiſchen Geruch des Bergamottöls beſitzt und unter dem Namen Bergamiol im Handel erſcheint. — Nachdem ermittelt war, daß der Anthranylſäuremethyleſter ein weſentlicher Beſtandteil des Orangenblütenöls iſt, iſt es auch gelungen, ein künſtliches Neroliöl herzuſtellen. — Das Wintergrünöl beſteht hauptſächlich aus Salizylſäuremethyleſter. Künſtlich wird dieſes hergeſtellt durch Erwärmen eines Gemiſches von Methylalkohol, Schwefelſäure und Salizylſäure, wobei zuerſt Methylſchwefelſäure entſteht, die dann in den Methyläther und Schwefelſäure umgewandelt wird. Das Methylſalizylat findet vielfach an Stelle des Wintergrünöls in der Parfümerie Verwendung. — Der Salizylſäuramyleſter, der in ähnlicher Weiſe wie der Methyleſter hergeſtellt wird, wird unter der Bezeichnung Trefol oder Orchidee in der Parfümerie benutzt. — Durch Einwirkung verdünnter Säuren auf Terpentinöl bei Gegenwart von Alkohol entſteht Terpenhydrat. Durch Behandlung des durch Umkriſtalliſation aus 95prozentigem Alkohol gereinigten Terpenhydrats erhält man das Terpinol, eine angenehm nach Hyazinthen riechende Flüſſigkeit, die wohl der Hauptbeſtandteil des ſogenannten Hyazinths oder künſtlichen Hyazinthenöls ſein dürfte. Das Terpinol iſt kein einheitlicher Körper, ſondern beſteht aus Terpineol ($C_{10}H_{18}O$) und drei Terpenen. Das durch fraktionierte Deſtillation abgeſchiedene Terpineol bildet einen farbloſen, dickflüſſigen Körper mit angenehmem, dem friſchen Flieder täuſchend ähnlichem Geruch und iſt der Hauptbeſtandteil der unter dem Namen Fliederöl, Syringaöl, Lilacin, Muguet im Handel vorkommenden Produkte. — Der hauptſächlichſte Riechſtoff der Vanille iſt das Vanillin. Dieſes wird heute künſtlich hergeſtellt. Tiemann und Haarmann [3] zeigten zuerſt, daß man durch Oxydation von Coniferin, einem im Cambialſafte aller Zapfenbäume enthaltenen Glykoſid, ein Produkt erhält, welches dem aus der Vanille hergeſtellten Vanillin vollkommen identiſch iſt. Heute wird das Vanillin meiſt aus Eugenol oder Iſoeugenol hergeſtellt. — Künſtlicher Moſchus wird nach verſchiedenen Methoden dargeſtellt. Alle dieſe verſchiedenen Moſchusſorten ſind in chemiſcher Beziehung mit dem natürlichen nicht im geringſten verwandt. Am bekannteſten ſind der Moſchus Baur [4] und das Tonquinol. Der Moſchus Baur wird in der Weiſe hergeſtellt, daß Toluol oder Xylol in Butyltoluol oder Butylxylol und dieſes durch Nitrieren in Trinitrobutyltoluol bezw. Trinitrobutylxylol übergeführt wird. Das Tonquinol wird dargeſtellt durch Einwirkung von Salpeterſäure auf Sulfoſäuren des Butylxylols. Der künſtliche Moſchus findet jetzt vielfach in der Toiletteſeifenfabrikation Verwendung; in der feineren Parfümerie kann er den echten Moſchus nicht erſetzen. — Nitrobenzol (ſ. d.) hat bittermandelölartigen Geruch und dient deshalb unter dem Namen Mirbanöl zum Parfümieren billiger Toiletteſeifen („Mandelſeifen") und Hausſeifen.

Literatur: [1] D.R.P. Nr. 110386, Nr. 113942, Nr. 120120. — [2] Bericht der Deutſchen Chem. Geſ. 1893, S. 2675. — [3] Ebend. 1876. — [4] D.R.P. Nr. 47599. — Vgl. a. Klimont, J. M., Die ſynthetiſchen und iſolierten Aromatika, Leipzig 1899; Gildmeiſter und Hoffmann, Die ätheriſchen Oele, Leipzig 1899; Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 2. Aufl., Bd. 2, Berlin 1903; Mann, H., Die moderne Parfümerie, Augsburg 1904. *Deite.*

Ried, meiſt ſchilfbewachſene, flache, natürliche Waſſerläufe in Niederungen.

Ried, Riedblatt (Riet), ſ. Weberei.

Riedlerſcher Kompreſſor, ſ. Luftkompreſſor, Bd. 6, S. 253.

Riegel, ſ. Fachwand, Bd. 3, S. 533, und Schloß.

Riegelblech, Unterlagblech eines Schubriegels.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Riegelgebäude, aus Riegel- oder Fachwerk erstelltes Gebäude; s. Fachwand.

Riegelhaken (Schließhaken), s. Schloß.

Riegelholz, das zu Riegelwänden dienende oder geeignete Bauholz von schwächeren Abmessungen.

Riegelklampe, der den Schubriegel umfassende und festhaltende Bügel, welcher entweder auf dem Riegelblech (s. d.) festgenietet oder direkt ins Holz eingeschlagen ist. *Weinbrenner.*

Riegelnagel dient zum Festhalten der Riegelzapfen in den Zapfenlöchern; er ist aus Holz geschnitzt, 25 mm stark und 12—15 cm lang.

Da das Quellen solcher Nägel durch Aufnahme von Feuchtigkeit ein Lossprengen des Holzes am Zapfenloch des Pfostens herbeiführt, wird von dessen Verwendung oft abgesehen, da letztere nur bei der Arbeit des Auffschlagens bezw. Richtens Vorteile gewährt. *Weinbrenner.*

Riegelwand, s. Fachwand, Bd. 3, S. 533.

Riehnsche Formel, s. Schiffswiderstand.

Riemchen, ein rechtwinklig vorspringendes Bändchen, s. Bauglieder B., Bd. 1, S. 579; s. a. Backsteine (Bd. 1, S. 438, Quartier).

Riemchenflorteiler, s. Streichgarnspinnerei.

Riemen zur Kraftübertragung sind teils Lederriemen, teils Textil- oder Kunstriemen (Haar-, Balata-, Gummi- und Baumwollriemen) oder auch Stahlbänder.

Lederriemen (s. d.) kommen in Breiten von 20—600 mm, aber auch bis 1200 mm zur Anwendung in einer Stärke von 3—8 mm, die steigend mit der Breite oder nach dem Scheibendurchmesser gewählt wird. Man läßt sie zweckmäßig auf der Fleischseite laufen, in Amerika auf der Haarseite. Doppelriemen von 10—15 mm Stärke sind mit den Fleischseiten zusammengeleimt und der Länge nach mehrfach genäht. Man kann statt dessen auch zwei einfache Riemen unverbunden aufeinander legen. Bei starken, stoßend arbeitenden Trieben schützt man den einfachen Riemen gegen Einreißen, indem man nur die Ränder auf je $^1/_5$ der Breite doppelt.

Neue Riemen streckt man vorerst einen Tag lang unter Belastung mit etwa 20 kg auf 1 cm Breite; trotzdem längen sie sich in den ersten Betriebswochen und sind, wenn sie gleiten, nachzuspannen, worauf bei der Anordnung der Riemenverbindung (s. d.) Rücksicht zu nehmen ist. Riemen unter 100 mm Breite kann man vor dem Auflegen schließen und mit dem Riemenaufleger (s. d.) auf die umlaufende Scheibe bringen. Die Enden breiterer Riemen spannt man über den ruhenden Scheiben mit dem Riemenspanner (s. d.) zusammen, um sie zu verbinden. Gleitende Riemen sind auf der Lauffeite mit Talg einzureiben, wonach sie zunächst noch mehr gleiten, bis sie den Talg aufgenommen haben. Kolophoniumpulver, das hin und wieder zur Vermehrung der Reibung im Notfall angewendet wird, macht das Leder spröde und brüchig. Monatlich sollen die Riemen mit Lederfett, Friktolin oder Riemenwachs eingerieben und halbjährlich in warmem Sodawasser gewaschen, getrocknet und mit warmem Talg eingefettet werden. Die Lebensdauer beträgt 10—20 Jahre, für geschränkte Riemen halb so viel.

Textilriemen haben, als mehrfache Gewebe von 5—10 mm Stärke, durchweg gleichmäßige Festigkeit und Dehnbarkeit, so daß sie gerade und ruhig laufen. Zum Schutz gegen die Feuchtigkeit der Luft sind sie imprägniert, müssen aber noch mehr als Lederriemen vor Oel bewahrt werden und sind nicht so dauerhaft wie diese. Wenn sie in Riemengabeln oder an Führungsborden laufen, franseln die Ränder aus. Haartreibriemen bestehen aus dem im Frühjahr ausfallenden, langen, wolligen Flaumhaar von Kamelen oder dem Kämelhaar von Angoraziegen, das gesponnen und als Kettgarn in der Längsrichtung mit Schußgarnen von Hanf in der Richtung der Breite und auch zur Verbindung der mehrfachen Lagen in der Richtung der Dicke fest und dicht verwebt wird. Die rotbraun imprägnierten Kamelhaarriemen eignen sich besonders für Hauptantriebe. Die graubraunen Balatariemen enthalten ein in drei bis acht Lagen zusammengefaltetes Gewebe aus Hanf oder Baumwolle, eingebunden in Balatamasse; sie ersetzen Lederriemen in nassen Betrieben bei nicht über 30° steigender Temperatur. Gummiriemen, in gleicher Weise mit grauer Kautschukmasse hergestellt, empfehlen sich für feuchte Betriebe und besonders, wo Säuren oder andre Flüssigkeiten verdampfen und verspritzen; in trockenen Räumen wird der Gummi hart und rissig, in Gabelführungen reibt er sich bald ab. Baumwollriemen bestehen aus vier bis zehn und mehr Lagen Baumwolltuch, mit Fett imprägniert. Sie längen sich stark und eignen sich für Betriebe in feuchten und warmen Räumen sowie im Freien, wegen ihrer Billigkeit auch in den Fällen, wo durch schnellen Verschleiß öftere Erneuerung des Riemens geboten ist.

Die Preise für 1 m Länge und 1 dm Breite betragen vergleichsweise je nach Güte und Stärke 4—8 *M.* für Lederriemen (s. d.), 4—7 *M.* für Kamelhaarriemen, 4—6 *M.* für fünffache Balata- und Gummiriemen, 2,50—3 *M.* für sechsfache Baumwolltuchriemen.

Das Stahlband der Eloesser-Kraftband-Gesellschaft in Berlin-Charlottenburg erhält nur $^1/_4$ – $^1/_6$ der Breite und $^1/_{10}$ der Dicke von Lederriemen. Es überträgt beispielsweise (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1957) bei 100 mm Breite und 0,5 mm Stärke mit 600 bis 1400 kg/qcm Nutzspannung 300—700 kg bei etwa 30 m/sec Laufschnelle. Die Bandenden stoßen stumpf zusammen und sind zwischen beiderseitigen Stahllaschen, von denen die innere nicht vorsteht, eng verschraubt. Die nicht oder bis 1 % balligen Scheiben, auf deren Bahn eine Korkschicht aufgekittet wird, müssen genau rund laufen und sich gegeneinander parallel verschieben lassen zur richtigen Anspannung des Bandes, dem die Elastizität der Riemen mangelt. Zum Schutz bei Bandbruch wird eine dichte Umwehrung nötig sein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bezeichnung des Bandes	*E* 12	*E* 22	*E* 32	*E* 42	*E* 62	*G* 42	*G* 62	*G* 80	*J* 45	*J* 60	*J* 80	*J* 100	
Breite des Bandes in mm	12	22	32	42	62	42	62	80	45	60	80	100	mm
Kleinſter Scheibendurchmeſſer	150	180	200	250	300	450	450	450	600	600	600	600	„
Uebertragbare Umfangskraft ca.	19	35	51	67	124	100	149	192	144	192	256	320	kg

Bezeichnung des Bandes	*L* 45	*L* 70	*L* 100	*L* 120	*N* 100	*N* 120	*O* 120	*O* 150	*P* 120	*P* 150	*Q* 150	
Breite des Bandes in mm	45	70	100	120	100	120	120	150	120	150	150	mm
Kleinſter Scheibendurchmeſſer	750	750	750	750	900	900	1050	1050	1200	1200	1350	„
Uebertragbare Umfangskraft ca.	180	280	400	480	480	576	672	840	768	960	1080	kg.

Lindner.

Riemen (Remen, Rieme oder Ruder) dient zur Fortbewegung von Booten oder kleineren Waſſerfahrzeugen. S. a. Ruder.

Er beſteht aus dem ins Waſſer getauchten Riemenblatt, dem Riemenheft oder Griff und dem Blatt und Griff verbindenden Riemenſchaft. Dieſer wird wiederum während des gewöhnlichen Rojens oder Ruderns durch die Riemen- oder Rojgabel, auch Dolle genannt, in zwei Teile geteilt, derart, daß das kürzere Ende mit dem Heft binnenbords und das längere mit dem Blatt außenbords ſich befindet. Die Rojgabel bildet den Drehpunkt eines Hebels, an deſſen einem Ende die Zugkraft des Menſchen, am andern der Widerſtand des Waſſers wirkt. Im Binnenland wird das Rojen oder Pullen oft Rudern genannt. Es kommt vor, daß der Riemen auch gleichzeitig als Steuerruder dient, z. B. beim Wricken, wo der Griff und das Blatt eine achtartige Kurve über dem Bootsheck beſchreiben, und bei den (venezianiſchen) Gondeln. *Schütte.*

Riemenaufleger ſollen das Aufbringen von Treibriemen auf die Scheiben der Transmiſſion erleichtern und ungefährlich machen.

An Stelle einer einfachen, aber ſchwer zu handhabenden Stange benutzt man verſchiedene Ausgeſtaltungen. Wenn die Stange (Fig. 1) am oberen Ende wenigſtens mit einem ſeitlichen Stift verſehen iſt, genügt ſie für wagerechte Triebe an der Decke. Beſſer wird der koniſche Stift mit einer Scheibe an ſeiner Wurzel drehbar gelagert, ausgeführt von A. Dülken in Düſſeldorf, Preis ca. 20 ℳ. Zur Benutzung für abwärtsgerichtete Triebe ſitzt der Stift mit der Scheibe an einem krummen, ausziehbaren Bügel, der ſich über die Welle legen kann (Fig. 2) und eventuell durch eine Feder wieder zurückgezogen wird. In ähnlicher Weiſe enthält der Aufleger „Triumph“ (D.R.P. Nr. 40567) von Franz Pretzel & Co. in Berlin N flache, längsgeſchlitzte Bügel mit Führungsſtiften, Preis 25 ℳ. für Scheibendurchmeſſer bis 1,20 m, größere 30 ℳ. Das Ende der Auflegerſtange kann mehrfach umknicken, ähnlich wie Taſchenmaßſtäbe, „Simplex“ von E Sonnenthal jr., Berlin C 22, Preis 18 ℳ. — Krupps Aufleger bringt ſtatt des Stiftes eine Gummiplatte zwiſchen Riemen und Scheibe und ſtützt, falls der Riemen von unten nach oben aufläuft, die mit einem Gelenk verſehene Stange durch einen auf den Halbmeſſer der Scheibe einzuſtellenden Arm mit Gabel gegen die Welle; er wird ausgeführt von J. Soeding & v. d. Heyde in Hörde i. W., Preis 40—45 ℳ. — Bei dem Aufleger von Alfred Milke wird ein auf der Welle oder einer beſonderen, durch einen Hängearm gehaltenen Hülſe neben der Scheibe drehbares Holzbrett mit ſchräger Außenkante (Fig. 3) an einem Zapfen nach oben herumgeworfen, wobei es den Riemen auf die Scheibe drängt und mit ihm bis zur Ablaufſtelle hinübergeht, bis es ſchließlich wieder in die Ruhelage fällt, in der es den abgeworfenen Riemen zwiſchen Gabeln abfängt und trägt. Auch die neben der Scheibe montierte Herlandſche Spirale (Fig. 4) unterſtützt den abgeworfenen Riemen, ſo daß er ſich nicht auf der Welle reibt oder dauernd mitläuft, und geſtattet, ihn mit einfacher Stange auf die Scheibe zu ſchieben. —

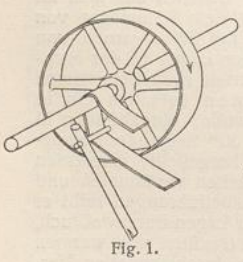


Fig. 1.

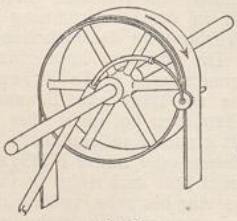


Fig. 2.

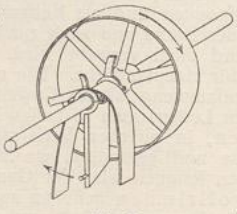


Fig. 3.

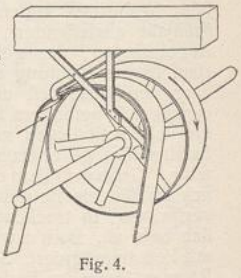


Fig. 4.

Vollkommener ausgebildet iſt die Riemenweiche von G. Polyſius in Deſſau, wobei ein halbzylindriſches Tragblech konzentriſch neben der Auflaufſtelle der Scheibe ſteht und ein darauf verſchiebbarer Bord den Riemen aufſchiebt, während eine Riemengabel ihn abſchiebt (D.R.P. Nr. 41791 und 54553). Der Preis für D cm Scheibendurchmeſſer und B cm Breite beträgt ca. $0{,}2\,BD + 50$ ℳ. Bei einer zweiten Bauart ſteckt an Stelle des Tragbleches eine Losſcheibe mit Bordrand verſchiebbar auf einer Buchſe und läßt ſich in den Kranz der Feſtſcheibe hineinſchieben, wobei der Riemen auf die Feſtſcheibe aufſteigt. — Für Haupttriebe eignen ſich nur die Ausrücker (ſ. d.) mit Reibkupplung.

Beim Umlegen von Riemen auf Stufenſcheiben iſt der Riemen immer zunächſt auf die in der Verſchubrichtung liegende kleinere Stufe abzuſchieben und dann auf die entſprechende größere Scheibe aufzubringen. Letzteres geſchieht an der untenliegenden Stufenſcheibe von Hand mit einem Holzſtiel, an der oberen mittels Stange oder Umleger. Als ſolchen empfiehlt die Sächſiſche Maſchinenfabrik in Chemnitz eine ſchräge Leitſchiene, die nahe vor

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der Auflaufstelle der oberen Stufenscheibe liegt und den geschlossenen Riemenhalter führt, der sich infolge des Kettenzuges von unten erst schräg stellt und dann verschiebt (D.R.P. Nr. 24605). Preis von 40 ℳ für 3—5 cm Riemenbreite bis 80 ℳ für 18—20 cm Breite. — Der Riemenrücker der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft in Dessau (Fig 5) enthält den Riemenhalter, leicht drehbar in einem Ringe, der sich an zwei Führungsstangen in einem von unten verdrehbaren Kloben so verstellt, daß er sich der Riemenlage an jeder Stufe anpaßt (vgl. D.R.P. Nr. 114372 und 145494). Preis ohne Stange 5,50 ℳ für 3—5 cm; 7 ℳ für 5,5—7 cm; 9,50 ℳ für 7,5 bis 10 cm; 13 ℳ für 10,5—13 cm Riemenbreite. — Der Umleger „Heureka" von E. Sonnenthal jr. in Berlin C 22 enthält einen erweiterten Riemenhalter ohne Ringlager. Preis 10 ℳ für 5 cm bis 18 ℳ für 10 cm bis 44 ℳ für 18 cm Breite.

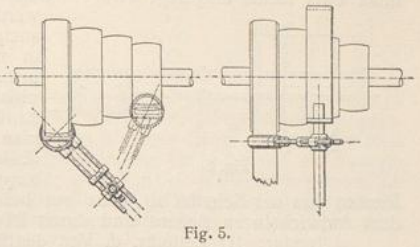


Fig. 5.

Literatur: Gesellschaft zur Verhütung von Fabrikunfällen, Sammlung von Vorrichtungen und Apparaten zur Verhütung von Unfällen an Maschinen, Mülhausen i. E. 1889, Taf. 7—11; Mitteilungen des Gewerbevereins für Hannover 1876, S. 10—15; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1890, S. 158; ebend. 1904, S. 61 (Bamag); ebend. 1906, S. 2114 (Milke); Leipziger Monatschrift für Textilindustrie 1907, S. 225. *Lindner.*

Riemenausrücker dienen zur seitlichen Verschiebung des Riemens auf der Fest- und Losscheibe oder sie bringen den Riemen ohne Verschiebung mittels Reibkupplung in und außer Gang.

Ein Riemen läßt sich nur, wenn er läuft, durch seitlichen Druck nahe vor der Auflaufstelle an der Scheibe verschieben. Die Ausrücker befinden sich meist am Vorgelege an dem von der Transmission kommenden Riemen und führen ihn zwischen Führungsstiften oder in einer Leitgabel mit geradliniger oder schwingender Bewegung unter Sicherung der Endstellungen. Zur Verschiebung des Führers dient ein Hebel, der von unten aus durch zwei Züge umgestellt wird (Fig. 1) oder durch eine Stange mit Zug- und Druckwirkung (Fig. 2); für leichte Triebe mit schmalen Riemen genügt ein „Kippspannwerk" (Fig. 3), ein am oberen Ende mit Gewicht versehener Ueberschlaghebel, dessen unteres Ende durch einen Zug von der einen Schräglage in die andre hinübergeschnellt wird. Für schwere Triebe mit breiten Riemen benutzt man Schraubenbewegung mit Kettenhaspel, um die Verschiebung nur langsam zu bewirken; außerdem erhalten die Führungsstifte Rollen zur Schonung der Riemenkanten. Die Fig. 4 und 4a zeigen eine Anordnung vom Eisenwerk Wülfel, und zwar in paarweiser Ausführung, wobei der Riemen in ausgerücktem Zustande stillsteht. Die Losscheibe sitzt hier auf der den Riemen treibenden Welle, auf einer Buchse gelagert, und bewegt sich nur während der Verschiebung des Riemens, wobei ihr Rand durch eine kleine axiale Verschiebung an die Festscheibe angedrückt wird. Für die Umsteuerung mit offenem und gekreuztem Riemen benutzt man noch oft eine geradlinig verschiebbare Schiene, von der zwei Gabeln nach beiden Seiten zu den auflaufenden Riemen reichen, so daß stets beide Riemen gleichzeitig verschoben werden und die beiden Losscheiben die doppelte Breite der Riemen erhalten müssen. Um mit Losscheiben von einfacher Breite auszukommen und immer nur einen der beiden Riemen zu verschieben, hat man vielerlei Bauarten mit Kurvenführungen ent-

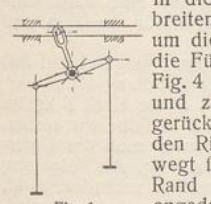


Fig. 1.



Fig. 2.

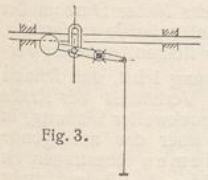


Fig. 3.

wickelt [2]. — Ein Beispiel andrer Art gibt der Umsteller von Riemerschmid (Fig. 5) [1]. Dreht sich die rechts gezeichnete Stellscheibe aus der Mittellage um 90° nach der einen oder andern Seite, so verschiebt sie entweder nur den linken oder den rechten Riemen auf die mittlere Festscheibe mittels der in die Gabeln

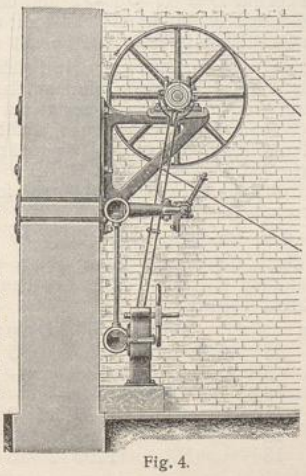


Fig. 4.

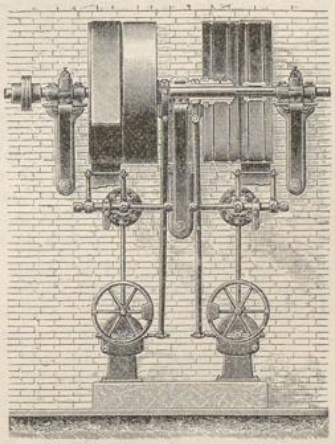


Fig. 4a.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ragenden Stifte, während die andre von dem Stift verlaffene Gabel am Scheibenrande feftgehalten wird. Der Umfteller der Crane Co. (Fig. 6) läßt den nicht zu verfchiebenden Riemenführer um ein Sechftel der Breite hin und her gehen, während die Stellfcheibe um 60° nach links oder rechts umgelegt wird. — Soll ein Riemen ohne Verfchiebung aus- und eingerückt werden, fo kann man ihn auch durch Spannrollen in und außer Wirkung bringen, was übrigens nicht zuverläffigen Stillftand gibt; beffer benutzt man einen Ausrücker (f. Bd. 1, S. 406) mit Reibkupplung. Wirft man den Riemen von der Scheibe ab, was nur bei längerem Stillftand gefchieht, fo hat man ihn vor dem Aufwickeln zu ficheru und durch Riemenaufleger (f. d.) fpäter wieder aufzubringen.

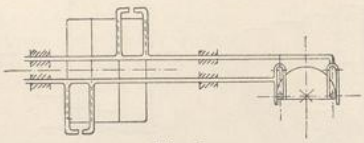


Fig. 5.

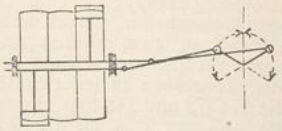


Fig. 6.

Literatur: [1] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1894, S. 77. — [2] Ebend. 1903, S. 391; Zeitfchr. f. Werkzeugmafchinen 1896, S. 3—5 und 41. *Lindner.*

Riemenberechnung betrifft die Elaftizität und Feftigkeit, die Reibung auf den Scheiben und die zuläffige Beanfpruchung zur Ermittlung der Riemenbreite.

Der Elaftizitätsmodul E, wie er im Hookefchen Gefetz benutzt wird, ift das Verhältnis der Spannung σ zur Dehnung $\vartheta = \lambda/l$, alfo $E = \sigma/\vartheta$. Dagegen hat v. Bach [2] den Elaftizitätsmodul aufgefaßt als das Verhältnis der Differenz zweier Spannungen $\sigma_2 - \sigma_1$ zu der Verlängerung von der einen zur andern Belaftungsftufe $\lambda_2 - \lambda_1$ in bezug auf die Länge l_1 bei der niederen Spannung, alfo $E_0 = (\sigma_2 - \sigma_1)\, l_1/(\lambda_2 - \lambda_1)$. Trägt man zufammengehörige Werte von σ und ϑ, z. B. nach [1], auf, fo erhält man eine Kurve, indem fich Treibriemen zuerft ftark nach der Zugrichtung ftrecken, bei höheren Belaftungen weniger und gleichmäßiger. Zur Rechnung empfiehlt fich eine vereinfachte Annäherung mit $E_0 = d\sigma/d\vartheta$, und zwar: für neue Lederriemen $\sigma = 1250\,\vartheta - 40$ kg/qcm, wobei $E_0 = 1250$ konftant erfcheint und $E = 1250\,\sigma/(\sigma + 40)$ ift; für gebrauchte Lederriemen etwa $\sigma = 2000\,\vartheta - 10$ und $E = 2000\,\sigma/(\sigma + 10)$; für Baumwollriemen $\sigma = 1000\,\vartheta - 10$ bis 20 und $E = 1000\,\sigma/(\sigma + 10$ bis $20)$; für Gummiriemen $\sigma = 500\,\vartheta - 5$ und $E = 500\,\sigma/(\sigma + 5)$. Aehnliches gilt für Hanffeile. Legt man nun einen neuen Lederriemen mit 5% Verkürzung feiner natürlichen Länge auf, fo erhält er eine Auflegefpannung $\sigma = 0{,}05\,E$, und zwar 22,5 kg/qcm; ein gebrauchter Riemen erhält mit 1,5% Verkürzung $\sigma = 0{,}015\,E = 20$ kg/qcm. Die Durchhängung berechnet fich wie bei den Drahtfeilen (f. d.) für eine wagerechte Spannweite von L m mit $\gamma = 1$ kg/l fpez. Gew. zu h cm $= 1{,}25\,L^2/\sigma$; z. B. für $L = 6$ m und $\sigma = 22{,}5$ kg/qcm zu $h = 2$ cm.

Die Zugfeftigkeit von Lederriemen beträgt im Mittel 270 kg/qcm, fteigend auf 300 bis 400 bei rafchem Anfpannen und finkend auf 200 bei lange dauernder Belaftung [1].

Im Betriebe herrfcht an Stelle der gleichmäßig verteilten Ruhekraft S die Kraft T kg im ftraffen Trum und t kg im lofen Trum. Dabei bleibt die Summe $T + t = 2\,S$ diefelbe wie vorher, weil fich die Längenftreckung des Riemens im ganzen nicht ändert. Ferner muß der Unterfchied $T - t = P$ fein, nämlich gleich der zu übertragenden Umfangskraft von P kg. Als Folgerung ergibt fich $T = S + {}^1/_2 P$ und $t = S - {}^1/_2 P$. Da die Auflegekraft S willkürlich veränderlich ift, rechnet man gewöhnlich als einfachen Mittelwert $T + t = 3P$, fo daß $T = 2P$ und $t = P$ wird.

Die Zugfpannung kann man wohl für $T = 2P$ als die größte Kraft im Riemen, abgefehen von der Biegung, anfetzen; da aber $T = S + {}^1/_2 P$ im allgemeinen veränderlich ift, empfiehlt es fich, die Nutzfpannung $s_n = P/f$ unmittelbar zu wählen. Genauer follte man fie auf eine Breite $b_0 = b - 1$ bis 2 cm und eine Dicke $a_0 = a - 0{,}1$ bis 0,2 cm beziehen unter Rückficht auf die Schlußverbindung mit vielleicht 0,80facher Verfchwächung. Paffend nimmt man $a_0 = {}^1/_2 \sqrt[3]{D_m}$ oder $a = 0{,}4 \sim 0{,}6 \sim 0{,}8$ cm für $D = 0{,}1 \sim 1 \sim 2$ und mehr Meter Durchmeffer der kleineren von beiden Scheiben. Die zuläffige Spannung fei 25 kg/qcm; unter der Vorausfetzung, daß man für fchnellen Lauf eine beffere Qualität auswählt, darf fie mit v fteigen, etwa im Verhältnis ${}^1/_2 \sqrt[3]{v} = {}^1/_2 \sim 1 \sim {}^3/_2$ fach für $v = 1 \sim 8 \sim 27$ m/sec. Die Erfahrung lehrt, daß fchnell laufende Riemen beffer durchziehen als langfam gehende, indem das Verhältnis der Kräfte im ftraffen und lofen Trum günftiger wird, weil die Zugkraft, zumal bei ruckweifer Wirkung, in einem fchnell über nicht zu kleine Scheiben laufenden Riemen nicht über das aufliegende Riemenftück hindurch bis zum lofen Trum hinüber wirkt. Doppelriemen übertragen im Verhältnis $(1 + {}^1/_2 D_m)$ mehr als einfache, d. i. ${}^5/_4 \sim {}^3/_2 \sim 2$ für $D = 0{,}5 \sim 1 \sim 2$ und mehr Meter. Kunftriemen belaftet man bei gleicher Dicke etwa 0,80mal fo ftark wie Lederriemen. Nach diefen Rückfichten erhält man für einfache Lederriemen

$$P = b_0\, {}^1/_2 \sqrt[3]{D} \cdot 0{,}80 \cdot 25 \cdot {}^1/_2 \sqrt[3]{v} = b_0\, 5 \sqrt[3]{Dv}$$

oder zur Abkürzung der Rechnung mit dem Zufchlag zur Breite: $P/b = 4 \sqrt[3]{Dv}$. Die Ergebniffe diefer Berechnung ftimmen annähernd überein mit den Zahlen der von C. Otto Gehrkens in Hamburg [3] aufgeftellten und bewährten Tabelle:

Einfache Lederriemen								Doppelriemen							
	$v =$	3	5	10	15	20	25 m/sec	$v =$	3	5	10	15	20	25 m/sec	
$D = 100$	$P/b =$	2	2,5	3	3	3,5	3,5 kg/cm	$P/b =$	—	—	—	—	—	—	
200		3	4	5	5,5	6	6,5 „		—	—	—	—	—	—	
500		5	7	8	9	10	11 „	$D = 500$	8	9	10	11	12	13	kg/cm
1000		6	8,5	10	11	12	13 „	1000	10	12	14	16	17	18	„
2000 mm		7	10	12	13	14	15 „	2000	12	15	20	22	24	25	„

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Eine von Boesner [4] berechnete Tabelle [9] für die übertragenen Pferdeſtärken führt auf folgende Zahlenreihe links:

$v=$	2	10	20	30 m/sec	$D=100$	P/b 0,5 kg/cm
$D=200$ $P/b=$	2,4	2,3	2,1	1,8 kg/cm	200	1 „
600	6,5	6,4	6	5 „	500	2,5 „
1000	10,5	10	9	8 „	1000	5 „
2000	18	18	16	14 „	2000	10 „
3000 mm	24	23	21	17 „	3000	15 „

Die Zahlenreihe rechts ohne Berückſichtigung der Geſchwindigkeit entſpricht der in Amerika gebräuchlichen Roperſchen Formel $31{,}47\,P=b\cdot l$, worin l die Länge des Berührungsbogens an der kleineren Scheibe hier zu $0{,}5\,\pi D$ gerechnet iſt. Die Größe der Anlagefläche ſcheint einen gewiſſen Einfluß zu haben, vielleicht weil die Reibziffer für Leder mit der Anlagefläche größer wird; für kleine Flächen iſt $\mu=0{,}2$ bis 0,3, für große 0,6 bis 0,8 gemeſſen werden [6]. Dagegen iſt die Anſicht unhaltbar, daß der Luftdruck mitwirke [8]. Gelegentlich verſieht man, um das Entweichen der mitgeriſſenen Luft zu erleichtern, den Scheibenkranz mit Bohrungen oder Rillen, ſogar den Riemen mit vielen Langlöchern.

Die Biegungsſpannung, die dadurch entſteht, daß die innere Faſer des Riemens im Halbmeſſer R der Scheibe, die äußere mit $R+a$ und die innere Faſer des Randes neben der Wölbung von der Höhe w im Halbmeſſer $R-w$ um die Scheibe geſtreckt liegt, beträgt $E(a+w)/D$ oder rund $1000/D$ cm $=100\sim50\sim10$ kg/qcm für $D=10\sim20\sim100$ cm. Sie addiert ſich mit der Zugſpannung T/f an der Auflaufſtelle des ſtraffen Trums zu der größten Geſamtſpannung. Man erſieht, daß Scheiben unter 20 cm, beſonders als treibende Kraftſcheiben, den Riemen ſtark anſtrengen, um ſo mehr, je dicker er iſt, und beſonders, wenn die Schlußverbindung ſteif iſt. Die Forderung, daß der Scheibendurchmeſſer mindeſtens $100\,a$ betrage, läßt ſich nicht einhalten; an Scheibengröße zu ſparen iſt aber am teuerſten.

Die Fliehkraft ſchnell laufender Riemen wirkt an den auf der Scheibe liegenden Teilchen radial nach außen und wird im Gleichgewicht gehalten durch die an den Enden eines jeden Teilchens dadurch hervorgerufenen tangentialen Zugkräfte Z, wie in einem Ringe ohne Radarme. Für ein Element vom Bogen $d\varphi$ iſt die Fliehkraft $F=2Z\sin{}^1/_2\,d\varphi=Z\,d\varphi$. Mit $F=f\,r\,d\varphi\,\gamma\,v^2/rg$ und $Z=f s_z$ folgt die Spannung infolge der Fliehkraft $s_z=0{,}01\,\gamma\,v^2$ kg/qcm mit $\gamma=1$ kg/l. Im geraden Trum überträgt ſich die Kraft Z von der einen zur andern Scheibe, ſo daß ſie im ganzen Riemen konſtant wirkt, unabhängig vom Radius der Krümmungen, und die Auflegekraft S zum Teil ausgleicht, ſo daß der Achsdruck auf $2\,(S-Z)$ abnimmt. Die Spannungen im ſtraffen und loſen Trum mit den Kräften T und t werden durch die Fliehkraft nicht geändert. Wenn $Z=S$ wird, hört die Kraftübertragung auf, denn die Fliehkraft mindert die Anpreſſung des Riemens an die Scheibe und damit die nutzbare Reibung.

Wenn ein biegſames Band über eine Rundung gleitet, wirkt die Reibung nach Maßgabe der Zugkraft ſo, daß für ein Bogenelement $d\varphi$ die Kraft K um $dK=\mu N$ zunimmt, wobei der Normaldruck $N=2K\sin{}^1/_2\,d\varphi=K\,d\varphi$ vermindert um die Fliehkraft $F=Z\,d\varphi$ iſt, alſo $dK=\mu\,(K-Z)\,d\varphi$. Durch Integration von $\varphi=0$ bis α und von $K=t$ bis T erhält man $e^{\mu\alpha}=(T-Z)/t-Z)=(S-Z+{}^1/_2P)/S-Z-{}^1/_2P)$ oder $P(S-Z)=2\,(e^{\mu\alpha}-1)/(e^{\mu\alpha}+1)$. Wenn Z gegenüber den andern Kräften verſchwindet, bleibt $T/t=e^{\mu\alpha}$. Hierbei gilt α in Längenmaß $=\alpha^0\pi/180$. Gleitet das Band auf dem 0,3 — 0,4 — 0,5 — 0,6fachen Teil des Kreisumfangs, ſo wird für $\mu=0{,}25$ der Wert $e^{\mu\alpha}=1{,}6-1{,}9-2{,}2-2{,}6$; für $\mu=0{,}50$ aber 2,6 — 3,5 — 4,8 — 6,6. Näherungsweiſe trifft man dieſe Werte mit $(8\,\mu\,\alpha^0/360)^2+1$ bis 1,2. Nun iſt aber α nicht der ganze vom Riemen umſpannte Winkel, ſondern kleiner als dieſer [7], nämlich derjenige Bogen, auf dem ſich der Uebergang von t auf T unter Streckung und entſprechender Gleitung des Riemens vollzieht, und zwar $\alpha^0=(180/\pi\,\mu)\ln(T-Z)/(t-Z)=(132/\mu)\log(T-Z)/(t-Z)$. Soweit die Umſpannung größer als α iſt, liegt der Riemen mit unveränderter Spannung auf der Scheibe. Bei Erhöhung der Umfangskraft P nimmt die Bogenreſerve ab. Im Grenzfall beginnt der Riemen zu gleiten, ſo daß hierbei α beſtimmt iſt und μ gemeſſen werden kann. Wenn man α gleich dem Umſpannungswinkel rechnet, wäre die Leiſtungsfähigkeit des Riementriebes mit der rechnungsmäßigen Kraft P erſchöpft, ſo daß bei einer Steigerung der Kraft ſchon Gleiten eintreten müßte, wenn nicht etwa der Riemen ſtärker als berechnet angeſpannt wird. Anſtatt von $e^{\mu\alpha}$ auszugehen, muß man der Rechnung vielmehr die allerdings willkürliche Anſpannung S zugrunde legen. Meiſt wird im Betriebe der Riemen ſtark geſpannt, ſo daß $2S=T+t=6P$ bis $5P$ wird. Hiernach ſind beſonders die Wellen freitragender Scheiben zu berechnen. Mit der Zeit läßt die Spannkraft nach, ſo daß $T+t=3P$ gelten mag. Unter günſtigen Verhältniſſen, nämlich bei ſorgſam bedienter Nachſtellung und ſtetiger Betriebskraft ſowie tadelloſer Ausführung in allen Teilen [6], genügt ſchon eine geringe Anſpannung, etwa $T+t=2P$ bis $1{,}5P$. Hiernach ſtehen folgende Verhältniſſe zur Verfügung:

$(T+t)/P=$	6	5	4	3	2	1,5
$S/P=$	3	2,5	2	1,5	1	0,75
$T/P=$	3,5	3	2,5	2	1,5	1,25
$t/P=$	2,5	2	1,5	1	0,5	0,25
$Z=0$; $T/t=e^{\mu\alpha}=$	1,4	1,5	1,67	2	3	5
$\mu=0{,}50$; $\alpha=$	40	45	60	80	120	180°
$2\,(e^{\mu\alpha}-1)/(e^{\mu\alpha}+1)=$	${}^2/_5$	${}^1/_2$	${}^2/_3$	1	${}^4/_3$	

Für die Nutzſpannung $s_n=P/f$, die Ruheſpannung $s_0=S/f$ und die Fliehkraftſpannung $s_z=Z/f$ beſteht wie für die Kräfte die Beziehung $s_n/(s_0-s_z)=2\,(e^{\mu\alpha}-1)/(e^{\mu\alpha}+1)$. Daneben iſt die größte Geſamtſpannung $s=T/f$, abgeſehen von der Biegungsſpannung, beſtimmt durch $s=s_0+{}^1/_2\,s_n$. Schließlich iſt die ſpezifiſche Leiſtung an Pferdeſtärken, die von 1 qcm Riemenquerſchnitt übertragen werden, $N/f=Pv/75f$. Für $a=0{,}6$ cm gilt $P/b=0{,}6\,s_n$. Aus

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

der folgenden Zusammenstellung, in abgerundeten Zahlen, berechnet für das übliche Verhältnis $e^{\mu\alpha} = 2$ mit $s_n = {}^2/_3 (s_0 - s_z)$ und $3s = 4s_0 - s_z$, erkennt man, daß die Nutzspannung mit Steigerung der Geschwindigkeit abnimmt, wenn die Ruhespannung konstant, z. B. 25 kg/qcm ist, oder wenn die Gesamtspannung auf 30 kg/qcm gehalten wird, aber auch für mäßige Geschwindigkeiten gering wird, falls man die Spannungen den Angaben von Gehrckens annähert, indem man willkürlich $s_0 = 8\sqrt[3]{v}$ wählt. Die Leistungsfähigkeit in Pferdestärken pro 1 qcm Querschnitt ist bei Geschwindigkeiten um 30 m/sec am günstigsten.

Ruhespannung $s_0 = 25$ kg/qcm							Gesamtspannung $s = 30$ kg/qcm						Ruhespannung $s_0 = 8\sqrt[3]{v}$ kg/qcm					
$v =$	1	10	20	30	40	50	1	10	20	30	40	55	1	10	20	30	40	55 m/sec
$s_0 =$	25	25	25	25	25	25	22	23	24	25	27	30	8	18	22	25	27	30 kg/qcm
$s =$	33	33	32	30	28	25	30	30	30	30	30	30	11	23	28	30	30	30 „
$s_n =$	17	16	14	11	6	0	15	14	13	11	7	0	5	11	12	11	7	0 „
$P/b =$	10	10	8	6	3,5	0	9	9	8	6	4	0	3	6	7	6	4	0 kg/cm
$N/f =$	0,2	2,1	3,7	4,3	3,2	0	0,2	2	3,5	4,3	4	0	0,1	1,5	3,2	4,3	4	0 PS./qcm

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884, S. 870. — [2] Ebend. 1884, S. 740 u. 891; 1887, S. 221; 1902, S. 985, v. Bach. — [3] Ebend. 1893, S. 15; 1896, S. 1259; 1903, S. 476, Gehrckens. — [4] Ebend. 1893, S. 667; 1896, S. 908, Boesner. — [5] Ebend. 1893, S. 970; 1900, S. 1509; 1901, S. 1638. — [6] Ebend. 1907, S. 1085, Kammerer, Versuche; auch Forschungsarbeiten. — [7] Ebend. 1908, S. 965, Brauer. — [8] Dinglers Polyt. Journal, Bd. 228/238. — [9] Brüggemann, Theorie und Praxis der rationellen Spinnerei II, Stuttgart 1898, S. 128/139. *Lindner.*

Riemenböden (Stäbchenfußboden, Wienerfußboden, Fischgrätenfußboden), s. Fußboden (Holzfußböden), Bd. 4, S. 219.

Riemenhammer (Riemenfallhammer, Fallwerk, Riemenzughammer). Als Riemenhämmer werden diejenigen Hämmer bezeichnet, bei denen das Hochheben des Hammerbären (Fallgewicht) mittels eines Riemens erfolgt. Bisweilen ist der Riemen durch ein Seil ersetzt.

Man kann folgende Arten von Riemenhämmern unterscheiden:

a) Fig. 1, Fallwerk für Fuß- und Handbetrieb, mit loser Seilrolle. Der Bär, dessen Gewicht im Maximum etwa 55 kg betragen kann, ist zwischen zwei senkrechten Säulen geführt.

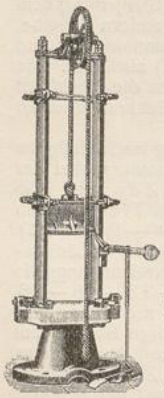


Fig. 1.

b) Fig. 2, Riemen- oder Seilfallwerk (Bêché & Groß, Hückeswagen, Rheinland), mit mechanischem Betrieb mittels Dampf- oder Preßluftzylinders *a*; für schwerere Gewichte geeignet, vgl. a. Druckluft, Bd. 3, S. 132, Fig. 13, 14.

c) Fig. 3 und 4, Seil- bezw. Riemenfallwerk. Das Seil ist an einer Kurbel befestigt, welche durch ein Klinkwerk den Bär hochhebt. Hat die Kurbel den oberen Totpunkt überschritten, so eilt die Kurbel unter dem Einfluß des fallenden Bären vor, und die Klinke gleitet über die Klinkenzähne des angetriebenen Rades hinweg.

d) Fig. 5 und 6, Riemen- oder Seilfallhammer (Siegener Stanz- und Hammerwerke, G. m. b. H.). In fester Verbindung mit der Riemscheibe *a*, an welcher das Band befestigt ist, befindet sich ein in dem Zylinder *b* um etwa 310° drehbarer Kolben *c*. Durch Eintretenlassen von Dampf (Preßluft) in den durch den Kolben *c* und das Einsatzstück *d* gebildeten Raum findet die Drehung des Kolbens und der mit ihm verbundenen Riemscheibe und damit das Hochheben des Bären statt, während beim Entweichenlassen des Dampfes der Bär niederfällt. *s* (Fig. 6) ist der Steuerschieber [3].

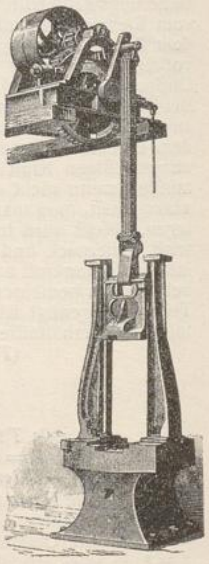


Fig. 3.

e) Fig. 7, Riemenfallhammer mit Gurttrommel (Maschinenfabrik Meyer in Aerzen). Bei diefer auch als Wickelzug (Wickelhammer)

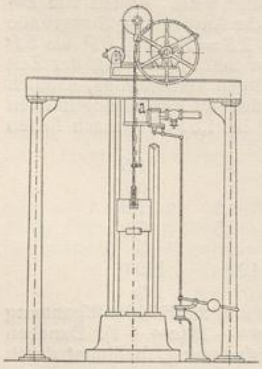


Fig. 2.

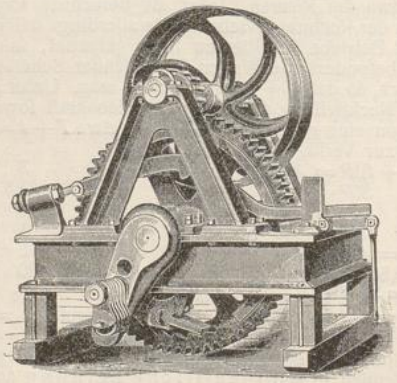


Fig. 4.

bezeichneten Hammerart wickelt ſich der Riemen in mehrfachen Lagen auf die Gurttrommel auf, welche von der Antriebwelle durch Reibungsräder angetrieben wird [1], [2].

f) Bei den Reibungs- oder Friktionsriemenhämmern wird der Bär infolge der zwiſchen der Riemſcheibe und des auf ihr liegenden Riemens auftretenden Reibung mitgenommen (Fig. 8). Bezeichnet Q das zu hebende Bärgewicht, P den Zug am freien Ende, ſo genügt nach Verſuchen [1] die durch eine Zugkraft $P = 0{,}03\,Q$ hervorgerufene Reibung zwiſchen der angetriebenen Scheibe und dem Riemen, um den Bär hochzuheben. Die Zugkraft P wird entweder von einem Arbeiter oder durch ein Gewicht ausgeübt. — Dreht ſich die Scheibe immer in derſelben Richtung, ſo ſchleift der Riemen beim Fallen des Bären auf der Scheibe, und es tritt ein beträchtlicher Widerſtand und ſtarke Abnutzung des Riemens ein. Um dieſe Uebelſtände zu vermeiden, hat man kleine, federnd gelagerte Rollen angewendet, welche durch Ausſchnitte der Riemſcheibe hindurchtreten, ſo daß beim Niedergang des Hammerbären der Riemen von der Scheibe abgehoben iſt, während beim kräftigen Ziehen am freien Trum die Rollen zurückgedrängt werden und der Riemen ſich auf die Scheibe auflegt. Dem gleichen Zweck dient ein im Zwiſchenraum eines Riemſcheibenpaars angeordneter federnder Bügel oder ein mit federnden Speichen verſehenes Sternrad [2] oder ein ſeitwärts der getriebenen in einem doppelarmigen Hebel mit Gewichtsausgleich gelagertes Paar loſer Scheiben [1], [2]. Koch & Co., Remſcheid-Vieringhauſen, verwenden bei ihrem Hammer (Fig. 9, D.R.P. Nr. 80200) ein mit Rollen verſehenes, zwiſchen dem getriebenen Riemſcheibenpaar ſenkrecht verſchiebbares Schild (Fig. 10), das bei geſenktem Zuſtand die Auflage des Riemens auf den Scheiben geſtattet. Bei einem Bärgewicht von 250 kg und darüber ſind wegen der Breite des Riemens drei Scheiben und zwei Rollenſchilde notwendig. — Man kann auch die Scheibe, auf welcher der Riemen aufliegt, loſe auf ihrer Welle anordnen und zwecks Hochhebens des Bären ihre Mitnahme mittels einer Reibungsverbindung erzielen [2].

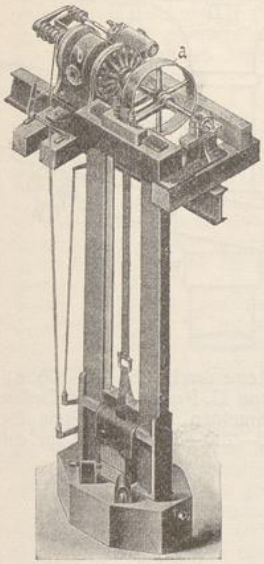
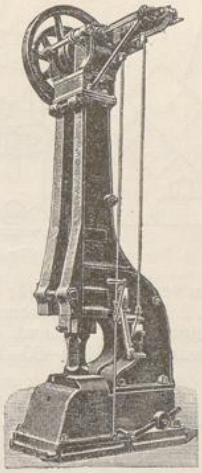
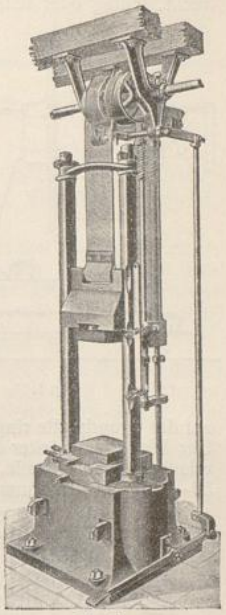


Fig. 5.


Fig. 7.


Fig. 9.

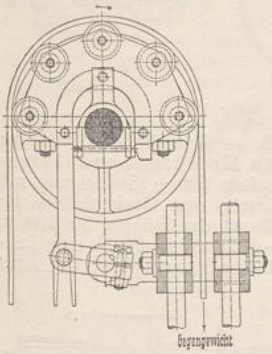


Fig. 10.

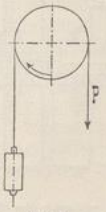
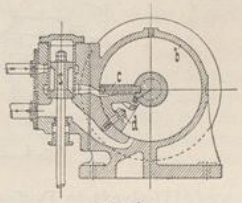


Fig. 8.


Fig. 6.

Literatur: [1] Fiſcher, Herm., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905. — [2] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ingenieur- und Maſchinenmechanik, Bd. 3, 3. Abteilung, 2. Hälfte, Braunſchweig 1896. — [3] Zeitſchrift für Werkzeugmaſchinen und Werkzeuge 1901, Heft 27, S. 419.

A. Widmaier.

Riemenkonus, ſ. Stufenſcheibe.

Riemenleiter oder **Leitrollen** braucht man bei winkligen Riementrieben (ſ. d.) paarweiſe je für das ſtraffe und loſe Trum.

Die Leitrollen drehen ſich auf feſtſtehenden Zapfen, die ſenkrecht zu der Ebene ſtehen, in welcher der Riemen abgelenkt wird. Auf jede Scheibe läuft der Riemen richtig auf, wenn er (an der vorhergehenden Rolle) in einem Punkte abläuft, der in der Mittelebene der Scheibe liegt. Zur genauen Ausrichtung ſind die Zapfen der Leitrollen an den meiſten Riemenleitern beliebig verſtellbar; bei aufwärts gerichteten Zapfen ſind Bordſcheiben nötig, die loſe oder feſtgeſtellt am unteren Rande neben der Rolle ſitzen. An Stelle von Staufferbuchſen bevorzugt man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Oelkammerſchmierung für aufrechte und Ringſchmierung für liegende und ſchwach geneigte Zapfen. — An dem Riemenleiter Fig. 1 von J. Loſenhauſen in Düſſeldorf-Grafenberg läßt ſich der gekröpfte Arm um die Achſe der Befeſtigungsſchraube verdrehen, ſo daß der Zapfen wagerecht, ſchräg oder ſenkrecht ſteht, und außerdem läßt ſich der Teller mit dem ſchrägen Anſatz

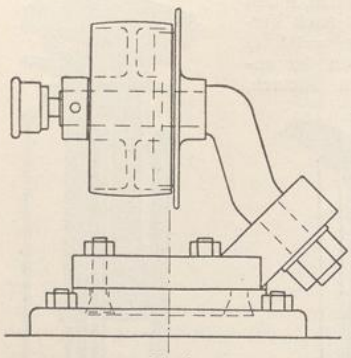


Fig. 1.

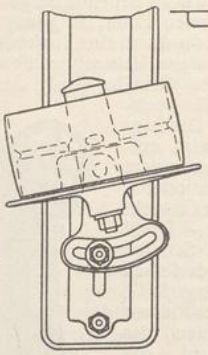


Fig. 2.

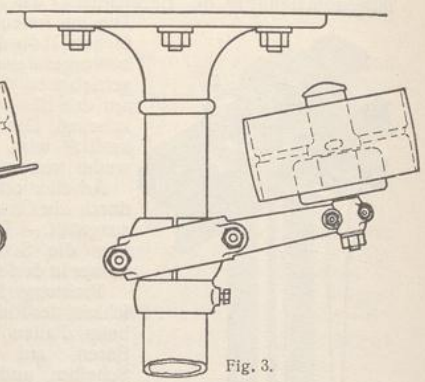


Fig. 3.

auf der Grundplatte ringsum verſtellen (Preis für 60—100—250 mm Riemenbreite 38—75—100 ℳ). Der Wandriemenleiter Fig. 2 und der Deckenriemenleiter Fig. 3 von G. Polyſius in Deſſau erlauben eine gewiſſe Neigung des ſtehend oder liegend angebrachten Zapfens (Preis für 50—100—200—275 mm Breite 170—240—460—630 ℳ bezw. ca. 150—200—350—500 ℳ für ein

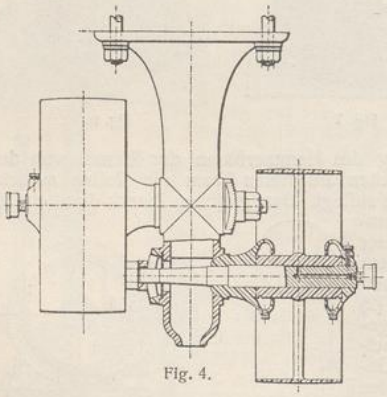


Fig. 4.

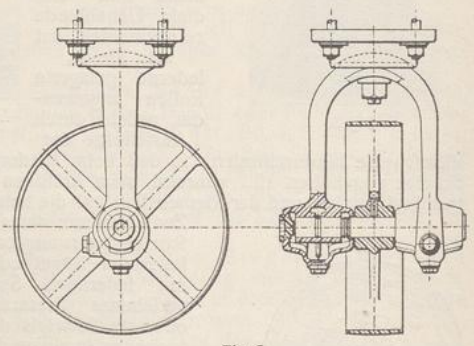


Fig. 5.

Paar Rollen mit Geſtell). — Die Fig. 4—6 von der Berlin-Anhaltiſchen Maſchinenbauaktiengeſellſchaft in Deſſau zeigen in Fig. 4 die Stellbarkeit des Zapfens bis $\pm 15^0$ Neigung mit Kugelfläche und Verſchraubung auf geriffelter Schlitzſcheibe (Preis des Deckenleiters für 50—100—200 mm Breite 105—148—280 ℳ), in Fig. 5 die Verſtellung des Bügels bis 10^0 in einer Kugelfläche und Ringſchmierung (Preis für 75—125 mm 95—105 ℳ), in Fig. 6 eine Leitrolle für ausrückbaren Riemen auf wagerechtem Zapfen. Sie folgt dem Riemen leicht, weil zur Querverſchiebung (während ihrer Drehung auf dem Zapfen) ſchon die geringe Kraft genügt, mit welcher der Riemen die Scheibenmitte einhält. Der Preis des Wechſelriemenleiters für 50—100—150 mm beträgt 95—150—210 ℳ für ein Paar. — Die übliche Beſchränkung des Rollendurchmeſſers auf $2\,b + 50$ mm für b mm Riemenbreite (gegen $2\,b + 200$ mm bei Fig. 4 und 5) überanſtrengt den Riemen auf Biegung, beſonders im ſtraffen Trum. Die Breite von $1{,}1\,b + 20$ mm genügt nicht für ein loſes Trum, das in wagerechter Ebene abgelenkt iſt, weil die Borde die Riemenränder angreifen. Man wähle deshalb die Größe reichlich. *Lindner.*

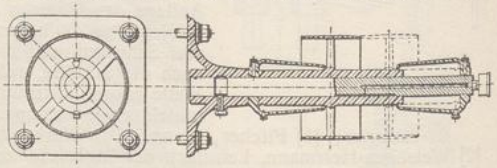


Fig. 6.

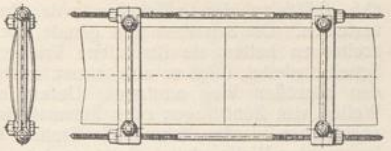
Riemenſcheiben, ſ. Riemſcheiben.

Riemenſchlöſſer, ſ. Riemenverbindungen.

Riemenſpanner dienen dazu, die Enden eines über die Scheiben gelegten Treibriemens zum Zweck ihrer Verbindung, unter Spannung des Riemens, zu nähern.

Die Riemenenden werden zwiſchen Stahlgußbacken eingeſpannt und beiderſeits an Schraubenſpindeln zuſammengezogen. In der Ausführung der Berlin-Anhaltiſchen

Maſchinenbauaktiengeſellſchaft in Deſſau (vgl. nebenſtehende Figur) dienen zum Anſpannen vier Muttern, welche außerhalb der übergreifenden Backenenden mit Flachgewinde auf den Spindeln ſitzen (Preis bis 150—250—400—700 mm Riemenbreite 40—80—120—180 ℳ). In andrer Bauart werden die in einem Backenpaar gelagerten Spindeln mittels einer Querwelle gleichzeitig gedreht, oder es ſpannt nur eine Spindel mit Scherenhebeln, die einſeitig an den Backenmitten angreifen, Riemen unter 200 mm Breite.



Lindner.

Riemenſtein, ſ Längsquartier.

Riementrieb iſt als Mittel zur Kraftübertragung ausgezeichnet durch Billigkeit der Anlage und der Unterhaltung, Anpaſſungsfähigkeit, Geräuſchloſigkeit, Nachgiebigkeit bei Ueberlaſtung und Ausrückbarkeit.

Sein Anwendungsgebiet iſt begrenzt: einerſeits durch den Zahnradbetrieb für die Fälle, wo das Ueberſetzungsverhältnis genau einzuhalten iſt, wo große Kräfte bei mäßiger Geſchwindigkeit zu überſetzen ſind, oder wo der Achſenabſtand der Wellen gering iſt; anderſeits durch den Seilbetrieb für großen Achſenabſtand von über 10—15 m, ferner wo große Kräfte Riemen von über $^1/_2$ m Breite erfordern würden, und wo eine Verteilung der Kraft auf mehrere Wellen erfolgt. Die größten Riementriebe bis zu 2500 kg Uebertragungskraft mit 1200—1800 mm Riemenbreite ſind in Nordamerika mehrfach ausgeführt worden. Das Gebiet des Riementriebes umfaßt auch die Verbindung beliebig gegeneinander gerichteter Wellen und verſchiedene Drehrichtung und findet noch eine eigne Ausdehnung auf Ausrückungen, Wendegetriebe und Veränderung der Ueberſetzung mit Stufenſcheiben oder Kegeln.

Der Riemen liegt auf der glatten Bahn der beiden Scheiben und wirkt durch Reibung. Man nennt gewöhnlich die von der Kraftmaſchine in Bewegung geſetzte Scheibe die treibende, die andre die getriebene Scheibe; deutlicher wäre Kraft- und Laſtſcheibe. Ebenſo könnte es weniger zu Mißverſtändniſſen führen, wenn man das ziehende, führende oder aktive Trum als das ſtraffe, dagegen das gezogene, geführte oder paſſive als das loſe Trum bezeichnete.

Aus den Scheibendurchmeſſern D_1 und D_2 und den minutlichen Umdrehungszahlen n_1 und n_2 erhält man das Ueberſetzungsverhältnis $D_1 : D_2 = n_2 : n_1$. Man geht damit nicht gern über 1 : 8 ins Langſame oder 1 : 10 ins Schnelle, beſonders bei geringem Achſenabſtand. Infolge der Aenderung der Spannung des auf den Scheiben liegenden Riemenſtückes ändert ſich auch ſeine Dehnung. Daher muß eine geringe Gleitung eintreten. Daraus folgt, daß das Ueberſetzungsverhältnis nicht ganz beſtimmt iſt; $n_2 : n_1$ iſt um 1—2 %, bei lockeren Trieben auch bis 5 % kleiner als $D_1 : D_2$. Meiſt genügt das gewöhnliche Rechnungsverfahren, für D den größten Durchmeſſer der gewölbten, balligen Scheibe als maßgebend einzuſetzen; genauer trifft man nach Kammerer das Verhältnis $n_2 : n_1 = (D_1 + a) : (D_2 + a)$ mit der Riemenſtärke a. Weiter folgt aus der Gleitung, daß die Bahn glatt ſein ſoll und Klebemittel wie Kolophonium, auch Lederbandagen auf den Scheiben zu vermeiden ſind.

Die Geſchwindigkeit des Riemens $v = \pi D n : 60$ für $D\,m$ Durchmeſſer der einen oder andern Scheibe mit ihrer Umlaufszahl n wird für Hauptantriebe zu 20—30 m/sec gewählt, während man allerdings für den Antrieb der einzelnen Maſchinen gewöhnlich nicht über 10 m/sec hinauskommt. Ueber 30 m/sec geht man nur ſelten hinaus, weil hiermit zugleich die Grenze für die Betriebsſicherheit der Riemſcheiben erreicht iſt. Man rechnet unter gewöhnlichen Verhältniſſen 6 kg auf 1 cm Riemenbreite an Umfangskraft, wobei $N = 0{,}08\,v$ oder $D\,n/240$ PS. von 1 cm Breite übertragen werden (ſ. Riemenberechnung).

Im offenen Triebe leitet die Wölbung den Riemen auf die Mitte, wenn kleine Fehler im Parallelismus der Wellen liegen und wenn dabei der Riemen nicht gleitet. Der gekreuzte oder geſchränkte Trieb, für gegenläufige Drehrichtung beider Wellen, verhält ſich dem offenen hierin ähnlich, wenngleich ſich beide Riemenſtränge an der Kreuzungsſtelle gegenſeitig etwas verdrängen.



Fig. 1.

Winkeltriebe (Fig. 4) für beliebig verſchränkt liegende Wellen laſſen ſich mit Hilfe von Riemenleitern (ſ. d.) oder Leitrollen in verſchiedenſter Weiſe ausführen.



Fig. 3.

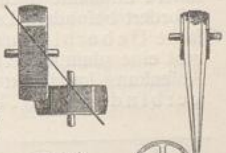


Fig. 2.

Der halbgeſchränkte oder Halbkreuztrieb (Fig. 1) beanſprucht den Riemen ungünſtiger als der Kreuztrieb, weil er den Riemen an den Ablaufſtellen hochkantig zur Seite biegt und die eine Kante dabei einen größeren Weg als die andre zurückzulegen hat. Man kann dem Nachteil, welcher in ſchneller Ausnutzung des Riemens liegt, dadurch begegnen, daß man eine Leitrolle hinter der Ablaufſtelle der kleinen Scheibe kurz vor der großen Scheibe anbringt, oder dadurch, daß der Riemen unſymmetriſchen Querſchnitt erhält, der die Ablenkung erleichtert, wie der Halbkreuzriemen von Gehrckens (Fig. 1). Der Riemen läuft auf eine Scheibe nur dann richtig auf, wenn er von einem Punkte herkommt, der ſchon in der Ebene der Scheibe liegt. Dieſe Regel gilt beſonders auch für den Halbkreuztrieb; nur drängen hier die Riemen nach außen; daher ſind die Scheibenmitten um (0,1—0,2) b auf der Kraftſcheibe, um

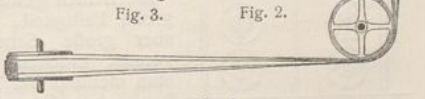


Fig. 4.

(0,5—0,6) *b* auf der Laſtſcheibe in der durch Fig. 3 gegenüber Fig. 2 angedeuteten Richtung zu verſetzen. Die Scheiben ſind gerade, nicht ballig zu drehen und um ein Viertel bis ein Drittel breiter zu halten als für offene Triebe. Sobald ein halbgeſchränkter Riemen auf der einen Scheibe gleitet, folgt er aber einem andern Geſetz; er umſchlingt ſie dann ſo, daß er möglichſt den kürzeſten Weg annimmt. Darum erfordern z. B. die kleinen Scheiben der ſenkrechten Wellen von Zentrifugen oder Fräsmaſchinen, die von liegenden Wellen mit großen Scheiben angetrieben werden, ſehr große Breite. Wenn beim Anlaſſen der Riemen an der Scheibe der ſenkrechten Welle gleitet, ſteigt er dabei nahezu bis in die Höhenlage der liegenden Welle auf; wenn er aber nicht gleitet, ſtreckt ſich das ſtraffe Trum beim Anziehen ſo ſtark, daß das loſe Trum ſinkt und der Riemen im Gegenteil tiefer aufläuft.

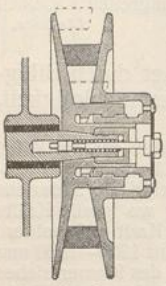


Fig. 5.

Ein eigenartiges Keilriemengetriebe für veränderliche Ueberſetzung an Motorrädern, welches als Virorgetriebe von Vierordt & Cie. in Kehl a. Rh. gebaut wird, regelt durch eine Spannrolle am loſen Trum den Auflaufradius des ſtraffen Trums zwiſchen den Kegelſcheiben an der Motorwelle (Fig. 5) und damit die Ueberſetzung auf das Laufrad mit einfacher Keilrille. Je weiter die Spannrolle das loſe Trum von außen durchdrückt und dadurch kürzt, um ſo näher an der Welle muß der Riemen auflaufen. Er verdrängt dabei die äußere Scheibe, die ſich mit einem viergängigen, ſteilen Gewinde in der Nabe der feſten Scheibe verſchraubt und dabei etwas vorauseilt. Beim Nachlaſſen der Spannrolle lockert ſich der Riemen, gleitet an der Feſtſcheibe und dreht die äußere Scheibe zurück, bis ſie ihn weiter außen wieder feſthält. In jeder Lage hält ſich der axiale Anpreſſungsdruck des Riemens mit dem im Gewinde übergehenden Teil der Umfangskraft an der Steigung, die für das Gewinde erprobt worden iſt, gerade im Gleichgewicht.

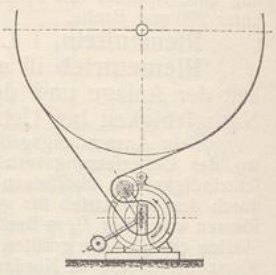


Fig. 6.

Das Lenix-Spannrollengetriebe (Fig. 6), gebaut unter anderm von der Berlin-Anhaltiſchen Maſchinenbauaktiengeſellſchaft in Deſſau, bewirkt durch eine nahe an der kleinen Scheibe unter Gewichtswirkung auf den Riemen drückende Spannrolle eine längere Umſpannung und damit eine Erhöhung der Durchzugkraft unter Verminderung des Achsdruckes, außerdem eine dauernde Regelung der Spannung in dem endlos geſchloſſenen Riemen. Das Getriebe eignet ſich für ſtarke Ueberſetzungen, beſonders bei kleinem Achſenabſtand.

Literatur: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 637 (Lenix). *Lindner.*

Riemenverbindungen und **Riemenſchlöſſer** ſollen die Enden eines Treibriemens ſo vereinigen, daß womöglich die gleiche Feſtigkeit und Biegſamkeit wie im Riemen ſelbſt beſteht, und möglichſt auch das wiederholte Zuſammenheften beim Nachſpannen (Verkürzen) der Riemen zulaſſen.

Die beſte Verbindung durch Leimen oder Kitten entſpricht der letzten Anforderung nicht; ſie empfiehlt ſich für Haupttriebe mit gegenſeitiger Verſtellung der Wellen oder mit Spannrollen und wo der Riemen mit beiden Seiten auf Scheiben laufen muß. Die Riemenenden werden dazu auf eine Länge von der 15- bis 20fachen Dicke gleichmäßig abgeſchrägt, gerauht, mit Lederleim [1] warm geleimt und gepreßt, nachher auch wohl noch in der Längsrichtung zwei- oder dreimal genäht. Um eine Leimſtelle wieder zu löſen, weicht man ſie ein, bis ſie ſich aufreißen läßt. Statt deſſen benutzt man die ſchräge Ueberblattung auch ohne Leimung nur mit Vernähung, die ſich leicht löſen läßt. Einen neuen Riemen kann man damit einlaufen laſſen und, nachdem er ſich geſtreckt hat, kürzen und im Riemenſpanner zwiſchen warmen Preßplatten leimen. Die ſchräge Fuge ſoll gegen die Laufrichtung ſo geneigt ſein, daß die innere Endkante nach hinten liegt, damit ſie nicht gegen die Scheiben ſtößt. Die Abſchrägung erfordert beſondere Lederhobel; für gewebte Riemen kommt ſie nicht in Betracht. — Die einfache Ueberblattung mit Vernähung oder Verſchraubung der übereinander gelegten Enden gibt eine plumpe Verbindung, zu ſteif für Scheiben unter 300—500 mm und für die ſeitliche Ablenkung im Halbkreuztrieb, und nur für einſeitiges Auflaufen anwendbar. — Die Laſchenverbindung (Fig. 1) mit aufgenähten doppelſeitigen Lederlaſchen über dem ſtumpfen Stoß von Leder- oder Kamelhaarriemen gewährt große Feſtigkeit, ſetzt aber große Scheiben voraus. Indeſſen zieht man meiſtens bei Trieben ohne Spannrolle die einſeitig außen aufliegende Laſche vor; ſie erhält gleiche Stärke wie der Riemen und wird nach beiden Enden etwas verjüngt. Etwas biegſamer iſt die Verbindung mit zwei übereinander liegenden Laſchen von je halber Stärke, deren untere 25mal und deren obere 40mal ſo lang wie der Riemen dick iſt. Die zum Nähen benutzten Lederriemen (ſ. d.) liegen an der Lauffeite nur in der Längsrichtung in flache Furchen eingedrückt. — Riemenſchrauben (Fig. 2) für dicke Riemen haben flache

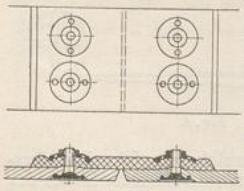


Fig. 2.

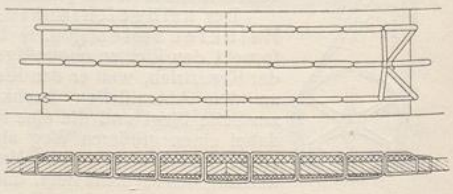


Fig. 1.

Köpfe und glockenförmige Unterlagſcheiben oder Muttern, die mittels einer in zwei Löcher geſteckten Gabel angezogen werden. Sie müſſen an der Lauffeite ganz verſenkt liegen, damit ſie nicht klappernd aufſchlagen und die Scheiben nicht aufreiben. Die Verſchraubung geſtattet eine Verkürzung um die Lochteilung in der Längsrichtung. Für nicht zu löſende Verbindungen bevorzugt man Kupferniete mit breiten Unterlagſcheiben auf beiden Seiten, die ſich auch zur Vereinigung der dreifachen Keilriemen in der ganzen Länge bewährt haben. — Die Bindung mit ſtumpfem Stoß der Enden (Fig. 3) eignet ſich bei Leder- und Balatariemen von mäßiger

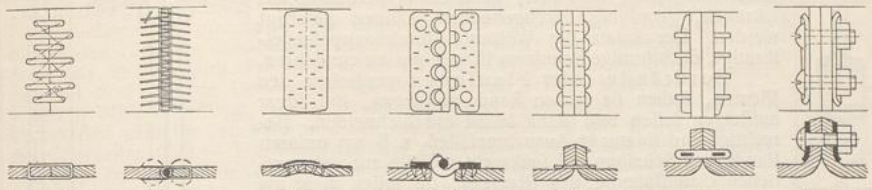


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Stärke für alle Fälle, auch bei Trieben mit Spannrollen, während man gewöhnlich darauf hält, daß die Binderiemen an der Lauffeite längsgerichtet liegen, nur außen ſchräg und verknotet ſind Die Löcher, mindeſtens 2 cm vom Rande und 2–3 cm vom Ende abſtehend, ſind in Leder mit hohlen Locheiſen auf Hartholzunterlage zu ſtanzen, in Geweben mit koniſchen Pfriemen zu ſtechen. — Hefthaken oder Klammern von Meſſing, deren ſpitze Enden eingeſchlagen, innen umgebogen und eingedrückt werden, können bei leichten Trieben die Bindung erſetzen [1]. Allgemeiner hat ſich die Drahtbindung (Fig. 4) eingeführt; eine rechts- und linksgängige Eiſendrahtſpirale wird in die durchſtochenen Lederendkanten eingeſchraubt, flach geſchlagen, ineinander geſchoben und durch einen Drahtſtift mit angeſtauchten Enden gelenkig zuſammengehalten. — Die Riemenkralle von Harry (Fig. 5) iſt ausſchließlich für Leder anwendbar, und zwar nur bei mäßigen Geſchwindigkeiten bis etwa 10 m/sec und, ebenſo wie alle folgenden Verbände, nur bei einſeitig auflaufenden Riemen. Sie beſteht aus ſchmiedbarem Guß mit Zähnen, auf die das Riemenende aufgelegt und mit Holzbeilage mit dem Hammer eingeſchlagen wird, wonach die Spitzen an der Innenſeite umzubiegen oder zu ſtauchen ſind, damit ſie nicht vorſtehen. Doppelriemen kann man mit zweifeitiger Kralle verbinden, die in die Fuge zwiſchen beide Lederlagen eingeſetzt wird, doch eignet ſich hierfür beſſer die Vernähung mit verſetzten Fugen. Für Riemen über 70 mm und beſonders bei gewölbten Scheiben ſetzt man zwei oder drei ſchmale Krallen nebeneinander. Die von Scholtz verbeſſerte Kralle [2] eignet ſich insbeſondere für Balatariemen. — Bachmanns Gelenkverbinder (Fig. 6) geſtattet, den Riemen, nachdem er von den Scheiben abgeworfen iſt, durch Aushaken ſchnell zu löſen. Die Befeſtigung der Schloßteile erfolgt bei allen Riemenſtoffen, auch Baumwolltuch, durch die Zähne und zwei Kupferniete. — Die noch folgenden Riemenſchlöſſer heften die nach außen aufgebogenen Enden zuſammen und ſind in Gabeln nicht zu benutzen, weil ſie beim Verſchieben anſtoßen würden. Greens Riemennieten (Fig. 7), aus Meſſingblech geſtanzt, werden in leichten Leder- oder Balatariemen mit den Köpfen durch Längsſchlitze geſteckt und gedreht, ſo daß ſie in der Ebene der Riemenoberfläche liegen. Der Stabverbinder (Fig. 8) von Scholtz [2] mit mehreren der Riemendicke angemeſſenen, durch Langlöcher geſteckten Oeſen und feſt eingetriebenen Riegeln wird ſowohl für Leder als beſonders für Baumwolltuch und Kamelhaarriemen verwendet. Die ſchwerere Verbindung mit Klemmplatten (Fig. 9), mit Schrauben oder Riegeln beſchränkt ſich auf geringere Geſchwindigkeiten.

Literatur: [1] Brüggemann, Spinnerei II, Stuttgart 1898, S. 138—145. — [2] Scholtz, C., Hamburg-Barmbeck, „Dem Betriebsingenieur“.

Lindner.

Riemenweichen, ſ. Riemenaufleger.

Riemſcheiben halten auf ihrer glatten Bahn die Treibriemen, führen ſie in der richtigen Lage und übertragen deren Kräfte auf die Welle.

Sie beſtehen aus Gußeiſen, Schmiedeeiſen oder Holz und ſind entweder einteilig hergeſtellt oder hälftig geteilt, damit ſie ſich leicht auf die Welle bringen und auswechſeln laſſen. — Die Bahn ſoll glatt ſein, weil ſonſt der Riemen bei der unvermeidlichen Längenänderung, die er während der Berührung der Scheibe ausführt, ſchnell abgenutzt wird.

Die Breite B der Bahn iſt größer als die Riemenbreite b und zwar $B = 1{,}1\,b + 10$ mm; für gekreuzte Riemen 1,1 mal, für halbgekreuzte 1,3 mal ſo viel. Bei Gabelführungen iſt $B = b + 10$ mm.

Die Wölbung der Bahn führt den Riemen auf der Scheibenmitte. Sobald er nämlich auf die gewölbte Scheibe ſeitwärts aufläuft, muß ſich das eben auflaufende Stück hochkantig biegen, ſo daß es nach der andern Seite der Scheibe hingelenkt wird, bis das Spiel ſich umkehrt. Gleitet der Riemen aber, ſo fällt er von einer balligen Scheibe noch leichter ab als von einer geraden. Die Wölbung ſpannt die Riemenmitte im Verhältnis zum Radius ſtärker als die Ränder, und zwar eilt die Mitte beim Auflaufen den Rändern voraus, beim Ablaufen wahrſcheinlich nicht, ſo daß ſie auf der Kraftſcheibe noch mehr einkriechen muß als die Ränder, auf der Laſtſcheibe aber ſich weniger als die Ränder zu längen braucht. Darum empfiehlt es ſich, dem Vorſchlage von Gehrckens [1] entſprechend, die Kraftſcheibe flach und die Laſtſcheibe gewölbt zu nehmen. Je genauer die Wellen parallel gelegt ſind und erhalten werden, um ſo geringer darf die Wölbung ſein. Für gewöhnliche Verhältniſſe beträgt die Ueberhöhung

der Mitte gegen die Ränder $w = 0{,}01\,B + 2$ mm. Bei Trieben mit Gabelführungen fowie bei halb- und ganzgefchränkten Trieben find faft gerade Scheiben anzuwenden; die doppelt breite Scheibe (Fig. 1), die zum Antrieb einer Feft- und Losfcheibe dient, wird geradegedreht. — Die Herftellung der Wölbung gefchieht durch Kurvenführung des Drehftahles nach einer Leitfchiene oder mit einem Exzentergetriebe (D.R.P. Nr. 67 934 von St. Sommermeyer & Co. in Burtfcheid bei Aachen), auch durch befondere Fräsvorrichtungen [8] und [12]—[16]. Ein Fräfer von der Breite der Scheibe, der fie bei einmaliger langfamer Umdrehung fertig fchneidet, kann als Hyperboloid mit fchrägen, geradlinig durchgehenden Zähnen gefertigt werden. Der Erfatz der Wölbung durch doppelkegelförmige, dachförmige Bahnform ift weniger zu empfehlen.

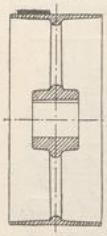


Fig. 1.

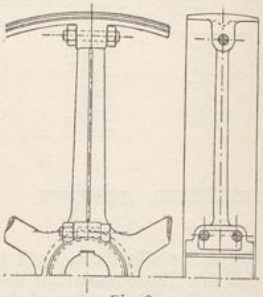


Fig. 2.

Bordränder oder Flanfchen verderben den Riemen, indem fie feinen Rand aufbiegen, ihn fogar aufftei gen laffen und dann leicht durchfchneiden. Berechtigt find fie nur in Ausnahmefällen, z. B. am unteren Rande von Scheiben auf fenkrechter Welle zur gelegentlichen Unterftützung des Riemens; fie follen mehr als 5 cm vorftehen und nicht an der Scheibe, fondern lofe fitzen oder ganz feftftehen (f. Riemenleiter).

Gußeiferne Scheiben erhalten $i = D/2B + 2 \sim 3$ Arme. Die Kranzftärke am Rande beträgt für flache Scheiben $D/200 + 2$ mm; für ballige $D/300 + 3$ mm oder $D/40\,i + 2$ mm. Die innere Flanke fteigt 1:40 ~ 1:60 an bis zu dem Wulft für den Armanfchluß. Ein einfacher Armftern reicht für Scheibenbreiten bis $0{,}1\,D + 250$ mm aus, während für Breiten von $0{,}1\,D + 150$ mm an zwei Armfterne genommen werden, deren Mittelebenen um $^1/_2\,B$ entfernt find (f. Fig. 2, Bd. 1, S. 407). Die im Mittelpunkt aufzutragende Armhöhe h berechnet fich unter der Annahme, daß fich das Moment PR auf $^1/_4$ der i-Arme verteilt, mit $s = 300$ kg/qcm Biegungsfpannung aus $300\,b\,h^2/10 = 4\,PR/i$ mit $b = 0{,}5\,h$ Breite zu $h = \sqrt[3]{PR/4\,i}$. Bis zum Kranz nehmen h und b auf das 0,8fache ab. Als geeignete Nabenlänge kann $0{,}5\,B + 0{,}05\,D$ gelten. An nebeneinander fitzenden Feft- und Losfcheiben fteht die Nabe um 1 mm über die Kranzbreite vor (Fig. 3 und 4). S. weiter Nabe und Rad, S. 335. Geteilte Scheiben (Fig. 2) haben die Fuge am ficherften mitten in einem Armpaar oder auch nahe neben einem Arme, weniger gut mitten zwifchen zwei Armen [4] wegen der Formänderung infolge der Zentrifugalkraft. Die geteilten Arme find mit mehr als halber Armhöhe ausgeführt und mitunter von der Fuge her ausgehöhlt. Nur lange Arme erhalten außer den Schrauben an Nabe und Kranz eine mittlere Verbindung (Bd. 1, S. 407).

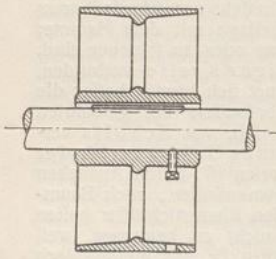


Fig. 3.

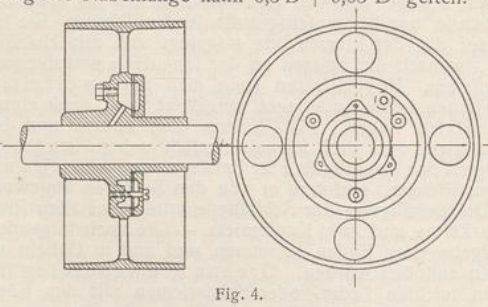


Fig. 4.

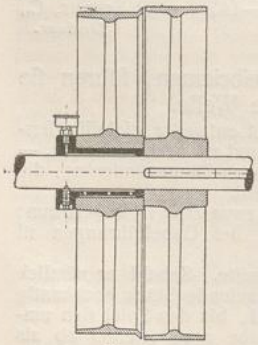


Fig. 5.

Fig. 3 zeigt die zu den Deckenvorgelegen nach [10] gehörige Feftfcheibe, die mit Feder und Spitzfchraube auf der Welle befeftigt ift, und Fig. 4 die Losfcheibe mit einer die Nabe umgebenden Oelkammer, die bis unterhalb der Welle gefüllt wird und durch drei Schmierlöcher die Laufflächе während des Ganges ölt. Eine Verfchiebung der Leerfcheibe hindert einerfeits die Feftfcheibe, anderfeits ein Stellring oder ein Lager. Schwere Scheiben erhalten eine in der Nabe feftfitzende Rotgußbuchfe, um die Abnutzung der Welle an der Laufftelle zu verhüten; beffer noch fetzt man die Scheibe lofe auf eine an der Welle mit Stellfchraube befeftigte Buchfe (Fig. 5), deren Bund den Stellring erfetzt. Die Lünnemannfche Leerlaufbuchfe vom Durchmeffer $1{,}25\,d + 10$ mm enthält in dem Hohlraum an der Welle Fett, das fich durch viele kleine Löcher und fchraubenförmig laufende Schmiernuten in die Laufflächе hinauszieht. Bei größeren Gefchwindigkeiten empfiehlt es fich, die Buchfe nicht auf der Welle, fondern an einem befonderen Lagerarm zu befeftigen, alfo die Welle vollftändig zu entlaften und vor zufälligem Mitlaufen zu wahren. Am vollkommenften lagert man die Nabe der Losfcheibe innerhalb einer Lagerhülfe mit Ringfchmierung (D.R.P. Nr. 157 073); [6] und [9]. Wenn der Leergang lange andauert und nicht oft ein- und ausgerückt wird, ift es zweckmäßig, den Durchmeffer der Losfcheibe kleiner als den der Feftfcheibe zu nehmen (Fig. 5), damit Riemen und Lager beim Leergang entlaftet werden; den Uebergang des Riemens zwifchen den Scheiben vermittelt ein kegeliger Rand, der meift an der Feftfcheibe fitzt. Beträgt die Stufenhöhe Δ, z. B. 2 cm, fo verhält fich die Entlaftung, d. h. die Spannungsänderung $s_2 - s_1$,

zu $E_0 = 2000$ wie πd zu der ganzen Riemenlänge L, z. B. 1200 cm, d. i. $s_2 - s_1 = 10$ kg/qcm.

Scheiben von veränderbarem Durchmeſſer ſind meiſt ſchwerfällig, unrund, vielteilig und erfordern Stillſtellung zur Ausſchiebung der vier bis acht Segmente; auch muß die Riemenlänge der Veränderung angepaßt werden können (D.R.P. Nr. 87353 von G. Furrer, Wilhelmsburg, Niederöſterreich). Verſchiebbare Kegelſcheiben für Keilbandgetriebe ſ. [7].

Die Herſtellung der Gußform richtet ſich nach der auszuführenden Stückzahl einer Größe und erfolgt: bei Maſſenherſtellung mit Formmaſchinen, bei mehrfacher Wiederholung nach Modell, bei Einzelſtücken mit Hilfe der Schablone. Die Formmaſchine von Anthon & Söhne in Flensburg (Fig. 6) erfordert für jede Größe einen Modellring mit dazu paſſender Durchziehplatte, deren innerer Teil auf zwei beſonderen Stützen feſtliegt, ferner Armmodelle und Nabenſtücke. Der Unterkaſten wird für ſich geformt, dann der Mittelkaſten und auf dieſem der Oberkaſten [12]. — Die Formmaſchine von H. Laißle, Reutlingen, enthält als Formtiſch viele konzentriſche Modellringe ineinander, von denen einer hochgeſtellt wird. — Bei der Schablonenformerei (Fig. 7—10) bildet man den Unterkaſten und den Mittelkaſten ſo aus (Fig. 7), daß auf ihnen der Oberkaſten fertig geformt werden kann; dann erhält der Mittelkaſten mittels Eiſenſtabſchablone die äußere Kranzform und nach dem Abheben der Unterkaſten die innere Kranzform ſowie durch Einpaſſen die Nabenform. Die Arme ſind auf dem Unterkaſten nach ihren Umriſſen vorgezeichnet worden, was ſich auf die Oberkaſtenform übertragen hat. An die Riſſe legt man Lineale (Fig. 8), zwiſchen denen die Armform durch Ausheben von Formmaſſe und Einpaſſen eines halben Armmodells gebildet wird. Man führt dabei ein Schablonenbrettchen (Fig. 9) auf beiden Linealen entlang, die nach der Nabe zu dünner ſind und divergieren. Der Einguß geht in der fertigen Form (Fig. 10) von dem Aufſetzkaſten in zwei Arme, bei geteilten Scheiben ähnlich wie bei der Hanffeilſcheibe (ſ. d. und D.R.P. Nr. 88006).

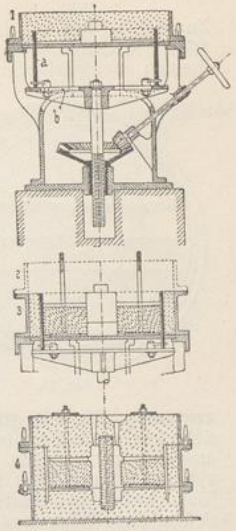


Fig. 6. 1 Unter-, 2 Ober-, 3 Mittelkaſten. 4 Fertige Form. *a* Kranzmodell. *b* Steg.

Schmiedeeiſerne Scheiben werden in einzelnen Fällen für Haupttriebe angewendet, wo es auf geringes Gewicht beſonders ankommt. Sie ſind meiſt geteilt, an der Bahn

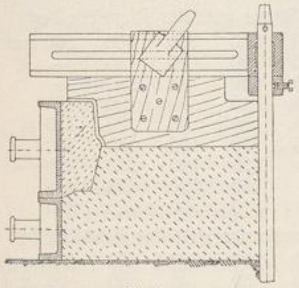


Fig. 7.

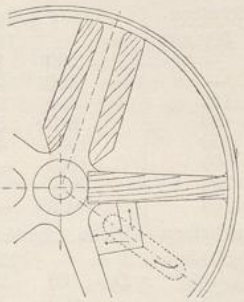


Fig. 8.

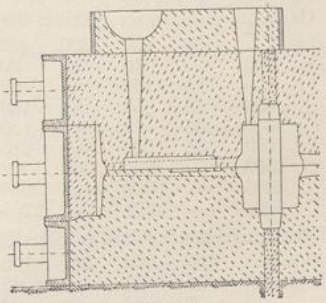


Fig. 10.

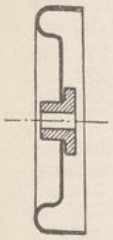


Fig. 12.

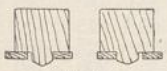


Fig. 9.

gerade oder ſchwach ballig gedreht. Die Arme ſind entweder nach Fig. 11, *a*, als Rundeiſenſtäbe in großer Zahl (von 150 mm Breite an in zwei Armſternen) radial oder wenig exzentriſch, „tangential“ geſtellt, im Kranze verſenkt eingenietet oder nach Fig. 11, *c*, mit verſenkt angenieteten, am Arm aufgeſchraubten Flügelmuffen befeſtigt oder nach Fig. 11, *b*, aus Flacheiſen gebildet und in der gußeiſernen Nabe eingegoſſen; bei den Reformriemſcheiben [11] beſtehen die Arme mit der Nabe aus Gußeiſen (Fig. 11, *d*); der Blechkranz iſt an die zentriſch abgeſchliffenen Flanſchen der Arme angenietet. Die aus einer Blechſcheibe gepreßten Riemſcheiben mit eingeſetzter gußeiſerner Nabe (Fig. 12) werden von Stephan Witte & Co. in Iſerlohn ausgeführt. Die aus je einem Blechringe gepreßten Hälften der Riemſcheiben (Fig. 13) von Chillingworth (Nürnberg) werden durch vier bis acht Schrauben an den hohlliegenden Flächen der Arme über der Welle zuſammengeſchraubt und damit feſtgeklemmt.

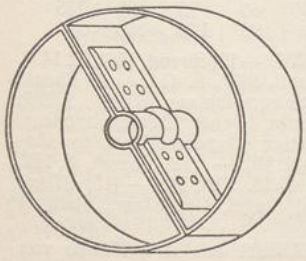


Fig. 13.

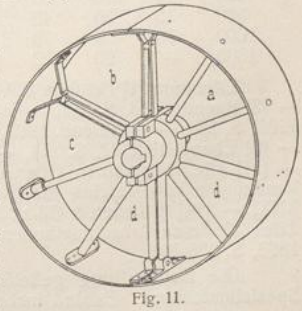


Fig. 11.

Hölzerne Scheiben, die ſich überall für Transmiſſionswellen eingeführt haben, zeichnen ſich durch Leichtigkeit aus.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Zur Befeſtigung auf der Welle genügt das Feſtklemmen der geteilten Nabe. Die höhere Reibziffer zwiſchen Leder und Holz gegenüber Eiſen kommt eigentlich nicht in Betracht, da der Riemen nicht ſchmäler als für Gußſcheiben genommen werden darf. Wo der Riemen, z. B. infolge ſtarker Kraftſchwankungen, gleitet, erhitzen ſich ſonſt die Holzſcheiben; in feuchter Luft verziehen oder lockern ſie ſich leicht. Bei den gewöhnlichen Holzſcheiben (Fig. 14) beſtehen die Kränze aus vielen verſetzt verleimten Felgenſtücken, die ſich gegenſeitig am Verziehen hindern. Bis 250 mm Durchmeſſer macht man die Scheiben voll (Fig. 15), bis 900 mm zweiarmig (Fig. 14), größere vierarmig, wie Fig. 16, und verſieht ſehr große Scheiben noch mit ſchräg von den Armen ausgehenden Spreizen. Der Kranz kann auch aus halbzylindriſch gebogenen Brettern von Rotbuchen- oder Eſchenholz beſtehen, wie bei den Kerafcha-Riemſcheiben von Reddaway & Co. in Hamburg und bei Fig. 16 von M. Glaßner in Ratibor, deſſen Simplexſcheiben von 150—400 mm Arme aus Flacheiſen und die größeren Fortunaſcheiben vier oder ſechs oder acht Speichen aus gebogenem Holz mit Stahlgußnabe enthalten.

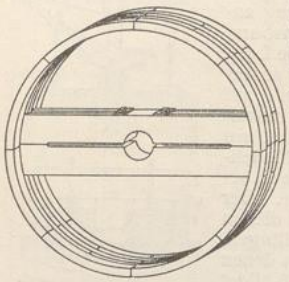


Fig. 14.



Fig. 15.

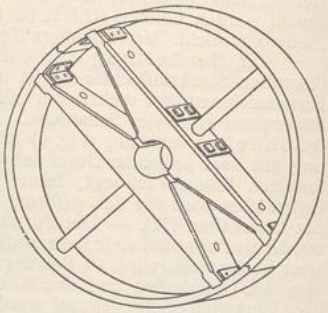


Fig. 16.

Die Preisliſten der Fabriken zeigen aus den verſchiedenſten Gründen Unterſchiede. Sie ſetzen gewöhnlich voraus, daß die Bohrung der Scheiben normal iſt, $d = 0{,}1\,D + 10$ mm. Größere Bohrung erhöht den Preis etwas. Losſcheiben mit langer Nabe ſind 5% teurer. Einige Fabriken rechnen ballig gedrehte 5% höher an als gerade; einzelne liefern für Doppelriemen ſtärkere Scheiben, die 5 oder auch 10% mehr koſten. Für Rohgußſcheiben beſtehen beſondere Liſten. Ungeteilte Gußſcheiben ſind etwa 10% leichter und billiger als geteilte.

Gewichte gußeiſerner geteilter Riemſcheiben

$B=$	100	200	300	400	500 mm
$D=$ 200	10	15	25	30	— kg
400	15	30	45	60	—
600	25	50	75	100	125
800	38	75	110	150	190
1000	55	100	160	210	260
1500	—	200	300	400	500
2000	—	300	450	600	750
3000	—	600	900	1200	1500

Preiſe gußeiſerner geteilter Riemſcheiben

$B=$	100	200	300	400	500 mm
$D=$ 200	15	20	30	40	— ℳ
400	20	30	45	60	—
600	25	45	70	90	120
800	35	60	90	120	150
1000	45	80	120	160	200
1500	—	125	190	250	320
2000	—	190	280	375	475
3000	—	330	500	650	850

Gewichte ſchmiedeeiſern. geteilter Riemſcheiben

$B=$	100	200	300	400	500 mm
$D=$ 400	15	20	30	45	60 kg
600	20	30	45	60	75
800	30	50	70	90	110
1000	40	65	90	130	170
1500	70	120	180	250	330
2000	100	180	280	400	520
3000	—	300	470	650	840

Preiſe ſchmiedeeiſerner geteilter Riemſcheiben

$B=$	100	200	300	400	500 mm
$D=$ 400	20	30	40	50	60 ℳ
600	30	40	50	60	75
800	40	50	60	80	100
1000	50	60	75	100	125
1500	80	100	125	160	200
2000	120	150	200	250	300
3000	—	250	350	450	550

Gewichte hölzerner geteilter Riemſcheiben

$B=$	100	200	300	400	500 mm
$D=$ 200	2	4	6	—	— kg
400	5	10	15	20	25
600	10	20	30	40	50
800	15	30	45	60	80
1000	30	50	70	90	120
1500	—	90	130	170	220

Preiſe hölzerner geteilter Riemſcheiben

$B=$	100	200	300	400	500 mm
$D=$ 200	5	8	10	—	— ℳ
400	10	20	25	30	40
600	20	30	40	50	60
800	25	40	55	70	90
1000	40	60	75	100	125
1500	—	90	120	160	200

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1889, S. 133 und 257. — [2] Ebend. 1891, S. 1451. — [3] Ebend. 1893, S. 691. — [4] Ebend. 1894, S. 1441. — [5] Ebend. 1897, S. 414. — [6] Ebend. 1907, S. 860. — [7] Ebend. 1907, S. 1198. — [8] Zeitſchr. für Werkzeugmaſchinen 1896/97, S. 267. — [9] Ebend. 1906/07, S. 344. — [10] Ludw. Loewe & Co. in Berlin, Ueber Deckenvorgelege. — [11] Alfr. Gutmann in Ottenſen. — [12] Specht, Maſſenfabrikation (Sonderabdruck der Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiß), Berlin 1893, S. 66 und VI. — [13] Ebend., S. 152, XXXI. — [14] Emichen & Götz, Maſſenfabrikation, Berlin 1894, S. 46/48, VIII, IX. — [15] Ufher-Elfes, Moderne Arbeitsmethoden, Berlin 1896, S. 146/154. — [16] Pregél, Drehbänke, Stuttgart 1898, S. 256/260.

Lindner.

Die **Bearbeitung** gußeiſerner Riemſcheiben in größerer Anzahl erfolgt mit Hilfe von Spezialmaſchinen. Es ſind insbeſondere zwei Verfahren üblich:

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

a) Die Naben der Riemſcheiben werden auf Bohrbänken oder auf Chuckingmaſchinen (vgl. Drehen, Bd. 3, S. 76, Fig. 64) ausgebohrt und der Kranz auf Riemſcheibendrehbänken der im Art. Drehen (Bd. 3, S. 66, Fig. 21) ſowie in [1] und [2] dargeſtellten Art abgedreht.

b) Das Ausbohren der Nabe und das Abdrehen des Kranzes erfolgt gleichzeitig in der Riemſcheibendrehbank mit Ausbohrvorrichtung, Fig. 17 (Laißle, Reutlingen). Sie trägt an Stelle eines Reitſtocks eine horizontal verſchiebbare Bohrſtange, welche von der Transmiſſion (oder auch von der Spindelſtockachſe mittels geeigneter Uebertragung) ihren Antrieb erhält. — Zum Ballig- (Gewölbt-)drehen des Kranzes beſitzen die Riemſcheibendrehbänke verſchiedene Einrichtungen, betreffs deren auf die unter [2]—[5] angegebene Literatur verwieſen wird. — Ein Verfahren zum Balligfräſen des Riemſcheibenkranzes iſt in [5] beſchrieben.

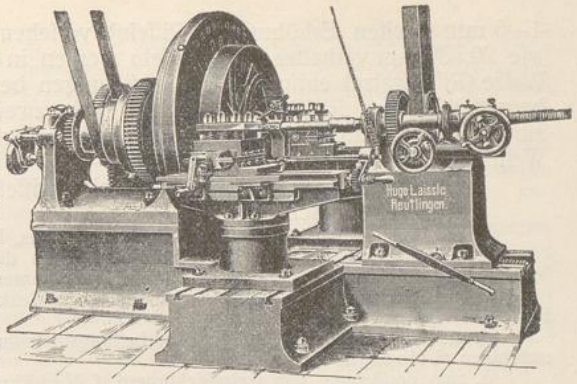


Fig. 17.

Literatur: [1] Fiſcher, Herm., Die Werkzeugmaſchinen, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1905, S. 319. — [2] Specht, Fr., Die Maſſenfabrikation im Maſchinenbau, Berlin 1893, S. 152. — [3] Werner, G., Kurvenführungen im Werkzeugmaſchinenbau (Diſſertation), Berlin 1905. — [4] Dingl. Polyt. Journ., Bd. 43, S. 161, Bd. 299, S. 201; Civilingenieur, Bd. 17, S. 331; D.R.P. Nr. 67934, 76555, 91041; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1894, S. 1278; 1897, S. 753. — [5] Uſher-Elfes, Moderne Arbeitsmethoden im Maſchinenbau, 3. Aufl., Berlin 1908. *A. Widmaier.*

Riemſtück, ſ. Längsquartier.

Ries, Bezeichnung für ein allgemein angewendetes Papiermengenmaß, das 480, bei Druckpapier 500, nach neuerer Beſtimmung des Bundesrats des Deutſchen Reichs 1000 Bogen enthält. Ein Ries beſtand aus 20 Buch zu je 24 Bogen; zehn Ries bildeten einen Ballen. *Kraft.*

Rieſe, der obere Teil der Fialen (ſ. d.); Draht-, Seilrieſe, ſ. Seilbahnen.

Rieſelfelder, ſ. Berieſelung mit ſtädtiſchem Kanalwaſſer.

Rieſelpflanzen, die auf Rieſelfeldern angebauten Pflanzen; ſ. Berieſelung mit ſtädtiſchem Kanalwaſſer und in dem dortigen Literaturnachweis insbeſondere [8], [9] und [13]. *Lubberger.*

Rieſelvorrichtung, ſ. Bodenſpeicher und Maſſentransport.

Rieſelwäſſerung, ſ. Bewäſſerungsſyſteme, Bd. 1, S. 758.

Rieſelwirtſchaft, bei der Wieſenkultur, diejenige Betriebsweiſe, bei welcher der Erſatz der Pflanzennährſtoffe nicht durch die gewöhnliche Düngung, ſondern durch Bewäſſerung des Bodens (ſ. Bd. 1, S. 754) bewirkt wird. Die beſondere Art des landwirtſchaftlichen Betriebs eines eigentlichen Rieſelfeldes ſ. Berieſelung mit ſtädtiſchem Kanalwaſſer, Bd. 1, S. 702. *Lubberger.*

Rieſelzeiten für die gewöhnliche Wieſenbewäſſerung (Bachwaſſerrieſelung), ſ. Bewäſſerung des Bodens, Bd. 1, S. 754.

Bei der Berieſelung mit ſtädtiſchem Kanalwaſſer (ſ. d., Bd. 1, S. 702) kann man von ganz beſtimmten Rieſelzeiten nicht reden. Dieſe Berieſelung muß, da durch das Rieſelfeld neben der Nutzbarmachung der Spüljauche gleichzeitig die Reinigung derſelben bezweckt wird, während des ganzen Jahres vor ſich gehen; es müſſen ſtändig große Teile des Geländes hierfür zur Verfügung ſtehen. Die verſchiedenen auf einem Rieſelfeld anzubauenden Gewächſe können nur zu verſchiedenen Zeiten und in ſehr verſchiedenem Maß die Bewäſſerung mit Kanaljauche ertragen. Bei der Aufſtellung des Wirtſchaftsplans iſt hierauf Rückſicht zu nehmen. *Lubberger.*

Riesgehänge, ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 812.

Rietſtechen, ſ. Weberei.

Riffel, ein eiſerner Kamm, durch den die getrockneten Lein- oder Flachsſtengel gezogen werden, um die an ihnen ſitzenden Samenkapſeln zu entfernen, die Stengel parallel zu legen und etwaiges Unkraut zu beſeitigen.

Der Riffelkamm beſteht aus einem eiſernen Bügel, der auf einer Bank oder einem Block befeſtigt wird; auf erſterem ſind ca. 25 kantige eiſerne Zähne von 30 cm Länge befeſtigt, die ſenkrecht ſtehen. Dadurch, daß ſie ſich nach oben verjüngen, ſtehen ſie oben ca. 2 cm, am Grunde nur 0,3 cm voneinander ab. Preis ca. 15 *M.* *Wrobel.*

Riffelapparat, Riffelmaſchinen, ſ. Riffelwalzen.

Riffelblech, 1. gerippes Blech, Belagblech, 4—25 mm ſtark, iſt auf der einen Seite mit geradlinigen, rautenförmig ſich kreuzenden, 1,5—3 mm hohen,

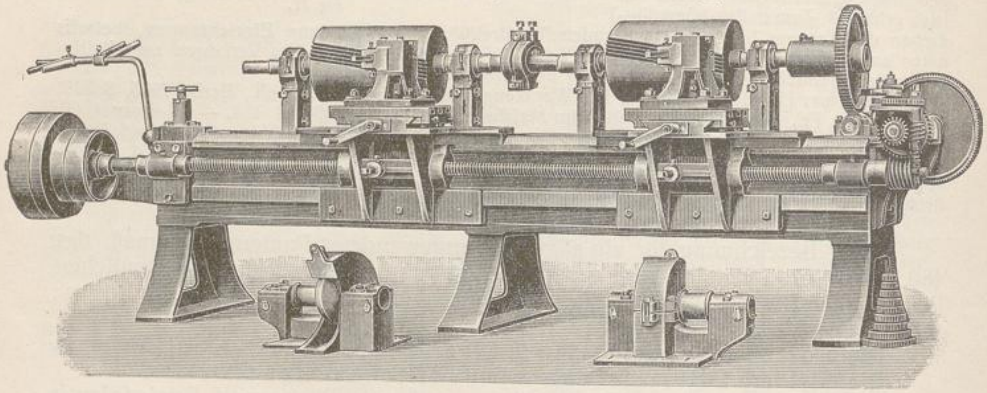
UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

4—5 mm breiten Erhöhungen (Riffeln) verſehen, deren Diagonalen ſich etwa wie 20 : 30 mm verhalten. Die Riffeln werden in einem Walzenpaar, deſſen eine Walze (Riffelwalze) entſprechende Vertiefungen beſitzt, in einmaligem Durchgang hergeſtellt. Das Riffelblech wird zu Belagzwecken, z. B. für Treppenſtufen, zur Abdeckung, z. B. von Kanälen u. ſ. w., benutzt; 2. gewelltes Blech mit feinen Wellen, ſ. Wellblech. *A. Widmaier.*

Riffelſtuhl, Walzenſtuhl (ſ. d.) mit geriffelten Walzen.

Riffelwalzen dienen

1. als Brechwalzen bei Brechmaſchinen für Flachs, Hanf, Ramie u. ſ. w.
2. als Speiſewalzen bei verſchiedenen Maſchinen der Textilinduſtrie, wie z. B. Oeffnern, Wölfen, Schlagmaſchinen, Karden, Wattenmaſchinen, Kämmaſchinen;
3. als Streckwalzen der Streckmaſchinen in der Textilinduſtrie, ſ. Baumwollſpinnerei, Flachsſpinnerei;
4. als Transportwalzen bei Holzbearbeitungsmaſchinen, wie Sägen (ſ. d.), Holzhobelmaſchinen (ſ. Hobeln) u. ſ. w.;
5. zum Zerkleinern von Getreidekörnern, ſ. Mehlfabrikation.



Zur Herſtellung der Riffeln der (Hartguß-)Walzen dienen die Riffelapparate und Riffelmaſchinen. Die Figur zeigt eine doppelte Riffelmaſchine (C. O. Doſt & Co., Magdeburg-N.). Die Walzen ruhen in Lagern und ſind mit einem Schneckenrad bezw. durch eine Kupplung untereinander verbunden, um beim Riffeln etwas verdreht zu werden. Der Riffelſtahl wird im Werkzeughalter eingeſpannt, deſſen Schlitten durch eine Schrauben(leit)ſpindel an der Walze entlang geführt wird. Nach Herſtellung einer Riffelfurche wird die Walze um eine Riffelteilung verdreht. Bei der abgebildeten Maſchine werden zum Rundſchleifen der Walzen vor dem Riffeln die Werkzeughalter gegen Schleifſtühle (ſ. die Figur) ausgewechſelt und die Walzen mittels Riemen vom Deckenvorgelege aus in Drehung verſetzt. S. a. [1], [2].

Literatur: [1] Weisbach-Herrmann, Lehrbuch der Ing.- und Maſchinenmechanik, 2. Aufl., Braunſchweig 1896, Bd. 3, 3. Abt., 1. Heft, S. 883. — [2] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Berlin 1905, Bd. 1, S. 281 (mit weiteren Literaturangaben). *A. Widmaier.*

Rigole, im allgemeinen, eine Rinne, ein kleiner Graben; im beſonderen bedeutet Rigole d'alimentation oder ſchlechtweg Rigole einen Zubringer oder Speiſegraben (ſ. d.).

Rigolen (Rajolen, Reolen), den Ackerboden tief bearbeiten, vgl. Untergrundpflug unter Pflug, S. 102.

Rillenräder, Reibräder (ſ. d.) mit ausgedrehten Furchen.

Rimm, Gurtholz der den Fluß von Seedeichen ſchützenden Bohlwerke, gegen welche ſich ſchützende Schrägpfähle lehnen (vgl. Deich).

Rimpauſche Dammkultur, ſ. Moorkultur, Bd. 6, S. 493.

Rinden, ſ. Farbſtoffe, pflanzliche, und Gerbſtoffe.

Rindenſchälmaſchine, ſ. Holzzeug, Bd. 5, S. 128, und die dort angegebene Literatur, ferner D.R.Patentſchriften, Kl. 38e, 1.

Rindviehſtälle. Die Haltung des Rindviehes in der Landwirtſchaft bezweckt Gewinnung von Arbeitskraft (Zugochſen), von Milch (Milchkühe) und Fleiſch (Maſtvieh). Mittelbar werden dieſe Zwecke gefördert durch die Aufzucht jungen Viehes (Jungvieh- und Kälberſtälle).

Der Raumbedarf iſt folgender: Stände ohne Krippen und Jauchrinne für Bullen und große Ochſen 2,8 m lang, 1,5 m breit. Für mittelgroße Kühe 2,5 m lang, 1,25 m breit; für kleine Kühe 2,3 m lang, 1,1 m breit, für 1—2jähriges Jungvieh 2,2 m lang, 0,95 m breit.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Düngergang einſchließlich Jaucherinne bei einſeitiger Viehreihe 1,2—1,5 m, zweireihig 1,8—2,2 m breit. Futtergang mit einer Krippe 1,4—1,6 m, mit zwei Krippen 1,8—2,0 m breit. Höhe mindeſtens 2,9 m; wo das Vieh auf anwachſender Düngerlage ſteht, 3,5—3,8 m; bei großer Stalltiefe noch etwas mehr, bis zu 4,3 m. Himmelsrichtung der Ausgangstüren am beſten nach Norden oder Weſten. Temperatur für Arbeitsochſen + 14° C., für Melkvieh, Kälber und Jungvieh 20° C., für Maſtvieh 12° C. [6]. S. a. Lüftung der Ställe, Bd. 6, S. 242.

Die Aufſtellung der Viehreihen erfolgt gewöhnlich nach der Tiefe. Es wechſelt ſtets ein Futtergang mit einem Düngergang; entweder beginnt man mit einem einſeitigen Krippengang am Giebel oder man ſtellt nur zweiſeitige Doppelkrippen in den Stallraum und erhält dann am Giebel einen einſeitigen Düngergang. Doppelkrippen liefern die beſſeren Fütterungsergebniſſe wegen des mitwirkenden Futterneides. Jeder Düngergang erhält an der hoffeitigen Langfront eine Ausgangstür. An der entgegengeſetzten Seite können die Krippengänge durch den erhöhten, 1 m breiten Kontrollgang verbunden werden, gewöhnlich aber dient ein Gang auf Bodenhöhe an der Hoffeite zur Verbindung. Dieſe Art erleichtert die Abfuhr des Düngers, die Ableitung der Jauche ſowie eine Abſonderung nach Raſſe, Fütterungsweiſe u.ſ.w. Die Stellung nach der Länge wird entweder mit mittlerer Stallgaſſe und einreihigen Krippengängen an den Wänden, beſſer aber mit Doppelkrippe in der Mitte und zwei 1,50 m breiten Düngergängen an den Wänden ausgeführt. Die Eingänge liegen an den Giebeln. Fig. 1—3 veranſchaulichen die Grundrißanordnung für Tief- und Langſtellung. Die eingeſchriebenen Maße ſind mittlere. In neuerer Zeit hat man mit gutem Erfolg die vier- bis ſechsreihige Aufſtellung ausgeführt und den Ställen eine dem Quadrat genäherte Grundform gegeben. Laufſtälle, in denen das Vieh unangebunden frei umhergeht und deren Krippen rings an den Wänden angebracht werden, haben ſich bis jetzt nur für Jungvieh eingebürgert, obgleich man ihnen auch für erwachſenes Vieh mancherlei Vorzüge nachrühmt.

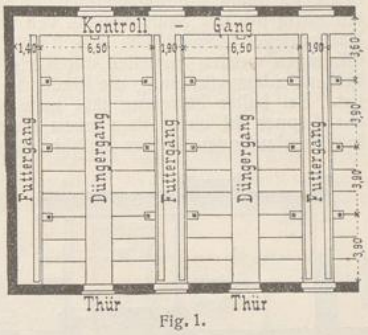
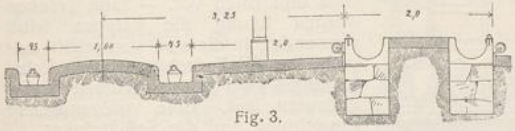


Fig. 1.


Fig. 3.

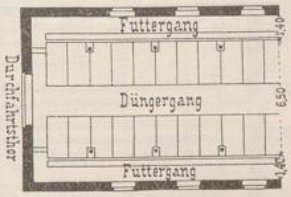


Fig. 2.

Bei dem Entwerfen hat man den Grundſatz zu beachten, daß die deckentragenden Stützen nur unmittelbar an den Krippenrändern, höchſtens 50 cm von dieſen entfernt, ſtehen dürfen.

Die Bauart der Rindviehſtälle iſt hinſichtlich der Wände, Decken und Fenſter derjenigen in Pferdeſtällen (ſ. d.) gleich. Türen, 1,5—1,6 m breit, 2,2—2,5 m hoch, ſchlagen nach außen auf; Einfahrtstore für Düngerwagen 3,0 m breit, 2,5—3,0 m hoch. Fußböden ſollen waſſerdicht ſein und den Jaucheabfluß befördern. Steinpflaſter iſt nur in der vorderen Standhälfte brauchbar, hinten, namentlich in der Jauchrinne, beſſer Zementbeton oder Aſphalt. Gefälle der Fußböden möglichſt gering, vordere Hälfte wagerecht, hintere nicht über 5 cm. Jaucheabflüſſe am beſten in offenen, flachen Rinnen, erſt außerhalb des Stalles in Tonrohren nach dem Jauchebrunnen führend (ſ. Dungſtätten). — Grupen oder Grippen ſind 45 cm breite, 25 cm tiefe Einſenkungen in den Fußboden an Stelle der Jaucherinnen, die dazu dienen, Dünger und Jauche gemeinſam aufzunehmen und mit Torfmull, der die Jauche auffaugt, zu miſchen. Grupen werden am beſten in Zementbeton hergeſtellt und erhalten kein Gefälle; ſie werden meiſt in Verbindung mit niedrigen, ſich in der Sohle über den Stallfußboden nicht erhebenden Krippen verwendet, und ihre Breite wird von der Standtiefe abgezogen, ſo daß letztere nur rund 2 m beträgt. Die Ausräumung der Grupen erfolgt etwa wöchentlich zweimal. Fig. 3 [1] ſtellt den Querſchnitt durch den Düngergang, die beiden Grupen und den Krippengang dar.

Geſperrte Lattenfußböden werden durch Roſte von hölzernen Latten über einer 60—65 cm ſtarken Moorbodenſchicht gebildet. Die Lattenſtäbe erhalten für ausgewachſenes Vieh 10/7,5 cm Stärke, 5 cm Zwiſchenraum, für Jungvieh und Kälber 7,5/5 cm Stärke, 4 cm Zwiſchenraum. Der Fußboden wird wagerecht verlegt. Unter dem Moorboden liegt eine undurchlaſſende Schicht fetten Lettens. Wenn der trocken einzubringende Moorboden mit Jauche geſättigt iſt, wird er erneuert. Deshalb dürfen die Latten nicht feſtgenagelt, ſondern müſſen loſe eingelegt werden.

Fußböden ohne Gefälle und ohne weitere Befeſtigung, als durch eine undurchlaſſende Letteſchicht ſind in ſolchen Ställen eingeführt, in denen die Ausſcheidung der Jauche aus dem Dünger im landwirtſchaftlichen Intereſſe verhindert werden ſoll. Dieſe Anordnung der ſogenannten Tiefſtälle ergibt nach Märcker die geringſten Stickſtoffverluſte. Damit der Dünger gleichmäßig anwachſe, iſt eine Verſchiebbarkeit der Krippen in wagerechter Richtung und zur Berückſichtigung der anwachſenden Düngerſchicht eine Verſtellbarkeit in der Höhe erforderlich, deren Einrichtung in [1] und [2] durch Beiſpiele nachgewieſen wird.

Fütterungseinrichtungen beſtehen meiſt nur in Krippen, zuweilen auch beſonderen Tränkeinrichtungen. Raufen gibt es im Rindviehſtall nicht. Der Raum zwiſchen den Krippen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

wird gewöhnlich von dem erhöhten Futter- oder Krippengang eingenommen. Die Maße sind folgende: Höhe des Krippenrandes über Fußboden bei hohen Krippen 65—75 cm, bei niedrigen Krippen 20 cm; obere Breite des Krippentroges 40—45 cm; Tiefe 20—25 cm; Gangbreite zwischen den Krippen 60—70 cm. Die Gesamtanordnung der Krippen eines Kuhstalles in Verbindung mit den deckentragenden Holzsäulen gibt Fig. 4. Die Krippen sind hier in Ziegelsteinen gemauert. Die Vorderkante wird durch eine Saumschwelle gesichert, an der die Anbinderinge befestigt sind und auf der die Holzsäulen stehen. Eine verbesserte Anordnung in Eisenstützen mit Betonwölbung zeigen Fig. 5 und 6 (Schnitte zu Fig. 7, einer Stallung für 100 Kühe [Hohenheim bei Stuttgart]). 0,85 m über der Saumschwelle liegen wagerecht von Säule zu Säule die sogenannten Nackenriegel und diese werden durch die Kuhstaken leiterartig mit der Saumschwelle verbunden, Kopföffnungen von 0,70 m Breite frei lassend. Am Nackenriegel befindet sich eine Tafel für den Namen und Notizen über das Tier. Die Kopföffnungen werden zuweilen durch ein vorgestecktes Holzscheit verschließbar gemacht, um bei heißer Schlämpefütterung die Rinder so lange vom Futter abzusperren, bis dieses sich abgekühlt hat. Bei kalter Fütterung läßt man Kuhstaken und Nackenriegel häufig ganz fort. Material der Krippen ist außer dem schon erwähnten Mauerwerk am besten Steingut, und zwar meist in durchlaufenden Trögen halbkreisförmigen Querschnittes, seltener Einzelschüsseln. Daneben kommt künstlicher Zementstein, Sandstein und für bewegliche Krippen auch Holz und Eisen vor. — Zum Tränken werden häufig die Krippen selbst verwendet, in die man von erhöht aufgestellten Wasserbehältern in Rohrleitungen oder offenen Rinnen Wasser einlaufen läßt. Eine vollkommenere Einrichtung sind die Selbsttränker.

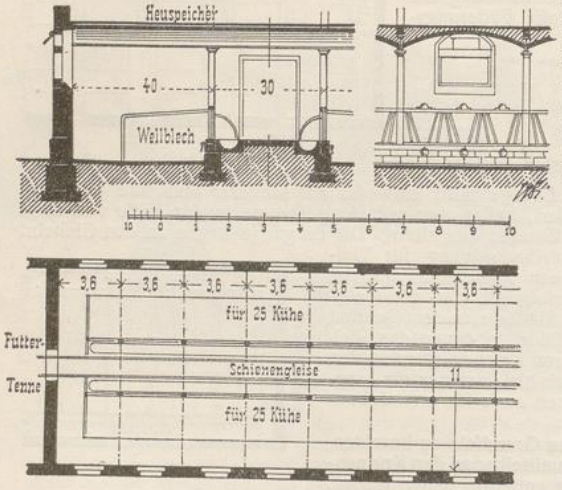


Fig. 5—7.

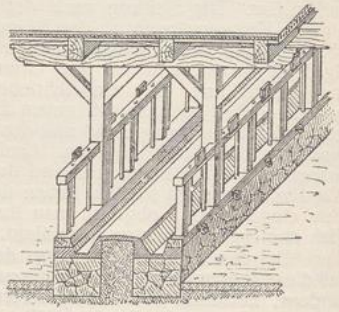


Fig. 4.

Zur Futterbereitung dient die Futtertenne, ein an den Stall angrenzender Raum oder auch eine mit Krippenoberkante und Futtergängen gleichhoch im Stall liegende Plattform von je 0,5—0,7 qm Grundfläche für das Haupt Vieh. Sie muß mit den Krippengängen in bequemer Verbindung stehen, die zuweilen durch Eisenbahngleise vermittelt wird (s. Fig. 7). Futterküchen sind in Rindviehställen selten, weil gedämpftes Futter nur ausnahmsweise und zwar meist nur an Mastvieh verabreicht wird.

Kälber werden meist in Verschlägen untergebracht, die im Kuhstall selbst abgeteilt werden. Jungvieh bringt man in besonderen Laufställen unter. Die einjährigen Rinder werden an Krippen angebunden.

Zur Aufbewahrung des Futters dienen der Wurzelkeller, 3,6—4,6 cbm für das Haupt, häufig in andern Gebäuden, etwa unter den Scheunentaffen, untergebracht, und der Heuboden, rund 20 cbm für das Haupt Großvieh fassend. Er wird gewöhnlich in ein Kniegeschoß über dem Stall verlegt. Das Heu wird von außen durch Lucken, die in Entfernung von 13—20 m wiederkehren, eingebracht. Mit dem Stall darf der Heuboden nicht unmittelbar zusammenhängen, damit die Stalldünste nicht in das Heu eindringen. Die Verbindung wird durch gut abgeschlossene Treppenhäuser oder Heuschlote vermittelt (s. Futterschlot). — In neuerer Zeit sind vielfach Rindviehställe ohne Heuboden mit daneben gestellter Heuscheune ausgeführt worden. Diese Ställe werden durch den Fortfall der tragfähigen Decke besonders billig und gewähren manche wirtschaftlichen Vorteile; um sie vor zu starker Abkühlung zu schützen, legt man sie in möglichst großer Tiefe an und versieht das Dach zwischen den Sparren mit Windelboden. Von unten wird die Deckenfläche mit Zementputz und Rohrgewebe versehen.

Literatur: [1] Tiedemann, L., v., Das landwirtschaftliche Bauwesen, Handbuch, 3. Aufl., Halle a. S. 1898. — [2] Engel, Fr., Handbuch des landwirtschaftlichen Bauwesens, 7. Aufl., Berlin 1885. — [3] Derf., Entwürfe ausgeführter landwirtschaftlicher Gebäude, Halle a. S. 1891. — [4] Gehrlicher, Jähn und Klasen, Die Stallungen, Leipzig 1880. — [5] Wanderley, Die ländlichen Wirtschaftsgebäude, Karlsruhe 1887 — [6] Rueff, A. v., Bau und Einrichtungen der Stallungen und Aufenthaltsorte unsrer nützlichen Haustiere, Stuttgart 1875. — [7] Kühn, Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes, gekrönte Preisschrift, Dresden 1891.

(† *v. Tiedemann*) *Weinbrenner.*

Ring, s. Syndikate.

Ringanker, f. Dynamomaſchine, Bd. 3, S. 181 ff.

Ringbahn, f. v. w. Gürtelbahn (f. d.).

Ringdeich, f. Flußdeiche.

Ringe entſtehen als Körperform dadurch, daß ein verhältnismäßig kleines Flächenſtück ſich rechtwinklig auf einer einfach gekrümmten, in ſich geſchloſſenen Leitlinie verſchiebt. Wenn aber das Flächenſtück den Krümmungsradius der kreisförmigen Leitlinie übergreift, entſtehen Globoidkörperformen [1].

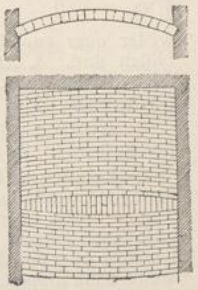
Die Leitlinie iſt gewöhnlich ein Kreis oder auch eine Ellipſe. Hat ein Kreisring den mittleren Durchmeſſer $D = 2R$ und als erzeugende Fläche einen Kreis vom Durchmeſſer d oder ein Rechteck mit der radialen Höhe A und der axialen Breite B oder eine Ellipſe mit der Halbachſe a in radialer, mit b in axialer Richtung, und bezeichnet f den Inhalt, u den Umfang der erzeugenden Fläche, ſo iſt die Oberfläche des Ringes $\pi D u$; ſein Rauminhalt $V = \pi D f$; ſein Gewicht $G = V\gamma$; ſeine Maſſe $m = G/g$, wobei G in Kilogramm und $g = 9{,}81$ m zu ſetzen iſt; ſein Trägheitsmoment in bezug auf ſeine Achſe $J = m(R^2 + 3d^2/16)$; bezw. $J = m(R^2 + A^2/4)$; bezw. $J = m(R^2 + 3a^2/4)$; ſein Trägheitsmoment in bezug auf einen Durchmeſſer des Kreisringes $J_1 = m(R^2/2 + 5d^2/32)$; bezw. $J_1 = m(R^2/2 + A^2/8 + B^2/12)$; bezw. $J_1 = m(R^2/2 + 5b^2/8)$; ſeine lebendige Kraft, wenn er mit der Winkelgeſchwindigkeit ω umläuft, $\frac{1}{2} J\omega^2$; eventuell $\frac{1}{2} J_1 \omega^2$.

Literatur: [1] Reuleaux, Konſtrukteur, 4. Aufl., Braunſchweig 1882/89; Derſ., Theoretiſche Kinematik, Braunſchweig 1875. *Lindner.*

Ringelerze (Kokardenerze), f. Gang, Bd. 4, S. 256.

Ringelware, f. Wirkerei.

Ringförmige Einwölbung auf Rutſchlehrbögen wird zur Einwölbung preußiſcher Kappen (f. Gewölbe) verwendet.



Es werden nach beiſtehender Figur die Stoßfugen bogenförmig von Widerlager zu Widerlager durchreichend angeordnet, während die Lagerfugen verbandmäßig abwechſeln; die ſo hergeſtellten einzelnen Ringe bedürfen nur ſo lange einer Unterſtützung, als ſie noch nicht geſchloſſen ſind, worauf der Lehrbogen auf ſeiner Unterlage weiter geſchoben wird. Der in der Mitte der Kappe verbleibende linſenförmige Schlitz wird mit der gewöhnlichen Kufeinwölbung geſchloſſen. Man ſpart hierbei die vollſtändige verſchalte Einrüſtung. Auch für böhmiſche Kappen wird dieſe Einwölbungsweiſe verwendet, nur müſſen hier die Rutſchlehrbögen ſtatt auf den Kämpferlinien auf Schildlehrbögen entlang geführt werden.

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

Ringgewölbe, ein Tonnengewölbe mit wagerechter gekrümmter Achſe; ſ. Gewölbe. *L. v. Willmann.*

Ringkluppe, ein Gewindeſchneidwerkzeug (ſ. d., Bd. 4, S. 495) von der in nebenſtehender Figur dargeſtellten Form.



Ringofen, ſ. Oefen zum Brennen von Ziegeln u. ſ. w.

Ringfäule, ſ. v. w. Bundfäule (ſ. d.).

Ringfetzmaſchine, ſ. Setzarbeit.

Ringſpindel, Ringſpinnmaſchine, ſ. Baumwoll-, Kammgarn-, Seiden-, Streichgarnſpinnerei.

Ringſpurzapfen, Spurzapfen mit breiter, ringförmiger Lauffläche.

Ringſtock (Ringrichthorn), ſ. Schmieden.

Ringſtraße, ſ. Feſtungsbau, Bd. 3, S. 745, Stadtſtraßen unter Straßenbau.

Ringſtuhl (Ringwalzenſtuhl), von Mechwart in Budapeſt angegebener dreiwalziger Stuhl, der ſich dadurch kennzeichnet, daß die Achſen der Walzen an beiden Enden von einem ſie berührenden, mitumlaufenden Ringe umſchloſſen ſind, der die Achſendrücke in ſich aufnimmt und ſo die eigentlichen Lager entlaſtet (ſ. Walzenſtuhl). *Arndt.*

Ringventil, ſ. Pumpenventile.

Ringzapfen, ſ. Kammzapfen.

Rinne, ſ. Dachrinne, Förderrinne.

Rinneiſen (Kanaleiſen), Haken zum Tragen der Dachrinne (ſ. Bd. 2, S. 508).

Rinneneinläſſe (Gullies), ſ. Kanaliſation, Bd. 5, S. 332.

Rinnenfalz, ſ. Düngefalz.

Rinnleiſte, das oberſte Glied eines Gebäudes, das die Aufgabe hat, das Regenwaſſer vom Dache aufzunehmen und weiterzuleiten; ſ. Hauptgeſims 1., Fig. 1 (Bd. 4, S. 788). *Weinbrenner.*

Rinnmanns Grün, ſ. Kobaltgrün.

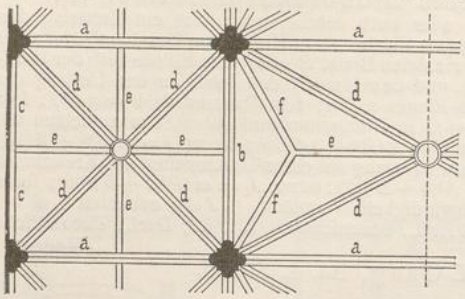
Rinnfal, ſ. v. w. Bach- oder Flußbett; vgl. a. Gerinne.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rinnſtein, ſ. Goſſen, Straßenbau.

Rinnziegel (Hohlziegel, ſ. d., Bd. 5, S. 105), Ziegel in der Form einer halbkreisförmigen Kehle zur Fortleitung des Waſſers.

Rippe, 1. Erhöhung an Flächen zur Verſtärkung der Tragfähigkeit. 2. Im Gewölbebau des Mittelalters vom 12. bis 14. Jahrhundert tragende Gliederung, zwiſchen der einzelne leichte Gewölbekappen eingeſpannt werden. Durch ſinnreiche Zuſammenſetzung der Rippen kann die Tragfähigkeit und Weite des Gewölbes um ein bedeutendes geſteigert werden. Je nach der Lage und Anordnung unterſcheidet man: Gratrippe *a* (ſ. die Figur), auch ſonſt Gurt- oder Gratbogen; Querrippe *b*; Wandrippe *c*, von halber Stärke der andern Rippen; Kreuzrippe *d*, auch Diagonalrippe; ferner: Scheitelrippe *e*, die auch zur Langrippe werden kann, wenn ſie längshin im Scheitel durchläuft; Strebrippe *f*, die, vom Widerlager aufſteigend, nicht auf einen Grat oder Kehle trifft. Zwiſchenrippe, Zierrippe bei Stein- oder Netzgewölben, Kehl- oder Winkelrippe, kommt bei Kloſtergewölben vor. Die Rippen ſind entweder aus Hauſtein (vgl. Gewölbe, Fig. 52 und 53, Bd. 4, S. 508) oder Backſtein auszuführen, in letzterem Falle in Formziegeln, die entweder quer zur Richtung von gewöhnlicher Größe oder in Langſtücken als Hohlkörper zu bilden ſind. 3. Als Bodenrippe oder Bodenlager, Unterlage für Holzböden über Gewölben oder in Auffüllung, am beſten aus Eichenholz von 10—15 cm Stärke. 4. Bei Schloſſerarbeiten ſ. v. w. Naſe.



Weinbrenner.

Rippen an Gußſtücken ſollen Verſtärkungen flacher Wände, auf denen ſie ſenkrecht ſtehen, bilden.

Eine Verſchwächung bewirken ſie, wenn ſie zu dünn oder zu dick im Verhältnis zur ſonſtigen Eiſenſtärke ſind, ſo daß ſie Gußſpannungen hervorrufen oder den Guß unter ſich blaſig werden laſſen, oder auch, weil ſie die elaſtiſchen Formänderungen ſtörend beeinfluſſen, z. B. an gegoſſenen Trägern von H-Form, oder als radiale Verſteifungen an wellenförmig gebildeten Radſcheiben oder an Abſperrplatten für Winderhitzer u. ſ. w. — An gußeiſernen Zylindern von 500 mm Weite ohne Rippen, mit 50 und mit 100 mm hohen Längs- und Querrippen ergaben Verſuche [1] bei einem Verhältnis der Materialmenge von 100 : 155 : 210 das Feſtigkeitsverhältnis von nur 100 : 129 : 140 gegen Aufreißen durch inneren Flüſſigkeitsdruck.

Rippenguß zeigt die Profile: L, ⊥, U, H, je nachdem die Randleiſten einſeitig oder beiderſeitig vorſpringen (vgl. z. B. Geſtell, Hängelager, Konſolen). Im Gegenſatz zu Hohlguß iſt er leichter herzuſtellen, billiger, aber weniger ſtandfeſt gegenüber Biegung und Erſchütterung, auch unruhiger im Ausſehen.

Literatur: [1] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 1700, v. Bach. *Lindner.*

Rippendecke, Holzdecke, aus leichten Bälkchen gebildet, die in zierlicher Profilierung über die Fläche vorſtehen; ſ. Decke, Fig. 17 (Bd. 2, S. 680).

Rippengeſtell, 1. das Rippenſyſtem eines Gewölbes; 2. die Rippen eines Wölbgerüſtes.

Rippengewölbe, Gewölbekonſtruktion des ſpäteren Mittelalters, bei dem die Wölbfläche gebildet wird 1. aus einem ziemlich eng geſtellten Netzwerk von Rippen, zwiſchen welchen 2. die Wölbfelder entweder flach oder buſig, d. h. in Bogenform eingeſpannt ſind. Als Unterarten ſind zu nennen:

a) Das Sterngewölbe, das in den Hochchoren der gotiſchen Kirchen vielfach angewendet wurde; b) Rautengewölbe, meiſt in Form eines Tonnengewölbes mit Wandſtichkappen; c) Netzgewölbe; d) Fächergewölbe (ſ. d. und Gewölbe, Fig. 14—19).

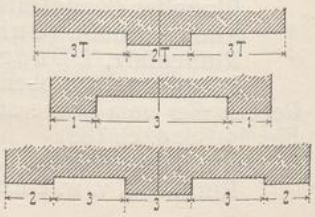
Literatur: [1] Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, Paris 1866, Art. Construction, Voûte etc. — [2] Breymann, Allgem. Baukonſtruktionslehre. Leipzig 1900/04. — [3] Baukunde des Architekten, Berlin 1896, Bd. 1, 1, S. 274. *Weinbrenner.*

Rippenpflaſter, ſ. Straßenbau.

Rippholz dient zur Auflage der Dielen, wo dieſe nicht unmittelbar auf der Balkenlage aufliegen, entſpricht alſo den Polſterhölzern in Oeſterreich; ſ. Fußbodenlager, Bd. 4, S. 223, Fußboden (Holzfußböden), Bd. 4, S. 219. *Weinbrenner.*

Rips (Reps), ſ. Weberei.

Riſalit (Vorlage), vortretender Teil einer Faſſade, dient an langen Gebäuden zur Hervorhebung wichtiger Teile, meiſt der Mitte und der Enden, beſonders um Haupträume des Innern äußerlich auszuzeichnen. Die Stirnſeite des Riſalits



muß mit den Abmeſſungen der zurückliegenden Teile in ſchicklichem Verhältniſſe ſtehen (ſ. die Figuren). *Weinbrenner.*

Risberme, holländiſcher, an der Nordſeeküſte gleichfalls üblicher Ausdruck für Faſchinengrundbett (von Rijs, Strauch).

Riſpe (Windriſpe), ein wagerechtes Längsverbandſtück, das bei Dächern ohne eigentliche Stuhlbildung zur Längsverſteifung dient; ſie liegt mit den Sparrenoberkanten bündig und iſt mit dieſen ober- oder unterhalb verblattet. An den Ecken des Gebäudes aber gegen Längenſchub oder Winddruck noch durch Windſtreben mit den Sparren verbunden, bildet dies in andrer Weiſe eine Art ſtehenden Stuhls (ſ. Dachſtuhl, und zwar Holzdachſtühle 13., Bd. 2, S. 514). *Weinbrenner.*

Riß, ſ. v. w. Bauriß, Bauplan (ſ. d.).

Rißblei, fehr breites Fenſterblei (ſ. d.).

Riſten, ſ. Flachsſpinnerei, Bd. 4, S. 50.

Rittergut, im alten deutſchen Reich, ein Gut, deſſen Beſitzer Ritterdienſte zu leiſten hatte, dafür aber von den Steuern und bäuerlichen Laſten befreit war, Vorrechte, von welchen ſich heute nur noch das Patronats- und das Jagdrecht ſowie die Gutspolizei erhalten haben.

Der wirtſchaftliche Betrieb des meiſt weit ausgedehnten Grundbeſitzes eines ſolchen Gutes erfordert Gebäulichkeiten, die mit ihm unzertrennlich verbunden ſind und aus einem Herrenhaus oder Verwaltergebäude, Stallungen verſchiedenſter Art und Größe, Scheunen, Brennerei, Molkereigebäuden ſowie den nötigen Wohnungen für die Arbeiter beſtehen. Bei deren Anlage hat der Grundſatz zu herrſchen, daß Aufbau ſowohl wie die Unterhaltung aus den Erträgniſſen des Gutes zu beſchaffen ſind und deren Grenzen nie überſchreiten dürfen. Literatur hierüber ſ. unter Gehöfteanlagen, Bd. 4, S. 346 ff. *Weinbrenner.*

Ritterſche Methode der Berechnung von Fachwerken, ſ. Fachwerke, ſtatiſch beſtimmte, Bd. 3, S. 549, und Momentenverfahren.

Rittingerherd, ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 44.

Rittingers Spitzkaſtenapparat, ſ. Sortieren der Trübe.

Ritzmaſchine, ſ. Kartonnagefabrikation, Bd. 5, S. 398.

River diggings, ſ. Diamantwäſcherei.

rm, Abkürzung für Raummeter.

Roburit, ſ. Sprengſtoffe.

Rodinal, ſ. Entwickler.

Rodung, Roden, das Ausſtocken des Waldbodens vor Beginn der Erdarbeiten eines Bahn-, Straßen-, Wieſenbaues u. ſ. w.

Die Arbeit beſteht im Beſeitigen der Stöcke und aller kleineren Wurzeln und Verebnen der dadurch entſtandenen Löcher. Die größeren Wurzelſtöcke werden dabei umgraben, geſprengt und ſodann herausgehoben, die kleineren nach Abhacken der Seitenwurzeln vermittelſt langer Hebelſtangen herausgedreht. Die Beſeitigung eines einzigen Wurzelſtocks von 1 m Durchmeſſer kann auf 4—7 ℳ. zu ſtehen kommen. Das Roden von naſſem, rauhkieſigem Boden mit zahlreichen Hartholzſtämmen ſtellt ſich auf 700—750 ℳ. pro Hektar, bei geringerem Holzbeſtand mit mehr Weichholz und leichterem Boden auf 400—500 ℳ. Bei einer großen Arbeit erſtgenannter Art wurden gezählt pro Hektar an Wurzelſtöcken, am Wurzelhals gemeſſen: 1. 50 Stück von 1 m und mehr Durchmeſſer: 2. 250 Stück von 0,5—1 m Durchmeſſer; 3. 900 Stück von weniger als 0,5 m Durchmeſſer. Dabei war das ſich ergebende Holz den Arbeitern überlaſſen, und dieſe verdienten einen Taglohn im Winter von 2,50 ℳ., im Sommer von 3,50 ℳ. *Lubberger.*

Röhre (Hohlmeißel), Werkzeug der Drechſler, ſ. Drechſlerei, Bd. 3, S. 55.

Röhren, ſ. Rohre, Rohrherſtellung.

Röhrenbrücken (Tunnelbrücken), jene Form vollwandiger eiſerner Balkenbrücken, bei welchen der Ueberbau die Geſtalt einer geſchloſſenen rechteckigen Röhre beſitzt, in deren Innerem der Verkehr über die Brücke ſtattfindet.

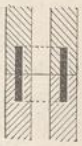
Die erſte Brücke dieſer Art wurde von R. Stephenſon projektiert, als es ſich um die Herſtellung einer Eiſenbahn von Cheſter nach Holyhead und um dadurch bedingte Ueberſetzung des Meeresarmes der Menaiſtraße handelte. Das urſprüngliche Projekt erhielt die Geſtalt einer an Ketten aufgehängten rechteckigen ſchmiedeeiſernen Röhre, doch wurden ſpäter zur Verminderung des ſeitlichen Windangriffs auch Röhren mit kreisförmigem und elliptiſchem Querſchnitt in Ausſicht genommen. Für die ſchließliche Geſtaltung des Projektes ſowie überhaupt für die weitere Erkenntnis des Verhaltens genieteter Träger waren aber die Verſuche von Bedeutung, die von Hodgkinſon und Fairbairn in London durchgeführt worden ſind [1]. Dieſelben ergaben die Ueberlegenheit des rechteckigen Röhrenquerſchnittes und veranlaßten Stephenſon, die Kette ganz wegzulaſſen und die Röhre freitragend anzuordnen. In den Jahren 1846—1850 wurden hiernach die beiden großen Brücken in der oben erwähnten Bahnlinie, nämlich die Conway- und die Britanniabrücke über die Menaiſtraße, erbaut [2]. Die

erſtere hat nur eine Oeffnung von ca. 122 m Spannweite, die letztere beſitzt vier Oeffnungen, zwei von 140,2 m und zwei von 70,4 m lichter Weite, die mit zwei nebeneinander liegenden, je ein Eiſenbahngleis überführenden durchgehenden Röhren überſpannt ſind. Boden und Decke der Röhre beſteht aus einer doppelten Blechhaut, die durch Blechträger zellenförmig unterteilt iſt. Die ſeitlichen Blechwände der Röhre ſind durch Winkeleiſen und über den Auflagern durch innen eingenietete gußeiſerne Rahmen ausgeſteift. Das Syſtem der Röhrenbrücken hat ſpäter noch bei einigen andern Bauwerken, und zwar bei der Brücke über den Aireſluß bei Brotherton [3] mit 86,6 m Spannweite und bei der Viktoriabrücke bei Montreal [4], Anwendung gefunden. Die letztere hat 25 Oeffnungen, von denen die mittlere 100,6 m, die übrigen 72,9 m Weite beſitzen. Es ſind aber dieſe, allerdings für die damalige Zeit bedeutenden Ausführungen vereinzelt geblieben, da mit der Ausgeſtaltung der gegliederten Träger eine Konſtruktionsform gefunden wurde, die ſich im Materialaufwande weitaus ſparſamer und vorteilhafter erwies.

Literatur: [1] Allgemeine Wiener Bauztg. 1849, S. 175. — [2] The Britannia and Conway Tubular-Bridges by E. Clark, London 1850; An account of the construction of the Britannia and Conway Tubular-Bridges by W. Fairbairn. — [3] Zeitſchr. für Bauweſen 1853, S. 267. — [4] Ebend. 1858, S. 489, und 1860, S. 539.

Melan.

Röhrenbüchſe dient zur Verbindung (Verbüchſen) von Holzröhren. Die Rohrenden ſtoßen ſtumpf zuſammen, und in vorbereitete ringförmige Schlitze wird ein kurzes ſchmiedeeiſernes Rohrſtück, die Röhrenbüchſe, ſtraff eingepaßt (ſ. die Figur). — Vgl. a. Einſchnäuzen, Bd. 3, S. 245.



Treptow.

Röhrenbündel, ſ. Tiefbohren.

Röhrenfabrikation, ſ. Rohrherſtellung.

Röhrenflächen werden umhüllt von einer Kugel von konſtantem Radius R, deren Mittelpunkt ſich auf einer Kurve bewegt.

In jedem Punkt der Röhrenfläche iſt der eine Hauptkrümmungsradius gleich R. Die Differentialgleichung der Fläche iſt:

$$R^2(rt-s^2)-R\left\{(1+q^2)r-2pqs+(1+p^2)t\right\}\sqrt{1+p^2+q^2}+(1+p^2+q^2)^2=0,$$ wo

$$p=\frac{\partial z}{\partial x};\ q=\frac{\partial z}{\partial y};\ r=\frac{\partial^2 z}{\partial x^2};\ s=\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y};\ t=\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}.$$

Wölfling.

Röhrenpreſſe, ſ. Drainröhrenpreſſe und Rohrherſtellung.

Römerſtraßen umſpannten mit einem vom Forum romanum zu Rom ausgehenden ausgedehnten Netz von 10220 geographiſchen Meilen Geſamtlänge das zur Zeit Trajans (98—117 n. Chr.) ſeinen größten Umfang erreichende Römiſche Reich. Die in der k. k. Bibliothek zu Wien befindliche Kopie der Tabula Peutingeriana ([1], S. 256) gibt ein Bild dieſes Straßennetzes, von welchem einzelne Teile noch heute erhalten und zum Teil ſogar noch in Benutzung ſind, wie z. B. die unter dem Zenſor Appius Claudius 312 v. Chr. entſtandene Via Appia und die vom Konſul Flaminius 187 v. Chr. angelegte Via Flaminia ([1], S. 227). Weitere Ueberreſte finden ſich in Deutſchland [3], in der Schweiz (Alpenpäſſe [1], S. 244) ſowie in Frankreich [4], in Oeſterreich und Bosnien [5]. Die Linienführung ſowie die Bauart der Römerſtraßen weichen weſentlich von der jetzt üblichen ab.

Die Linienführung war nicht, wie jetzt üblich, dem Gelände und der wirtſchaftlichen Ausnutzung der Zugtiere angepaßt, ſondern entſprach insbeſondere bei den Haupt- und Heerſtraßen mehr den militäriſchen Bedürfniſſen. Es wurde möglichſt geſucht, die gerade Linie einzuhalten, man vermied enge Täler und Schluchten und ſuchte des beſſeren Ueberblicks wegen Höhenrücken zu benutzen, wobei vor Damm- und Brückenbauten, tiefen Einſchnitten und ſtarken Steigungen (bis zu 10%) nicht zurückgeſchreckt wurde. In Italien ſelbſt unterſchied man „viae publicae“ (Heerſtraßen und Vizinalwege), „viae privatae“ (Privat- und Feldwege) und verſtand unter „iter“ einen Fußweg. Die „viae publicae“ wurden mit Meilenſteinen im Abſtande eines Millariums (1000 römiſche Doppelſchritte = 1,5 km) verſehen. Sie zeigten in ihrer Oberfläche drei Teile: die zur ſeitlichen Abwäſſerung gewölbt angelegte, 4—7 m breite eigentliche Fahrbahn (agger) und die beiden durch Bordſteine abgetrennten Seitenwege (margines), die in der Regel halb ſo breit wie der Fahrdamm und bisweilen erhöht angelegt wurden [1], S. 237. — Die Befeſtigung der Straßenoberfläche bezw. des Straßenkörpers ſetzte ſich bei einer Geſamtſtärke von 1—1,25 m aus verſchiedenen Schichten zuſammen, die eine Art Mauerwerk bildeten. Auf den in der Regel geſtampften Boden kam zuerſt eine Lage großer, in Mörtel verlegter flacher Steine (statumen), auf dieſe eine 25 cm ſtarke Schicht fauſtgroßer Steine in Mörtel (rudus oder ruderatio), dann eine zweite derartige Schicht von 25 cm Stärke aus kleinem Steinmaterial (nucleus) und endlich eine 20—30 cm ſtarke Lage von Sand und Kies in Mörtel (summum dorsum oder summa crusta). Bisweilen kam auch ein über dem statumen zwiſchengeſtampfter Lehmſchlag vor. Wurde das damals vielfach übliche, aus großen vieleckigen Steinen beſtehende Pflaſter verwendet, ſo wurde dieſes auf die mit ruderatio bezeichnete Schicht verlegt [1], S. 236. In den übrigen Ländern paßte ſich die Befeſtigung des Straßenkörpers der Natur des Bodens und den Bedürfniſſen an. Bei felſigem Untergrunde wurde vielfach von einem beſonderen Unterbau abgeſehen, z. B. im Karſtgebiet in Bosnien, wo man ſich damit

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

begnügte, ähnlich wie im alten Griechenland, Fahrrinnen für die Räder in den Fels einzuarbeiten [1], S. 251. Wo Steinmaterial nicht vorhanden war, z. B. am Unterrhein, beſtanden die Straßen aus einem Erddamm, der mit Gräben eingefaßt war und deſſen oberer Teil mit einer Kiesdecke von 35—50 cm abgedeckt wurde [1], S. 248. In den grundloſen Mooren Norddeutſchlands wurden Bohlenwege aus Faſchinen und Bohlenlagen angelegt [1], S. 249, und [6], oder es wurden Pfähle eingerammt, auf dieſe Längsbalken gelagert und mit Querbohlen überdeckt. Die Fahrbahn hatte hier in der Regel nur eine Breite von 3 m. Zum Teil auf vorgekragten Balken ruhende Straßenkörper zeigt auch die mit halber Breite in den Fels eingeſprengte Straße von Tiberius an der Donau und die Trajanſtraße am Kaſanpaß [1], S. 252.

Literatur: [1] Merckel, Kurt, Die Ingenieurtechnik im Altertum, Berlin 1899, S. 226—263. — [2] Bergier, Histoire des grands chemins de l'empire Romain, Bruxelles 1728. — [3] v. Veith, Die Römerſtraßen Köln-Reims-Trier, Jahrb. d. Ver. von Altertumsfreunden im Rheinlande, Heft LXXX; Schneider, Die römiſchen Militärſtraßen des linken Rheinufers, ebend., Heft LXXII und LXXX. — [4] Die in Frankreich aufgefundene Römerſtraße von 22000 m Länge, Le Cosmos, Revue des sciences et leur application, 1886, S. 211. — [5] Ballif, Römiſche Straßen in Bosnien und der Herzegowina, Wien 1893. — [6] v. Alten und Oſthof, Römiſche Bohlenwege in Oldenburg, Wochenbl. f. Arch. und Ingen. 1881, S. 295.

L. v. Willmann

Römiſche Erde, ſ. Umbra.

Röntgenſtrahlen. Kathodenſtrahlen (ſ. d.) haben die Eigenſchaft, geradlinig in ſenkrechter Richtung von der Kathode aus ſich fortzupflanzen und — nach Lenards Entdeckung — durch ein Aluminiumfenſter aus der Hittorfſchen Röhre ſogar in Luft auszutreten. Wie das Glas, ſo werden auch andre Körper durch die Kathodenſtrahlen fluoreszierend und ſenden in dieſem Zuſtande — das iſt die Entdeckung Röntgens vom Jahr 1895 [1] und [2] — eine beſondere Art unſichtbarer Strahlen aus, welche ſich ſowohl von den Licht- und Wärmeſtrahlen als auch von den Kathodenſtrahlen durch weſentliche Eigenſchaften unterſcheiden. Während dieſe Strahlen (X-Strahlen) wie die Licht- und Wärmeſtrahlen Fluoreszenz- und Phosphoreszenzerſcheinungen hervorrufen können — beſonders iſt das Kaliumplatincyanür durch dieſe Strahlen leicht zur Fluoreszenz erregbar —, ſo wirken ſie, abgeſehen von einer allgemeinen Wirkung auf den lebenden Organismus, nicht oder faſt nicht auf das Auge, ſind keiner Reflexion, keiner Brechung, keiner Doppelbrechung fähig, ſchwärzen aber, ähnlich den Lichtſtrahlen, die photographiſche Trockenplatte. Während die Kathodenſtrahlen durch einen genäherten Magnet aus ihrer Richtung abgelenkt werden, ſind die Röntgenſtrahlen der magnetiſchen Ablenkung nicht unterworfen. Wie die Körper gegen Licht- und Wärmeſtrahlen ſich verſchieden durchläſſig zeigen, durchſichtig, durchſcheinend, farbig durchſichtig, undurchſichtig, diatherman, thermochroiſch, atherman ſind, ſo zeigen die Körper auch den Röntgenſtrahlen gegenüber ein beſonderes Verhalten. Die Strahlen gehen durch Holz, Papier, Hartgummi, überhaupt durch Subſtanzen, die aus Metalloiden beſtehen, mit Leichtigkeit durch, während ſie von Metallen und deren Verbindungen um ſo ſtärker abſorbiert werden, je höher im allgemeinen deren ſpezifiſche Gewichte ſind. Doch beſteht keine genaue Proportionalität. Im Gegenteil, es gibt je nach der Bildung verſchiedene Arten von Röntgenſtrahlen, für welche dieſelben Körper ein verſchiedenes Maß der Durchläſſigkeit zeigen. Dieſe Unterſchiede hängen ab von dem Grade der Evakuierung der Röntgenröhren und von der dadurch teilweiſe bedingten Spannung der Entladungsfunken.

Röntgen unterſcheidet weiche, d. h. weniger ſtark evakuierte, und harte, ſtark evakuierte Röhren, und dementſprechend ſpricht man von weichen und von harten Röntgenſtrahlen mit niederer bezw. mit hoher Spannung (Potentialabfall) der erzeugenden Kathodenſtrahlen. Die Durchläſſigkeit der Körper für die Strahlen nimmt mit der Härte der Strahlen zu; bei Strahlen mittlerer Beſchaffenheit iſt der Durchläſſigkeitsunterſchied zwiſchen Knochen und Weichteilen des Körpers am größten, daher liefern ſowohl zu weiche als zu harte Röhren ſchlechte photographiſche Bilder anatomiſcher Objekte. Eine beſondere Eigenſchaft haben die Röntgenſtrahlen mit den ultravioletten Lichtſtrahlen gemeinſam; ſie wirken auf elektriſch geladene Körper entladend, mit dem Unterſchied, daß dieſe Wirkung poſitive und negative Ladungen gleich betrifft, während die ultravioletten Strahlen nur negative Ladungen vernichten. Die genauere Prüfung zeigt, daß die von den Röntgenſtrahlen getroffenen Körper neue Strahlen, Sekundärſtrahlen, ausſenden, beſtehend teils, wie die Kathodenſtrahlen, aus Elektronen, teils aus ſehr weichen Röntgenſtrahlen. K. Hahn [3], nach Vorgang von A. Righi, konnte zeigen, daß die allgemeine Elektrizität zerſtreuende Wirkung den Sekundärſtrahlen zuzuſchreiben iſt, daß aber die Röntgenſtrahlen poſitive Ladungen der Körper bewirken, beſonders auf ſehr dünnen Metallplatten.

Als Apparate zur Erzeugung von Röntgenſtrahlen dienen kräftige Induktionsapparate, die Funken von mindeſtens 3—5 cm Schlagweite liefern, und die damit verbundenen Entladungsröhren, Röntgenröhren oder Röntgenlampen, ſtark (bis auf einige Milliontel) evakuierte

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hittorfſche Röhren verſchiedener, meiſt kugeliger Geſtalt. Während in den anfänglich gebrauchten Röntgenröhren die fluoreszierende Stelle der Glaswand als Ausgangspunkt der Strahlen diente, läßt man jetzt die Kathodenſtrahlen im Innern der Lampe auf ein unter 45° gegen die Strahlen geneigtes Platinablech fallen und konzentriert die Wirkung möglichſt auf einen Punkt dadurch, daß man der Kathode die Geſtalt eines Hohlſpiegels gibt, in deſſen Fokus ſich das Platinaplättchen befindet, welches auf der von den Kathodenſtrahlen getroffenen Seite nach allen Richtungen, alſo nicht nach Art einer Reflexion, die Röntgenſtrahlen ausſendet. Röntgen hat gezeigt, daß bis nahe dem Winkel 90° mit dem Einfallslot der Platte die Intenſität in verſchiedenen Richtungen dieſelbe iſt. Die Beſtrebungen der Technik zur Vervollkommnung der Röntgenröhren richten ſich hauptſächlich gegen die Eigenſchaft derſelben, beim Gebrauch fortſchreitend härter zu werden infolge einer durch die Entladungen bewirkten zunehmenden Verdünnung des noch vorhandenen Gasreſtes. Die Gasteilchen werden wahrſcheinlich durch die von der Antikathode, dem Platinaplättchen beim Anprall der Elektronen abgeſchleuderten Stoffteilchen gebunden. Man vermindert die Temperatur der bis zum Glühen ſich erhitzenden Antikathode durch Kühlvorrichtungen, teils Waſſerkühlung, teils Luftkühlung, man verbindet die Antikathode leitend mit der Anode, man verbindet die Röhre mit einem den Gasdruck regulierenden Apparat. Die mit den jährlichen Röntgenkongreſſen ſeit Frühjahr 1905 [4] verbundenen Röntgenausſtellungen in Berlin zeigen die neueſten Verbeſſerungen. Von beſonderer Wichtigkeit für gute Wirkungen der Röhren ſind auch die Stromunterbrecher. Der Platinaunterbrecher hat zu kleine Wechſelzahl, der Queckſilberunterbrecher iſt in ſeiner bisherigen Form zu kurz gebrauchsfähig, der Wehneltſche elektrolytiſche Unterbrecher gibt nicht die erwünſchten plötzlichen Stromöffnungen. Neuerdings empfiehlt die Berliner Elektrizitätsgeſellſchaft Sanitas ihren Rotax benannten Unterbrecher mit zugehörigem Röntgeninſtrumentarium als eine Verbindung der Vorzüge des Wehnelt- und des Queckſilberunterbrechers unter Vermeidung von deren Nachteilen.

Zur Theorie der Röntgenſtrahlen iſt hervorzuheben, daß die Verſuche über Brechung [5], Beugung, Polariſation [6], Fortpflanzungsgeſchwindigkeit [7], letztere gleich derjenigen des Lichtes, dazu berechtigen, ſie wie das Licht als transverſale Aetherſchwingung zu betrachten mit einer vielmal kleineren Wellenlänge und entſprechend größeren Schwingungszahl, als ſie dem violetten Lichte zukommt. Die ſehr geringe Brechbarkeit erklärt ſich nach der Disperſionstheorie von Helmholtz als Folge der ſehr kleinen Wellenlänge.

Ueber die Verwendung der Röntgenſtrahlen iſt hauptſächlich deren Gebrauch in der Medizin zu erwähnen, teils zu diagnoſtiſchem teils zu therapeutiſchem Zwecke. Beim erſteren Gebrauch dienen Strahlen mittlerer Härte, welche nicht bloß Knochen von Weichteilen des Körpers bei der Durchleuchtung unterſcheiden laſſen, ſondern teilweiſe auch dieſe voneinander. Für die Erzeugung von Augenblicksbildern eignet ſich der mit Platincyanür bedeckte Schirm, für die Erzeugung bleibender Bilder die Photographie. Den Vorteil kurzer Belichtung, welche erſteres Verfahren gegenüber dem zweiten bietet, und den Vorteil der länger möglichen Prüfung des Bildes beim zweiten Verfahren verbindet neuerdings der Schwefelzinkſchirm von Buchler & Co. in Braunſchweig, vgl. [8].

Beim therapeutiſchen Gebrauch werden nur ganz weiche Strahlen verwendet, denen die zu behandelnden Organe je etwa 10 Minuten ausgeſetzt werden. Es iſt beſonders eine Reihe von bisher zum Teil unheilbaren Hautkrankheiten, welche mit gutem Erfolge der Röntgenbehandlung unterworfen werden. Ueber die Röntgenliteratur bieten ſeit 1896 eine möglichſt vollſtändige Ueberſicht die Beiblätter zu den Annalen der Phyſik. Eingehendere Schilderungen der Fortſchritte in techniſcher und theoretiſcher Hinſicht gibt das Jahrbuch der Naturwiſſenſchaften von Wildermann. Als Einzelſchriften beſonders zur techniſchen Belehrung in der Röntgenologie ſind zu empfehlen [9] und [10].

Literatur: [1] Röntgen, W. C., Ueber eine neue Art von Strahlen, Sitzungsber. d. Würzburger Phyſikal.-medizin. Geſellſchaft 1895, zweite Mitteilung 1896. — [2] Derſ., Weitere Beobachtungen über die Eigenſchaften der X-Strahlen, Berliner Akad.-Ber., Bd. 26, S. 576/592. — [3] Ann. d. Phyſ., 28, 1905, S. 140 ff. — [4] Phyſikaliſche Zeitſchr., 6, 1. Juni 1905. — [5] Winkelmann und Straubel, Ueber einige Eigenſchaften der X-Strahlen, Jena 1896. — [6] Barkla, C. G., Nature, 69, 1904, S. 463. — [7] Marx, E., Phyſikal. Zeitſchr., 6, 1905, S. 768. — [8] Dannenberg, Elektrotechn. Zeitſchr. 27, 1906, S. 1021. — [9] Donath, B., Die Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenſtrahlen, 2. Aufl., Berlin 1903. — [10] Deſſauer, Fr., Röntgenologiſches Hilfsbuch, Würzburg 1904. — [11] Parzer-Mühlberger, A., Röntgen-Photographie, Berlin 1908. *A. Schmidt.*

Röring, der Ring des normalen Schiffsankers; ſ. Anker.

Röſch (in öſterreichiſcher Mundart auch riſch und raſch), in der naſſen Aufbereitung ſ. v. w. grob, z. B. röſches Korn iſt gröberes Korn von etwa 2—4 mm Durchmeſſer, während das feinere Korn unter 2 mm Durchmeſſer zäh oder zach genannt wird (vgl. z. B. Pochwerk). *Treptow.*

Röſchhäuptel, ſ. Sortieren der Trübe.

Rößchen, Rößchenſtuhl, ſ. Wirkerei.

Röſtbitter (Aſſamar), ſchwach bitterer brauner Stoff, welcher beim Röſten von Zucker, Stärke, Gummi, Fleiſch, Brot u. ſ. w. entſteht.

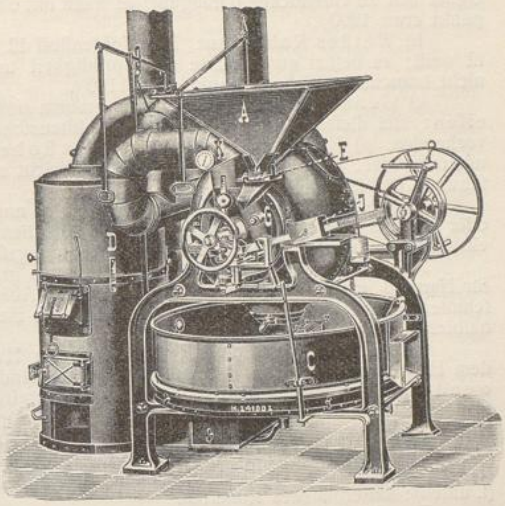
Röſten, Röſtapparat, Röſtofen, Röſttrommel, Erhitzung von Materialien aller Art in den genannten Apparaten zu beſtimmter Temperatur, um ſie für Weiterverwendung durch dieſen Zwiſchenprozeß geeignet zu machen.

1. Röſten der Erze, Zuſchläge, Zwiſchenprodukte (bei der Darſtellung einzelner Metalle).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Es bezweckt durch Erhitzen (auf Temperaturen unter dem Schmelzpunkt) eine chemiſche und (oder) phyſikaliſche Veränderung derſelben. Ueber die verſchiedenen Röſtprozeſſe und die dabei angewendeten Oefen vgl. Blei, Gold, Kupfer, Nickel, Queckſilber, Roheiſen, Schwefel, Silber, Zink. Hierbei kommen auch die unter Metallurgie erwähnten Kiesöfen (Kilns) und der Herreshoff-Ofen zur Beſprechung.

2. Röſten von Kaffee, Getreide, Malz, Kakao, Zichorie, Feigen u. ſ. w. Es erfolgt in kugelförmigen oder zylindriſchen Gefäßen mit Hilfe der Gaſe einer Koks- oder Gasfeuerung, die die Röſttrommel entweder nur von außen erhitzen oder die ſie zunächſt von außen umſpülen und dann in die Röſttrommel eintreten oder die nur durch die Röſttrommel hindurchgeführt werden; in den beiden letzten Fällen wird die Röſtung vorteilhaft beſchleunigt (Schnellröſtapparate). Das Anbrennen des Röſtguts bei längerer Berührung mit den Trommelwandungen kann dadurch vermieden werden, daß durch Anwendung wärmeiſolierender Schichten die Erhitzung der Trommelwandungen beſchränkt wird, vgl. z. B. D.R.P. Nr. 106218. Bei dem Röſtapparat von G. W. Barth in Ludwigsburg (ſ. die Figur) fällt das Röſtgut aus dem Einfülltrichter *A* nach Ziehen des Schiebers *E* in die ſich drehende Röſtkugel. Die in dem Ofen *D* erzeugten Heizgaſe ſtrömen durch die Röſtkugel hindurch, wobei das Röſtgut durch den Strom der Heizgaſe hindurchfällt, deren Temperatur das Pyrometer *K* anzeigt. Ein aus einer Art Wage beſtehender Sicherheitsregulator *J* zeigt auf Grund des Gewichtsverluſtes, der bei Kaffee etwa 18% beträgt, die Beendigung der Röſtung an. *G* iſt ein Probenehmer. Iſt die Röſtung beendigt, ſo wird das Röſtgut in das Kühlſieb *C* entleert, in dem es durchgerührt und mittels eines von einem Exhauſtor erzeugten Luftſtroms gekühlt wird. — Bei anderen Apparaten derſelben Firma wird die Röſtkugel nach Beendigung der Röſtung ſelbſttätig von der Feuerung entfernt. S. a. Kaffeeſurrogate, Bd. 5, S. 280.



3. Röſten der Stärke zur Herſtellung des Röſtgummis, vgl. Dextrinfabrikation, Bd. 2, S. 728.

4. Röſten des Flachſes, ſ. Flachsſpinnerei, Bd. 4, S. 50. *A. Widmaier.*

Röſtgummi, ſ. Dextrinfabrikation.

Röt, ſ. Buntſandſteinformation, Bd. 2, S. 404.

Rötel, ſ. Eiſenrot.

Rötelſchiefer, an Eiſenoxyd reiche, braunrote, erdige, ſtark abfärbende milde, weiche Schiefertone, die im feuchten Zuſtand ſehr fett und ſchmierig ſind, im trockenen leicht zerbröckeln. Beſonders häufig im Rotliegenden und Buntſandſtein und, wenn ſandfrei, zu Herſtellung von Rötel, rotem Farbſtift und Farbe benutzbar. *Leppla.*

Roharbeit (Rohſchmelzen), bei Hüttenprozeſſen in der Regel das erſte Schmelzen, beim Herdfriſchen der erſte Teil des Friſchprozeſſes. *Beckert.*

Rohbau, ein in ſeinen Mauerteilen beendeter und unter Dach gebrachter Bau, dem noch der innere Ausbau ſowie jeglicher Verputz fehlt.

In dieſem Zuſtande, in dem alle Konſtruktionen unverdeckt zutage liegen, wird der Bau an den meiſten Orten polizeilich beſichtigt (Rohbauabnahme), bevor die Erlaubnis zum Weiterbauen bezw. zur Ausführung des inneren Ausbaues erteilt wird. Unter Backſteinrohbau wird meiſt ein Bau verſtanden, deſſen Außenwände auf der Außenſeite ohne Putz verbleiben ſollen und daher in der Regel aus Verblendbackſteinen oder aus einer beſſeren Sorte von Backſteinen hergeſtellt ſind. *L. v. Willmann.*

Rohbruch, Eigenſchaft des Schmiedeeiſens, bei zu großem Siliciumgehalt in der Hitze oder in der Kälte leicht zu brechen. *Beckert.*

Roheiſen, Roheiſenherſtellung. Als Roheiſen bezeichnet man diejenigen Legierungen von Eiſen mit Kohlenſtoff, Silicium, Mangan, Schwefel, Phosphor u. ſ. w., welche ſich von dem ſchmiedbaren Eiſen (ſ. Eiſen, Flußeiſen, Schweißeiſen, Stahl) unterſcheiden: 1. durch einen höheren Gehalt (mindeſtens 2,5%) an Nebenbeſtandteilen (Kohlenſtoff u. ſ. w.) — mit Ausnahme der Spezialſtähle (ſ. Stahl) —; 2. durch geringe Dehnbarkeit und Elaſtizität (manche Roheiſen ſind geradezu ſpröde); 3. durch geringere Zugfeſtigkeit (ſ. d.); 4. durch

niedrigere Schmelztemperatur (etwa 1050—1250° C.); 5. durch geringeren Wärmeaufwand zum Schmelzen; 6. durch den Mangel an Schmiedbarkeit; 7. durch leichtere Gießbarkeit.

Einteilung des Roheisens. Nach dem Aussehen der Bruchfläche unterscheidet man:

a) Graues Roheisen: Ein erheblicher Teil des Kohlenstoffs ist als Graphit ausgeschieden und zwischen das Gefüge eingelagert, diesem eine graue Farbe verleihend. Das graue Roheisen eignet sich zu Gußstücken (Grauguß); es kann mit Stahlwerkzeugen bearbeitet werden. Schmelzpunkt etwa 1200°.

b) Weißes Roheisen: Der Kohlenstoff ist im Eisen gelöst. Die Farbe der Bruchfläche ist weiß; es besitzt große Härte und Sprödigkeit und ist deshalb für gewöhnliche Gußwaren nicht brauchbar. Schmelzpunkt etwa 1100°.

c) Uebergangsstufen zwischen grauem und weißem Roheisen: α) Punktiertes Roheisen: Bei diesem sind nur geringe Graphitausscheidungen als Punkte im weißen Roheisen vorhanden. β) Halbiertes oder meliertes Roheisen: Weiße und graue Teile befinden sich untereinander; überwiegen die weißen, so spricht man von stark halbiertem, andernfalls von schwach halbiertem Roheisen.

Es gibt auch Roheisen, bei dem sich infolge ungleichmäßiger Abkühlung eine weiße, mehr oder weniger breite Schicht an eine graue anschließt, wobei der Uebergang zwischen beiden ein scharf getrennter ist oder durch die Uebergangsstufen hindurch allmählich erfolgt.

Man verwendet für gewöhnliche Gußwaren graues Roheisen (Gießereiroheisen, Gußeisen), für Hartguß graues Roheisen, das bei rascher Abkühlung als weißes Roheisen erstarrt, für schmiedbaren Guß weißes Roheisen und für die Herstellung des schmiedbaren Eisens graues, halbiertes und weißes Roheisen.

Bezeichnungen des Roheisens im Handel: a) nach dem Ursprungsland, dem Hüttenwerk u. s. w., z. B. Schottisches, Siegerländer, Luxemburger u. s. w.; b) nach der Verwendung: Puddel-, Bessemer-, Thomas-, Gießereiroheisen; Stahleisen ist zur Stahlherstellung geeignetes Roheisen; c) nach den bei der Herstellung hauptsächlich verwendeten Erzen: z. B. Hämatit-, Minetteroheisen; d) nach der Qualität beim Gießereiroheisen, wofür die Bezeichnungen I (bestes) bis VII (geringstes) dienen; e) nach dem bei der Darstellung verwendeten Brennstoff: Koks-, Holzkohlenroheisen; f) nach der Temperatur des Gebläsewinds (s. unten): kalterblasenes Roheisen.

Zum Roheisen rechnet man ferner gewöhnlich noch die Ferrolegierungen, die gleiche Eigenschaften wie das Roheisen besitzen. Sie unterscheiden sich vom gewöhnlichen Roheisen durch einen verhältnismäßig hohen Gehalt an den entsprechenden Elementen. Es gehören hierher: das Spiegeleisen, Ferromangan, Ferrosilicium, Silikospiegel u. s. w. (s. Eisenlegierungen, Bd. 3, S. 367).

Die Herstellung des Roheisens erfolgt aus den Eisenerzen und andern Eisenoxyden fast ausschließlich im Hochofen, der einen Bestandteil der Hochofenanlage bildet; über die Darstellung im elektrischen Ofen vgl. [1].

Der Hochofenprozeß.

A. Allgemeines.

Einrichtung einer Hochofenanlage (Fig. 1). In den mit wechselnden Lagen von Erz und Koks gefüllten (beschickten) Hochofen wird im unteren Teil Luft (Wind) eingeblasen, der von einer Gebläsemaschine geliefert wird. In den meisten Fällen wird der Wind vor dem Einführen in den Hochofen erhitzt, welchem Zwecke die Winderhitzer dienen, deren üblichste Anordnung die folgende ist: In einem hohen, zylindrischen, luftdicht vernieteten Kessel befinden sich hocherhitzte feuerfeste Steine, die so aufeinander gesetzt sind, daß Kanäle entstehen, welche der von der Gebläsemaschine gelieferte (kalte), durch die Kaltwindleitung zugeführte Wind durchstreicht, wobei er sich an den Steinen erhitzt. Der heiße Wind geht dann durch die mit feuerfesten Steinen ausgemauerte Heißwindleitung zum Heißwindring des Hochofens. Von diesem aus wird er durch die Düsenstöcke und die Formen in das Gestell des Hochofens

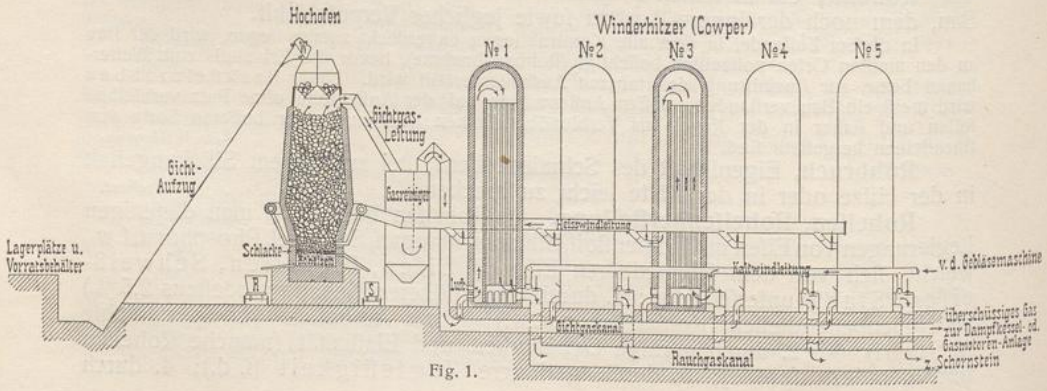


Fig. 1.

eingeführt. Hier findet die Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlenoxyd statt, das reduzierend auf die Eisenerze einwirkt. Das reduzierte Eisen nimmt Kohlenstoff und das aus der Beschickung reduzierte Silicium, Mangan u. s. w. auf, so daß Roheisen entsteht; dieses sammelt sich im tiefsten Teil des Gestells (Eisensack) an. Auf dem Roheisen schwimmt eine flüssige Schlacke, die sich aus den erdigen Bestandteilen der Erze und aus der Koksasche bildet. Von Zeit zu Zeit werden Schlacke und Roheisen aus dem Hochofen entfernt („abgestochen"). Das aus der Gicht des Hochofens strömende Gichtgas ist infolge hohen Kohlenoxydgehalts brennbar. Es enthält in der Regel mehr oder weniger große Mengen Staub, die man in Gasreinigern auszuscheiden sucht. Ein Teil des durch die Gasleitung abgeführten Gichtgases dient zur Erhitzung der feuerfesten Steine der Winderhitzer, während der übrige Teil unter Kesseln zur Dampferzeugung verbrannt oder zum Betrieb von Gasmaschinen verwendet wird.

Das Erhitzen der feuerfesten Steine der Winderhitzer erfolgt langsamer als ihre Abkühlung (um eine bestimmte Anzahl Temperaturgrade) durch den kalten Wind. Es sind deshalb mehrere Winderhitzer notwendig (in der Regel 4—5), von denen nur einer, z. B. Nr. 3 in Fig. 1, zum Erhitzen des Gebläsewinds dient, während in den andern (Nr. 1, 2, 4 und 5 in Fig. 1) die Gichtgase verbrannt und deren feuerfeste Steinfüllungen erhitzt werden. — Die Temperatur des erhitzten Gebläsewinds sinkt allmählich. Damit die Temperaturabnahme keine zu große wird, wechselt man von Zeit zu Zeit — in der Regel jede Stunde — und leitet den Wind durch einen andern Winderhitzer, während der vorher „unter Wind" gewesene Winderhitzer durch Zuführen von Gichtgas wieder beheizt wird. Jeder Winderhitzer muß demnach (Fig. 1) an die Kaltwind-, die Heißwind-, die Gichtgasleitung und an den Rauchgaskanal samt Schornstein (Esse) — je mit einem Abschlußorgan (Schieber u. s. w.) — angeschlossen sein und außerdem eine verschließbare Einströmungsöffnung für die zur Verbrennung des Gichtgases notwendige Luft besitzen. Bei dem jeweils „unter Wind" stehenden Winderhitzer, z. B. bei Nr. 3 in Fig. 1, sind nur seine Verbindungen mit der Kalt- und der Heißwindleitung offen, während die übrigen geschlossen sind, bei den „unter Gas" stehenden Winderhitzern (Nr. 1, 2, 4 und 5) sind dagegen ihre Verbindungen mit dem Gas- und dem Rauchkanal und die Lufteinströmungsöffnung offen und die übrigen geschlossen.

Weitere Bestandteile einer Hochofenanlage bilden die Lagerplätze und Vorratsbehälter für Koks und Erze, zu deren Transport auf die Gicht des Ofens die Gichtaufzüge (s. d. und Schrägaufzüge) dienen. Bei jedem Hochofen befindet sich ferner eine Gießhalle für den Fall, daß das Roheisen nicht in flüssigem Zustande weitertransportiert wird, sondern Roheisenmasseln gegossen werden sollen. Ueber sonstige Einrichtungen s. unten.



Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.


Fig. 5.

B. Einzelheiten.

1. Hochöfen.

a) Hochofenprofile. Die innere Begrenzung — das Profil — der Hochöfen zeigt am häufigsten die in Fig. 2 angegebene Form. Einige Abweichungen hiervon sind in Fig. 3 (kegelförmiges Gestell, zylindrischer Kohlensack, oberer Teil des Schachts zylindrisch), Fig. 4 (zylindrischer Schacht [selten]), Fig. 5 (gekrümmtes Profil [selten]) dargestellt. Der Querschnitt der Hochöfen ist rund, sehr selten oval [2].

b) Abmessungen. Vergleiche ausgeführter Hochöfen ergeben folgende Abmessungen der in der Tabelle angegebenen Größen [3]:

Bei einer Erzeugung in 24 Stunden t	Gestell-durchmesser m	Gestell-höhe m	Formenhöhe über dem Boden m	Schlacken-formhöhe	Gicht-durchmesser m	Schacht-winkel α	Raftwinkel β
40—60	2—2,5	1,5	1,2—1,3	zwei Drittel der Wind-formen-höhe	3,5—3,8	86°	73—76°
61—150	2,5—3,5	bis zu 2	1,3—1,8		3,8—4,9		
151—350	3,5—4	„ „ 2,5					
351—600	4—4,7	„ „ 3,1	1,8—2,6				

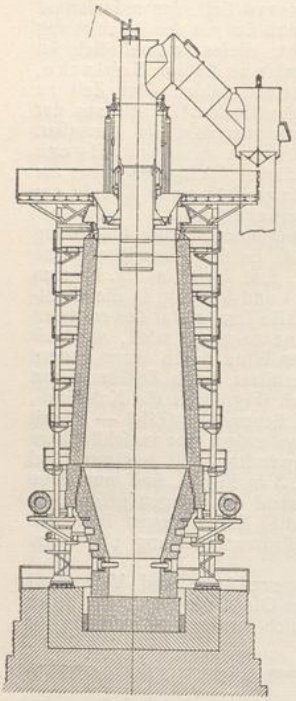
Die Höhe der Hochöfen ist im besonderen durch die Beschaffenheit des Brennstoffes und der Erze beschränkt. Bei Holzkohlenhochöfen schwankt die Höhe zwischen 8 bis 16,5 m, bei Kokshochöfen zwischen 18 bis 30,5 m (durchschnittlich 22—25 m). Der Rauminhalt eines Hochofens ist neben dem Eisengehalt und dem Grad der Reduzierbarkeit der Beschickung, der Beschaffenheit des Brennstoffs, der Windmenge, der Windtemperatur und der Art des erzeugten Roheisens von Bedeutung für die Leistung. Einen allgemeinen Anhalt gibt folgende Tabelle:

Für 1 t in 24 Stunden zu erblasendes Roheisen sind notwendig
für Thomaseisen aus leichtreduzierbaren Erzen . . . . . 2,5—3 cbm
„ „ „ mittel- bis schwerreduzierbaren Erzen . . . . 3,0—4,5 „
„ Spiegeleisen aus Spateisenstein . . . . . 4,5—5,5 „
„ Gießereiroheisen aus manganarmen Erzen . . . . . 5,5—7,5 „

Die neueren Kokshochöfen besitzen einen zwischen 300 und 800 cbm liegenden Rauminhalt.

Aufbau des Hochofens.

α) Der Schacht bildet entweder einen Teil für sich (Fig. 6) oder baut sich unmittelbar auf die Rast auf (Fig. 8), so daß die Last des Schachts unter Vermittlung des Tragrings durch



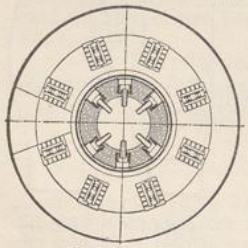


Fig. 6 und 7.

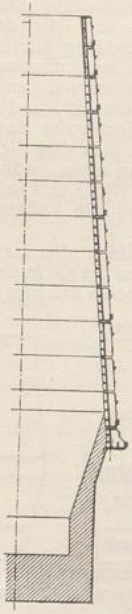


Fig. 10.

eine Anzahl Säulen (Fig. 7) ganz oder teilweise auf das Fundament übertragen wird. Man unterscheidet: 1. freistehende Schächte, Fig. 6, bei denen die Steinlagen des Schachtmauerwerks durch umgelegte Flacheisenbänder (100 × 20 mm) zusammengehalten sind; 2. Schächte mit Blechmantel, Fig. 8, besonders in Amerika in Anwendung; häufig mit mehreren Schächten ineinander (Rauh- und Kernschacht); 3. Schächte mit wassergekühltem Mantel (nach

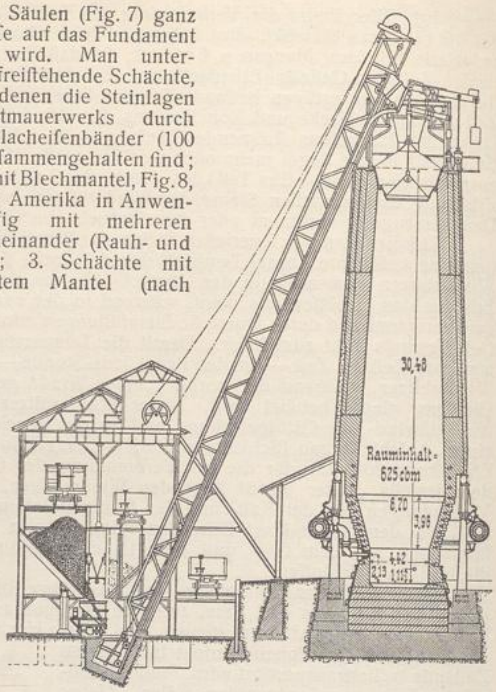
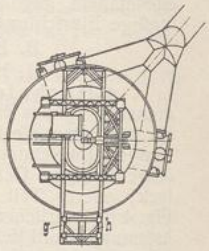


Fig. 8 und 9.



Burgers), Fig. 10, der mit etwa 70 mm starkem feuerfestem Futter ausgekleidet ist. Die unter 1. und 2. erwähnten Schächte werden entweder aus kleinen feuerfesten Ziegeln (70—100 mm dick, 250—300 mm lang) oder aus großen Schamottesteinen (15—20 cm dick, Länge = Dicke des Schachtmauerwerks) aufgemauert. Die Steine müssen besonders gegen den mechanischen Abrieb der niedersinkenden Beschickung widerstandsfähig sein. Der aufsteigende Gasstrom darf keine Einwirkung auf die Steine ausüben, es sind deshalb alkalien- und eisenoxydhaltige Steine unbrauchbar. Die Stärke der Steinlagen beträgt in der Kohlensackgegend 700—1000 mm, an der Gicht 600—700 mm. Beim Anschluß an die Gicht des Ofens wird häufig eine Sandrinne, Fig. 16 und 17, oder eine Stopfbüchse, Fig. 18, eingeschaltet, um dem Schacht freie Ausdehnung zu ermöglichen.

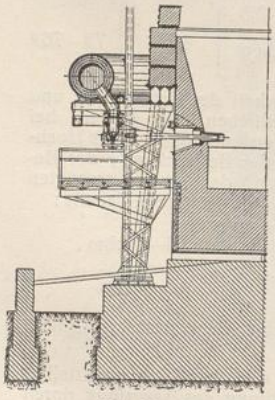


Fig. 12.

β) Die Rast und das Gestell sind entweder mit Flacheisen gebunden (vgl. Fig. 6) oder mit einem Eisenmantel (Panzer, s. Fig. 11 und 12) umgeben, der an die Tragsäulen des Schachts angehängt sein kann. Zwecks intensiver Kühlung sind in die Rast (bisweilen auch im Schacht, Fig. 12) durch durchströmendes Wasser gekühlte Platten oder Kästen eingemauert, Fig. 6 und 8, und bei gepanzerter Rast Wasserrinnen an dieser angebracht. In der Regel werden an der Rast Oeffnungen zum Einlegen von Notformen (s. unten) vorgesehen.

Das Gestell wird zwecks guter Kühlung außen mit Wasser berieselt oder mit einem wassergefüllten Ringkanal, Fig. 6, umgeben oder (nach Lürmann) vollständig freigestellt (Fig. 12), so daß der Bodenstein auch von unten her

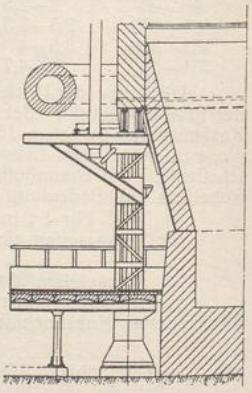


Fig. 11.

gekühlt werden kann. Bei Hochöfen, in denen Ferrolegierungen (Ferromangan u. s. w.) erblasen werden, wird bisweilen das Gestell auswechselbar angeordnet.

Die Raststeine müssen wegen der höheren Temperatur einen höheren Grad von Feuerfestigkeit als die Schachtsteine besitzen. Die Gestellsteine müssen außerdem gegen das auflösende Bestreben der auf dem Eisen schwimmenden Schlacke sich widerstandsfähig zeigen. Außer Schamottesteinen verwendet man für Rast und Gestell auch Kohlenstoffsteine. Für den Boden der Hochöfen kommen entweder hochfeuerfeste Schamottesteine oder saure (kieselsäurereiche) künstliche oder natürliche (z. B. Puddingstein) feuerfeste Steine oder Kohlenstoffsteine zur Anwendung. Bei Herstellung von kohlenstoffärmerem Roheisen eignen sich die Kohlenstoffsteine nicht, weil sie sich in ihm allmählich auflösen.

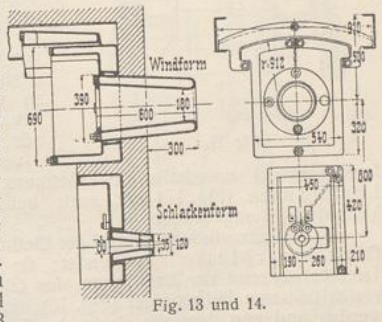


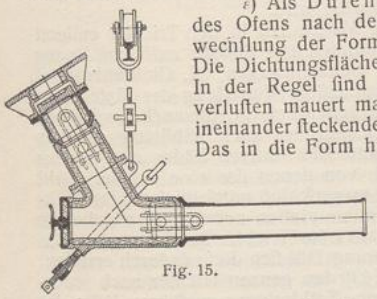
Fig. 13 und 14.

γ) Die zur Einführung des Windes in das Gestell dienenden Windformen, Fig. 13 und 14, bestehen aus Kupfer und sind mit durchströmendem Wasser gekühlt. In der Regel sind sie geschlossen, seltener offen und durch Spritzwasser gekühlt. Ihre Länge wie auch das Maß des Hineinragens in das Gestell ist wechselnd. Sie müssen im Fall einer Beschädigung (Leckstellen infolge Abnutzung durch die Beschickungsmaterialien) leicht ausgewechselt werden können. Sie stecken in den Formkasten (Fig. 6, 12 und 13), die selbst wieder in besonderen Formkastengehäusen angeordnet sein können. Diese bilden bisweilen mit ihnen ähnlichen (häufig durch Wasser gekühlten) Kasten einen vollständigen Kranz in der Formenebene.

Die Formen sind in der Regel in einer, selten in zwei Ebenen angeordnet. Einen Anhalt für die Anzahl der Formen gibt die Formel: $z = d_i \pi : 1{,}5 + 1$ bis 3 (d_i innerer Umfang des Gestells in Metern); es gibt aber Oefen mit bis zu 20 Formen [4].

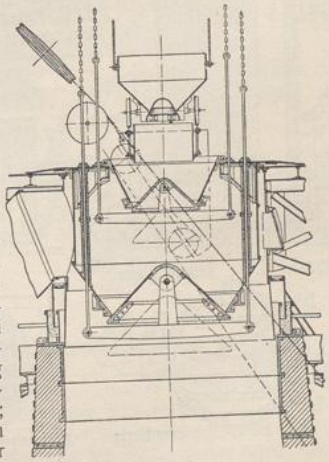
δ) Die Schlackenform, s. Fig. 13 und 14, dient zur Entfernung der Schlacke; auch sie ist durch durchfließendes Wasser gekühlt und in den Schlackenformkasten eingebaut.

ε) Als Düsenstöcke (Fig. 15) bezeichnet man die von dem Windring des Ofens nach den Formen führenden Leitungen, die sich bei der Auswechslung der Formen leicht entfernen und wieder anbringen lassen müssen. Die Dichtungsflächen der einzelnen Glieder sind mit Kugelflächen versehen. In der Regel sind die Rohre aufgehängt. Zwecks Vermeidung von Wärmeverlusten mauert man die Rohre mit feuerfesten Steinen aus oder verwendet ineinander steckende Rohre (mit isolierender Luftschicht oder Wärmeschutzmasse). Das in die Form hineinragende Rohr, das durch Spannschrauben angepreßt wird, wird als Düse bezeichnet; zur Regelung der Windmenge kann diese gegen eine solche andern Durchmessers ausgewechselt werden; vielfach verwendet man aber auch kurze auswechselbare Düseneinsätze vor der Düse. Bisweilen baut man in die Düsenstöcke Absperrschieber (s. Fig. 15) oder -hähne ein.


Fig. 15.

ζ) Die Gasfänge. Die Ableitung des Gases aus dem Hochofen erfolgt entweder durch ein Zentralrohr (Fig. 6, 17 und 18) oder durch (ein oder mehrere) seitlich unterhalb der Gicht angeordnete Rohre wie bei den Hochöfen, Fig. 8 und 16.

η) Die Gasreinigung geschieht auf trockenem oder nassem Weg. Der Grad der Reinigung hängt von der Verwendung des Gases ab. Zur groben Reinigung leitet man das Gas durch große zylindrische Behälter hindurch, so daß infolge der geringen Geschwindigkeit des Gasstroms eine teilweise Staubausscheidung stattfindet, oder man läßt das Gas mehrmals auf und ab steigen, wobei infolge der Aenderung der Bewegungsrichtung der Staub ausgeschieden wird. In Verbindung damit wendet man Streudüsen an, welche den Staub benetzen. — Für die feine Reinigung werden Ventilatoren mit Wassereinspritzung, Trommelwaschapparate, die das Gas durch Wasser hindurchpressen (Zentrifugalgegenstromgaswäscher Patent Theisen [5], L. Schwarz & Co. [6], Bian [7]), Skrubber, Sägmehlreiniger, Hordenreiniger angewendet. Ueber die Gasreiniger vgl. a. [8], [49].


Fig. 16.

2. Die Einrichtungen zur Begichtung der Hochöfen.

Fast ausnahmslos besitzen die Hochöfen auf der Gicht einen Trichter, Fig. 6, 8, 16—18, zur Aufnahme einer größeren Menge der Beschickungsmaterialien. Er ist aus einem äußeren kegelförmigen Mantel gebildet und aus einem zweiten innerhalb des ersten befindlichen Kegel. Beim Verschluß nach Parry, Fig. 16, und nach Von Hoff, Fig. 17, die sich dadurch unterscheiden, daß beim letzteren zentrale Gasableitung vorhanden ist, wird der innere Kegel, der an einem doppelarmigen Hebel (Fig. 8) sitzt, mit Hilfe einer Bremse gesenkt; das Emporziehen nach dem Einrutschen der Beschickung in den Ofen erfolgt mittels einer von Hand, elektrisch [49] oder mit Preßluft betätigten Hebevorrichtung. Beim Verschluß nach

Langen wird der innere Kegel zum Oeffnen gehoben und zum Schließen gefenkt. Die Verfchlüffe mit zentralem Gasableitungsrohr find gegen diefes, um ein Entweichen von Gichtgafen zu verhindern, mit einem Wafferverfchluß verfehen (Fig. 6, 17 und 18). Beim Parryfchen und Von Hoffchen Verfchluß rutfcht die Befchickung gegen die Wände des Ofenfchachts, beim Langenfchen dagegen nach der Mitte zu. Die Art der Befchickung ift von Einfluß auf den Ofengang; um fie zu zu verändern, hat man feftftehende oder in der Höhe verftellbare Ablenkungskegel unterhalb der Oeffnung fowohl beim Langenfchen (Fig. 17) als auch beim Parryfchen Verfchluß [9] angeordnet.

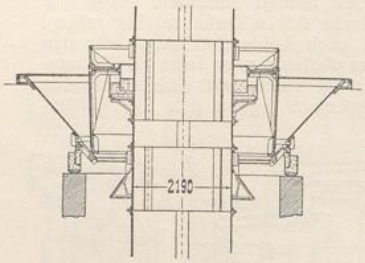


Fig. 17.

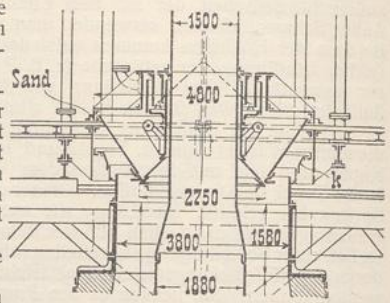


Fig. 18.

Um Gasverlufte während der Oeffnung des Verfchluffes zu vermeiden, werden doppelte Gichtverfchlüffe angewendet; fie beftehen entweder aus einem Deckel, mit dem der Trichter während der Betätigung des Gichtverfchluffes bedeckt wird (Fig. 18), oder aus einem verfchließbaren Hilfstrichter (Fig. 16), in den die Befchickungsmaterialien zunächft eingefüllt werden und von dem aus fie in den Haupttrichter fallen.

Die Füllung des Trichters gefchieht in verfchiedenartiger Weife. Erforderlich ift, daß die Befchickungsmaterialien gleichmäßig im Trichter verteilt werden und daß der Koks (insbefondere leicht zerreiblicher) nicht hoch heruntergeworfen wird.

Die Gefäße, aus denen die Materialien in den Trichter entleert werden, find 1. Kippwagen (gewöhnlich mit Rädern auf dem Boden oder auf Schienen laufend) und Seilbahnwagen; 2. Gichtkübel mit Bodenverfchluß, Fig. 26. Die gleichmäßige Verteilung der Materialien im Trichter wird entweder durch Arbeiter befort, die auch das Kippen der Wagen ausführen. Letzteres kann aber auch felbfttätig erfolgen (Fig. 8), indem für die vorderen und die hinteren Räder des Wagens je ein Schienenpaar angeordnet ift, von denen das eine auf der Gicht des Ofens abgebogen ift. Beim Parry verfchluß mit feitlicher Gasabführung find drehbare Verteiltrichter oder -platten notwendig, welche die gleichmäßige Verteilung der Materialien im Trichter bewirken; bei den Verfchlüffen mit zentraler Gasabführung läßt fich diefe dadurch erzielen, daß man nach Tümmler (D.R.P.) [49] den ganzen Trichter nach jedesmaligem Entleeren eines Wagens eine Teildrehung ausführen läßt; der Verfchluß wird zu diefem Zweck auf einer Bahn drehbar gelagert und gegen den Ofen durch einen Wafferverfchluß abgedichtet. Bei der Verwendung von Gichtkübeln mit Bodenverfchluß erfolgt beim Verfchluß mit feitlicher Gasabführung die Verteilung von felbft gleichmäßig; bei den Verfchlüffen mit zentraler Gasableitung muß dagegen entweder der Trichter (nach Tümmler) drehbar angeordnet werden oder nach der D.R.-Patentanmeldung der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugefellfchaft Nürnberg A.-G. durch Aufftellung zweier Aufzüge die Entleerung der Kübel an vier über Kreuz liegenden Stellen der Trichter erfolgen.

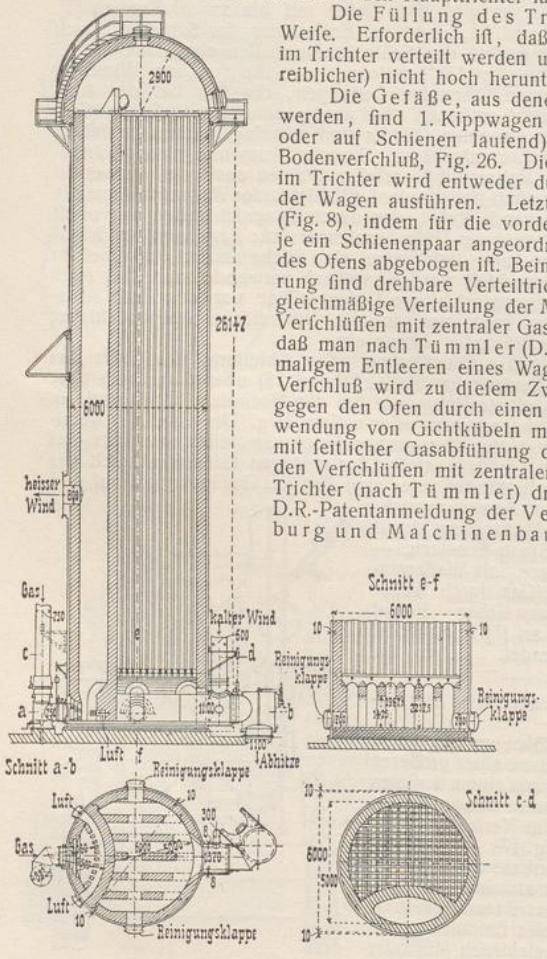


Fig. 19—22.

Die Beförderung der Trichterfüllgefäße von der Hüttenfohle bis zum Trichter auf der Gicht erfolgt in fchräger oder in fenkrechter (mit anfchließender wagerechter) Richtung. Die Fördergefäße ftehen entweder auf Schalen, laufen auf Schienengleifen oder hängen an Katzen, je nach der Art der Aufzüge. — Zum Transport der Materialien von den Lagerplätzen bis zum Fuß der Gichtaufzüge werden entweder die Trichterfüllgefäße oder befondere Transportwagen (Fig. 8) oder auch Transportbänder benutzt. Das Beladen am Lagerplatz gefchieht durch Einfchaufeln von Hand oder durch Einrutfchenlaffen aus Vorratsbehältern (Tafchen, Fig. 8), die mit Schiebern verfehen find. Ueber die Transport- und Begichtungseinrichtungen f. [10].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Gichtverschlüsse, der Gichtboden, die Gasfänge u. s. w. werden bei Koksöfen mit Eisenmänteln auf diese abgestützt (Fig. 8), bei freistehenden dagegen auf eine besondere Eisenkonstruktion, die auf das Fundament des Hochofens oder auf die Schachttragsäulen aufgesetzt wird (Fig. 6).

3. Erzeugung, Erhitzung und Fortleitung des Gebläsewindes.

Zur Erzeugung des Gebläsewindes dienen Zylindergebläse, deren Betrieb durch Dampf- oder Gichtgasmaschinen erfolgt (s. Gebläsemaschinen, Bd. 4, S. 328, und [11]) und Turbogebläse [12]. — Der Winddruck beträgt in Deutschland bis zu 0,9 Atmosphären, in Amerika bis zu 1 Atmosphäre. Der Windbedarf beträgt etwa das Vierfache (in Kubikmetern bei 760 mm Quecksilbersäule) der im Hochofen verbrannten Kohlenstoffmenge (abzüglich des Aschen- und Wassergehaltes des Brennstoffes und derjenigen Menge, welche an das Roheisen übergeht). Die Gebläsemaschine hat mit Rücksicht auf die Windverluste etwa 40 % mehr Luft anzusaugen. — Die Trocknung des Gebläsewindes zwecks Verminderung des Brennstoffverbrauchs nach Vorschlag von Gayley wird auf einzelnen Hüttenwerken Amerikas und Englands vorgenommen; eine solche Anlage ist in [13] beschrieben. Ueber den praktischen Wert der Windtrocknung und die Größe des Brennstoffgewinns sind die Meinungen geteilt [14].

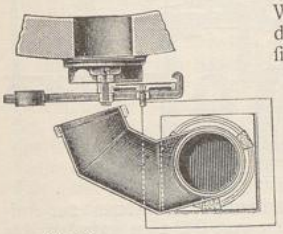


Fig. 26.

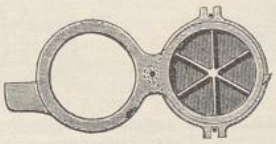


Fig. 25.

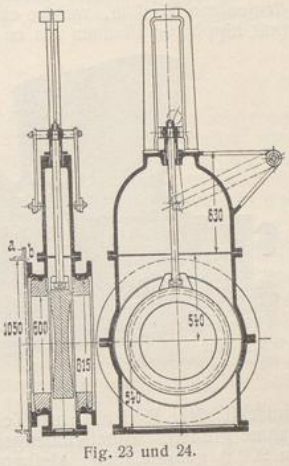


Fig. 23 und 24.

Bei den zur Erhitzung des Gebläsewindes dienenden Winderhitzern unterscheidet man:

α) Steinerne Winderhitzer. Von diesen werden weitaus am häufigsten diejenigen des Systems Cowper (Fig. 19—22), deren Einrichtung oben unter Allgemeines (S. 452) angegeben wurde, angewendet. Einzelheiten: Der Brennschachtquerschnitt ist rund oder bildet häufiger ein Bogenzweieck. Ueber Winderhitzer mit in der Mitte angeordnetem Brennschacht vgl. [49]. Die Kanäle der Wärmespeicher werden aus feuerfesten Ziegeln gewöhnlichen Formats oder aus Formsteinen gebildet. Näheres hierüber s. [15]. Die Weite der Kanäle beträgt etwa 12—15 cm. Die Höhe der Cowper schwankt zwischen 18—35 m, ihr Durchmesser zwischen 5—8 m (in der Regel 6—6,5 m), die Heizfläche zwischen 2500—6000 qm. Der Abschluß der Winderhitzer gegen die Heißwindleitung erfolgt durch Schieber, Fig. 23 und 24 (bisweilen durch Luft [16] oder Wasser [17] gekühlt), gegen die Kaltwindleitung durch Schieber, gegen die Gasleitung durch Schieber, Tellerventile, Schmidtsche Brille Fig. 25, oder Pendelklappe in Verbindung mit ausschwenkbaren Gasventilen, Fig. 26, gegen den Rauchgaskanal durch Tellerventil (bisweilen durch Wasser gekühlt [18]), Schmidtsche Brille, Fig. 25, oder Pendelklappe in Verbindung mit ausschwenkbarem Gasventile, Fig. 26. Zum Reinigen des Winderhitzers sind Einsteigklappen in der Kuppel und im untersten Teil des Schachts vorhanden. — Ueber die demselben System angehörenden Winderhitzer von Massicks & Crooke, Harvey, Wainwright, Strobel, Kennedy u. a. s. [31], [49].

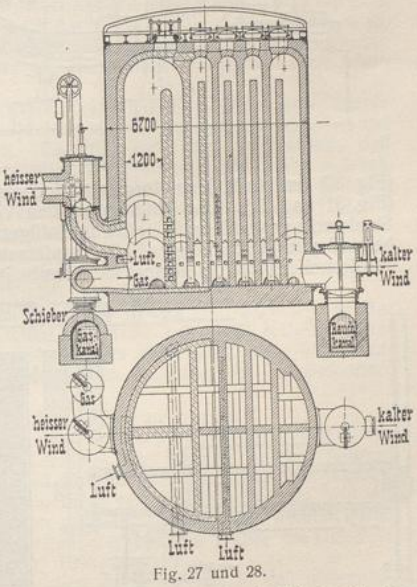


Fig. 27 und 28.

Beim Winderhitzer von Whitwell, Fig. 27 und 28, werden durch eine größere Anzahl paralleler senkrechter Wände die Gase mehrmals auf- und abwärts geführt. Dieser Winderhitzer hat den Nachteil, daß große Bewegungswiderstände auftreten und daß die Heizfläche kleiner als bei den Cowpern ist; sie beträgt bei 6—7 m Durchmesser und rund 18 m Höhe 2000—3000 qm. Diese Winderhitzer sind auch in der Weise ausgebildet worden [49], daß die Gase zunächst durch einen Verbrennungsschacht nach oben und hierauf in etwa fünf Schächten abwärts, dann wieder in einem Schacht aufwärts und in fünf bis sieben Schächten abwärts zur Esse ziehen.

β) Eiserne Winderhitzer. Sie eignen sich nur für Temperaturen bis zu etwa 500°. Das Prinzip besteht darin, daß der Wind durch eiserne Rohrsysteme hindurchgeleitet wird, die

von außen durch die Gichtgase beheizt werden. Sie sind in der Anlage billig, erfordern aber häufige Reparaturen. Ueber die verschiedenen Systeme vgl. [49].

Heißwindleitung. Die zur Fortleitung des Winds von den Winderhitzern nach dem Hochofen dienenden schmiedeeisernen Leitungen sind zur Verringerung der Wärmeverluste mit feuerfesten (in der Regel porösen) Steinen ausgemauert. Am Hochofen mündet die Leitung in den Heißwindring.

4. Sonstige Einrichtungen.

Das nach dem Oeffnen des Stichlochs aus dem Hochofen fließende Roheisen wird bei denjenigen Werken, welche ein Stahlwerk besitzen, diesem in Roheisenpfannenwagen, Fig. 29, (mit kippbaren Pfannen bis zu 30 t Inhalt) unmittelbar zur sofortigen Weiterverarbeitung oder

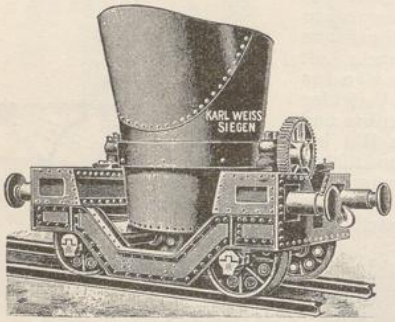


Fig. 29.

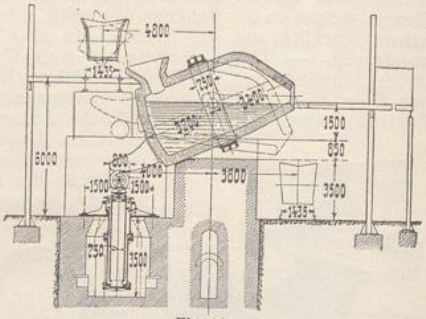


Fig. 30.

zunächst einer Roheisenmischeranlage zugeführt. Die Roheisenmischer dienen zur Aufnahme größerer Roheisenmengen; zurzeit ist das Fassungsvermögen von 300 t an aufwärts (bis zu 900 t) gebräuchlich; kleinere Mischer (von 150—200 t) besitzen die Form eines Bessemerkonverters, Fig. 30, für die größeren wählt man dagegen die Form eines auf Rollen gelagerten Zylinders, Fig. 31 und 32, oder eines kippbaren Martinofens. Man unterscheidet ungeheizte

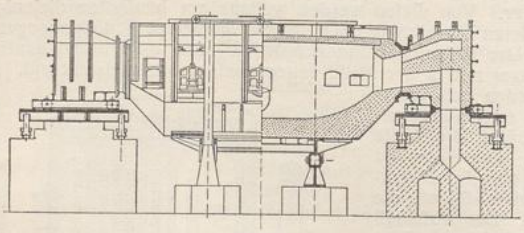


Fig. 31.

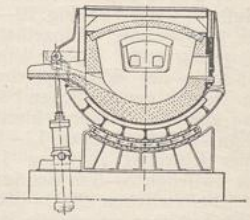


Fig. 32.

(Fig. 30) und (mit Generatorgasen, Hochofengichtgasen, Koksofengasen u. s. w.) geheizte Mischer (Fig. 31 und 32). Der Mischer hat den Vorteil, daß man das während der Sonntagspause des Stahlwerks produzierte Roheisen in flüssigem Zustand aufbewahren kann, daß man einen Roheisenbestand von gleichmäßiger Zusammensetzung infolge Ausgleichs der wechselnden Beschaffenheit des Roheisens verschiedener Hochöfen besitzt, daß bei manganhaltigem Roheisen eine Schwefelabnahme stattfindet und daß man auch eine Vorfrischung des Roheisens erzielen kann.

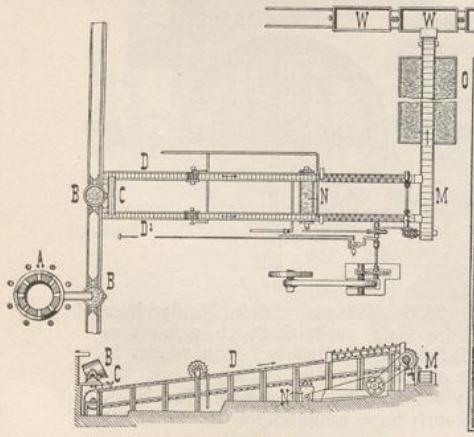


Fig. 33 und 34.

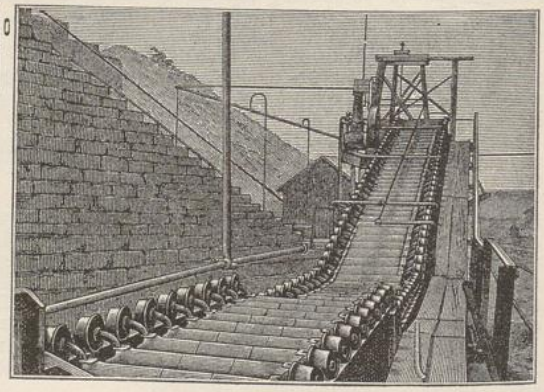


Fig. 35.

Für die Herstellung von Roheisenmassseln dienen die Gießhallen, in denen das in Sand- oder in eiserne Formen eingegossene Roheisen erstarrt. Die Trennung der untereinander zusammenhängenden Massseln erfolgt mit Handhämmern oder Hochofenmassselbrechern [19]. Auf einigen Werken sind Roheisengießmaschinen, Fig. 33—35, zur Aufstellung gekommen. Das vom Hochofen *A* abfließende und in die Pfanne *B* aufgenommene Roheisen wird in dieser zu den beiden Reihen von Gießformen, die je eine endlose Kette *D* und D_1 bilden, geführt und vermittelst der Rinne *C* ausgegossen. Die Geschwindigkeit der Gießformen beträgt $4^1/_2$ m in der Minute. Die Massseln fallen auf das Transportband *M*, werden durch den Wasserbehälter *O* zur Beschleunigung der Abkühlung hindurchgeführt und gleiten in die Transportwagen *W*. Die leeren Gießformen werden bei *N* mit Kalkmilch bespritzt, um das Anhaften des Eisens zu verhüten. Ueber Roheisengießmaschinen verwandter Art s. [20].

C. Die Arbeiten am Hochofen und die Störungen im Hochofenbetrieb.

a) Normaler Betrieb. Die Arbeiten umfassen:

1. Das Aufgeben der Beschickungsmaterialien. Die Größe der einzelnen Erz- und Brennstoffschichten (als Gichten bezeichnet) ist sehr wechselnd. Der Brennstoff wird in der Regel gemessen, während die Erze u. s. w. gewogen werden. Ist eine Veränderung des Verhältnisses zwischen Brennstoff und Erz notwendig, so wird das Gewicht des Erzes geändert. Zur Kontrolle regelmäßiger Begichtung dienen die Apparate von de Bruyn in Düsseldorf und von Neumark [21].

2. Das Abstechen des Roheisens und der Schlacke. Die Schlacke muß aus dem Ofen entfernt werden, sobald sie bis zu den Windformen sich angesammelt hat; sie wird in Rinnen, die mit Sand, Kokslösch u. s. w. ausgekleidet sind, weitergeleitet. Ueber ihre Verwendung s. unten. — Das Abstechen des Roheisens erfolgt durch Oeffnen des durch Tonpfropfen verschlossenen Stichlochs mittels eines Spießes oder eines Bohrers. An das Stichloch schließen sich aus Sand gebildete Rinnen an. Um mit dem Roheisen bei annähernd völliger Entleerung des Ofens austretende Schlacke vom Roheisen zu trennen, vertieft man die Rinne an einer Stelle und baut eine Brücke ein, so daß das Roheisen unten durchfließt, während die Schlacke durch die Brücke zurückgehalten und seitlich abgelenkt wird. Das Verschließen des Stichlochs erfolgt durch einen an einer Stange befestigten Tonpfropfen, der in das Abstichloch hineingeschlagen wird. Bisweilen verwendet man hierzu auch die mit Dampf oder Preßluft betätigte Stichlochstopfmaschine [22] und [49].

3. Den — in der Regel stündlichen — Wechsel der Winderhitzer (s. oben). Zur Kontrolle regelmäßigen Wechsels und zwecks Ueberblicks über die Windtemperatur verwendet man zweckmäßigerweise selbstregistrierende Pyrometer, die in die Windleitung am Hochofen eingebaut sind (s. Pyrometer, S. 306, Fig. 8).

b) Außergewöhnliche Arbeiten:

1. Inbetriebnahme (Anblasen) eines Hochofens. Der gut ausgetrocknete Ofen wird bis über die Formen mit Brennstoff, dann mit wechselnden Lagen von Brennstoff und Hochofenschlacke, die weiterhin zunächst teilweise und dann ganz durch Erz ersetzt wird, gefüllt. Das Anzünden erfolgt durch Einbringen von glühender Holzkohle in die Formen. In den ersten Tagen wird schwächer als normal geblasen; Roheisen zeigt sich gewöhnlich schon am zweiten Tag.

2. Zeitweilige Außerbetriebsetzung eines Hochofens. Man kann hierzu bei mangelnder Zufuhr der Rohstoffe, schlechter Konjunktur u. s. w. gezwungen sein. α) Bei dem Dämpfen läßt man den Ofen in Glut stehen. Es muß dafür gesorgt werden, daß möglichst wenig Luft in den Ofen eindringen kann (sorgfältige Vermauerung der Formen u. s. w.). Als längste Dauer des Dämpfens eines Hochofens sind 14 Monate bekannt geworden. Näheres über das Dämpfen und die Vorsichtsmaßregeln bei der Wiederinbetriebnahme vgl. [24]. — β) Bei dem Verfahren von Dresler läßt man den Ofen durch vollständigen Luftabschluß ausgehen; man läßt zunächst einige Koksgichten aufgeben und die Beschickung wenige Meter niedergehen, worauf man sie mit Blechen bedeckt und mit Ton abdichtet; 4 Stunden nach dem Wiederanblasen mit heißem Wind kann wieder Roheisen abgestochen werden.

3. Endgültige Außerbetriebsetzung (Ausblasen) eines Hochofens. In der Regel füllt man vor dem Abstellen des Windes den Ofen mit Koks oder mit Kalkstein oder läßt ihn samt der gewöhnlichen Beschickung einfach stehen. Der Ofen wird dann unten aufgebrochen und die Füllung herausgekratzt. Da leicht Rutschungen eintreten, ist — insbesondere bei Kalk — Vorsicht nötig.

c) Störungen im Hochofenbetrieb. Als solche sind zu nennen:

1. Ungleichmäßiger (einseitiger) Niedergang und Hängen (d. h. vollständige Unterbrechung im Niedersinken) der Beschickung (Gichten). Zur Beseitigung des Hängens empfiehlt sich das vorübergehende Blasen mit kaltem Wind und plötzliches Abstellen des Windes, um damit infolge Aufhören des Gegendrucks die Beschickung zum Niedersinken zu bringen. Auch Dynamit — im angebohrten Schacht in den Ofen gebracht — wird angewendet. Bisweilen sind mit dem Fallen der Beschickung heftige Explosionen verbunden. Ueber die Ursachen des Hängens und der Explosionen vgl. „Stahl und Eisen“ 1908, Heft 49.

2. Der Rohgang besteht in unvollständiger Reduktion der Eisenerze, so daß unbrauchbares, mit Gasblasen durchsetztes, rasch erstarrendes, schwefelhaltiges oder überhaupt kein Roheisen — unter völliger Verschlackung der Erze — entsteht. Die Schlacke ist beim Rohgang dunkel gefärbt, schaumig und erstarrt sehr rasch. Die Schlacke fließt leicht in die Formen hinein und verstopft sie, so daß kein Wind mehr in den Ofen eindringen kann. Der Rohgang kann verschiedene Ursachen haben: zu geringe Windtemperatur, Fehler in der Begichtung, Hängen der Gichten, Eintreten von Wasser in den Ofen durch lecke Formen, schlechter Brenn-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

stoff, zu großes Erzgewicht u. s. w. Die Abhilfe beim Rohgang muß durch Erhöhung der Temperatur im Gestell, durch Anwendung möglichst heißen Windes und Verringerung des Erzgewichtes und andrer Mittel (Sauerstoff) geschehen. Bisweilen ist es erforderlich, (Not-)formen in der Rast und selbst im Schacht einzulegen, um den Ofen wieder in normalen Gang zu bringen. Die Versetzungen (erstarrte Massen) im Gestell müssen dann allmählich von oben her losgeschmolzen und das ursprüngliche Abstichloch wieder erreicht werden. Das Oeffnen mit erstarrtem Roheisen verschlossener Stichlöcher erfolgt jetzt durch Aufschmelzen auf elektrischem Wege oder mit Sauerstoff [23]. Der Rohgang kann zum vollständigen „Einfrieren" eines Hochofens führen; Rast und Gestell müssen abgebrochen und die erstarrten Massen gesprengt oder weggeschmolzen werden.

3. Mangelnde Dünnflüssigkeit der Schlacke (in der Regel infolge zu hohen Kalkgehalts, deshalb als „Kalkelend" bezeichnet) ist eine bisweilen auftretende Störung, die ebenfalls zum Einfrieren des Hochofens führen kann; Abhilfe durch Aenderung der Zusammensetzung der Beschickung, durch Einblasen von Flußspat u. s. w., um die fehlende Dünnflüssigkeit der Schlacke herzustellen.

4. Roheisendurchbrüche durch das Mauerwerk des Gestells und des Bodens. Man sucht ihnen durch möglichst kräftige Kühlung vorzubeugen; auch hat man um das Gestell einen dicken Kranz von senkrechten stehenden Eisenknüppeln (Knüppelpanzer) gemacht.

D. Die Beschickungsmaterialien des Hochofens.

Bei den Beschickungsmaterialien haben wir zu unterscheiden 1. die Brennstoffe, 2. die Eisenerze und eisenhaltigen Nebenerzeugnisse andrer Verfahren, 3. die zur Schlackenbildung etwa notwendigen Zuschläge.

1. Die Brennstoffe: α) Der Koks wird weitaus am häufigsten zur Darstellung des Roheisens verwendet. Ueber die an ihn zu stellenden Anforderungen s. Koks, Kokerei, Koksherstellung.

β) Rohe Steinkohle, und zwar Anthracite und nichtbackende flammende Kohlen kommen in einzelnen Fällen zur Verwendung; Näheres hierüber s. [49].

γ) Holzkohlen dienen in geringem Maße, besonders in holzreichen Ländern, als Brennstoff bei der Roheisenerzeugung.

δ) Braunkohlen werden in einzelnen Fällen als Zusatz zu Koks oder Holzkohle verwendet.

2. Die Eisenerze (Eisensteine) und eisenhaltigen Nebenerzeugnisse andrer Verfahren. Ihr Eisengehalt ist sehr wechselnd; bei weniger als 25 % pflegt sich die Verhüttung kaum zu lohnen. Ganz rein kommen die Erze nur sehr selten vor; sie enthalten fast stets Beimengungen (in der Regel schlackenbildende Verbindungen, wie Tonerde, Kalk, Kieselsäure u. s. w.). Man unterscheidet (s. die Einzelartkel): α) Spateisensteine (Toneisenstein, Sphärosiderit, Kohleneisenstein [Blackband]); β) Roteisensteine (gewöhnlicher Roteisenstein, Hämatit [Blutstein], roter Glaskopf, Eisenglanz, Eisenglimmer, roter Rogeneisenstein); γ) Brauneisensteine (gewöhnlicher Brauneisenstein [Bergerz], brauner Glaskopf, Minette, Bohn-, Nieren-, Linsen-, Rogen-, Rasen-, Wiesen-, Seeerz); δ) Magneteisensteine. — Zur Herstellung manganhaltiger Roheisensorten sind manganhaltige Eisen- oder Manganerze, die in der Regel eisenhaltig sind, notwendig. Zu den Manganerzen gehören: Pyrolusit (s. Braunstein), Manganit (s. d.), Hausmannit (s. d.), Manganspat [Himbeerspat] (s. d.), Waderz (s. d.), Psilomelan [Hartmanganerz, schwarzer Glaskopf], Braunit (s. d.). — Ueber die bedeutenderen Eisenerzlager der Welt, ihre Bedeutung für die einzelnen Länder, Selbstverbrauch, Ein- und Ausfuhr von Erzen vgl. [50].

Die Bewertung der Eisenerze hängt von ihrem Eisengehalt, von dem Gehalt an schlackenbildenden Bestandteilen, von dem Grad der Reduzierbarkeit, von ihrer Beschaffenheit (stückig, erdig [mulmig] oder pulverförmig), vom Gehalt an unerwünschten Begleitern, wie z. B. Schwefel, vom Wassergehalt und von ihrem Verhalten im Hochofen ab.

Aufbereitung der Erze. Die Zerkleinerung großstückiger Erze geschieht mit Handhämmern oder für stärkere Zerkleinerung mit Erzquetschen und Walzwerken. Die Erze können um so großstückiger sein, je größer die Hochöfen und je leichter reduzierbar die Erze sind. — Das Brikettieren (Ziegeln, Einbinden) pulverförmiger Erze und andrer Beschickungsmaterialien (Gichtstaub, Kiesabbrände u. s. w.) wird in neuerer Zeit häufiger angewendet, nachdem eine Reihe zweckmäßiger Verfahren bekannt sind. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Vorschläge enthält [25], eine Beschreibung der angewendeten Verfahren [26]. Brauchbar sind nur solche Erzbriketts, die weder an der Luft noch im Hochofen wieder zerfallen. — Eine magnetische Aufbereitung findet in größerem Umfang bei Magnesit und — nach vorhergehendem Rösten — bei Roteisenstein führenden Erzen statt. S. a. Aufbereitung, magnetische, Bd. 1, S. 347, und [27].

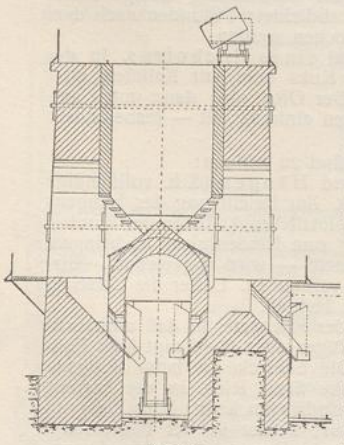


Fig 37.

Eine Röstung (Erhitzen auf Temperaturen unter dem Schmelzpunkt) findet bei einzelnen Erzen zwecks Austreibung von Wasser, Kohlensäure und des schädlichen Schwefels, ferner zwecks Oxydation und Auflockerung statt. Die Reduktion der gerösteten Erze ist eine leichtere. Man röstet Spateisensteine (Austreibung der

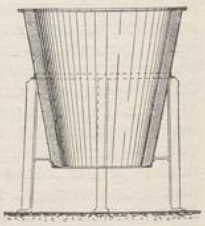


Fig. 36.

Kohlensäure und Oxydation), Magnesite (Oxydation und Auflockerung), Kohleneisensteine. Bei Erzen, die in Kokshochöfen verhüttet werden, sieht man in der Regel von der Röstung ab; dagegen werden die in Holzkohlenöfen zu verhüttenden Erze gewöhnlich geröstet. Das Rösten erfolgt in der Regel in Röstöfen, von denen Fig. 36 einen Siegerländer Röstofen, Fig. 37 einen solchen für Spateisenstein darstellt. Ueber andre Röstöfen und ältere Rösteinrichtungen vgl. [49].

Das Waschen wird bei Bohn- und Nierenerzen, die in Lehm und Sand eingebettet sind, mit Hilfe von Waschtrommeln ausgeführt [49].

Von den eisenhaltigen Nebenerzeugnissen andrer Verfahren, die ihres hohen Eisengehalts wegen zur Verhüttung gelangen, sind zu erwähnen: Frischschlacken (Herdfrisch- und Puddel-, seltener Martinofenschlacken und Schweißschlacken, Walzensinter und Hammerschlag, Schwefelkiesabbrände [Purple ore, s. d. und Schwefelsäure]), Rückstände der Teerfarbenindustrie, Konverterauswurf und Gichtstaub.

3. Als Zuschläge werden diejenigen Begichtungsmaterialien bezeichnet, die mit Rücksicht auf die Zusammensetzung der Schlacke (s. unten) notwendig sind. In der Regel kommen hierfür nur Kalkstein (möglichst frei von Kieselsäure), Dolomit oder kalkreiche eisenarme Eisenerze, bei der Herstellung von phosphorhaltigem Roheisen kommen auch Thomasschlacke und Phosphorite (Calciumphosphate) in Betracht.

E. Metallurgische Betrachtung des Hochofenprozesses.

Der niedersinkenden Beschickung wird im obersten Teil des Schachtes durch den aufsteigenden Gasstrom der Wassergehalt entzogen. Bei etwa 400° beginnt die Reduktion der Erze. Nach den Versuchen von Boudouard über das Gleichgewicht der Reaktion $2\,CO \rightleftarrows CO_2 + C$ nimmt die Reaktionsgeschwindigkeit in der Richtung $\rightarrow$ zwischen 400—700° zu, während von 700° ab zunehmende Neigung zum Verlauf in der Richtung nach $\leftarrow$ vorhanden ist; die Wirkung des *CO* als Reduktionsmittel nimmt schnell ab. In Beziehung auf die Konzentration der Reaktionsgase wurde ermittelt, daß auch bei der günstigsten Reaktionstemperatur 700° das Verhältnis $CO : CO_2$ nicht kleiner als 1:1 werden darf, da sonst die Reduktionswirkung des *CO* aufhört. In den Temperaturen von 400—1000° erfolgt die Reduktion der Eisensauerstoffverbindungen Fe_2O_3, Fe_3O_4 und *FeO* durch *CO*; die Karbonate $CaCO_3$, $FeCO_3$ und $MnCO_3$ werden von etwa 800° an zu *CaO*, *FeO* und *MnO* unter Bildung von CO_2 reduziert. Die Aufnahme von Kohlenstoff durch das reduzierte Eisen erfolgt schon, solange es sich noch im ungeschmolzenen Zustand befindet; sie ist um so stärker, je höher die Temperatur steigt. Von etwa 1300° an aufwärts erfolgt die Reduktion von FeO, MnO, SiO_2, der Phosphate und Silikate fast nur noch durch *C*, die reduzierten Elemente *Mn*, *Si* und *P* werden vom Eisen aufgenommen, ferner wird *FeS* mit *CaO* und *C* zu *Fe* und *CaS* umgesetzt; dieses letztere geht in die Schlacke. Der in den Ofen einströmende Wind verliert rasch seinen Sauerstoffgehalt durch *CO*-Bildung, indem größtenteils zunächst CO_2 nach $C + O_2 = CO_2$ gebildet und diese sofort nach $CO_2 + C = 2\,CO$ zu *CO* reduziert wird. Das gebildete *CO* geht nach obiger Gleichung mehrfach in CO_2 über und wird teilweise wieder zu *CO* zurückverwandelt. Das an der Gicht entweichende Gas enthält durchschnittlich 22—28% *CO*, 16—8% CO_2, 63—57% *N* und einige Prozent Kohlenwasserstoffe und freien Wasserstoff. Vgl. a. [34], [40], [49].

F. Zusammensetzung und Herstellung der verschiedenen Roheisensorten.

Die Zusammensetzung des Roheisens muß dem Verwendungszweck entsprechen, wobei in der Regel bestimmte Gehalte, z. B. an Silicium, Mangan, Phosphor, Schwefel, nicht unter- oder überschritten werden dürfen. So hat z. B. das Roheisensyndikat in Düsseldorf folgende Normen für verschiedene Roheisensorten festgesetzt:

Roheisensorte	Silicium %	Mangan %	Phosphor %	Schwefel %	Kupfer %
Hämatit	2—3	nicht über 1,3	nicht über 0,1	nicht üb. 0,04	—
Gießereiroheisen Nr. I	nicht unter 2,5	„ „ 1,0	„ „ 0,6	„ „ 0,04	—
„ „ III					
a) Rheinisch-westfäl.	1,8—2,5	unter 1,0	unter 0,9	nicht üb. 0,06	—
b) Siegerländer . .	1,8—2,5	0,8—1,25	0,6—0,9	„ „ 0,05	—
Qualitätspuddeleisen:					
a) Rheinisch-westfäl.	—	2—3	0,3—0,5	„ „ 0,08	nicht üb. 0,35
b) Siegerländer . .	—	3—5	0,3—0,5	„ „ 0,08	„ „ 0,35
Stahleisen:					
a) Rheinisch-westfäl.	—	3—5	nicht über 0,1	„ „ 0,04	„ „ 0,30
b) Siegerländer . .	—	4—6	„ „ 0,1	„ „ 0,04	„ „ 0,40
Thomasroheisen:					
a) *Mn*	—	nicht unter 2,0	1,8	0,12	—
b) *MM.*	—	ca. 1,5	1,8	0,12	—
c) *OM.*	—	unter 1,0	1,8	0,12	—

Ueber die Herstellung der verschiedenen Roheisensorten ist allgemein zu bemerken: Erze, die solche Elemente bezw. Verbindungen solcher enthalten, deren Anwesenheit im Roheisen nicht erwünscht ist, deren Uebergang an dieses bei seiner Herstellung aber nicht verhütet werden kann, sind nicht brauchbar, z. B. arsenhaltige Eisenerze. Soll das Roheisen wenig Phosphor enthalten, so müssen auch die Erze phosphorarm sein, da die Phosphorverbindungen der Erze fast vollständig reduziert werden und der gebildete Phosphor in das Eisen übergeht. Soll das Roheisen manganarm sein, so dürfen auch die Erze wenig Mangan enthalten, da die Mangan-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

verbindungen wenigstens teilweise — und zwar um so stärker, je höher die Temperatur im Gestell des Hochofens ist — zu Mangan reduziert werden. Zur Herstellung mangan- und siliciumhaltiger Roheisensorten ist hohe Temperatur und langes Verweilen (Durchsatzzeit) der Erze im Ofen notwendig. In welcher Weise ein höherer Gehalt an Silicium und Mangan auf Produktion und Brennstoffverbrauch einwirkt, geht aus folgender Tabelle hervor:

Roheisensorte	Verhältnis der Produktion desselben Hochofens	Durchschnittlicher Brennstoffverbrauch pro 1000 kg Roheisen	Temperatur des Windes
Thomasroheisen	1	900—1000 kg	ca. 700—850°
Gießereiroheisen	0,75	1000—1200 „	„ 800—950°
Spiegeleisen mit hohem Mangangehalt	0,50	1300—1500 „	„ 800—950°
80prozentiges Ferromangan	0,25	1800—2500 „	„ 800—950°

Zur Vermeidung des Uebergangs des in den Erzen und im Koks enthaltenen Schwefels in das Roheisen muß genügend Kalk in der Beschickung enthalten sein; auch Mangan verhindert den Uebergang von Schwefel in das Roheisen. Die Gangarten der Erze und die Brennstoffasche müssen in flüssigem Zustand — als Schlacke — aus dem Hochofen entfernt werden. Die hauptsächlichsten Bestandteile der Schlacke sind *CaO*, SiO_2, Al_2O_3, *MgO*, *MnO*, *CaS* u. s. w. Damit sie bei den in Betracht kommenden Temperaturen eine leichtflüssige Schlacke bilden, muß das Verhältnis von *CaO*, SiO_2, Al_2O_3 ein bestimmtes sein. Die Zusammensetzung der Schlacke muß sich aber auch noch nach der des Roheisens richten, insofern z. B. ein geringer Schwefelgehalt des Roheisens eine kalkreichere Schlacke u. s. w. bedingt. Ist für eine bestimmte Roheisensorte die zulässige Zusammensetzung der Schlacke bekannt, so kann danach unter Berücksichtigung der Veränderungen, welche einzelne der Schlackenbildner, wie z. B. ein Teil des SiO_2, im Hochofen erleiden, die Möllerung, d. h. das Gewichtsverhältnis der einzelnen, die Beschickung ausmachenden Erze samt etwaigen Zuschlägen berechnet werden. Analysen von Hochofenschlacken und weiteres über Möllerberechnung vgl. [28], [34], [49]. Erze, welche die Schlackenbildner in einem solchen Verhältnis enthalten, daß sie für sich verhüttet werden können, werden als selbstgehende Erze bezeichnet.

Die Tagesproduktion eines Hochofens ist sehr wechselnd. Sie hängt von dem Eisengehalt der Beschickung, der Durchsatzzeit, der Größe der Hochöfen, der Art des erzeugten Eisens und von andern Umständen ab und beträgt in Rheinland-Westfalen bis zu 400 t, in Lothringen-Luxemburg bis zu 250 t, in Amerika bis zu 600 t.

G. Die Nebenerzeugnisse des Hochofenbetriebs.

1. Gichtgase. Die Gichtgasmenge beträgt bei 0° und 760 mm Quecksilbersäule für 1 t verbrannten Koks 4650 cbm. Die Gase entweichen an der Gicht mit 60—300° bei den gewöhnlichen Roheisensorten. Der Wärmewert der Gichtgase schwankt nach der Zusammensetzung (vgl. S. 461) zwischen 700 bis 1000 W.E. für den Kubikmeter.

Gasverteilung: Zur Winderhitzung sind etwa 30 %, für den Kraftbedarf der Gebläsemaschinen und Aufzüge zwischen 20 bis 40 % (je nach der Verwertung der Gase in Gasmaschinen oder Dampfkesseln) notwendig, so daß 50—30 % für andre Zwecke verfügbar bleiben.

2. Hochofenschlacke (Verwendung, Transport u. s. w.). Die Schlackenmenge ist sehr wechselnd; sie schwankt zwischen dem 0,6- bis 1,5-fachen des Gewichts der Roheisenproduktion. Im Minetterevier (Lothringen-Luxemburg) beträgt sie etwa das 1,1-fache. Weitaus der größte Teil der Hochofenschlacken wird auf die Halde gebracht. Der Transport erfolgt entweder in flüssigem Zustand in Schlackenpfannen, die mit einer Abstichöffnung oder mit einer Kippvorrichtung zum Ausleeren der flüssigen Schlacke versehen sind; in dieser Weise auf die Halde gebracht, nimmt die Schlacke den geringsten Platz ein. Vielfach läßt man sie auch zu Klötzen (bis zu 2 cbm Größe) in eisernen, auf Wagen stehenden Gefäßen erstarren, deren Sohle die Wagenplatte bildet und deren (meist kegelförmige) Gefäßwand abhebbar ist. Läßt man die Schlacke in einen Wasserstrom fließen, so wird sie gekörnt (granuliert); sie gestattet in diesem Zustand einen bequemen Transport (z. B. mit Seilbahn), beansprucht aber etwa den dreifachen Raum. 1 cbm dichterstarrte Schlacke wiegt etwa 2400 kg, 1 cbm granulierte Schlacke 550—750 kg. — Je nach ihrer Beschaffenheit und Zusammenstellung finden die Hochofenschlacken Verwendung: α) zur Beschotterung von Straßen und Eisenbahnen (zerkleinerte Klotzschlacke); β) als Baumaterial für Mauern, Beton u. s. w. (Klotzschlacke); γ) zur Herstellung von Schlackenziegeln (-steinen): zu 1000 Steinen (Normalformat) sind 5—6 cbm granulierte gare Schlacke und 0,275–0,35 cbm gebrannter Kalk notwendig, deren Mischung in einer Mischmaschine erfolgt; zum Pressen der Steine dient eine Schlackenpresse. Statt des gebrannten Kalks kann man auch das beim Zerfallen kalkreicher tonerdearmer Schlacken sich bildende Kalkmehl (Zusatz 1 : 3) benutzen [49]; die Steine müssen mindestens 2 Monate abbinden; δ) zur Herstellung von Mörtel: granulierte (gare) Schlacke wird mit gelöschtem Kalk angerührt; ε) zur Herstellung von Zement: man unterscheidet Schlackenzement, der aus staubfein gemahlener Hochofenschlacke (100 Teile) mit feinem gelöschtem Kalk (15—30 Teile) besteht, und Eisenportlandzement, zu dessen Herstellung [49] getrocknete, granulierte Schlacke gemahlen und mit gelöschtem Kalk vermischt wird. Aus der angefeuchteten Mischung werden Ziegel geformt, die in Brennöfen bis zur Sinterung gebrannt und hierauf staubfein gemahlen werden. Zu schnelles Abbinden dieses Eisenportlandzements kann durch Zusatz feingemahlener Hochofenschlacke vermindert werden [49]; über das Verfahren von v. Forell s. [29a]; ζ) zur Herstellung von Kunststeinen, vgl. [29]; η) zur Herstellung von Schlackenwolle durch Einblasen mittels eines Dampfstrahls in die flüssige Schlacke; ϑ) zu Flaschenglas (als geringwertiger Zusatz); ι) für den Grubenausbau (s. Abbau) als Klotzschlacke und zum Schlammversatz als granulierte Schlacke (eventuell unter Zusatz von gelöschtem Kalk).

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

2. Gichtſtaub. Der in den Gasreinigern u. ſ. w. ausgeſchiedene feine Staub wird bei entſprechendem Eiſengehalt etwas angenäßt oder, zu Briketts verarbeitet, wieder im Hochofen aufgegeben. Auch wird durch Beimiſchen des Staubs zu Kohle und nachfolgendem Verkoken ſogenannter Metallkoks hergeſtellt. Gichtſtaub mit geringem Eiſengehalt wird auf die Halde geworfen. — Enthält der Staub infolge Verhüttung zinkiſcher Erze Zinkoxyd, ſo kann er eventuell zur Zinkgewinnung verwendet werden.

3. Gichtſchwamm, Ofenbruch ſind Anſätze im Hochofen, die bei Verhüttung zinkhaltiger Eiſenerze ſich bilden, im weſentlichen aus Zinkoxyd beſtehend. Starke Anſätze müſſen von Zeit zu Zeit losgebrochen werden. Der Gichtſchwamm wird auf Zink verarbeitet.

4. Ofenblei gewinnt man bei Verhüttung bleihaltiger Eiſenerze. Es ſickert durch feine Spalten des Bodenſteins, unter dem es im warmgehaltenen Gewölbe ſich anſammelt.

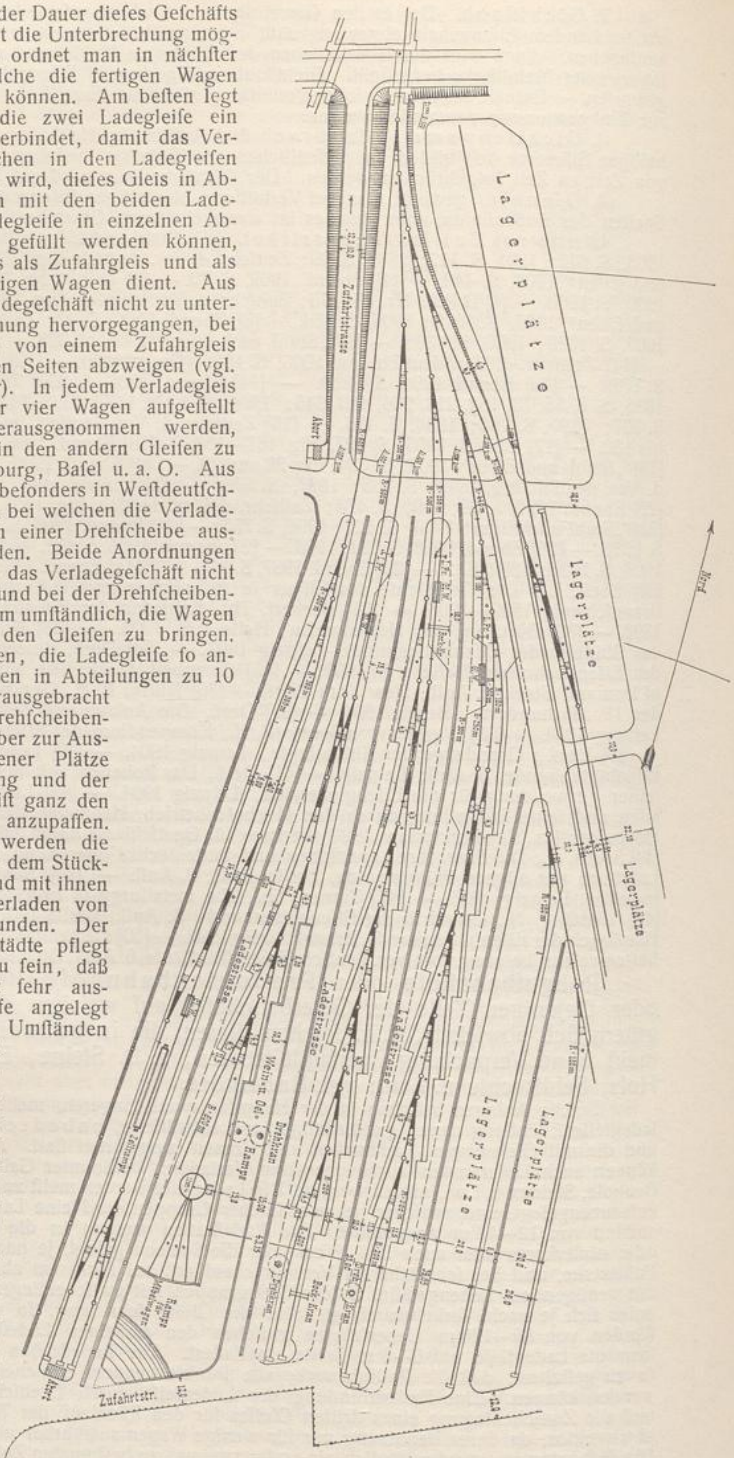
Literatur: a) Zeitſchriftenartikel. [1] „Stahl und Eiſen“ 1907, S. 675. — [2] Ebend. 1905, S. 617; 1901, S. 112; 1889, S. 99; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1908, S. 1815. — [3] „Stahl und Eiſen“ 1906, S. 442. — [4] Ebend. 1902, S. 70. — [5] D.R.P. Nr. 78 749; „Stahl und Eiſen“ 1900, S. 1903. — [6] D.R.P. Nr. 174 176; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1402. — [7] „Stahl und Eiſen“ 1905, S. 1013; 1906, S. 464. — [8] Ebend. 1906, S. 27; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1902, S. 1029; 1906, S. 1398. — [9] „Stahl und Eiſen“ 1906, S. 328. — [10] Ebend. 1906, S. 319. — [11] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1906, S. 1529 (Gasgebläſe). — [12] „Stahl und Eiſen“ 1908, S. 1729. — [13] Ebend. 1904, S. 1289. — [14] Ebend. 1906, S. 393, 784, 844, 965, 1019, 1145; 1905, S. 3, 55, 73, 152, 213, 266, 410, 645; 1904, S. 1298, 1372, 1398, 1457. — [15] Ebend. 1896, S. 907; 1890, S. 766; 1884, S. 484. — [16] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 926, Fig. 180 bis 182. — [17] Ebend. 1903, S. 927, Fig. 187—188. — [18] Ebend. 1903, S. 926, Fig. 184—186. — [19] „Stahl und Eiſen“ 1906, S. 394, Fig. 28 und 29. — [20] Ebend. 1906, S. 795, Fig. 30; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 765; 1897, S. 576. — [21] „Stahl und Eiſen“ 1902, S. 816. — [22] Ebend. 1896, S. 88; 1900, S. 474; Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 560, Fig. 28 u. 29. — [23] „Stahl und Eiſen“ 1903, S. 627; 1906, S. 755. — [24] Ebend. 1905, S. 346. — [25] Ebend. 1906, S. 9, 76. — [26] Ebend. 1908, S. 321, 1193. — [27] Ebend. 1905, S. 471. — [28] Ebend. 1908, S. 1121; 1901, S. 1024; 1892, S. 2. — [29] Ebend. 1907, S. 111. — [29 a] Ebend. 1899, S. 1087. — b) Werke: [30] Beck, L., Die Geſchichte des Eiſens in techniſcher und kulturgeſchichtlicher Beziehung, Braunſchweig 1890—1903. — [31] Beckert, Th., Leitfaden der Eiſenhüttenkunde, 2. Bd., Berlin 1893. — [32] Borchers, W., Hüttenweſen, Halle a. S. 1908. — [33] Brisker, C., Einführung in das Studium der Eiſenhüttenkunde, Leipzig 1907. — [34] Derſ., Berechnung und Unterſuchung des Eiſenhochofens, Halle a. S. 1909. — [35] Campbell, H. H., The Manufacture and Properties of Iron and Steel, 2. Aufl., New York 1904. — [36] Dürre, E. F., Der Hochofenbetrieb am Ende des 19. Jahrhunderts, Berlin 1900. — [37] Derſ., Die Anlage und der Betrieb der Eiſenhütten, Leipzig 1884. — [38] Jüptner von Jonstorff, H., Kompendium der Eiſenhüttenkunde, Wien 1896. — [39] Derſ., Grundzüge der Siderologie, Leipzig 1904. — [40] Ledebur, A., Handbuch der Eiſenhüttenkunde, 5. Aufl., Leipzig. — [41] Derſ., Das Roheiſen, mit beſonderer Berückſichtigung ſeiner Verwendung für die Eiſengießereien, Leipzig 1904. — [42] Lichte, Herm. F., Das Roheiſen und ſeine Darſtellung durch den Hochofenbetrieb, Hannover 1907. — [43] Pavloff, M. A., Hochofenatlas, Jekaterinoslaw 1902 (Vertrieb für Deutſchland durch Jul. Springer, Berlin N.). — [44] Sachs, A., Die Erze, ihre Lagerſtätten und hüttentechn. Verwertung, 1905. — [45] Schnabel, C., Lehrbuch der allgem. Hüttenkunde, Berlin 1903, 2. Aufl. — [46] Simmersbach, O., Die Eiſeninduſtrie, Leipzig 1906. — [47] Turner, Th., The metallurgy of Iron, 2. Aufl., London 1900. — [48] Wedding, N., Grundriß der Eiſenhüttenkunde, 5. Aufl., Berlin 1907. — [49] Derſ., Ausführl. Handbuch der Eiſenhüttenkunde, Braunſchweig 1906. — [50] Gemeinfaßliche Darſtellung des Eiſenhüttenweſens, herausg. vom Ver. deutſch. Eiſenhüttenleute, 6. Aufl., Düſſeldorf 1907. *A. Widmaier.*

Rohgutbahnhöfe oder Produktenbahnhöfe, ſelbſtändige Bahnhöfe oder diejenigen Teile der Güterbahnhöfe, auf welchen der Verkehr mit Rohgütern ſich abwickelt, d. h. ſolchen Waren, die in ganzen Wagenladungen, meiſt ohne Verpackung, verſandt werden, z. B. Steine, Erze, Erden, Kohlen, Holz, Feldfrüchte u. ſ. w.; vgl. Bahnhöfe.

Solche Anlagen beſtehen in der Hauptſache aus längeren, meiſt ſtumpf endigenden Verladegleiſen, entlang denen gut befeſtigte und entwäſſerte, unbedeckte Ladeſtraßen angelegt und die mit Gleiswagen, Lademaßen und Kranen ausgeſtattet ſind. An einzelnen Ladegleiſen können auch Laderampen zur bequemeren Verladung beſtimmter Gattungen von Waren, z. B. Bauholz, Steinen u. ſ. w., erbaut werden. Die Ladegleiſe werden meiſt zu je zweien (Abſtand 4,5 m) zuſammengelegt, und zwiſchen je zwei ſolcher Gruppen wird eine Ladeſtraße mit einem Gleisabſtand von 12—18 m angeordnet. Die Ladeſtraßen werden in die Höhe der Schienenober- oder -unterkante oder auch 12—18 cm über die Schiene gelegt, je nach Höhe der ortsüblichen Fuhrwerke, und bei ſchwächerem Verkehr chauſſiert, bei ſtärkerem aber beſſer gepflaſtert, ſtets mit genügendem Seitengefälle. Solche Gleisgruppen mit zwiſchenliegenden Ladeſtraßen wiederholen ſich je nach Verkehrsumfang. Sind die Gleiſe ſehr lang, ſo werden manchmal in Abſtänden von 80—120 m Ueberfahrten zwiſchen den einzelnen Ladeſtraßen hergeſtellt, indem man die Ladegleiſe auf 6—8 m Breite einpflaſtert. Die Ladeſtraßen ſind mit ihren Zufahrten ſo zu geſtalten, daß die Rollfuhrwerke alle Punkte bequem erreichen und verlaſſen und auch wenden können. Eine Endverbindung der Ladegleiſe durch Drehſcheiben oder Endweichen und die Zwiſchenlegung eines dritten Gleiſes für den Rücklauf der Wagen (wie früher üblich) iſt zwecklos, da deren Benutzung nur für wenige Wagen ausführbar und viel zu zeitraubend iſt. Die Rohgutwagen werden täglich ein- oder zweimal zu beſtimmten Zeiten mit einer Verſchiebemaſchine herausgezogen und wieder eingeſetzt. Die noch nicht vollſtändig beladenen oder entladenen Wagen werden nach Ausſcheidung der fertigen wieder eingeſtellt und friſche Wagen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

hinzugeſtellt. Während der Dauer dieſes Geſchäfts ruht das Verladen. Damit die Unterbrechung möglichſt kurze Zeit dauert, ordnet man in nächſter Nähe Gleiſe an, in welche die fertigen Wagen raſch eingeſtellt werden können. Am beſten legt man hierzu zwiſchen die zwei Ladegleiſe ein drittes Gleis ein und verbindet, damit das Verladen nicht auf ſämtlichen in den Ladegleiſen ſtehenden Wagen geſtört wird, dieſes Gleis in Abſtänden von 100—150 m mit den beiden Ladegleiſen, ſo daß die Ladegleiſe in einzelnen Abteilungen geleert und gefüllt werden können, wobei das mittlere Gleis als Zufahrgleis und als Abſtellgleis für die fertigen Wagen dient. Aus dem Beſtreben, das Verladegeſchäft nicht zu unterbrechen, iſt eine Anordnung hervorgegangen, bei welcher die Ladegleiſe von einem Zufahrgleis fiſchgratartig nach beiden Seiten abzweigen (vgl. die nebenſtehende Figur). In jedem Verladegleis können gewöhnlich nur vier Wagen aufgeſtellt und dieſe können herausgenommen werden, ohne das Ladegeſchäft in den andern Gleiſen zu ſtören, ſo z. B. in Freiburg, Baſel u. a. O. Aus demſelben Grunde ſind, beſonders in Weſtdeutſchland, auch Anordnungen, bei welchen die Verladegleiſe ſtrahlenförmig von einer Drehſcheibe ausgehen, ausgeführt worden. Beide Anordnungen gehen in dem Beſtreben, das Verladegeſchäft nicht zu ſtören, wohl zu weit, und bei der Drehſcheibenanordnung iſt es außerdem umſtändlich, die Wagen in die Gleiſe und aus den Gleiſen zu bringen. Es dürfte vollauf genügen, die Ladegleiſe ſo anzuordnen, daß die Wagen in Abteilungen zu 10 bis 15 hinein- und herausgebracht werden können. Die Drehſcheibenanordnung eignet ſich aber zur Ausnutzung ſeitlich gelegener Plätze u. dergl. Die Anordnung und der Umfang der Ladegleiſe iſt ganz den örtlichen Verhältniſſen anzupaſſen. Bei kleinerem Verkehr werden die Rohgutgleiſe unmittelbar dem Stückgüterbahnhof angefügt und mit ihnen die Einrichtung zum Verladen von Vieh und Wagen verbunden. Der Rohgutverkehr großer Städte pflegt dagegen ſo bedeutend zu ſein, daß für ihn beſondere, oft ſehr ausgedehnte Rohgutbahnhöfe angelegt werden müſſen. Unter Umſtänden werden ſogar für einzelne Waren beſondere Bahnhöfe notwendig, z. B. Kohlen-, Kartoffelbahnhöfe (London) u. ſ. w, die dann mit Vorrichtungen zum Verladen dieſer Waren verſehen werden (z. B. Kohlenſturzgerüſte, Kohlenrutſche u. ſ. w.). — Bei ſehr teuerm Grunderwerb hat man auch wohl ſolche Bahnhöfe in zwei Geſchoſſen übereinander angelegt, indem ein in die Erde verſenkter zweiter Bahnhof mittels Hebevorrichtungen für ganze Eiſenbahnwagen zugänglich gemacht wird, ſo in London (St. Pancras) und in Paris (St. Lazare); ſ. [1], 1888, S. 57.



Badiſcher Güterbahnhof Baſel (Maßſtab 1 : 3000).

Literatur: [1] Organ für die Fortſchritte des Eiſenbahnweſens. — [2] Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 4, 1. Abt., Leipzig 1907. — [3] Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 2, 3. Abſchn., Wiesbaden 1899. *H. Kübler.*

Rohr, einheimiſches, ſ. v. w. Dachrohr (ſ. d.).

Rohrabſchneider, -anbohrvorrichtungen, -ausſchneider, -biegeapparate, -bördelapparate, -dichtmaſchinen, ſ. Rohrwerkzeuge.

Rohrbruchventile, ſ. Selbſtſchlußventile.

Rohrbürſte, Stahlbürſte zum Reinigen der Feuerrohre der Schiffskeſſel von Flugaſche. S. a. Rohrreiniger.

Rohrdeich, Seedeich, deſſen Außenböſchung durch eine Rohrbeſtickung geſchützt iſt (vgl. Beſtickung).

Rohre werden aus Metallen oder andern Stoffen als lange, beiderſeits offene Hohlzylinder hergeſtellt, die ſich zu geraden Rohrſträngen oder mehrfach abgelenkten Rohrleitungen oder verzweigten Rohrnetzen verbinden laſſen, um den Inhalt, in der Regel unter innerem Ueberdruck, fortzuleiten, oder die als Hohlſtäbe verwendet werden. Unter Röhren verſteht man verhältnismäßig enge und langgeſtreckt liegende Durchflußleitungen ohne Rückſicht auf Herſtellung und Handhabung, allenfalls mit Bezug auf das Material der Wandung.

Aluminiumrohre von 5∼80 mm lichter Weite, nahtlos in Längen von 1∼5 m mit $(0{,}1\sim0{,}2)\sqrt{d}$ mm Wandſtärke koſten 10∼15 ℳ/kg. Spez. Gew. 2,7. In der Formel für Hohlzylinder (ſ. d.) $\delta = p\,d/2\,s + z$ für p Atmoſphären iſt die Spannung $s = 200\sim300$ kg/qcm und der Zuſchlag $z = 0{,}5$ mm zu rechnen.

Bleirohre beſtehen aus Weichblei oder mit Antimon legiertem Hartblei und haben als Mantelrohre innen eine Schicht von 0,5 mm Zinn und außen vier längslaufende kleine Rippen oder Riffeln als Kennzeichen. Weichbleirohre haben $\delta = (1/_2\sim1)\sqrt{d}$ mm Wandſtärke und ſind gerollt in Längen von 50—20 m für $d = 3\sim15$ mm, von 30∼10 m für $d = 16\sim25$, von 20∼10 m für $d = 26\sim35$, von 12∼8 m für $d = 36\sim44$, von 10∼5 m für $d = 46\sim65$; nicht gerollt in Längen von ca. 6∼3 m für $d = 68\sim200$ mm. Ein laufender Meter wiegt $(d+\delta)\,\delta\,\pi\,\gamma : 10$ kg, wenn d und δ in Zentimetern gerechnet und $\pi\,\gamma : 10 = 3{,}55$ geſetzt wird. Sie koſten 35∼50 ℳ/dz und je 2 ℳ/dz mehr für äußere oder innere Verzinnung. Sie vertragen im Gebrauch einen inneren Ueberdruck, der aus $\delta = p\,d/2\,s + z$ mit $s = 25$ kg/qcm und $z = 1\sim3$ mm Zuſchlag berechnet werden kann. — Hartbleirohre erhalten $\delta = (0{,}3\sim0{,}4)\sqrt{d}$ mm; ſie ſind gerollt in Längen von 50—20 m für $d = 13\sim35$ mm, ungerollt in Längen von meiſt 3,1 m für $d = 25\sim200$ mm. Ein laufender Meter wiegt $(d+\delta)\,\delta\,3{,}5$ kg für Zentimeter berechnet. Sie koſten mit 10∼15 % Antimon 1∼2 ℳ für den Doppelzentner (100 kg) mehr als Weichbleirohre. Der zuläſſige Ueberdruck wird für Dampf mit $s = 30\sim35$ kg/qcm, ſonſt mit $s = 50$ berechnet. Sie eignen ſich bis 25 mm Weite beſſer als Weichbleirohre zu Dampfanſchlüſſen für Kocher, Trockner u. ſ. w. bis zu 3 Atmoſphären Dampfüberdruck. Bleirohre für Gasleitungen haben $\delta = 1/_2\sqrt{d}$ mm bei $d = 4\sim25$ mm lichter Weite, wiegen $(d+\delta)\,\delta\cdot3{,}5$ (für Zentimeter gerechnet) in Kilogramm/Meter; Bleirohre für Abflüſſe von 30∼150 mm lichter Weite haben 2,5 oder 5 oder 7,5 mm Wandſtärke und 3 oder 4 m Länge.

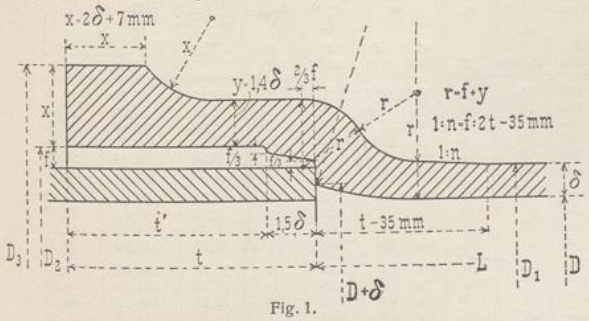


Fig. 1.

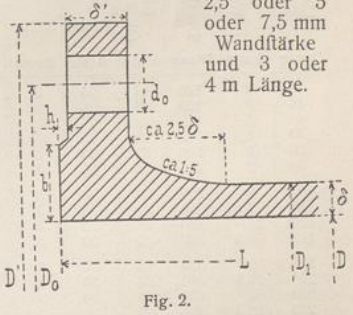


Fig. 2.

Gußeiſerne Rohre ſind mit einer Muffe (Fig. 1) oder mit Flanſchen (Fig. 2) verſehen. Die Muffenrohre finden hauptſächlich für Gas- und Waſſerleitungen (bis 10 Atmoſphären Druck) Verwendung, auch zu Saug- und Druckleitungen für Pumpen, ſoweit ſie im Boden liegen, nicht aber für warme Flüſſigkeiten oder Gaſe, niemals für Dampf. Die Flanſchenrohre dienen für höheren Druck und höhere Temperatur, auch für Vakuum, wie auch für manche Säuren und Laugen, für Dampf bis 8 Atmoſphären Ueberdruck in allen Weiten, für Dampf von 8—13 Atmoſpären nur bis 150 mm lichte Weite, über 13 Atmoſphären nicht mehr; ſie ſind zwar etwas teurer als Muffenrohre, geſtatten aber leichter Auswechſlungen und ſichere Anſchlüſſe, weshalb ſie im Maſchinenbau bevorzugt werden, und ſind ſtets zugänglich zu legen, nicht in Erdreich einzuſchütten. Die Abmeſſungen richten ſich nach der umſtehenden Normaltabelle, die vom Verein deutſcher Ingenieure und dem Verein der Gas- und Waſſerfachmänner 1873 aufgeſtellt und 1882 revidiert worden iſt.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Deutsche Rohrnormalien für gußeiserne Muffen- und Flanschenrohre.

Muffen- und Flanschenrohre — Muffenrohre (Fig. 1)

Lichte Weite des Rohres	Normale Wandstärke	Äußerer Durchmesser des Rohres	Gewicht von 1 m Länge des Rohrschaftes	Fugenweite, Bleiringstärke	Muffenwandstärke	Innerer Muffendurchm.	Äußerer Muffenrand-durchmesser	Innere Muffentiefe	Dichtungstiefe	Uebliche Nutzlänge eines Rohres	Gewichte in kg: einer Muffe, soweit über D_1 überstehend	Gewichte in kg: eines Rohres bei vorstehender Nutzlänge	Gewichte in kg: von 1 lfd. m Rohr	Gewichte in kg: eines Bleiringes nach [2]
D mm	δ mm	D_1 mm	kg	f mm	$y = 1{,}4\,\delta$ mm	$D_2 = D_1 + 2f$ mm	D_3 mm	t mm	t' mm	L m				
40	8	56	8,75	7	11	70	116	74	62	2	2,68	20,18	10,09	0,5
50	8	66	10,57	7,5	11	81	127	77	65	2	3,14	24,28	12,14	0,7
60	8,5	77	13,26	7,5	12	92	140	80	67	2	3,89	30,41	15,21	0,7
70	8,5	87	15,20	7,5	12	102	150	82	69	3	4,35	49,95	16,65	0,9
80	9	98	18,24	7,5	12,5	113	163	84	70	3	5,09	59,81	19,94	1,1
90	9	108	20,29	7,5	12,5	123	173	86	72	3	5,70	66,57	22,19	1,2
100	9	118	22,34	7,5	12,5	133	183	88	74	3	6,20	73,22	24,41	1,4
125	9,5	144	29,10	7,5	13	159	211	91	77	3	7,64	94,94	31,65	1,7
150	10	170	36,44	7,5	14	185	239	94	79	3	9,89	119,21	39,74	2,1
175	10,5	196	44,36	7,5	14,5	211	267	97	81	3	12,00	145,08	48,36	2,5
200	11	222	52,86	8	15	238	296	100	83	3	14,41	172,99	57,66	3,0
225	11,5	248	61,95	8	16	264	324	100	83	3	16,89	202,71	67,57	3,7
250	12	274	71,61	8,5	17	291	353	103	84	4	19,61	306,05	76,51	4,4
275	12,5	300	81,85	8,5	17,5	317	381	103	84	4	22,51	349,91	87,48	4,7
300	13	326	92,68	8,5	18	343	409	105	85	4	25,78	396,50	99,13	5,1
325	13,5	352	104,08	8,5	19	369	437	105	85	4	28,83	445,15	111,29	5,2
350	14	378	116,07	8,5	20	395	465	107	86	4	32,23	496,51	124,13	5,5
375	14	403	124,04	9	20	421	491	107	86	4	34,27	530,43	132,61	6,6
400	14,5	429	136,89	9,5	20,5	448	520	110	88	4	39,15	586,71	146,68	7,5
425	14,5	454	145,15	9,5	20,5	473	545	110	88	4	41,26	621,82	155,46	7,9
450	15	480	158,87	9,5	21	499	573	112	89	4	44,90	680,38	170,10	8,3
475	15,5	506	173,17	9,5	22	525	601	112	89	4	48,97	741,65	185,41	8,8
500	16	532	188,04	10	22,5	552	630	115	91	4	54,48	806,64	201,66	10,1
550	16,5	583	212,90	10	23	603	683	117	92	4	62,34	913,94	228,49	11,7
600	17	634	238,90	10,5	24	655	737	120	94	4	71,15	1026,75	256,69	13,3
650	18	686	273,86	10,5	25	707	793	122	95	4	83,10	1178,54	294,64	14,4
700	19	738	311,15	11	27	760	850	125	96	4	98,04	1342,64	335,66	15,5
750	20	790	350,76	11	28	812	906	127	97	4	111,29	1514,33	378,58	17,4
800	21	842	392,69	12	30	866	964	130	98	4	129,27	1700,03	425,01	20,2
900	22,5	945	472,76	12,5	32	970	1074	135	101	4	160,17	2051,21	512,80	24,7
1000	24	1048	559,76	13	34	1074	1184	140	104	4	195,99	2435,03	608,76	29,2
1100	26	1152	666,81	13	36	1178	1296	145	106	4	243,76	2911,00	727,75	34,0
1200	28	1256	783,15	13	39	1282	1408	150	108	4	294,50	3427,10	856,78	39,0

Flanschenrohre (Fig. 2)

Lichte Weite des Rohres	Normale Wandstärke	Flansch: Durchmesser	Flansch: Dicke (ohne Leiste)	Dichtungsleiste: Breite	Dichtungsleiste: Höhe	Lochkreisdurchmesser	Schraubenlochweite	Schrauben: Anzahl	Schrauben: Stärke	Schrauben: Länge einschließl. Kopf	Uebliche Baulänge	Gewichte in kg: eines Flansches, außerhalb D_1	Gewichte in kg: eines Rohres bei vorstehender Baulänge	Gewichte in kg: von 1 lfd. m Rohr
D mm	δ mm	D' mm	δ' mm	b mm	h mm	D_0 mm	d_0 mm	z	d Zoll	d mm	L m			
40	8	140	18	25	3	110	15	4	1/2	12,7	70	2	1,89	21,28	10,64
50	8	160	18	25	3	125	18	4	5/8	15,9	75	2	2,41	25,96	12,98
60	8,5	175	19	25	3	135	18	4	5/8	15,9	75	2	2,96	32,44	16,22
70	8,5	185	19	25	3	145	18	4	5/8	15,9	75	3	3,21	52,02	17,34
80	9	200	20	25	3	160	18	4	5/8	15,9	75	3	3,84	62,40	20,80
90	9	215	20	25	3	170	18	4	5/8	15,9	75	3	4,37	69,61	23,20
100	9	230	20	28	3	180	21	4	3/4	19	85	3	4,96	76,94	25,65
125	9,5	260	21	28	3	210	21	4	3/4	19	85	3	6,26	99,82	33,27
150	10	290	22	28	3	240	21	6	3/4	19	85	3	7,69	124,70	41,57
175	10,5	320	22	30	3	270	21	6	3/4	19	85	3	8,96	151,00	50,33
200	11	350	23	30	3	300	21	6	3/4	19	85	3	10,71	180,00	60,00
225	11,5	370	23	30	3	320	21	6	3/4	19	85	3	11,02	207,89	69,30
250	12	400	24	30	3	350	21	8	3/4	19	100	3	12,98	240,79	80,26
275	12,5	425	25	30	3	375	21	8	3/4	19	100	3	14,41	274,37	91,46
300	13	450	25	30	3	400	21	8	3/4	19	100	3	15,32	308,68	102,89
325	13,5	490	26	35	4	435	25	10	7/8	22,2	105	3	19,48	351,20	117,07
350	14	520	26	35	4	465	25	10	7/8	22,2	105	3	21,29	390,79	130,26
375	14	550	27	35	4	495	25	10	7/8	22,2	105	3	24,29	420,70	140,23
400	14,5	575	27	35	4	520	25	10	7/8	22,2	105	3	25,44	461,55	153,85
425	14,5	600	28	35	4	545	25	12	7/8	22,2	105	3	27,64	490,73	163,58
450	15	630	28	35	4	570	25	12	7/8	22,2	105	3	29,89	536,39	178,80
475	15,5	655	29	40	4	600	25	12	7/8	22,2	105	3	32,41	584,33	194,78
500	16	680	30	40	4	625	25	12	7/8	22,2	105	3	34,69	633,50	211,17
550	16,5	740	33	40	5	675	28,5	14	1	25,4	120	3	44,28	727,26	242,42
600	17	790	33	40	5	725	28,5	16	1	25,4	120	3	47,41	811,52	270,51
650	18	840	33	40	5	775	28,5	18	1	25,4	120	3	50,13	921,84	307,28
700	19	900	33	40	5	830	28,5	18	1	25,4	120	3	56,50	1046,45	348,82
750	20	950	33	40	5	880	28,5	20	1	25,4	120	3	59,81	1171,90	390,63

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die normalen Wandstärken gelten für Rohre, die einem Betriebsdrucke von 10 Atmosphären und einem Probedruck von 20 Atmosphären ausgesetzt sind und vor allem Wasserleitungszwecken dienen. Für gewöhnliche Druckverhältnisse von Wasserleitungen (4∼7 Atmosphären) ist eine Verminderung der Wandstärken und dementsprechend auch der Gewichte zulässig, desgleichen für Leitungen, in denen nur ein geringer Druck herrscht (Gas-, Wind-, Kanalisationsleitungen u. s. w.). Für Dampfleitungen, die größeren Temperaturunterschieden und dadurch entstehenden Spannungen, sowie für Leitungen, die unter besonderen Verhältnissen schädigenden äußeren Einflüssen ausgesetzt sind, empfiehlt es sich, die Wandstärken entsprechend zu erhöhen. — In der Formel $\delta = p\,D/2\,s + z$ gilt normal für $p = 10$ Atmosphären die Spannung $s = 300$ kg/qcm und der Zuschlag $z = 7 \sim 8$ mm. Für Gasleitungen und für Wasserleitungen mit einem Betriebsdruck von höchstens 4 Atmosphären wendet man 10∼15 % leichtere und billigere Muffenrohre an; für Betriebsdrucke von höchstens 6 Atmosphären kann man 5∼10 % sparen; für Dampfleitungen rechnet man mit $s = 200$ kg/qcm und $z = 7 \sim 8$ mm, ebenso für Wasserdruck bis 50 Atmosphären. — Der äußere Durchmesser des Rohres (nämlich des Modells) ist feststehend; Aenderungen der Wandstärke sind also nur auf den lichten Durchmesser des Rohres von Einfluß. Als unabänderlich normal gilt ferner die innere Muffenform, die Art des Anschlusses an das Rohr und die Fugenweite (Bleifuge) f (Fig. 1). Aus Gründen der Herstellung sind bei geraden Normalrohren Abweichungen von den durch Rechnung ermittelten Gewichten um höchstens ± 3 % zu gestatten. In den Gewichtsberechnungen ist das spez. Gew. des Gußeisens = 7,25 gesetzt worden. — Für die Anordnung der Schraubenlöcher bei den Flanschenrohren gilt die Regel, daß die lotrechte Ebene durch die Rohrachse Symmetrieebene für die Löcher ist und kein Schraubenloch enthält. — Die Aufstellungen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute [4] und deutscher Eisengießereien [5] bedingen ± 5 % Gewichtsabweichung als statthaft aus.

Normale gerade Rohre sind senkrecht in getrockneten Formen unter Ausschluß von Kernnägeln und Kernstützen zu gießen, und zwar bei größeren Rohren die Muffe unten. Die Preise betragen nach [2] ausgemittelt, ohne Verbindungsteile:

Rohrweite	40	70	100	150	200	300	400	500	600 mm
Muffen-	18	16	15,5	15	14,5	14	13,5	13,5	13,5 ℳ/dz
rohre	2	3	4	6	8,5	14	20	27	35 ℳ/m
Flanschen-	30	25	20	19	18,5	17,5	15,5	15	15 ℳ/dz
rohre	3	4	5	8	11	18	24	32	40 ℳ/m.

Bei den Vereinbarungen über Rohre sind auch normale Abmessungen für Formstücke festgestellt worden. Ihre Gewichte fallen durchschnittlich um 15 %, bei Krümmern über 20 % höher aus, als der Berechnung aus den normalen Stärken entspricht. Mit Rücksicht auf ihre ungünstigere Beanspruchung durch den Betriebsdruck sowie auf die Möglichkeit, daß sich der Kern verlegt oder verbiegt oder daß die Kernstützen nicht gut einschweißen, werden sie stärker ausgeführt. Man läßt dafür Gewichtsabweichungen von den Listenwerten ([1] und [2]) bis ± 10 % zu. — Es empfiehlt sich, in einer Gußform immer zwei oder mehrere Krümmer so

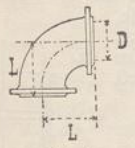


Fig. 3.

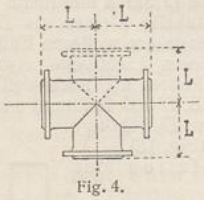


Fig. 4.

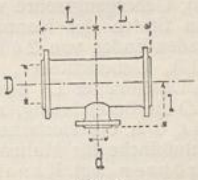
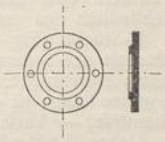


Fig. 5.


Fig. 6.

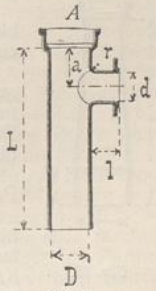


Fig. 7.

zusammenzulegen, daß ihre Kernmarken zusammenstoßen und die Kerne mit gemeinschaftlichen Kerneisen herzustellen, damit sich die Kraftmomente infolge des Auftriebes der Kerne entgegenwirken. — Die Preise der Formstücke betragen rund 25 ℳ/dz für rohe Stücke, 30 ℳ/dz für Stücke mit bearbeiteten Flanschen.

Flanschenrohrformstücke: Normalkrümmer (Fig. 3), von Flansch zu Flansch einen Quadranten bildend, T-Stücke und Kreuzstücke (Fig. 4 und 5) erhalten $L = D + 100$ mm, bei engerem Abzweig $l = 0{,}5\,D + 0{,}5\,d + 100$ mm. Flanschendeckel oder Blindflansch (Fig. 6) mit Dichtungsleiste für Rohre bis 300 mm Weite, größere mit Rippen.

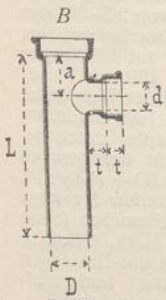


Fig. 8.

Muffenrohrformstücke: A-Stücke (Fig. 7), Muffenrohrstücke von D mm lichter Weite mit einem Flanschstutzen von d mm lichter Weite haben $a = 0{,}2\,D + 0{,}5\,d + 100$ mm; $l = 0{,}1\,d + 120$ mm; $r = 0{,}05\,d + 40$ mm.

D = 40—100 mm	d = 40—100 mm	L = 0,80 m
125—325 „	40—325 „	1,00 „
350—500 „	40—300 „	1,00 „
350—500 „	325—500 „	1,25 „
550—750 „	40—250 „	1,00 „
550—750 „	275—500 „	1,25 „
550—750 „	550—750 „	1,50 „

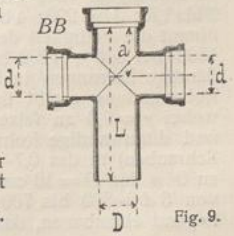


Fig. 9.

Doppel-A-Stücke haben zwei gleiche, in gerader Linie gegenüberstehende Flanschstutzen beispielsweise mit $A\,A\,\frac{300}{200}$ bezeichnet, wenn $D = 300$ und $d = 200$ mm ist.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

B-Stücke (Fig. 8), Muffenrohrstücke mit einem Muffenstutzen von der Länge t, d. h. der zu d gehörigen Muffentiefe; im übrigen wie A-Stücke. Doppel-B-Stücke haben zwei gleiche Muffenstutzen (Fig. 9).

C-Stücke (Fig. 10), Muffenrohrstücke von D mm lichter Weite mit einem unter 45° gerichteten Muffenstutzen von d mm lichter Weite; $a = 0{,}1\,D + 0{,}7\,d + 80$ mm; $l = 0{,}75\,a$; $r = d$.

$D =$ 40—100 mm	$d =$ 40—100 mm	$L =$ 0,80 m
125—275 „	40—275 „	1,00 „
300—750 „	40—250 „	1,00 „
	275—425 „	1,25 „
$\left.\begin{matrix} d \leq D \end{matrix}\right\}$ „	450—600 „	1,50 „
	650—750 „	1,75 „

CC-Stücke (zu lesen. Doppel-C-Stücke) erhalten zwei gleiche symmetrisch stehende schräge Muffenstutzen.

E-Stücke (Fig. 11) haben Muffe und Flansch und die Länge $L = 300$ mm für alle Weiten.

F-Stücke (Fig. 12) haben nur einen Flansch, $L = 600$ mm für $D = 40$—475 und $L = 800$ für $D = 500$—750.

J-Stücke (Fig. 13), Muffenkrümmer, deren Mantelende auf die Länge m gerade ist, $m = D + 200$ mm für $D = 40$—375; $m = 600$ für $D = 400$—1200; $R = 250$ für $D = 40$—90; $R = D + 150$ mm für $D = 100$—1200; $\alpha = 11\frac{1}{4}°$, $22\frac{1}{2}°$, 30°, 45°, 60° oder 90°.

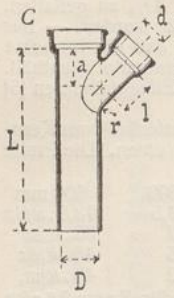


Fig. 10.

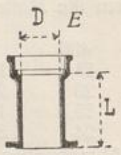


Fig. 11.

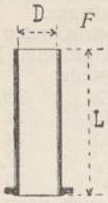


Fig. 12.

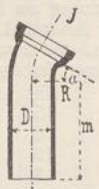


Fig. 13.

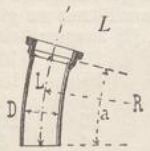


Fig. 15.

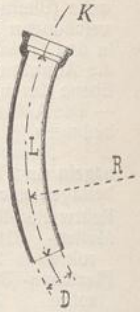


Fig. 14.

K-Stücke (Fig. 14), Muffenkrümmer mit dem Radius $R = 10\,D$; $\alpha = 15°$, $22\frac{1}{2}°$, 30° oder 45°; L so groß, daß je nach α sechs, vier, drei oder zwei Stücke einen Quadranten bilden.

L-Stücke (Fig 15), schärfer umbiegende Muffenkrümmer mit $R = 5\,D$, nur für $D = 300$—1200, sonst wie die vorigen; (Muffenkrümmer von $\alpha = 90°$ kommen mit $R = 0{,}5\,D + 300$ mm vor).

R-Stücke (Fig 16), Uebergangsrohre von D auf d mm lichte Weite, wobei d bis zu acht oder zehn Stufen der Normaltabelle kleiner als D ist. $L = 1$ m, einschließlich des geraden Endes von $2\,t$ Länge am weiteren Ende.

Ü-Stücke (Fig 17), Ueberschieber, deren Lichtweite etwas größer als der äußere Durchmesser D_1 des Rohres ist, nach dessen innerem Durchmesser D die Bezeichnung, z. B. Ü 300 bestimmt wird. Die ganze Länge ist $4\,t$, d h. die vierfache zu D gehörige Muffentiefe. — Verschlußstücke für Muffen (Fig. 18).

Ueber Abflußröhren vgl. Kanalisation der Privatgrundstücke, Bd. 5, S. 334/35.

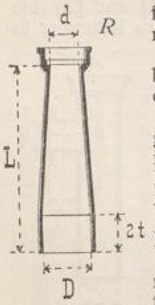


Fig. 16.



Fig. 18.

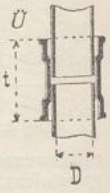


Fig. 17.

Kupferrohre benutzt man in Dampfleitungen (aber nicht für Heißdampf) als anzupassende, einfach oder mehrfach gebogene Anschlußstücke, als elastisch nachgiebige Krümmerstücke, als Ausdehnungsstücke, zur Gewichtsersparung auf Schiffen auch für gerade Rohrstrecken, ferner zu Leitungen von Säften u. dergl., z. B. in Brauereien und chemischen Fabriken, wo Eisen ungeeignet ist. Die Wandstärke nahtlofer Kupferrohre ist aus der Formel $\delta = p\,D/2\,s + z$ für p Atmosphären Dampfüberdruck nach den Vorschriften der Kaiserl. Marine mit $s = 200$ kg/qcm und einem Zuschlag z von 1,5 mm für Rohre bis 100 mm Weite zu berechnen, während die weiteren Rohre mit $z = 0$ bei mehr als 8 Atmosphären Dampfüberdruck mit Stahldrahtseilen von 2,5~6,5 mm Durchmesser dicht und fest umwickelt werden. Wo die Gefährlichkeit eines Rohrbruches geringer ist, wird $s = 300$ und $z = 1{,}5$—$2{,}5$ mm gesetzt [3]. Für gelötete Rohre ist s auf 150 kg/qcm zu ermäßigen. Die geringste Wandstärke 1 mm reicht in den Listen von 3 bis 100 mm Weite; 2 bis 120; 3 bis 200; 4 bis 300; 6 von 130 bis 400; 10 von 200 bis 400. Mit steigender Temperatur nimmt die Festigkeit des Kupfers ab, etwa von 2100 kg/qcm auf 2000 bei 100°; 1800 bei 200°; 1500 bei 300°; 1200 bei 400°; 900 bei 500°. Unter Heißdampf wird das Kupfer durch beständige Zerrungen in Krümmern oder Federrohren bald brüchig. Das Gewicht der geraden Rohrwandung ergibt sich für D cm lichte Weite und δ cm Wandstärke zu $\pi\,(D + \delta)\,\delta\,\gamma : 10$, wobei $\gamma = 9{,}0$ zu setzen ist. Preis für Kupferrohre ca. 300 ℳ/dz, mit Ueberpreisen für enge und dünnwandige Rohre [2]. Das Gewicht von einem Paar schmiedeeiserner Flanschen (ohne Schrauben) ist das 0,7—1,0fache von D cm Rohrweite und ihr Preis 0,9 D cm in Mark, z. B. 8 kg zu 9 ℳ für $D = 10$ cm. — Kupferne Federrohre von 40—300 mm lichter Weite mit Baulängen von $3\,d + 500$ bis 700 mm für ± 20 bis ± 60 mm Federung sind in der Leitung horizontal liegend einzubauen, damit sich weder in ihnen noch neben ihnen Wasser ansammeln kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Meſſingrohre mit $^1/_2$ mm Wandſtärke von 5—50 mm Weite, 1 mm bis 80, 2—5 mm bis 150 mm Weite wiegen, nach Zentimetern berechnet, $\pi (D + \delta) \delta \gamma : 10$ kg/m mit $\gamma = 8{,}5$ und koſten in den gebräuchlichen Größen 200—300 ℳ/dz. Sie werden im Maſchinenbau hauptſächlich für Oberflächenkondenſatoren benutzt.

Schmiedeeiſerne Rohre erſetzen gußeiſerne zur Erzielung geringeren Gewichtes und größerer Betriebsſicherheit bei hohem Druck; man verwendet ſie allgemein im Dampfkeſſelbau, ſowie für Dampfleitungen mit hohem Druck und beſonders bei überhitztem Dampf, auch bei ſehr geringem Druck, wo eine möglichſt dünne Wandung erwünſcht iſt, wie bei Heizungen, ferner bei ſtarken oder unvorherzuſehenden Biegungsbeanſpruchungen, z. B. bei der Lagerung von Waſſerleitungen in felſigem Boden oder auf Brücken, bei mäßigem Druck und ſehr großer Weite, als Turbinenzulaufrohre u. ſ. w.

Gefalzte Rohre kommen als Ofenrohre vor, die indes auch genietet werden (vgl. Falzen). Genietete dünnwandige Blechrohre für Luftleitungen mit geringem Druck aus verzinktem Eiſenblech oder Weißblech, deren Nietnaht noch verlötet wird, erhalten die Wandſtärke δ mm $= (0{,}1—0{,}15) \sqrt{D}$ cm bei 100∼1500 mm Weite. Die vollſtändige Leitung erhält dabei annähernd das Gewicht $4\,D$ cm δ cm in Kilogramm/Meter und koſtet 0,3∼0,5 ℳ/kg. — In ſtärkerer Ausführung mit 2—3 mm Wandſtärke werden die Rohre bis 300 mm Weite auf 10 Atmoſphären, bis 600 mm auf 5 Atmoſphären geprüft [2]. — Genietete Rohre für Waſſerdruckleitungen werden wie Dampfkeſſel berechnet und mit aufgenieteten Winkelringen verſehen. Die Schrauben, in 120—160 mm Teilung geſetzt, erhalten nahezu denſelben Querſchnitt wie das Rohr ſelbſt. — Gelötete Rohre für Dampfheizungen mit geringer Spannung werden immer ſeltener benutzt. — Dagegen führen ſich autogen geſchweißte Rohre mehr und mehr ein. — Stumpfgeſchweißte Rohre ſind für Gas- und Waſſerleitungen in Weiten von 6—38 mm ($^1/_4$—$^6/_4$″) ſehr gebräuchlich, auch bis 100 mm (4″) zu haben, in Längen bis 4 m. Ihre Wandſtärke iſt δ mm $= 2\sqrt{D}$ cm $= 2$—4 mm bezw. bis 6, ihr Gewicht $= 3\,D$ cm δ cm in kg/m, der Preis, wenn die Rohre noch ſchwarz ſind, $0{,}30\,D$ cm, verzinkt für Waſſerleitungen $0{,}35\,D$ cm in ℳ/m. Für die Rechnung ſind höchſtens 100 kg/qcm Zugſpannung zu wählen. — Patentgeſchweißte, d. h. mit ſchräger Ueberlappung geſchweißte Rohre ſind weſentlich zuverläſſiger. Sie finden bei Dampfheizungen, Preßluft- und Dampfleitungen ſowie im Dampfkeſſelbau, auch für Ueberhitzer und Vorwärmer weitgehende Verwendung. Als Leitungsrohre von 40—100 mm lichter Weite erhalten ſie, in Rückſicht auf die einzuſchneidenden Gewinde für die Verbindungsſtücke (ſ. Bd. 4, S. 272/73), verhältnismäßig große Wandſtärke $\delta = 2\sqrt{D}$ cm $= 4$—6 mm, dazu das Gewicht von $3\,D$ cm $\cdot\,\delta$ cm in Kilogramm/Meter und den Preis von 35 ℳ/dz. — Als Dampfkeſſelrohre in Weiten von 25 bis 120 mm erhalten ſie die geringere Wandſtärke $\delta = (1{,}1 \sim 1{,}2)\sqrt{D}$ cm $= 2 \sim 4$ mm, das Gewicht $2{,}5\,D$ cm δ cm in Kilogramm/Meter, den Preis von 80 bis 50 ℳ/dz oder (0,4 bis 0,3) D cm in Mark/Meter; Dampfleitungsrohre in Weiten von 30 bis 400 mm mit Flanſchen und deshalb höherem Gewicht haben $\delta = 0{,}025\,D + 1$ bis 2 mm. — Für hohe Drucke, beſonders zu Verbindungen an hydrauliſchen Preſſen, benutzt man Schmiedeeiſenrohre von 6 bis 50 mm ($^1/_4$ bis 2″) Weite mit 6 mm Wandſtärke. — Spiralgeſchweißte Rohre werden aus Flußeiſen von 30∼35 kg/qmm Zerreißfeſtigkeit dadurch hergeſtellt, daß lange Streifen ſchraubenförmig gewunden und mit Waſſergas in beſonderer Maſchine geſchweißt werden. Die Außendurchmeſſer von 157 bis 622 mm ſtehen feſt, während die Wandſtärken von 2,5 bis 3,5 mm bei den engen, von 3,5 bis 6 mm bei den weiten Rohren veränderlich ſind. Die Baulänge von 10 bis 5 m kann auch auf das Doppelte gebracht werden. Der Probedruck $p = 2\,s\,\delta : D$ beanſprucht die Rohrwand auf $s = 1100$ kg/qcm. Das Gewicht der aſphaltierten Rohre ohne Flanſche kommt auf $2{,}7 \cdot D$ cm $\cdot\,\delta$ cm in Kilogramm/Meter und der Preis auf 50 bis 33 ℳ/dz. — Nahtloſe Patentſtahlrohre der Duisburger Eiſen- und Stahlwerke tragen der Herſtellung wegen [6] zwei äußere Längsrippen, die man in die Biegungsebene, alſo meiſt lotrecht legt. Bei 100∼220 mm lichter Weite iſt die Wandſtärke 4∼10 mm und die Länge 6∼10 m. — Mannesmannrohre, die vermöge des vorzüglichen Materials und der homogenen Struktur äußerſt feſt ſind, werden als Dampfkeſſel- und Leitungsrohre, außerdem in mannigfachen Formen zu vielen andern Zwecken verwendet. Die Preiſe entſprechen nach [2] den geſchweißten Rohren. Nach [1] gelten auszugsweiſe folgende Werte:

Nahtloſe Mannesmann-Stahlrohre mit Flanſchen in Längen von 4 bis 6,5 m.

Außendurchmeſſer	$1^3/_4$	$2^1/_8$	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	$3^3/_4$	$4^1/_4$	$5^1/_4$	$6^1/_4$	$7^1/_2$	$8^1/_2$	$9^1/_2$	$10^1/_2$	12 Zoll engl.
Wandſtärke	$2^1/_4$	$2^1/_2$	3	3	$3^1/_4$	$3^1/_4$	$3^3/_4$	4	$4^1/_2$	$5^1/_2$	$6^1/_2$	$6^1/_2$	7	$7^1/_2$ mm
Rohrweite	40	49	58	70	82	89	100	125	150	180	203	228	253	290 „
Gewicht rund	2,5	3,5	4,9	5,9	7,7	8,2	10,6	14,4	19	28	37	41	50	61 kg/m
Preis rund	3,8	4,6	5,6	6,6	8,9	9,4	12	19	26	40	55	70	82	117 ℳ/m.

Mannesmann-Muffenſtahlrohre in Längen bis 8 m.

Rohrweite	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250 mm
Wandſtärke	3	3	3	$3^1/_4$	$3^1/_2$	4	4	4	$4^1/_2$	5	$5^1/_2$	$6^1/_2$	7 „
Bleifuge	7	$7^1/_2$	$7^1/_2$	$7^1/_2$	$7^1/_2$	$7^1/_2$	$7^1/_2$	$7^1/_2$	$7^1/_2$	$7^1/_2$	8	8	$8^1/_2$ „
Muffentiefe	87	91	94	97	99	102	105	109	112	115	117	120	123 „
Gewicht rund	3,8	4,9	5,5	6,5	8,6	10,5	11,6	14	19	25,5	30	40	53 kg/m
Preis rund	2,9	3,5	3,9	4,7	6,1	6,7	7,4	9,4	12,5	15,8	19,3	26,4	35,5 ℳ/m.

Die Eiſen- und Stahlrohre für Dampf von hoher Spannung und Temperatur erhalten die Wandſtärke $\delta = 0{,}025\,D + 1$ bis 2 mm (ſ. Rohrverbindungen).

Literatur: [1] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, 2. Abt., Leipzig 1908. — [2] Joly, Techniſches Auskunftsbuch, Leipzig 1908. — [3] Hausbrand, Hilfsbuch für den Apparatebau, Berlin 1901. — [4] Vorſchriften für die Lieferung von Eiſen und Stahl, aufgeſtellt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

vom Verein deutſcher Eiſenhüttenleute, Düſſeldorf 1901. — [5] Vorſchriften für die Lieferung von Gußeiſen, aufgeſtellt vom Verein deutſcher Eiſengießereien; ſ. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 404/09. — [6] Verhandlungen des Ver. für Gewerbfleiß 1900, S. 361—439, Taf. XX—XXIV, Diegel, Rohrfabrikation. *Lindner.*

Außer den Metallröhren kommen, insbeſondere zur Fortleitung von Flüſſigkeiten, noch Aſbeſtröhren, Aſphaltröhren, Holzröhren, Röhren aus Kautſchuk, Leder, präparierter Leinwand (ſ. a. Schläuche), aus durchbohrten Steinen, Steinzeugröhren, Tonröhren und Zementröhren in Betracht. Glasröhren werden meiſt nur in kleinen Lichtweiten für Thermometerröhren, Waſſerſtände u. ſ. w. hergeſtellt und ſind wegen ihrer Sprödigkeit zu größeren Leitungen nicht geeignet. Zur Herſtellung von Aſbeſtröhren wird Spiraldraht mit Bleifolie umwickelt und mit in Kautſchuk getränktem Aſbeſt bedeckt; Verwendung zu biegſamen Schläuchen.

Aſphaltröhren gewöhnlicher Art werden aus in geſchmolzenem Aſphalt getränktem Papier hergeſtellt, indem dieſes auf Rollen gewickelt wird, bis ein genügend ſtarkes Rohr von in der Regel 2 m Baulänge entſtanden iſt. Solche Röhren ſind meiſtens ohne Muffe; ſie werden ſtumpf geſtoßen und mit Bandagen gedichtet. Eine andre Art ſind die mit einem Drahtgeflechte verſehenen, aus Aſphaltmörtel gegoſſenen Röhren.

In Deutſchland weniger bekannt, aber in Frankreich und Italien häufig zu Gas- und Waſſerleitungen verwendet und dort, wo die Röhrenfahrt in Bodenarten zu verlegen iſt, welche Metalle chemiſch verändern, beſonders empfehlenswert ſind die Chameroyröhren [7]. Der Kern beſteht aus verbleiten, genieteten Eiſen- oder Stahlblechröhren; er wird nach außen mit ſtarkem Aſphaltüberzuge verſehen. Sie werden in der Regel für 5, ausnahmsweiſe auch für 10 Atmoſphären Betriebsdruck bis zu 1 m Lichtweite hergeſtellt, in Baulängen von 4 m und darüber. Nachſtehende Tabelle beziffert die Koſten K pro Längenmeter in Mark unter Angabe des Gewichtes G in Kilogramm, der handelsüblichen Lichtweite D und Wandſtärke δ des inneren Blechrohres in Millimetern für 5 Atmoſphären Betriebsdruck:

D	35	42	54	68	81	108	135	162	189	216	244	271	297	320	350	400	450	500
δ	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9
G	4	5	6	7,5	8,5	11	15	17	22	25	28	33	39	45	52	70	78	90
K	1,65	1,85	2,15	2,45	3,00	4,20	5,65	7,10	8,35	10,00	11,80	13,60	15,45	18,60	22,25	25,40	30,00	35,35

Holzröhren, früher ſehr viel zu Waſſerverſorgung verwendet und zu Leitungen für heißes Waſſer empfehlenswert, werden entweder mittels einfacher Durchbohrung des Stammes nach ſeiner Längsachſe hergeſtellt und eingeſchnäuzt (ſ. Einſchnäuzen, Bd. 3, S. 245), oder mit Röhrenbüchſen (ſ. d.), die beiderſeits in das Hirnholz eingetrieben werden, gedichtet. Auch ſtellt man ſie aus Dauben (ſ. Böttcherei) her. Näheres ſ. Rohrverbindungen, S. 496.

Kautſchuk, Leder und präparierte Leinwand werden zu röhrenförmigen Schläuchen verarbeitet, die mittels Kupplung zu Rohrleitungen geſtaltet werden (ſ. Feuerſpritzenſchläuche, Bd. 3, S. 777). Steinzeugröhren und Tonröhren ſ. Tonwaren.

Die ſogenannten Zementröhren beſtehen aus Stampfbeton. Manchmal erteilt man denſelben mit Fluaten (ſ. Steinerhaltungsmittel) im Innern eine ſäurefeſte Schicht. Die Wandſtärke δ der Röhren entſpricht bei Leitungen unter hohem Druck, wie ſie in Frankreich vielfach ausgeführt ſind, der empiriſchen Formel: $\delta = 0{,}02\,(1 + D\,h)$ unter h die dem Drucke entſprechende Waſſerſäulenhöhe, D die Lichtweite des Rohres verſtanden, alle Maße in Metern. Die in Deutſchland handelsüblichen Stärken erhält man aus dieſer Formel mit $h = 3$.

Ausführliches über alle dieſe Röhren iſt in [1] (ſ. oben) nachzuſehen. Vgl. a. die Figuren 51—57 bei Rohrverbindungen und Waſſerleitung.

Zementröhren mit Eiſeneinlagen werden in neuerer Zeit vielfach verwendet und zur Aufnahme der infolge innerer Preſſung entſtehenden Zugſpannungen durch die Armierung befähigt, zu welcher entweder Rundeiſen (Monier), Drahtgewebe (Syſtem Gießler) oder Profileiſen (Syſteme Bonna und Bordenave) verwendet werden. Aehnliche Konſtruktionen in ſehr großen Dimenſionen für Leitungsgänge, Kanäle, Stollenauskleidungen, Waſſerleitungen, Durchläſſe, Düker u. ſ. w. ſ. [8], S. 523. Ueber die Berechnung derſelben (insbeſondere der Eiſeneinlagen für Außendruck und Innendruck), die Prüfung auf Waſſerdichtigkeit, Tragfähigkeit und Abnutzung ſ. [8], S. 509 ff.

Literatur: [7] Katalog der Société Chameroy & Co., Paris, rue de l'Allemagne, Tuyaux en tôle et bitume. — [8] Emperger, F. v., Handbuch für Eiſenbetonbau, Bd. 3, Berlin 1907.

Rohrgewebe, ſ. Deckenputz und Putz.

Rohrherſtellung, hier insbeſondere die Herſtellung von Metallröhren; vgl. a. Rohre, Rohrleitung.

I. Herſtellung gußeiſerner Röhren.

Die Verfahren und Einrichtungen zur Maſſenerzeugung gußeiſerner Röhren unterſcheiden ſich vorzugsweiſe durch das Formenmaterial (Sandformen oder eiſerne Formen); bei Sandformen in der Herſtellung dieſer, ferner in der Anordnung und der Lage der den Kern enthaltenden Formkaſten beim Gießen. Weitaus überwiegend ſind die Formkaſten beim Eingießen des Roheiſens (Gußeiſens) in ſenkrechter Stellung — bei Muffenröhren mit Muffe nach unten. Bei wagerechter oder ſchräger Lage der Formkaſten kommen bei längeren dünnen Kernen Verbiegungen dieſer vor, was zu ungleichen Wandſtärken der Röhren Veranlaſſung gibt, die man zwar durch Kernſtützen vermeiden kann, wobei aber letztere ſelbſt wieder Gußfehler im Gefolge haben können; außerdem kann durch zurückbleibende Unreinigkeiten und durch Gaſe die Brauchbarkeit des Abguſſes in Frage geſtellt werden.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

1. Sandformen und ihre Herſtellung.

a) Für Röhren bis zu etwa 130 mm Durchmeſſer kann das gewöhnliche Formverfahren in zweiteiligen Kaſten (*a*, *b* in Fig. 1), in deren Hälften der Sand über das in einer Durchzugformmaſchine (Fig. 1) verſenkbare Modell *c* geſtampft wird, zur Anwendung kommen. Je nach dem Durchmeſſer und der Form können in einem Kaſten bis zu drei Röhren gleichzeitig eingeformt werden. Die Formen werden in einer Dammgrube ſtehend abgegoſſen [1]. Dieſe Röhren weiſen zwei Längsnähte (Bart oder Grat genannt) auf.

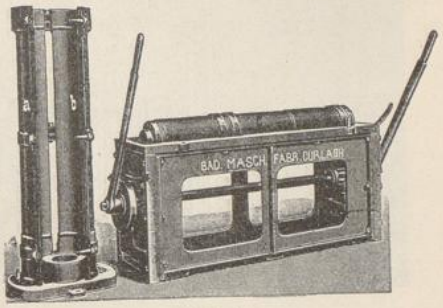
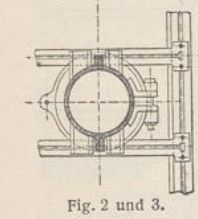
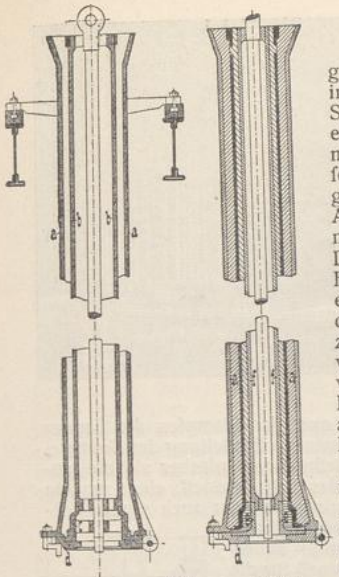
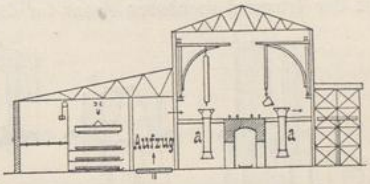


Fig. 1.

b) Das üblichſte Verfahren iſt das Aufſtampfen des Sandes in dem Zwiſchenraum zwiſchen dem ſenkrecht ſtehenden (zweiteiligen) Formkaſten *a* (Fig. 2) und dem innerhalb dieſes befindlichen Rohrmodell *b*, wobei eine Platte *d* das Durchfallen des Sandes nach unten verhindert. Die Befeſtigung des von oben lagenweiſe eingeworfenen Sandes geſchieht mittels Handſtampfern von entſprechender Länge oder mittels Stampfmaſchinen, von denen Fig. 5 die Ardeltſche, D.R.P. Nr. 177353, zeigt; *a* iſt die Form, *b* der aus einzelnen an einem Ring ſitzenden Stäben gebildete Stampfer; an dem Ring greifen zwei Stangen an, die je von einem Walzenpaar umſchloſſen ſind, deren zylindriſcher Umfang mehrmals unterbrochen iſt, ſo daß die Stangen bei der Umdrehung der Walzen abwechſelnd gehoben werden und niederfallen (Hubzahl 120—160 pro Minute). Der Stampfer ſamt dem Hubwerk dreht ſich während des Stampfens um die Rohrachſe. Die Stampferfinger (4—16 Stück) ſind federnd, damit ſie bei Rohrmodellen mit ſtarken Muffen nachgeben können. Zum Antrieb dient ein 1,5—5 PS. ſtarker Motor *M*. Andre Stampfmaſchinen beſitzen als Stampfer Röhren; ferner werden mit Schraubenflächen verſehene Rohrſtücke benutzt, die bei ihrer Drehung den Sand feſtpreſſen [2].


Fig. 2 und 3.


Fig. 4.



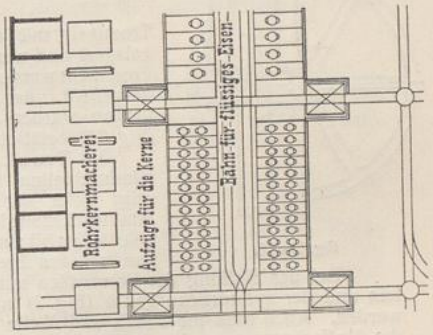


Fig. 6 und 6a.

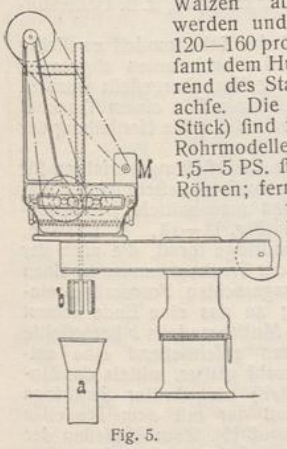


Fig. 5.

An Anordnungen der Formkaſten ſind folgende zu erwähnen:

α) Feſtſtehende Formkaſten, die in Reihen (Fig. 6 und 6a) oder im Kreis (Fig. 7 und 8) angeordnet ſind. Urſprünglich waren die Formen in Gruben hängend; wegen der ſchwierigen Zugänglichkeit hat man dieſe Anordnung verlaſſen und die Formen erhöht aufgeſtellt (vgl. Fig. 6 und 7). Das Einſetzen u. ſ. w. der Rohrmodelle und der Kerne erfolgt mit Hilfe von Kranen (ſ. Fig. 6 und 7) [3], [4].

β) Drehbare Formkaſtentrommeln (Fig. 9, Kgl. Württemb. Hüttenwerk Waſſeralfingen), an deren Umfang die Formkaſten aufgehängt ſind. Dieſe Anordnung hat

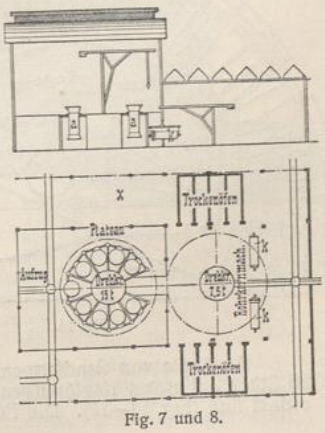


Fig. 7 und 8.

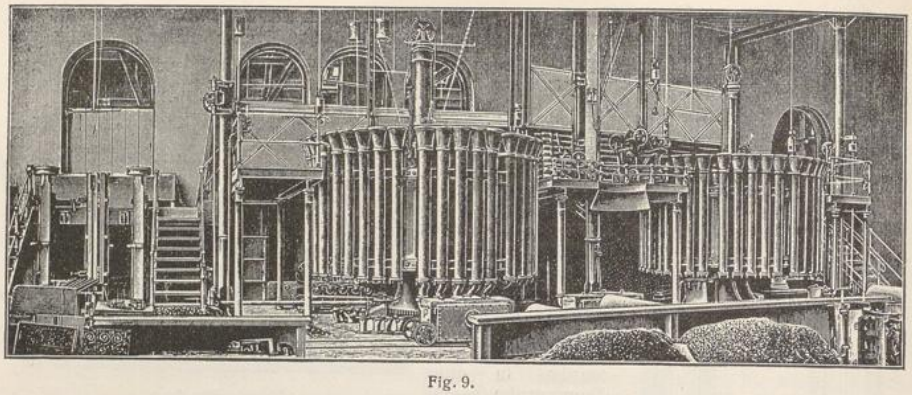


Fig. 9.

den Vorteil, daß das Einſetzen des Schaftmodells, die Anfuhr und das Stampfen des Sandes immer an demſelben Standort des Arbeiters erfolgt; ferner iſt die genaue Einſtellung der Trommel unter das am Kran hängende Schaftmodell, den Kern und die Gießpfanne einfacher als die umgekehrte Arbeitsweiſe. Durch Anordnung eines Hebezeugs für das Schaftmodell, eines um die Achſe der Trommel drehbaren Krans für die Kerne und die Gießpfanne oder auch eines Gießwagens und eines Drehkrans (mit Achſe außerhalb der Trommel) für die gegoſſenen Rohre iſt es möglich, dieſe Arbeiten gleichzeitig vorzunehmen und damit eine hohe Produktion zu erzielen. Die in Fig. 9 dargeſtellten Trommeln mit je 40 Doppelkaſten ſind auf Kugeln gelagert und werden mit Druckwaſſer bewegt. Die Trommeln werden aus Blech oder Gußeiſen (Fig. 10) hergeſtellt. An Stelle hydrauliſcher Drehvorrichtungen werden auch elektriſche oder von Hand (Fig. 10) betätigte angewendet [3].

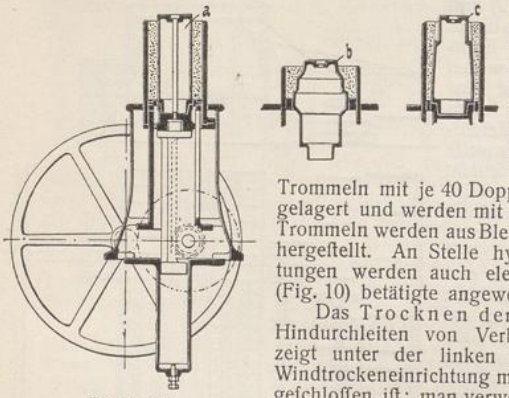


Fig. 11—13.

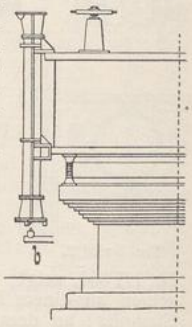


Fig. 10.

Das Trocknen der Formen erfolgt durch Hindurchleiten von Verbrennungsgaſen. Fig. 9 zeigt unter der linken Trommel eine fahrbare Windtrockeneinrichtung mit Koksfeuerung, die an fünf Formkaſten angeſchloſſen iſt; man verwendet hierzu ferner Heizgaſe, z. B. Generatorgas, vgl. den Brenner *b*, Fig. 10.

Bei der Stellung der Formkaſten mit Muffe nach unten muß das Schaftmodell zweiteilig ſein und der zylindriſche Teil *b* (Fig. 2) nach oben, der Muffenteil *c* nach unten abgezogen werden. Auch muß für Schaft und Muffe des Rohres ein beſonderer Kern hergeſtellt werden, die Muffenkerne *e* werden in zweiteiligen Büchſen aufgeſtampft und hierauf in einem Trockenofen getrocknet. Ueber die Herſtellung der Schaftkerne ſ. unten.

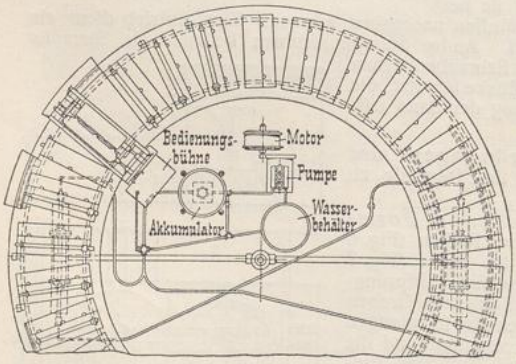


Fig. 14.

c) Ein andres Herſtellungsverfahren für die äußere Rohrſandform beſteht nach Kudlicz darin, daß man mittels Durchziehformmaſchinen (Fig. 11—13, H. Laißle, Reutlingen) Sandringe formt, die nach der Trocknung in der Trockenkammer in einen zweiteiligen wagerechten Formkaſten eingelegt werden; an das eine Ende kommt der mittels des Muffenmodells *b* hergeſtellte Sandring, daran anſchließend eine entſprechende Anzahl glatter, mittels des Modells *a* (Mittelteil) hergeſtellter Sandringe und zum Schluß der mit dem Modell *c* hergeſtellte Einguß [5]. Zum Abgießen der Rohrform wird dieſe ſenkrecht geſtellt. Für Rohre bis zu 6″ engl. werden doppelte, bis zu 12″ einfache Formkaſten verwendet.

2. Eiſerne Formen.

An Stelle von Sandformen benutzt die Tacony Iron Co. eiſerne Formen, von denen 30 Stück auf einem ringförmigen, auf Rädern laufenden Geſtell von 12 m Durchmeſſer angeordnet ſind (Fig. 14—17). Die Formenhälften ſind durch ein Scharnier verbunden und werden

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

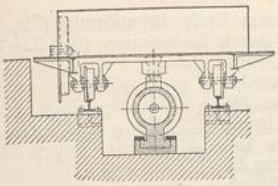


Fig. 15.

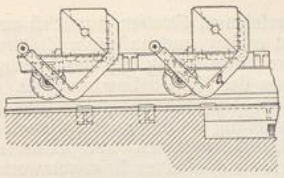


Fig. 16.

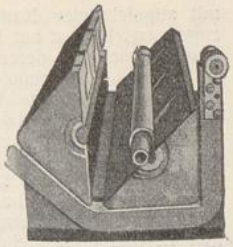


Fig. 17.

ſelbſttätig geſchloſſen und geöffnet. Die Formen werden an der Gießvorrichtung vorbeigeführt; jede Form wird nach $7\frac{1}{2}$ Minuten wieder neu gefüllt, ſo daß die ſtündliche Produktion 240 Rohre beträgt. Ueber Einzelheiten vgl. [6].

Herſtellung der Kerne. Das gebräuchlichſte Formmaterial für Kerne iſt Lehm, der in der Kerndrehbank (ſ. Bd. 5, S. 436) mit Hilfe einer Schablone auf eine mit Strohſeil umwickelte Kernſpindel bezw. Kernrohr in zwei für ſich getrockneten Lagen aufgetragen wird. Die Kernſpindeln ſind zur Ableitung der beim Gießen ſich entwickelnden Gaſe mit Längsnuten, die Rohre mit Nuten oder Löchern verſehen. — Bisweilen verwendet man auch Sand, der in zweiteiligen Kernbüchſen um die Kernſpindel geſtampft (ſ. Fig. 9, links) oder der in der Kerndrehbank auf die naſſe Kernſpindel fallen gelaſſen und mit Hilfe einer Schablone angedrückt wird (Verfahren der Tacony Iron Co. [6]). Die Sandkerne werden mit einer Schwärze (Graphitwaſſer u. ſ. w.) überzogen und in Trockenkammern [4], [5] getrocknet.

Das Roheiſen für den Röhrenguß wird auf Hochofenwerken vielfach unmittelbar nach dem Abſtich aus dem Hochofen verwendet; bisweilen werden größere Roheiſenmengen, auch aus Kupolöfen, in einem Miſcher [3] zur Erzielung gleichmäßiger Qualität angeſammelt. Die Zuſammenſetzung des Roheiſens liegt etwa in folgenden Grenzen: 1,5—2 % Silicium, $\leqq$ 3,5 % Kohlenſtoff, $<$ 1 % Mangan, $<$ 0,1 % Schwefel; Phosphor bei gewöhnlichen Röhren $\leqq$ 1,1 %, bei Hochdruckröhren $\leqq$ 0,7 %.

Zum Abtrennen der Eingüſſe u. ſ. w. benutzt man Röhrenabſtechdrehbänke (ſ. Drehbank, Bd. 3, S. 67, Fig. 23).

II. Herſtellung der Schmiedeeiſenröhren (Röhren aus Schweißeiſen, Flußeiſen, Flußſtahl).

I. Geſchweißte Röhren.

Bei ihrer Herſtellung ([7], [11], [12]) ſind zwei Operationen zu unterſcheiden: Das Zuſammenbiegen (Einrollen) eines gewalzten oder aus Blechtafeln geſchnittenen Blechſtreifens zu einem Rohr und die Vereinigung der Blechkanten (durch Verſchweißen, ſeltener durch Verſchmelzen).

Je nach der Art der für die Verbindung notwendigen Erhitzung unterſcheiden wir:

A. Schweißverfahren, bei denen das ganze Rohr erhitzt wird.

Nach dieſem Verfahren, das für größere ($>$ 300—350 mm) Rohrkaliber unökonomiſch iſt, werden hergeſtellt:

a) Stumpfgeſchweißte Gasröhren. Zur Rohrbildung werden die Blechſtreifen (Strips), an die vielfach zunächſt ein dünner Rundeiſenſtab angeſchweißt iſt, in rotwarmem Zuſtand durch einen Trichter (Kupfe, Tiegel, Manſchette u. ſ. w., vgl. Fig. 18) gezogen.

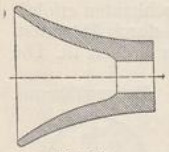


Fig. 18.

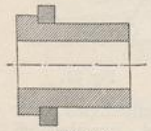


Fig. 20.

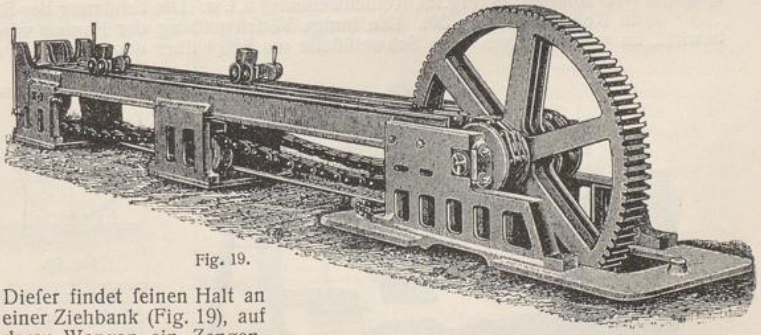


Fig. 19.

Dieſer findet ſeinen Halt an einer Ziehbank (Fig. 19), auf deren Wangen ein Zangenwagen läuft, bei deſſen Mitnahme durch eine endloſe Kette die Zange ſich ſchließt, den Streifen durch den Ziehtrichter hindurchzieht und zum Rohr umgeſtaltet. — Das eigentliche Verſchweißen der Fuge erfolgt nach Erhitzen des Rohres auf Schweißhitze in einem Gasrohrſchweißofen durch Hindurchziehen durch einen engeren Trichter; oft wird dieſe Operation noch ein- oder zweimal wiederholt. Zur Glättung des Rohres wird es hierauf rotwarm durch einen Kratztrichter (Fig. 20) gezogen. Die ſtumpfgeſchweißten Röhren werden im allgemeinen nur bis zu 2″ (lichtem) Durchmeſſer hergeſtellt.

b) Ueberlappt- oder patentgeſchweißte Heiz- und Siederöhren. Zur Rohrbildung werden die durch Walzen ([7], [9]), Fräſen oder Behobeln (auf Rohrſtreifenhobelmaſchinen, die zwei feſtſtehende Meſſer beſitzen, unter denen der Streifen hinweggezogen wird)

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

mit abgeſchrägten Kanten verſehenen Streifen zunächſt an einem Ende tütenförmig (Fig. 21) zugeſpitzt, hierauf auf Rotglut erhitzt und auf einer Ziehbank durch Ziehtrichter (Fig. 22—24) hindurchgezogen, deren innere Form (ſ. Fig. 22) das richtige Uebereinanderlegen der Kanten bewirken ſoll. Bisweilen wird hierbei auch ein Dorn eingelegt (Fig. 23 und 24). — Die Schweißung erfolgt nach Erhitzen des Rohrs in einem Rohrſchweißofen mit Hilfe eines unmittelbar davor aufgeſtellten Rohrwalzwerks (Fig. 25 und 26) [8] über einen an einer Stange befeſtigten Dorn (Schweißnaht oben). Der Walzendurchmeſſer hängt vom Rohrdurchmeſſer ab und beträgt etwa 500—700 mm; auch die Geſchwindigkeit iſt vom Rohrdurchmeſſer abhängig (bei kleineren Rohren etwa 4 m/sec, bei größeren entſprechend geringer). Erhitzen und Walzen werden noch ein- bis dreimal wiederholt, wobei jedesmal ein etwas ſtärkerer Dorn angewendet und die Schweißfuge um 60° ſeitlich verſetzt wird. Ueber

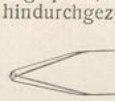


Fig. 21.

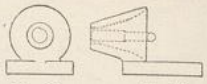


Fig. 22. Fig. 23.

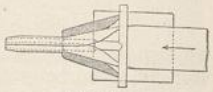


Fig. 24.

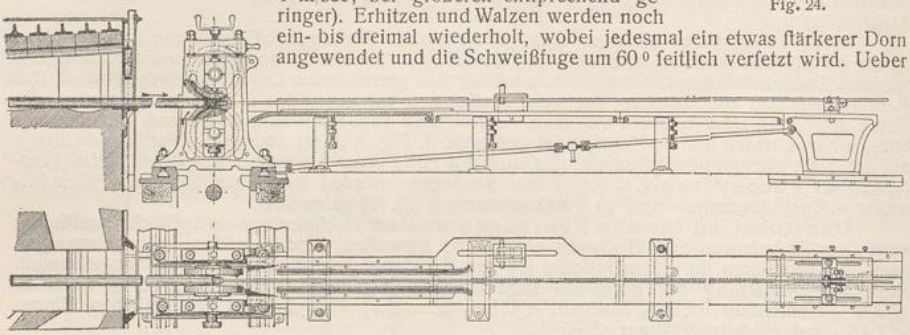


Fig. 25 und 26.

das etwas abweichende Verfahren in amerikaniſchen Röhrenwerken vgl. [9]. Im allgemeinen geht man mit der Herſtellung dieſer Röhren nicht über 12″ hinaus; es werden aber in einzelnen Fällen bis zu 30″ (762 mm) Röhren auf dieſe Weiſe geſchweißt. Näheres hierüber ſ. [9]. — Ueber Gasrohrſchweißöfen ſ. [9], [10].

c) Verbundröhren von Schmitz, D.R.P. Nr. 115777 [12], beſtehen aus zwei ineinander befindlichen und miteinander verſchweißten Röhren; die Längsſchweißfugen ſind um 180° verſetzt. Sie bilden den Uebergang zu den nahtloſen Röhren (ſ. unten).

B Schweißverfahren, bei denen nur die zu vereinigenden Blechkanten (ſtückweiſe fortſchreitend) erhitzt werden [13].

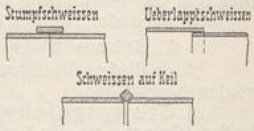


Fig. 27—29.

Die Rohrbildung geſchieht bei größeren Rohrkalibern durch Rundbiegen des kalten oder erhitzten Blechſtreifens mit Hilfe von Blechbiegemaſchinen (ſ. Biegen). — Die Schweißung erfolgt ſtumpf (ſelten, Fig. 27), überlappt (Fig. 28) oder durch Einſchweißen eines Quadrat- oder Rundeiſens (Fig. 29, Keilſchweißung) u. ſ. w. Die Erhitzung der Blechkanten erfolgt:

a) In Koksfeuern (Fig. 30). Die innige Verſchweißung der Kanten wird durch Hämmern bewirkt, zu welchem Zweck die Schweißſtelle um 180° über den Amboß *A* zu drehen iſt. Die

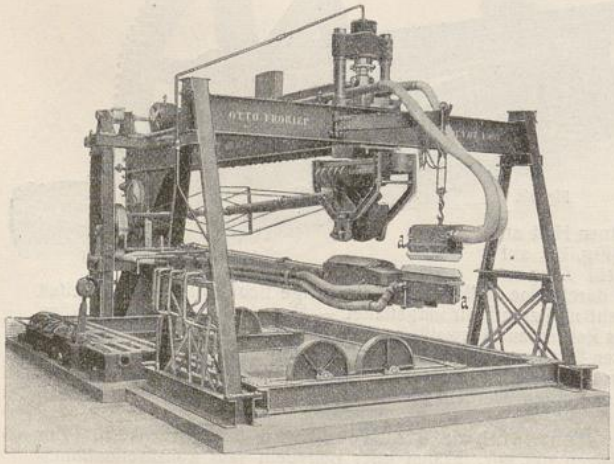


Fig. 32.

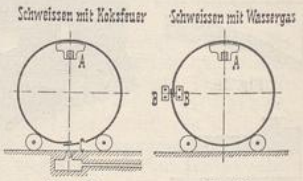


Fig. 30. Fig. 31.

Koksfeuer ſind feſtſtehend oder fahrbar eingerichtet. Ein Nachteil iſt die nur einſeitige Erhitzung der Blechkanten. Der Koks muß ſchwefelarm ſein.

b) Mittels Waſſergasflammen (Fig. 31 und 32). Die zu erhitzende Stelle wird in der Regel durch zwei Waſſergasbrenner erhitzt, ſo daß eine hohe, gleichmäßige und raſche Erhitzung möglich iſt. Das zur Schweißung notwendige Zuſammenpreſſen der Kanten wird

durch Hämmer, Preſſen oder Walzen (Rollen) bewirkt; die hierzu notwendige Einrichtung iſt neben den Brennern entweder in der Richtung der Schweißnaht oder ſenkrecht dazu angebracht; die Anordnungen unterſcheiden ſich ferner noch dadurch, ob das Rohr feſtliegt oder ob es für die einzelnen Operationen verſchoben bezw. gedreht werden muß [13]. Fig. 32 zeigt eine Waſſergasrohrſchweißmaſchine mit den Brennern *a a*. — Die Waſſergaserhitzung wird auch bei den ſpiralgeſchweißten Röhren angewendet. Die Rohrbildung ([7], [12], [15]) erfolgt durch Zuführung des Blechſtreifens in ſchräger Richtung zwiſchen Biegewalzen; vor dieſen befinden ſich die Gasbrenner, an die ſich ein Hammer u. ſ. w. zum Zuſammendrücken der überlappten, auf Schweißhitze gebrachten Blechkanten anſchließt. Fig. 33 zeigt eine Spiralrohrſchweißmaſchine nach Ehrhardt [14].

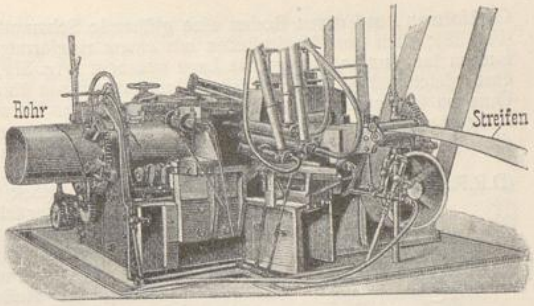


Fig. 33.

c) Mit Waſſerſtoff-Sauerſtoff- oder Acetylen-Sauerſtoffflammen (autogene Schweißung), ſ. Schweißen.

d) Mit Hilfe des elektriſchen Stroms (ſ. Schweißen). Dieſes Verfahren eignet ſich weniger gut für überlappte als für ſtumpfe oder Keilſchweißung.

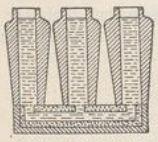
2. Nahtloſe ſchmiedeeiſerne Röhren.

Ihre Herſtellung ([7], [11], [12]) umfaßt die Anfertigung ſtarkwandiger Hohlblöcke (Rohrbarren, -zylinder, -luppen) und die Umwandlung der Hohlblöcke in Röhren.

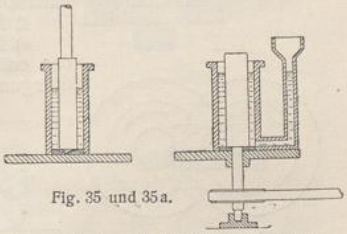
A. Die Herſtellung ſtarkwandiger Hohlblöcke (Rohrzylinder, -luppen) erfolgt:

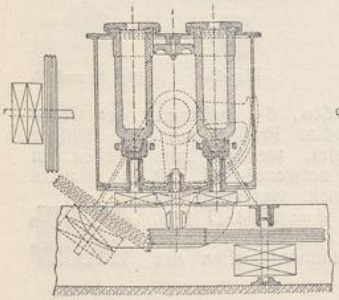
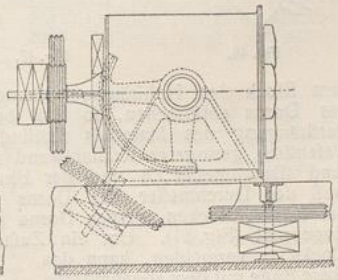
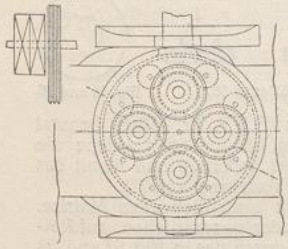
a) Durch Gießen. Hierbei kommen folgende Verfahren in Betracht:

α) Ausfließenlaſſen des im Innern der in Kokillen (Gußformen) gegoſſenen Blöcke — nach dem Erſtarren eines genügend ſtarken Mantels — noch flüſſigen Eiſens entweder (nach Brinell) am Boden der auf einem mit feuerfeſtem Material ausgekleideten Trog ſtehenden Formen (Fig. 34) oder, nach dem Kippen der Gußformen um 180°, am Kopf. Dieſes Verfahren iſt ſehr teuer, da man nur 40—50% Blöcke aus dem flüſſigen Stahl erhält.


Fig. 34.

β) Anwendung eines Kerns für die Bildung des Hohlraums. Dieſer beſteht bei dem Verfahren des Preßwerks Düſſeldorf-Reisholz aus einem mit Sand gefüllten, dünnwandigen Rohr; um das Schwinden (Zuſammenziehen) des erſtarrenden Metalls zu ermöglichen, wird der auf einem Boden aufruhende Sand nach dem Eingießen des flüſſigen Stahls durch Durchſtoßen des Bodens entfernt. — Bei dem Verfahren von Fr. Nebe (D.R.P. Nr. 162534) wird der zylindriſche oder ovale Kern während des Erſtarrens des Stahls um eine außerhalb ſeiner Achſe liegende, aber mit der Achſe des Rohrzylinders zuſammenfallende Drehachſe gedreht oder geſchüttelt (Fig. 35 und 35a), ſo daß in dem Block ein Hohlraum entſteht, deſſen Durchmeſſer größer als der des Kerns iſt. Erfolgen die Bewegungen des Kerns mit hinreichender Geſchwindigkeit, ſo erſtarrt das Metall, ohne den Kern feſt zu umſchließen.


Fig. 35 und 35a.




Fig. 36—38.

γ) Verwendung rotierender Gußformen. Bei den Verfahren von Lane & Förſter (D.R.P. Nr. 62304), Clowes (D.R.P. Nr. 95846), der Société Ougrée in Louvroil (Nordfrankreich) und Graf de Hemptienne (D.R.P. Nr. 177123) iſt die Drehachſe der Gußform horizontal. Bei dem Verfahren von Stridsberg, D.R.P. Nr. 101265 (Fig. 36—38), welches in Kopparsberg und Trollhättan angewendet wird, benutzt man zwei, vier, ſechs und mehr Gußformen, deren Achſen Zahnräder tragen, die in ein zentrales Zahnrad eingreifen. Beim Eingießen des flüſſigen Stahls ſind die in Rotation befindlichen

Gießformen, auf deren Boden eine glühende Schamotteplatte gelegt wird, in ſenkrechter Lage (Fig. 36); nach dem Verſchließen mit einem ringförmigen Deckel werden die rotierenden Gußformen langſam in wagerechte Lage gebracht (Fig. 37), damit die Wandſtärke des Rohrblocks eine gleichmäßige wird. Dieſem Arbeitsverfahren ähnlich iſt dasjenige von Cobianchi (in Omegna in Anwendung). Eine Kombination der Verwendung rotierender Gußformen und des Ausgießens des nach einiger Zeit noch flüſſigen Stahls und Drehen der Form um 180° benutzen die norwegiſchen Hüttenwerke Averſta & Fagherſta.

b) Durch Walzen in Schrägwalzwerken. Beim Verfahren von Mannesmann (D.R.P. Nr. 34617 erloſchen) wird ein maſſiver Block beim Durchgang zwiſchen den Mantelflächen zweier oder dreier ſchräg zueinander gelagerter Walzen (Fig. 39 und 40) oder zwiſchen den Bodenflächen zweier ſchräg zueinander gelagerter Scheiben (Fig. 41 und 42) einer derartigen Streckung der Außenſchichten unterworfen, daß ein Wegziehen der Mittelſchichten erfolgt und ein Hohlblock entſteht. Ueber die Theorie vgl. [15]. Um die Innenwand zu glätten, wird ein Dorn angewendet. Ueber die Geſamtanordnung eines Schrägwalzwerks ſ. [24]. — Heer (D.R.P. Nr. 159380) verwendet Blöcke, deren vorderes Ende kegelförmig geſtaltet iſt (Fig. 43), womit erreicht wird, daß die Rohrbildung und mit ihr die Lockerung der Mittelſchichten beim Anſtoßen des Blocks gegen die Spitze des feſtſtehenden Dorns d bereits ſo weit vorgeſchritten iſt, daß dieſer, ohne erheblichen Widerſtand zu finden, in den Block einzudringen vermag. Den gleichen Zweck kann man auch durch eine Vertiefung im Vollblock, die man durch Anbohren oder Einpreſſen herſtellt, erzielen. Schrägwalzwerke andrer Anordnung zeigen Fig. 44, 45 und 46 (Konſtruktion von Stiefel), Fig. 47 (von Charnock) u. a.; vgl. [7], [11], [24].

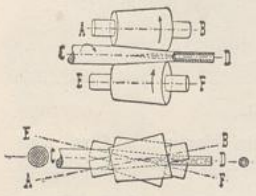


Fig. 39 und 40.



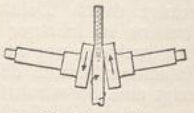


Fig. 41 und 42.

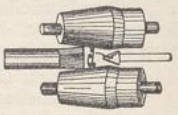
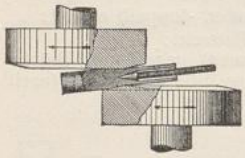


Fig. 43.



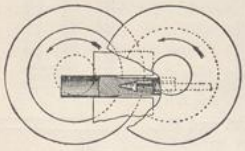


Fig. 44 und 45.

c) Durch Eintreiben von Dornen zur Umwandlung von Vollblöcken in Hohlrohrblöcke umfaßt folgende Anwendungsarten:

1. Mit Verwendung einer den Block umſchließenden Matrize:

α) Fig. 48. Umſchließt die Matrize den Block genau, ſo iſt wegen der entlang des Dorns und der Matrize ſtattfindenden Materialverdrängung ein ſehr beträchtlicher Preßdruck notwendig.

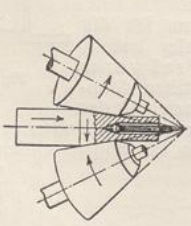


Fig. 46.

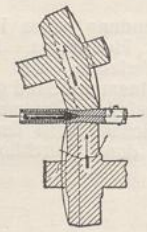


Fig. 47.

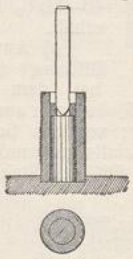


Fig. 48.

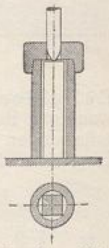


Fig. 49 und 50.

β) Verfahren von Ehrhardt (D.R.P. Nr. 67430 und 67921), Fig. 49 und 50. Zwiſchen der Matrize und dem Block ſind Hohlräume vorhanden, die zuſammen der Größe des Dorns entſprechen, ſo daß beim Preſſen nur eine ſeitliche Verdrängung des Materials ſtattfindet, weshalb zum Preſſen ein weſentlich geringerer Kraftaufwand notwendig iſt. Iſt die Matrize rund (Durchmeſſer D) und der Block vierkantig, ſo muß der Durchmeſſer des Dorns $d = 0{,}603 \cdot D$ ſein. Bei langen Blöcken werden Dorne von beiden Seiten eingepreßt (Fig. 51). Um ein Zuſammenſtauchen des Blocks zu vermeiden, kann das obere Ende mit dem abnehmbaren Dornaufſatz (Fig. 52) vor dem eigentlichen Preſſen vorgepreßt werden. Eine Preſſe zur Ausführung des Ehrhardtſchen Preßverfahrens iſt in Fig. 53, 54 dargeſtellt; vgl. a. Fig. 59—62. — Larſon (D.R.P. Nr. 75309) benutzt eine mit Längsrillen verſehene Matrize (Fig. 55 und 56), welche die Drehung des Dorns während des Lochens geſtattet und damit das Eindringen erleichtert. — Ueber ähnliche Verfahren vgl. [7].

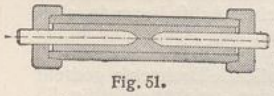


Fig. 51.

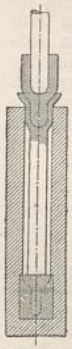


Fig. 52.

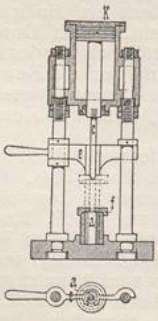


Fig. 53 und 54.







Fig. 57 und 58.



Fig. 55 und 56.

2. Ohne Verwendung einer den Block umſchließenden Matrize.

3. Aus ebenen, runden, polygonalen oder quadratiſchen, auf Rotglut erhitzten Scheiben können Rohrluppen durch das in Fig. 57 und 58

dargeſtellte Verfahren (Stanzen, Topfen, Ziehen) hergeſtellt werden. Das Verfahren wird nur für kürzere, kleinkalibrige Röhren (Siederöhren [16], Fahrradröhren, Stahlflaſchen u. ſ. w.) oder einſeitig geſchloſſene Hohlkörper angewendet (ſ. a. Ziehen).

d) Durch Ausbohren von Vollblöcken [12]. Die Bohrung wird gewöhnlich durch Stempel verſchiedener Größe, die in den erhitzten Block eingetrieben werden, erweitert. Das Verfahren iſt teuer und zeitraubend.

B. Die Umwandlung der Hohlblöcke (Rohrbarren, -zylinder, -luppen) zu Röhren erfolgt:

a) Durch Warmziehen über einen Dorn, wobei die auf den Dorn geſteckte einſeitig geſchloſſene oder wenigſtens eingezogene Rohrluppe durch Matrizen (Kaliber), von denen eventuell mehrere mit abnehmendem Durchmeſſer hintereinander angeordnet ſein können, mit Hilfe hydrauliſcher oder Zahnſtangenpreſſen hindurchgedrückt wird. Fig. 59 und 60 zeigen die Anordnung mehrerer Ziehmatrizen in einer zur Herſtellung von Hohlkörpern aus einem maſſiven Block dienenden Preſſe. Das Lochen erfolgt nach dem Ehrhardtſchen Verfahren in der Matrize *b* mittels des Dorns *c*. Den Boden der Matrize bildet ein Schieber *s*, der nach dem Lochen mittels einer Schraubenſpindel weggezogen werden kann, worauf der Dorn mit dem Hohlkörper der Reihe nach die Ziehmatrizen (Ziehringe) d, d_1, d_2 durchdringt, wodurch aus dem gelochten Block *a* über die Zwiſchenſtufen a_1 und a_2 das Rohr a_3 gebildet wird. Für die Lochung kann auch ein kurzes rundes Stück Stahl unter Anwendung einer Matrize nach Fig. 61 und 62 benutzt werden. — Für das Ziehen ohne Dorn kommen die bei der Herſtellung geſchweißter Rohre erwähnten Ziehbänke mit Zangen in Betracht.

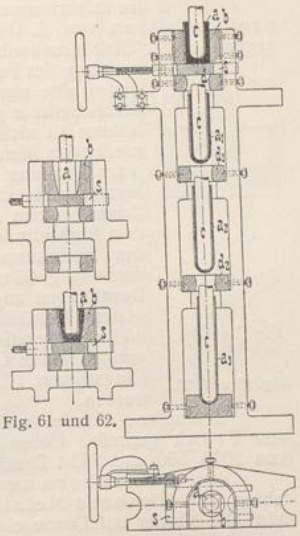


Fig. 61 und 62.

Fig. 59 und 60.

b) Durch Walzen über einen Dorn. Hierbei werden folgende Verfahren angewendet:

α) Kaliberwalzwerke, die als Duo-, Doppelduo- oder Triowalzwerke (ſ. Walzen und [7], [11], [12], [24]) angeordnet ſein können. Die in den Kalibern befindlichen Dorne ſind an den Dornſtangen befeſtigt, die durch einen Anſatz beim Walzen der Rohrluppe an einem feſten Widerlager zurückgehalten werden. Die Rohrluppe wird entweder gegen die Dornſtange oder von der Dornſtange weg gewalzt; im erſteren Fall iſt die Dornſtange auf Druck bezw. Knickung, im letzteren auf Zug in Anſpruch genommen. — Auch kontinuierliche Walzwerke (vgl. Walzen und [17], [24]) werden benutzt.

β) Pilgerſchrittwalzwerke (nach Mannesmann), deren Walzen (Fig. 63 und 64) im Querſchnitt ein ſpiralförmig verlaufendes Kaliber aufweiſen, das mit dem Durchmeſſer des auszuwalzenden Blocks beginnt und nach ein Drittel Walzenumfang in den Durchmeſſer des fertigen Rohrs übergeht, der auf ein Sechſtel Walzenumfang beibehalten wird, worauf eine Unterbrechung des Kalibers (etwa zur Hälfte) folgt. Die Walzen arbeiten dem auf einen Dorn geſteckten Block entgegen; ſie ſchieben den Block im ganzen zurück, ſtrecken aber das von ihnen erfaßte Material über den Dorn nach vorn. Der Dorn wird von einem Wagen *b* getragen. Der Wagen wird durch ein Gewicht und der Dorn von einer ſtarken Feder *e* oder mittels Druckluft immer gegen die Walzen gedrückt. Dieſe Feder wird bei der Rückwärtsbewegung des Dorns geſpannt und ſchleudert den Block durch die Kaliberunterbrechung zurück. Bei kleinen Blöcken fängt das Kaliber der raſchlaufenden Walzen den Block wieder auf, bei größeren iſt dagegen ein Anſchlag (hydrauliſcher Prellbock oder einſtellbarer ſchwerer Eiſenklotz) notwendig. Um die Bildung einer Walznaht zu vermeiden, muß der Block während jeden Hubs um 90° gedreht werden. Bei kleineren Walzwerken geſchieht dies durch eine Spindel mit ſtarkem Drall *a*, auf der das Schaltrad *c* ſitzt, deſſen Nabe als Mutter ausgebildet iſt und das bei der Rückwärtsbewegung des Dorns ſich dreht, während es beim Vorſchub durch eine Sperrklinke feſtgehalten wird, ſo daß die Spindel und der Dorn ſich drehen müſſen. Bei größeren Walzwerken werden vier Zapfen an dem Dorn angebracht, von denen je einer beim Rückgang eine federnde Zungenweiche zur Seite drückt, die ihn beim Vorſchub auf eine ſchraubenförmig verlaufende Bahn führt, ſo daß dadurch die Verdrehung des Dorns ſtattfindet. — Bei dem Pilgerſchrittwalzwerk von Briede [18] drehen ſich die Walzen fortwährend hin und her (Pendelbewegung), beim Heerſchen werden ſie über den feſtliegenden Block durch Verſchieben des Walzgerüſtes hin und her gerollt [7].



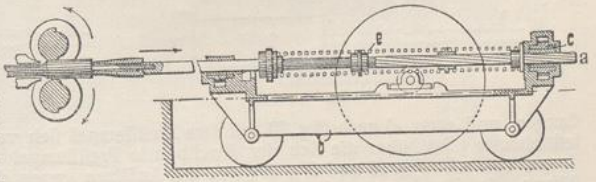


Fig. 63 und 64.

c) Durch Walzen hohlgegoſſener Blocke zu flachen Streifen, aus denen durch Einpreſſen eines Dorns Röhren mit Längsrippen (Rippenröhren) gebildet werden (Verfahren von Bicheroux u. a.).

d) Durch Walzen über eine im Hohlblock befindliche Walze (Ehrhardtſches Verfahren) für nahtloſe Röhren größerer Durchmeſſer (Keſſelſchüſſe u. ſ. w.), ſ. Walzen.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

III. Herſtellung der Kupfer-, Meſſing-, Bronze-, Deltametall- u. ſ. w. Röhren.

Faſt alle Verfahren zur Herſtellung der Rohrluppen der nahtloſen ſchmiedeeiſernen Röhren (ſ. oben) werden auch für die genannten Metalle bezw. Legierungen benutzt. Die Weiterverarbeitung der Rohrluppen geſchieht im allgemeinen durch Ziehen, weil das Walzen infolge häufigen Anwärmens ſehr langwierig iſt. Es kommen aber außerdem noch folgende Verfahren in Betracht.

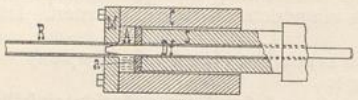


Fig. 65.

1. Bei ſchmiedbarem Meſſing können die Rohrluppen rotwarm über einem Dorn in einem halbrunden Geſenk unter einem Schnellhammer zu Röhren von größerer Länge ausgeſchmiedet werden; das Glätten erfolgt mittels Ober- und Untergeſenks. Die Fertigſtellung erfolgt dann durch (Kalt-)Ziehen (ſ. d.).

2. Für die in rotwarmem Zuſtande plaſtiſchen Metalle und Metallegierungen das Warmpreßverfahren von A. Dick (D.R.P. Nr. 83388) [20]. Das Weſentliche dieſes Verfahrens gegenüber der Bleiröhrenherſtellung (ſ. unten) beſteht darin, daß zur Vermeidung des Feſtklemmens des Preßſtempels *S* (Fig. 65) vor dieſen eine ziemlich genau in den Preßzylinder *C* paſſende Stahlſcheibe *a* gelegt wird. Die Herſtellung beliebig langer Röhren iſt nicht möglich, da dieſe Scheibe von dem zu preſſenden Metall feſtgehalten wird; außerdem muß nach jeder Preſſung einer Füllung der infolge Abkühlung des Metalls verbleibende Blockreſt *A* ſamt der vor ihm befindlichen Matrize *M* und der anhängenden Stahlſcheibe *a* aus dem Preßzylinder *C* hinausgedrückt werden. Für die Bildung des Hohlraums werden wie beim Bleirohrpreſſen Stegdorne (Fig. 66 und 67, D.R.P. Nr. 99405) oder zweckmäßiger Dornſtangen angewendet. Die Blöcke ſind entweder gegoſſene Hohlblöcke oder Vollblöcke. Ueber die Einrichtung dieſer Rohrpreſſen vgl. D.R.P. Nr. 188649 und 201621. Durch entſprechende Geſtaltung des Dorns können auch Röhren mit Längsrippen (Fig. 68 und 69, D.R.P. Nr. 201621) gepreßt werden.

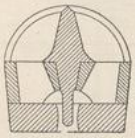




Fig. 66 und 67.



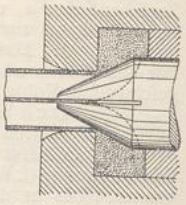


Fig. 68 und 69.

3. Kupfer-, Aluminium- und Zinkröhren werden auch auf kaltem Weg nach dem Verfahren von Frank gepreßt. Ueber dieſes Verfahren und die dazu benutzten hydrauliſchen Preſſen von 1000, 500 und 250 t Druck vgl. [21].

4. Kupferröhren werden auch auf elektrolytiſchem Wege nach dem Elmore-Verfahren [12] (Elmores Metall-A.-G., Schladern a. d. S.) hergeſtellt. Aus einer Kupferlauge wird das Kupfer auf Dorne elektrolytiſch niedergeſchlagen. Damit das ausgeſchiedene Kupfer nicht kriſtalliniſch und deshalb hart und ſpröde wird, läßt man den Dorn rotieren und fährt auf ihm während der Rohrbildung mit mäßigem Druck eine Glättrolle hin und her.

5. Kupferröhren bis zu 8 mm Wandſtärke werden auch aus Vollblöcken nach dem Mannesmannſchen Schrägwalzverfahren unmittelbar hergeſtellt.

IV. Herſtellung der Bleiröhren.

Sie erfolgt durch Preſſen des Bleis in kaltem oder (häufiger) warmem Zuſtand mit Hilfe hydrauliſcher Bleipreſſen. Als weſentliche Beſtandteile für die Rohrbildung beſitzen dieſe (vgl. Fig. 70 und 71) einen Preßzylinder *C* zur Aufnahme des Bleis *A* und einen Preßſtempel *S*, mittels deſſen das Blei durch eine an dem Preßzylinder angebrachte Matrize *M* mit Dorn (zur Erzielung des Hohlraums) hindurchgepreßt wird. Die üblichen Bleirohrpreſſen beſitzen entweder Dornſtangen, und zwar α) nach Fig. 70 mit dem Preßſtempel ſich verſchiebende (*Dw*), β) nach Fig. 71 feſtſtehende (*Df*), über die ſich der durchbohrte Preßſtempel ſchiebt, oder kurze Dorne (Stegdorne, vgl. z. B. Fig. 66 und 67), die ſich mit Anſätzen gegen die Matrize oder den Matrizenring ſtützen. Bei Stegdornen teilt ſich das Blei beim Paſſieren der Stege und muß ſich nachher wieder zuſammenſchweißen, was bei nicht zu kaltem Blei und wenn es an den Stegen nicht verunreinigt wird, ohne weiteres erfolgt, aber doch bisweilen zu Fehlern Veranlaſſung gibt. — Die Spitzen der verſchiebbaren Dornſtangen ſind koniſch (Fig. 74) oder abgeſtuft (Fig. 75), um durch Verſchiebung der Dornſtange die Wandſtärke des Rohrs regulieren zu können.

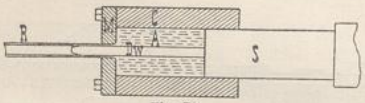


Fig. 70.

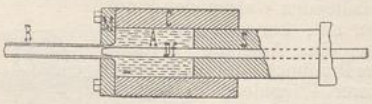


Fig. 71.

Fig. 72 zeigt eine einfache Bleirohrpreſſe (Friedr. Krupp-Gruſonwerk, Magdeburg-Buckau) mit Anordnung nach Fig. 70. *A* iſt der Bleizylinder, *B* der hydrauliſche Zylinder, *C* der die Dornſtange tragende Preßſtempel. Die Füllung erfolgt von oben nach Abnahme des Deckels. Sie werden in folgenden Größen gebaut:

Höchſtdruck	350000 kg	250000 kg	
mit einem Bleizylinder für Rohre bis	100 mm	75 mm	lichter Weite
mit auswechſelbaren Bleizylindern für Rohre bis	200 „	150 „	lichter Weite
nutzbare Füllung (je nach der Dornſtärke) . . .	75—150 kg	40—80 kg	

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

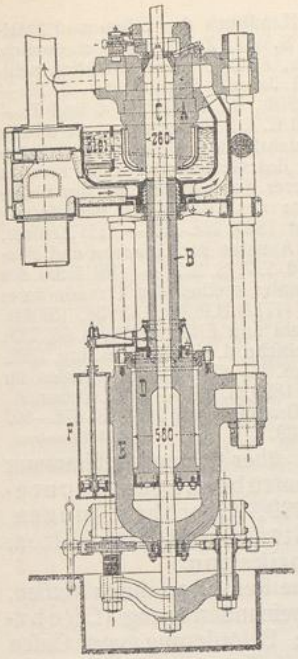


Fig. 74.

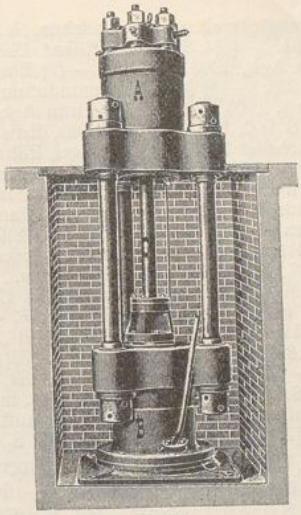


Fig. 72.

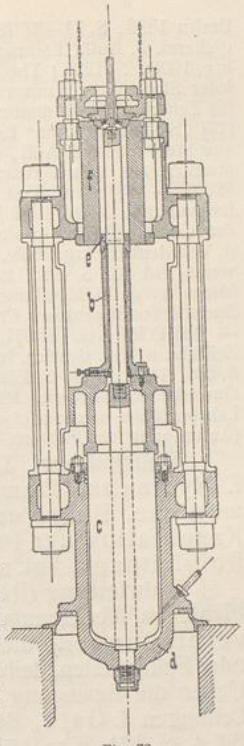


Fig. 73.

Fig. 73 zeigt eine Bleirohrpreſſe derſelben Firma. Der kurze Dorn iſt auswechſelbar in die feſtſtehende Dornſtange eingeſchraubt, die durch den hohlen Preßſtempel *b* und den hohlen Druckwaſſerkolben *c* hindurchgeht und an dem Druckwaſſerzylinder *d* befeſtigt iſt. Die Dornſtange iſt im Bleizylinder *f* durch die Scheibe *e* geführt. Zur ſchnellen Rückwärtsbewegung des Preßſtempels dienen hydrauliſche Rückzugszylinder. Die Preſſe kann auch mit langem Dorn für die Herſtellung von Rohren mit über 100 und bis zu 150 mm lichter Weite arbeiten. Der Höchſtdruck beträgt 400 000 kg, die nutzbare Bleifüllung 150 kg.

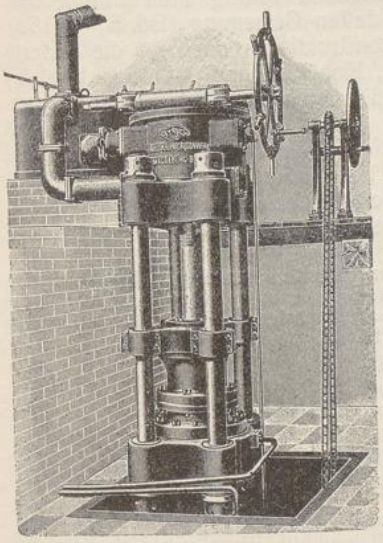


Fig. 76.

Fig. 74 zeigt die Huberſche Bleirohrpreſſe zur Herſtellung von Bleirohren in beliebiger Länge. Innerhalb des von dem Bleiſchmelzkeſſel umgebenen Bleizylinders *A* befindet ſich die mit Schrauben- und Schneckengetriebe einſtellbare Dornſtange, die durch den hohlen Preßſtempel *B*, den hohlen Druckwaſſerkolben *D* und den unteren Deckel des Druckwaſſerzylinders *E* hindurchgeht. Der Bleizylinder ſteht mit ſeinem unteren Ende beſtändig mit dem Schmelzkeſſel in Verbindung und füllt ſich von ſelbſt, ſobald der Preßſtempel die Zutrittsöffnung freigibt. Der Hilfszylinder *F* dient zum Abſaugen von Waſſer, das etwa in den hohlen Stempel eingetreten iſt [22]. — Bei der in Fig. 75 und 76 dargeſtellten Bleirohrpreſſe erfolgt die Füllung durch eine

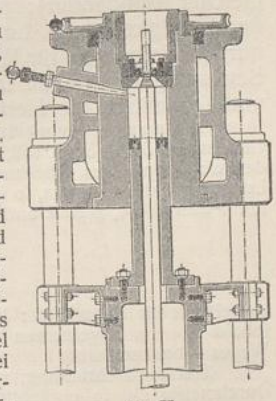


Fig. 75.

ſeitliche, mittels Bügels und Druckſchraube verſchließbare Oeffnung. Die Dornſtange iſt in ſenkrechter Richtung verſtellbar, ſo daß die verſchiedenen Durchmeſſer der ſtufenförmigen Dorne zur Wirkung kommen können. Höchſtdruck 600 000 kg, größte nutzbare Bleifüllung 210 kg.

Ueber die zu den Bleirohrpreſſen gehörenden Kabelpreſſen zum Ueberziehen der Kabel mit einem Bleimantel ſ. Kabel, elektriſche, Bd. 5, S. 247, Fig. 8—10.

Literatur: [1] Meſſerſchmitt A., Die Technik in der Eiſengießerei, 3. Aufl., Eſſen 1904. — [2] Gießereizeitung 1904, S. 145; D.R.P. Nr. 113451, 121912, 137105, 140642. — [3] „Stahl und Eiſen“ 1907, S. 397 ff. — [4] Specht, K., Die Maſſenfabrikation im Maſchinenbau,

Berlin 1893, S. 71—87 (Röhrengießerei). — [5] Ledebur, A., Handbuch der Eifen- und Stahlgießerei, 3. Aufl., Leipzig 1901. — [6] „Stahl und Eifen" 1908, S. 867; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1908, S. 1298; The Iron Age, 1908, S. 1227. — [7] Bouffe, Anton, Die Fabrikation nahtlofer Stahlrohre, Hannover 1908. — [8] Metallröhreninduftrie, 1. Jahrg., Berlin 1907, S. 10. — [9] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1905, S. 1921; The Iron Age 1904, Bd. 73, Nr. 5, 6 und 7. — [10] „Stahl und Eifen" 1906, S. 602, 658. — [11] Marks, Edward C. R., The manufacture of Iron and Steel tubes, 2. Aufl., Manchefter 1903. — [12] Diegel, Röhrenfabrikation, Berlin 1901 (Sonderabdruck aus den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1900). — [13] Derf., Das Schweißen und Hartlöten mit befonderer Berückfichtigung der Blechfchweißung, Berlin 1909 (Sonderabdruck aus den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1908). — [14] „Stahl und Eifen" 1894, Nr. 15. — [15] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1888, 3. März, 25. Febr., 28. Jan.; Glafers Annalen für Gewerbe und Bauwefen, Bd. 23, S. 109; Bd. 26, S. 265; Dingl. Polyt. Journ., Bd. 277, S. 22. — [16] Echo des Mines et de la Métallurgie 1903, S. 396/97; Mémoires et Comptes rendus des Travaux de la Société des Ingenieurs Civils de France, 1904, Bd. 2, S. 18. — [17] D.R.P. Nr. 153736, 157982. — [18] D.R.P. Nr. 157641, 164280, 167742, 170466. — [19] „Stahl und Eifen" 1899, S. 68, 233; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 184; 1903, S. 27. — [20] Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1896, S. 591, 1434; 1899, S. 193. — [21] Génie civil 1907, S. 369, 388. — [22] Glafers Annalen für Gewerbe und Bauwefen 1899, S. 25; Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1899, S. 193. — [23] Ledebur, A., Lehrbuch der mechanifch-metallurgifchen Technologie, 3. Aufl., Braunfchweig 1905, S. 676—697 (Anfertigung der Röhren). — [24] „Stahl und Eifen" 1908, S. 1839.

A. Widmaier.

Rohrkaliber, f. v. w. Lichtweite der Röhren; über deren Beftimmung f. Hydraulik, Dampfleitungen, Drainage, Kraftübertragung, pneumatifche, Bohr- und Sprengarbeit, Bd. 2, S. 209, Gasrohrleitungen, Kanalifation der Privatgrundftücke fowie der Städte und Ortfchaften, Rohrleitung. Vgl. a. Gefchütze und Gefchützfabrikation.

Rohrleitung (Röhrenfahrt, Röhrentour), eine Reihe von durch Muffen, Flanfchen, Verfchraubung, Vernietung oder fonftige Aneinanderfügung (f. Rohrverbindungen) dicht verbundener Röhren für die Beförderung von Gafen oder Flüffigkeiten, teilweife auch von Getreide u. f. w. (f. Transportelemente). Ueber die Bewegung und den Ausfluß von Gafen und Dämpfen in folchen Leitungen f. Gafe, Bewegung derfelben, c. Bd. 4, S. 282, Gasrohrleitungen, Bd. 4, S. 304, Kraftübertragung, pneumatifche, Bd. 5, S. 659, und Bd. 2, S. 209. Unter den durch Rohrleitungen ftrömenden Flüffigkeiten nimmt das Waffer die erfte Stelle ein und gelten die für deffen Bewegung (Bd. 5, S. 153) beftehenden allgemeinen Gefetze und Leitungskonftruktionen auch für die andern Flüffigkeiten, wenn deren fpezififches Gewicht, Kohäfion und Adhäfion berückfichtigt werden. Allgemein ift zu beachten, daß jede Flüffigkeit begleitet ift von Gafen der gleichen chemifchen Konftitution (z. B. Waffer von Waffердampf gleicher Temperatur); je nach Umftänden befinden fich auch fremde Gafe in der Flüffigkeit (z. B. Luft, Kohlenfäure u. f. w. bei Waffer). Im folgenden follen nur Rohrleitungen für Waffer in Betracht gezogen werden und zwar zunächft die Bewegungsverhältniffe in denfelben, fodann die allgemeine Anordnung derfelben und fchließlich die Herftellungsregeln.

1. **Bewegungsverhältniffe in den Rohrleitungen.** Hierfür gilt zunächft die allgemeine Gleichung 15 Bd. 5, S. 152. Führt man unter Beibehaltung aller Bezeichnungen in derfelben den Wert von c aus Gleichung 13 Bd. 5, S. 152, mit $m = 0{,}25$ (welcher Koeffizient gebrauchten Leitungen entfpricht) ein, fo folgt in Vorausfetzung kreisförmigen voll laufenden Rohres mit $F = \pi D^2 : 4$, $p = \pi$ und konftanter Durchflußmenge Q:

$$y - y_0 = Q^2 \int_{s_0}^{s} \frac{\lambda \cdot ds}{D^5} + \frac{u^2 - u_0^2}{2g}, \qquad 1.$$

wobei fich für λ der Wert: $\lambda = 0{,}00259 \cdot (0{,}25 + 0{,}5\sqrt{D})^2 : D$ berechnet. Das Integral ift lösbar, fobald die im allgemeinen beliebigen Querfchnittsänderungen des Rohres als Funktion des Weges s bekannt sind.

Hat die Rohrleitung, wie gewöhnlich, auf der ganzen Länge den gleichen (konftanten) Durchmeffer D, fo entfteht Gleichung 20 Bd. 5, S. 153, und die Werte von λ find für die handelsüblichen Durchmeffer (Lichtweiten) folgende:

$D =$	0,050	0,060	0,070	0,080	0,090	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250	0,275	0,300	0,325	0,350
$\lambda =$	0,0068	0,0060	0,0054	0,0050	0,0047	0,0043	0,0038	0,0034	0,0031	0,0029	0,0027	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0022
$D =$	0,375	0,400	0,425	0,450	0,475	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200
$\lambda =$	0,0022	0,0021	0,0020	0,0020	0,0019	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014

Hierauf bafierte Tabellen über Druckverlufte in Rohrleitungen f. S. 482/483. Bei ihrem Gebrauche erhält man für gegebene Waffermenge Q und Gefäll α für $D < 200$ mm etwas zu große Werte

von D; doch ist das gerade bei kleineren Lichtweiten eine erwünschte Sicherheit, da hier die Widerstände mit zunehmendem Alter rasch wachsen. Das in der Tabelle berechnete Wasserquantum liefern im übrigen die Rohrleitungen nach langjährigem Gebrauche noch mit Sicherheit, sofern sie nicht durch Knollenbildung oder Inkrustation zugewachsen sind, was die Rechnung natürlich nicht berücksichtigen kann. Ueberall dort, wo die Geschwindigkeiten u kleiner werden als 0,75 m, sind Querlinien gezogen zum Zwecke der Benutzung der Tabellen bei Kanalisationsentwürfen. Die Tabellen liefern ohne Weiteres für $\alpha = 0{,}1$ bis $\alpha = 0{,}00050$:

1. Die Lichtweite D bei gegebener Wassermenge Q und gegebenem spezifischem Gefälle α; $[\alpha = (y - y_0) : (s - s_0)]$.
2. Die Wassermenge Q bei gegebenem D und α.
3. Den spezifischen Druckverlust α bei gegebenem D und Q.
4. Die Geschwindigkeit u bei gegebenem Q, D und α.

Zur Erhaltung der Bewegung auf der Strecke OP der Rohrleitung (Fig. 1) wird nach Gleichung 1. ein Gefälle $y - y_0$ nötig. Ist $O'P'$ eine in vertikaler Distanz h_0 über O gezogene Horizontale und die Pressung p_0 im Scheitel O der Rohrleitung: $p_0 = \gamma \cdot h_0$, so beträgt im Scheitel bei P die Pressung: $p = \gamma\,(h - y + y_0)$. Hieraus ergibt sich sodann: $y - y_0 = h - h_0 + (p_0 - p) : \gamma$, welche Beziehung, in Gleichung 1. verwendet, die Lösung aller hierher gehörigen Probleme gestattet. Speziell bei konstantem Durchmesser D der Leitung also auch konstanter Geschwindigkeit ($u = u_0$) findet man:

$$h - h_0 + (p_0 - p) : \gamma = \lambda\, Q^2\,(s - s_0) : D^5 = B. \qquad 2.$$

B ist der Druckverlust und äquivalent der wirksamen Druckhöhe (s. d.). Die Formeln sind aufgestellt unter Annahme einer mittleren Geschwindigkeit im Rohre und sehen ab von besonderen Widerständen beim Eintritt des Wassers (s. Bd. 3, S. 259) in Krümmungen u. s. w. Letztere Widerstände (ausgenommen natürlich die durch Schieber, Ventile u. s. w. veranlaßten, beliebig steigerbaren) spielen gegenüber der unvermeidlichen Ungenauigkeit, welche dem empirischen Werte von λ anhaftet, keine Rolle (vgl. [1], S. 15). Auch die Annahme einer mittleren Geschwindigkeit im Rohre ist nur ausnahmsweise unstatthaft, z. B. bei sehr weiten Röhren und geringer Druckhöhe; dann dient für die genaue Rechnung Formel 3, Bd. 5, S. 149.

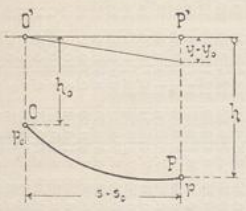


Fig. 1.

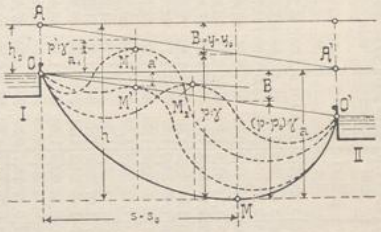


Fig. 2.

2. **Allgemeine Anordnung der Rohrleitungen** bei konstanter Lichtweite D und konstantem Durchflußquantum Q. In der Regel gehen solche Leitungen von einem Behälter I aus und endigen in einem Behälter II (Fig. 2). Herrscht über dem Spiegel der beiden Behälter der gleiche atmosphärische Druck $p_0 = \gamma \cdot h_0$, so entspricht die Linie AA' (die Drucklinie) der Pressung $p = 0$, der Wert von B in Gleichung 2 dem gleichmäßig auf die ganze Länge verteilt gedachten Druckverluste $y - y_0$ im Rohrstrange. Bezieht man die Tieflage der Rohrachse auf eine durch O gezogene Horizontale, d. h. auf den Spiegel von Behälter I, so ist (Fig. 2): $a = h - h_0 = B + (p - p_0) : \gamma$, wobei das zweite Glied rechts die disponible Druckhöhe (Bd. 3, S. 123) genannt wird, und $p_0 = 10{,}33 \cdot \gamma$ ist. Ist keine Luft im Wasser, so kann der Scheitel der Leitung bis M_1 gehoben werden; unter p' die Pressung des das flüssige Wasser stets begleitenden Wasserdampfes (s. Heber, Bd. 5, S. 3) gleicher Temperatur verstanden, ist dann $a_1 = B + (p' - p_0) : \gamma$ und die Anordnung heißt Heberleitung. Enthält das Wasser atmosphärische Luft, die sich in M_1 ansammeln würde, so erfolgt nur dann ein Durchfluß der Wassermenge Q, wenn $a' = B + (p_0 - p_0) : \gamma = B$ wird, d. h. der Rohrscheitel in M' liegt. Rückt der Scheitel nach M_2 zwischen OO' und die durch O gelegte Horizontale, so verringert sich das Durchflußquantum Q unter sonst gleichen Umständen entsprechend einer Drucklinie OM_2. Vgl. a. [1], S. 96.

Ohne weiteres ist klar, daß, wenn die Pressung p an der Stelle M künstlich (durch Pumpwerk u. s. w.) hervorgebracht würde, die Bewegung des Wassers von M nach Behälter II ganz dieselbe wäre wie bei dem Zuflusse aus einem über M in der Höhe $(p - p_0) : \gamma$ angebrachten Behälter I. Leitungen dieser Art heißt man Druckleitungen. Näheres darüber in [1], S. 613 ff., wo sich auch die Berechnung des unter besonderen Umständen dem Kostenminimum entsprechenden Durchmessers solcher Leitungen vorfindet. Annähernd entspricht dem Kostenminimum bei Dampfpumpwerken eine Geschwindigkeit in der Druckleitung von 0,5—0,6 m/sec.

Aus dem seither Gesagten ergibt sich, daß Heberleitungen nur dann praktisch durchführbar sind, wenn durch besondere Einrichtungen im Scheitel (M_1, M_2, Fig. 2) die im Wasser stets enthaltene atmosphärische Luft kontinuierlich abgesaugt wird. Nimmt die Leitung einen Verlauf wie bei M' (Fig. 2), d. h. zeigt sie einen höchsten Punkt, so kann sich daselbst eine Luftblase festsetzen und die Bewegung hindern; in diesem Falle muß eine selbsttätige Entlüftung angebracht werden (s. Bd. 6, S. 262), wenn die Wassermenge Q ungehindert durch die Rohrleitung fließen soll. Solche höchste Punkte sind nicht immer zu vermeiden; wenn möglich sollte man aber einen Verlauf anstreben, wie ihn die stark ausgezogene Linie $\overline{OMO'}$ zeigt, wobei im Punkte M eine Ablaßvorrichtung (s. Bd. 1, S. 19) anzubringen ist. Soll das Wasser in der Leitung nur unter atmosphärischem Drucke fließen, so muß der Rohrscheitel mit der Linie $\overline{OO'}$ zusammenfallen. Derartige Leitungen werden billig, wenn es möglich ist, sie auf ihrer ganzen Länge ohne erhebliche größere Erdarbeiten, als bei gewöhnlichen Rohrleitungen in den gewachsenen Boden zu

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Gefälle		$D = 40$ mm		$D = 50$ mm		$D = 60$ mm		$D = 70$ mm		$D = 80$ mm		$D = 90$ mm		$D = 100$ mm		$D = 125$ mm		$D = 150$ mm		$D = 175$ mm		$D = 200$ mm		$D = 225$ mm		$D = 250$ mm		$D = 275$ mm		$D = 300$ mm		$D = 325$ mm		$D = 350$ mm		$D = 375$ mm	
Verhältnis zu 1	pro Längeneinheit, α	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q
10	0,10000	0,90	1,1	1,09	2,1	1,21	3,6	1,45	5,6	1,61	8,1	1,78	11,3	1,94	15,2	2,31	28,4	2,68	47,3	3,02	72,5	3,33	104,6	3,65	145,2	3,95	194,0	4,25	252,1	4,53	320	4,80	399	5,07	488	5,63	589
15	0,06667	0,74	0,9	0,89	1,8	1,04	2,9	1,18	4,5	1,32	6,6	1,45	9,2	1,58	12,4	1,89	23,2	2,19	38,6	2,46	59,2	2,71	85,4	2,98	118,5	3,23	158,4	3,47	205,8	3,70	261	3,92	325	4,14	398	4,36	481
20	0,05000	0,64	0,8	0,77	1,5	0,90	2,6	1,03	3,9	1,14	5,7	1,26	8,0	1,37	10,8	1,64	20,1	1,89	33,4	2,13	51,3	2,36	74,0	2,58	102,7	2,80	137,2	3,00	178,3	3,20	226	3,40	282	3,58	345	3,77	417
25	0,04000	0,57	0,7	0,69	1,4	0,81	2,3	0,92	3,5	1,02	5,1	1,13	7,2	1,22	9,6	1,46	18,0	1,69	29,9	1,91	45,9	2,11	66,2	2,31	91,6	2,50	122,7	2,69	159,4	2,86	202	3,04	252	3,21	308	3,37	373
30	0,03333	0,52	0,7	0,63	1,2	0,74	2,1	0,84	3,2	0,93	4,7	1,03	6,5	1,12	8,8	1,34	16,4	1,55	27,3	1,74	41,9	1,92	60,4	2,11	83,8	2,28	112,0	2,45	145,5	2,62	185	2,77	230	2,93	282	3,08	340
35	0,02857	0,48	0,6	0,59	1,1	0,68	1,9	0,77	3,0	0,86	4,3	0,95	6,1	1,03	8,1	1,24	15,2	1,43	25,2	1,61	38,8	1,78	55,9	1,95	77,6	2,11	103,7	2,27	134,7	2,42	171	2,57	213	2,71	261	2,85	315
40	0,02500	0,45	0,6	0,55	1,0	0,64	1,8	0,72	2,8	0,81	4,1	0,89	5,7	0,97	7,6	1,16	14,2	1,34	23,6	1,51	36,3	1,67	52,3	1,83	72,6	1,98	97,0	2,12	126,0	2,26	160	2,40	199	2,54	244	2,67	295
45	0,02222	0,43	0,5	0,52	1,0	0,60	1,7	0,68	2,6	0,76	3,8	0,84	5,3	0,91	7,2	1,09	13,4	1,26	22,3	1,42	34,2	1,57	49,3	1,72	68,4	1,86	91,4	2,00	118,8	2,14	151	2,26	188	2,39	230	2,51	278
50	0,02000	0,40	0,5	0,49	0,9	0,57	1,6	0,65	2,5	0,72	3,6	0,80	5,0	0,87	6,8	1,04	12,7	1,20	21,1	1,40	32,4	1,49	46,8	1,63	64,9	1,77	86,8	1,90	112,7	2,03	143	2,15	178	2,27	218	2,39	264
60	0,01667	0,37	0,5	0,45	0,9	0,52	1,5	0,59	2,3	0,66	3,3	0,73	4,6	0,79	6,2	0,95	11,6	1,09	19,3	1,23	29,6	1,36	42,7	1,49	59,3	1,61	79,2	1,73	102,9	1,85	131	1,96	163	2,07	199	2,18	241
70	0,01429	0,34	0,4	0,43	0,8	0,48	1,4	0,55	2,1	0,61	3,1	0,67	4,3	0,73	5,8	0,88	10,7	1,01	17,9	1,14	27,4	1,26	39,5	1,38	54,9	1,49	73,3	1,60	95,3	1,71	121	1,82	151	1,92	184	2,02	223
80	0,01250	0,32	0,4	0,39	0,8	0,45	1,3	0,51	2,0	0,57	2,9	0,63	4,0	0,68	5,4	0,82	10,0	0,95	16,7	1,07	25,6	1,18	37,0	1,29	51,3	1,40	68,6	1,50	89,1	1,60	113	1,70	141	1,79	172	1,89	208
90	0,01111	0,30	0,4	0,37	0,7	0,43	1,2	0,48	1,9	0,54	2,7	0,59	3,8	0,63	5,1	0,77	9,5	0,89	15,8	1,01	24,2	1,11	34,9	1,22	48,4	1,32	64,7	1,42	84,0	1,51	107	1,60	133	1,69	163	1,78	196
100	0,01000	0,29	0,4	0,35	0,7	0,40	1,1	0,46	1,8	0,51	2,6	0,56	3,6	0,61	4,8	0,73	9,0	0,85	14,9	0,95	22,9	1,05	33,1	1,16	45,9	1,25	61,3	1,34	79,7	1,43	101	1,52	126	1,60	154	1,69	186
125	0,00800	0,26	0,3	0,31	0,6	0,36	1,0	0,41	1,6	0,46	2,3	0,50	3,2	0,55	4,3	0,65	8,0	0,76	13,4	0,85	20,5	0,94	29,6	1,03	41,1	1,12	54,9	1,20	71,3	1,28	91	1,36	113	1,43	138	1,51	167
150	0,00667	0,23	0,3	0,28	0,6	0,33	0,9	0,37	1,4	0,42	2,1	0,46	2,9	0,50	3,9	0,60	7,3	0,69	12,2	0,78	18,7	0,86	27,0	0,94	37,5	1,02	50,1	1,10	65,1	1,17	83	1,24	103	1,31	126	1,38	152
175	0,00571	0,21	0,3	0,26	0,5	0,31	0,9	0,34	1,3	0,39	1,9	0,43	2,7	0,46	3,6	0,55	6,8	0,64	11,3	0,72	17,3	0,80	25,0	0,87	34,7	0,95	46,4	1,02	60,3	1,08	77	1,15	95	1,21	117	1,27	141
200	0,00500	0,20	0,3	0,24	0,5	0,29	0,8	0,32	1,2	0,36	1,8	0,40	2,5	0,43	3,4	0,52	6,4	0,60	10,6	0,67	16,2	0,75	23,4	0,82	32,5	0,88	43,4	0,95	56,4	1,01	72	1,07	89	1,13	109	1,19	132
225	0,00444	0,19	0,2	0,23	0,5	0,27	0,8	0,31	1,2	0,34	1,7	0,37	2,4	0,41	3,2	0,49	6,0	0,56	10,0	0,64	15,3	0,70	22,1	0,77	30,6	0,83	40,9	0,90	53,1	0,96	68	1,01	84	1,07	103	1,13	124
250	0,00400	0,18	0,2	0,22	0,4	0,26	0,7	0,29	1,1	0,32	1,6	0,35	2,3	0,39	3,0	0,46	5,7	0,54	9,5	0,60	14,5	0,67	20,9	0,73	29,0	0,79	38,8	0,85	50,4	0,91	64	0,96	80	1,01	98	1,07	118
275	0,00364	0,17	0,2	0,21	0,4	0,24	0,7	0,28	1,1	0,31	1,5	0,34	2,2	0,37	2,9	0,44	5,4	0,51	9,0	0,58	13,8	0,64	19,9	0,70	27,7	0,75	37,0	0,81	48,1	0,86	61	0,92	76	0,97	93	1,02	112
300	0,00333	0,17	0,2	0,20	0,4	0,23	0,7	0,27	1,0	0,30	1,5	0,33	2,1	0,35	2,8	0,42	5,2	0,49	8,6	0,55	13,2	0,61	19,1	0,67	26,5	0,72	35,4	0,78	46,0	0,83	58	0,88	73	0,93	89	0,97	108
325	0,00308	0,16	0,2	0,19	0,4	0,22	0,6	0,26	1,0	0,28	1,4	0,31	2,0	0,34	2,7	0,41	5,0	0,47	8,3	0,53	12,7	0,58	18,3	0,64	25,5	0,69	34,0	0,75	44,2	0,79	56	0,84	70	0,89	86	0,94	103
350	0,00286	0,15	0,2	0,19	0,4	0,22	0,6	0,25	0,9	0,27	1,4	0,30	1,9	0,33	2,6	0,39	4,8	0,45	8,0	0,51	12,3	0,56	17,7	0,62	24,5	0,67	32,8	0,72	42,6	0,77	54	0,81	67	0,86	82	0,90	100
375	0,00267	0,15	0,2	0,18	0,4	0,21	0,6	0,24	0,9	0,26	1,3	0,29	1,8	0,32	2,5	0,38	4,6	0,44	7,7	0,49	11,8	0,54	17,1	0,60	23,7	0,65	31,7	0,69	41,2	0,74	52	0,78	65	0,83	80	0,87	96
400	0,00250	0,14	0,2	0,17	0,3	0,20	0,6	0,23	0,9	0,26	1,3	0,28	1,8	0,31	2,4	0,37	4,5	0,42	7,5	0,48	11,5	0,53	16,5	0,58	23,0	0,63	30,7	0,67	39,9	0,72	51	0,76	63	0,80	77	0,84	93
425	0,00235	0,14	0,2	0,17	0,3	0,20	0,6	0,22	0,9	0,25	1,2	0,27	1,7	0,30	2,3	0,36	4,4	0,41	7,3	0,46	11,1	0,51	16,0	0,56	22,3	0,61	29,8	0,65	38,7	0,70	49	0,74	61	0,78	75	0,82	90
450	0,00222	0,13	0,2	0,16	0,3	0,19	0,5	0,22	0,8	0,24	1,2	0,27	1,7	0,29	2,3	0,35	4,3	0,40	7,0	0,45	10,8	0,50	15,6	0,54	21,6	0,59	28,9	0,63	37,6	0,68	48	0,72	59	0,76	73	0,80	88
475	0,00210	0,13	0,2	0,16	0,3	0,18	0,5	0,21	0,8	0,23	1,2	0,26	1,6	0,28	2,2	0,34	4,1	0,39	6,9	0,44	10,5	0,48	15,2	0,53	21,1	0,57	28,1	0,62	36,6	0,66	46	0,70	58	0,74	71	0,77	86
500	0,00200	0,13	0,2	0,15	0,3	0,18	0,5	0,21	0,8	0,23	1,1	0,25	1,6	0,27	2,2	0,33	4,0	0,38	6,7	0,43	10,3	0,47	14,8	0,52	20,5	0,56	27,4	0,60	35,7	0,64	45	0,68	56	0,72	69	0,75	83
550	0,00182	0,12	0,2	0,15	0,3	0,17	0,5	0,20	0,8	0,22	1,1	0,24	1,5	0,26	2,1	0,31	3,8	0,36	6,4	0,42	9,8	0,45	14,1	0,49	19,6	0,53	26,2	0,57	34,0	0,61	43	0,65	54	0,68	66	0,72	79
600	0,00167	0,12	0,1	0,14	0,3	0,17	0,5	0,19	0,7	0,21	1,0	0,23	1,5	0,25	2,0	0,30	3,7	0,35	6,1	0,39	9,4	0,43	13,5	0,47	18,7	0,51	25,0	0,55	32,5	0,59	41	0,62	51	0,65	63	0,69	76
650	0,00154	0,11	0,1	0,14	0,3	0,16	0,4	0,18	0,7	0,20	1,0	0,22	1,4	0,24	1,9	0,29	3,5	0,34	5,8	0,37	9,0	0,41	13,0	0,45	18,0	0,49	24,1	0,53	31,3	0,56	40	0,60	49	0,63	61	0,66	73
700	0,00143	0,11	0,1	0,13	0,3	0,15	0,4	0,17	0,7	0,19	1,0	0,21	1,4	0,23	1,8	0,28	3,4	0,32	5,6	0,36	8,7	0,40	12,5	0,44	17,4	0,47	23,2	0,51	30,1	0,54	38	0,57	48	0,61	58	0,64	70
750	0,00133	0,10	0,1	0,13	0,2	0,15	0,4	0,17	0,6	0,19	0,9	0,21	1,3	0,22	1,8	0,27	3,3	0,31	5,5	0,35	8,4	0,39	12,1	0,42	16,8	0,46	22,4	0,49	29,1	0,52	37	0,55	46	0,59	56	0,62	68
800	0,00125	—	—	0,12	0,2	0,14	0,4	0,16	0,6	0,18	0,9	0,20	1,3	0,22	1,7	0,26	3,2	0,30	5,3	0,34	8,1	0,37	11,7	0,41	16,2	0,44	21,7	0,48	28,2	0,51	36	0,54	45	0,57	55	0,60	66
850	0,00117	—	—	0,12	0,2	0,14	0,4	0,16	0,6	0,18	0,9	0,19	1,2	0,21	1,7	0,25	3,1	0,29	5,1	0,33	7,9	0,36	11,3	0,40	15,7	0,43	21,0	0,46	27,3	0,49	35	0,52	43	0,55	53	0,58	64
900	0,00111	—	—	0,11	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,17	0,9	0,19	1,2	0,20	1,6	0,24	3,0	0,28	5,0	0,32	7,6	0,35	11,0	0,39	15,3	0,42	20,4	0,45	26,6	0,48	34	0,51	42	0,53	51	0,56	62
950	0,00105	—	—	0,11	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,17	0,8	0,18	1,2	0,20	1,6	0,24	2,9	0,27	4,9	0,31	7,4	0,34	10,7	0,38	14,9	0,41	19,9	0,44	25,9	0,47	33	0,49	41	0,52	50	0,55	60
1000	0,00100	—	—	0,11	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,16	0,8	0,18	1,1	0,19	1,5	0,23	2,8	0,27	4,7	0,30	7,2	0,33	10,4	0,37	14,5	0,40	19,4	0,42	25,2	0,45	32	0,48	40	0,51	49	0,53	59
1100	0,00091	—	—	0,10	0,2	0,12	0,3	0,14	0,5	0,15	0,8	0,17	1,1	0,18	1,5	0,22	2,7	0,26	4,5	0,29	6,9	0,32	10,0	0,35	13,8	0,38	18,5	0,41	24,0	0,43	31	0,46	38	0,48	47	0,51	56
1200	0,00083	—	—	—	—	0,12	0,3	0,13	0,5	0,15	0,7	0,16	1,0	0,18	1,4	0,21	2,6	0,24	4,3	0,28	6,6	0,30	9,5	0,33	13,3	0,36	17,7	0,39	23,0	0,41	29	0,44	36	0,46	45	0,49	54
1300	0,00077	—	—	—	—	0,11	0,3	0,13	0,5	0,14	0,7	0,16	1,0	0,17	1,3	0,20	2,5	0,24	4,1	0,26	6,4	0,29	9,2	0,32	12,7	0,35	17,0	0,37	22,1	0,40	28	0,42	35	0,45	43	0,47	52
1400	0,00071	—	—	—	—	0,11	0,3	0,12	0,5	0,14	0,7	0,15	1,0	0,16	1,3	0,20	2,4	0,23	4,0	0,26	6,1	0,28	8,8	0,31	12,3	0,33	16,4	0,36	21,3	0,38	27	0,41	34	0,43	41	0,45	50
1500	0,00066	—	—	—	—	0,10	0,3	0,12	0,5	0,13	0,7	0,15	0,9	0,16	1,2	0,19	2,3	0,22	3,9	0,25	5,9	0,27	8,5	0,30	11,9	0,32	15,8	0,35	20,8	0,37	26	0,39	33	0,41	40	0,44	48
1600	0,00062	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,13	0,6	0,14	0,9	0,15	1,2	0,18	2,2	0,21	3,7	0,24	5,7	0,26	8,3	0,29	11,5	0,31	15,3	0,34	19,9	0,36	25	0,38	32	0,40	39	0,42	47
1700	0,00059	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,14	0,9	0,15	1,2	0,18	2,2	0,21	3,6	0,23	5,6	0,26	8,0	0,28	11,1	0,30	14,9	0,33	19,3	0,35	25	0,37	31	0,39	37	0,41	45
1800	0,00056	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1	0,17	2,1	0,20	3,5	0,23	5,4	0,25	7,8	0,27	10,8	0,30	14,5	0,32	18,8	0,34	24	0,36	30	0,38	36	0,40	44
1900	0,00053	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1	0,17	2,1	0,19	3,4	0,22	5,3	0,24	7,6	0,27	10,5	0,29	14,1	0,31	18,3	0,33	23	0,35	29	0,37	35	0,39	43
2000	0,00050	—	—	—	—	—	—	0,10	0,4	0,11	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1	0,16	2,0	0,18	3,3	0,21	5,1	0,24	7,4	0,26	10,3	0,28	13,7	0,30	17,8	0,32	23	0,34	28	0,36	35	0,38	42

Gefälle		$D = 400$ mm		$D = 425$ mm		$D = 450$ mm		$D = 475$ mm		$D = 500$ mm		$D = 550$ mm		$D = 600$ mm		$D = 650$ mm		$D = 700$ mm		$D = 750$ mm		$D = 800$ mm		$D = 900$ mm		$D = 1000$ mm		$D = 1100$ mm		$D = 1200$ mm	
Verhältnis zu 1	pro Längeneinheit, α	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q	u	Q
10	0,10000	5,59	702	5,83	828	6,08	966	6,32	1120	6,55	1286	7,00	1663	7,45	2105	7,86	2610	8,28	3186	8,68	3835	9,06	4556	9,82	6249	10,55	8281	11,23	10667	11,92	13474
15	0,06667	4,56	574	4,76	676	4,96	789	5,16	914	5,35	1050	5,72	1358	6,08	1719	6,42	2131	6,76	2602	7,09	3131	7,40	3718	8,02	5102	8,61	6762	9,17	8710	9,73	11002
20	0,05000	3,95	497	4,13	585	4,30	683	4,47	792	4,63	910	4,95	1176	5,26	1488	5,56	1845	5,86	2253	6,14	2711	6,41	3221	6,95	4419	7,46	5856	7,94	7543	8,43	9528
25	0,04000	3,54	444	3,69	523	3,84	611	4,00	708	4,14	813	4,43	1052	4,71	1331	4,97	1650	5,24	2015	5,49	2425	5,73	2881	6,21	3952	6,67	5238	7,10	6747	7,54	8522
30	0,03333	3,23	406	3,37	478	3,51	558	3,65	647	3,78	743	4,04	960	4,30	1215	4,54	1507	4,78	1840	5,01	2214	5,23	2630	5,67	3608	6,09	4781	6,48	6159	6,88	7780
35	0,02857	2,99	375	3,12	442	3,25	517	3,38	599	3,50	688	3,74	889	3,98	1125	4,20	1395	4,43	1703	4,64	2050	4,85	2435	5,25	3340	5,64	4427	6,00	5702	6,37	7203
40	0,02500	2,80	351	2,92	414	3,04	483	3,16	560	3,28	643	3,50	831	3,72	1053	3,93	1305	4,14	1593	4,34	1917	4,53	2278	4,91	3125	5,27	4141	5,61	5334	5,96	6737
45	0,02222	2,64	331	2,75	390	2,86	456	2,98	528	3,09	606	3,30	784	3,51	992	3,71	1230	3,90	1502	4,09	1808	4,27	2148	4,63	2946	4,97	3904	5,29	5029	5,62	6352
50	0,02000	2,50	314	2,61	370	2,72	432	2,83	501	2,93	575	3,13	744	3,33	941	3,52	1167	3,70	1425	3,88	1715	4,05	2037	4,39	2795	4,72	3704	5,02	4770	5,33	6026
60	0,01667	2,28	287	2,38	338	2,48	395	2,58	457	2,67	525	2,86	679	3,04	859	3,21	1065	3,38	1301	3,54	1566	3,70	1860	4,01	2551	4,31	3381	4,58	4355	4,86	5501
70	0,01429	2,11	266	2,21	313	2,30	365	2,39	423	2,48	486	2,65	629	2,81	796	2,97	986	3,13	1204	3,28	1449	3,43	1722	3,71	2362	3,99	3130	4,24	4032	4,50	5093
80	0,01250	1,98	248	2,06	293	2,15	342	2,23	396	2,32	455	2,48	588	2,63	744	2,78	923	2,93	1127	3,07	1356	3,20	1611	3,47	2209	3,73	2928	3,97	3771	4,21	4764
90	0,01111	1,86	234	1,94	276	2,03	322	2,11	373	2,18	429	2,33	554	2,48	702	2,62	870	2,76	1062	2,89	1278	3,02	1519	3,27	2083	3,52	2760	3,74	3556	3,97	4492
100	0,01000	1,77	222	1,85	262	1,92	306	2,00	354	2,07	407	2,21	526	2,35	666	2,49	825	2,62	1008	2,75	1213	2,87	1441	3,11	1976	3,33	2619	3,55	3373	3,77	4261
125	0,00800	1,58	199	1,65	234	1,72	273	1,79	317	1,85	364	1,98	470	2,11	595	2,22	738	2,34	901	2,46	1085	2,56	1289	2,78	1768	2,98	2342	3,18	3017	3,37	3811
150	0,00667	1,44	181	1,51	214	1,57	250	1,63	289	1,69	332	1,81	429	1,92	544	2,03	674	2,14	823	2,24	990	2,34	1176	2,54	1614	2,72	2138	2,90	2754	3,08	3479
175	0,00571	1,34	168	1,39	198	1,45	231	1,51	268	1,57	307	1,67	398	1,78	503	1,88	624	1,98	762	2,08	917	2,17	1089	2,35	1494	2,52	1980	2,68	2550	2,85	3214
200	0,00500	1,25	157	1,30	185	1,36	216	1,41	250	1,47	288	1,57	372	1,67	471	1,76	584	1,85	713	1,94	857	2,03	1019	2,20	1397	2,36	1852	2,51	2385	2,66	3013
225	0,00444	1,18	148	1,23	174	1,28	204	1,33	236	1,38	271	1,48	351	1,57	444	1,66	550	1,75	672	1,83	808	1,91	960	2,07	1317	2,22	1746	2,37	2249	2,51	2841
250	0,00400	1,12	141	1,17	166	1,22	193	1,26	224	1,31	257	1,40	333	1,49	421	1,57	522	1,66	637	1,74	767	1,81	911	1,97	1250	2,11	1656	2,25	2133	2,38	2695
275	0,00364	1,07	134	1,11	158	1,16	184	1,21	214	1,25	245	1,34	317	1,42	401	1,50	498	1,58	608	1,66	731	1,73	869	1,87	1192	2,01	1579	2,14	2034	2,27	2570
300	0,00333	1,02	128	1,07	151	1,11	176	1,15	204	1,20	235	1,28	304	1,36	384	1,44	476	1,51	582	1,59	700	1,66	832	1,79	1141	1,93	1512	2,05	1948	2,18	2460
325	0,00308	0,98	123	1,05	145	1,07	170	1,11	196	1,15	226	1,23	292	1,31	369	1,38	458	1,45	559	1,52	673	1,59	799	1,72	1096	1,85	1453	1,97	1871	2,09	2364
350	0,00286	0,95	119	0,99	140	1,03	163	1,07	189	1,11	217	1,18	281	1,26	356	1,33	441	1,40	539	1,47	648	1,53	770	1,66	1056	1,78	1400	1,90	1803	2,01	2278
375	0,00267	0,91	115	0,95	135	0,99	158	1,03	183	1,07	210	1,14	272	1,22	344	1,28	426	1,35	520	1,42	626	1,48	744	1,60	1021	1,72	1352	1,83	1742	1,95	2200
400	0,00250	0,88	111	0,92	131	0,96	153	1,00	177	1,04	203	1,11	263	1,18	333	1,24	413	1,31	504	1,37	606	1,43	720	1,55	988	1,67	1309	1,78	1687	1,88	2131
425	0,00235	0,86	108	0,90	127	0,93	148	0,97	172	1,01	197	1,07	255	1,14	323	1,21	400	1,27	489	1,33	588	1,39	699	1,51	959	1,62	1270	1,72	1636	1,83	2067
450	0,00222	0,83	105	0,87	123	0,91	144	0,94	167	0,98	192	1,04	248	1,11	314	1,17	389	1,23	475	1,29	572	1,35	679	1,46	932	1,57	1235	1,67	1590	1,78	2009
475	0,00210	0,81	102	0,85	120	0,88	140	0,92	163	0,95	187	1,02	241	1,08	305	1,14	379	1,20	462	1,26	556	1,32	661	1,43	907	1,53	1202	1,63	1548	1,73	1955
500	0,00200	0,79	99	0,83	117	0,86	137	0,89	158	0,93	182	0,99	235	1,05	298	1,11	369	1,17	451	1,23	542	1,28	644	1,39	884	1,49	1171	1,59	1509	1,69	1906
550	0,00182	0,75	95	0,79	112	0,82	130	0,85	151	0,88	173	0,94	224	1,00	284	1,06	352	1,12	430	1,17	517	1,22	614	1,33	843	1,42	1117	1,51	1438	1,61	1817
600	0,00167	0,72	91	0,75	107	0,78	125	0,82	145	0,85	166	0,90	215	0,96	272	1,02	337	1,07	411	1,12	495	1,17	588	1,27	807	1,36	1069	1,45	1377	1,54	1740
650	0,00154	0,69	87	0,72	103	0,75	120	0,78	139	0,81	160	0,87	206	0,92	261	0,98	324	1,03	395	1,08	476	1,12	565	1,22	777	1,31	1027	1,39	1323	1,48	1671
700	0,00143	0,67	84	0,70	99	0,73	116	0,76	134	0,78	154	0,84	199	0,89	252	0,94	312	0,99	381	1,04	458	1,08	545	1,17	747	1,26	990	1,34	1275	1,42	1611
750	0,00133	0,65	81	0,67	96	0,70	112	0,73	129	0,76	149	0,81	192	0,86	243	0,91	301	0,96	368	1,00	443	1,05	526	1,13	722	1,22	956	1,30	1232	1,38	1556
800	0,00125	0,63	79	0,65	93	0,68	108	0,71	125	0,73	144	0,78	186	0,83	235	0,88	292	0,93	356	0,97	429	1,01	509	1,10	699	1,18	926	1,26	1193	1,33	1507
850	0,00117	0,61	76	0,63	90	0,66	105	0,69	121	0,71	140	0,76	180	0,81	228	0,85	283	0,90	346	0,94	416	0,98	494	1,07	678	1,14	898	1,22	1157	1,29	1462
900	0,00111	0,59	74	0,62	87	0,64	102	0,67	118	0,69	136	0,74	175	0,79	222	0,83	275	0,87	336	0,92	404	0,96	480	1,04	659	1,11	873	1,18	1124	1,26	1420
950	0,00105	0,57	72	0,60	84	0,62	99	0,65	115	0,67	132	0,72	171	0,76	216	0,81	268	0,85	327	0,89	393	0,93	467	1,01	641	1,08	850	1,15	1094	1,22	1383
1000	0,00100	0,56	70	0,58	83	0,61	97	0,63	112	0,66	129	0,70	166	0,75	211	0,79	261	0,83	319	0,87	384	0,91	456	0,98	625	1,06	828	1,12	1067	1,19	1348
1100	0,00091	0,53	67	0,56	79	0,58	92	0,60	107	0,63	123	0,67	159	0,71	201	0,75	249	0,79	304	0,83	366	0,86	434	0,94	596	1,01	790	1,07	1017	1,14	1285
1200	0,00083	0,51	64	0,53	76	0,56	88	0,58	102	0,60	117	0,64	152	0,68	192	0,72	238	0,76	291	0,79	350	0,83	416	0,90	571	0,96	756	1,03	974	1,09	1230
1300	0,00077	0,49	62	0,51	73	0,53	85	0,55	98	0,57	113	0,61	146	0,65	185	0,69	229	0,73	280	0,76	336	0,80	400	0,86	548	0,92	726	0,98	936	1,05	1182
1400	0,00071	0,47	59	0,49	70	0,51	82	0,53	95	0,55	109	0,59	141	0,63	178	0,67	221	0,70	269	0,73	324	0,77	385	0,83	528	0,89	700	0,95	902	1,01	1139
1500	0,00066	0,46	57	0,48	68	0,50	79	0,52	91	0,54	105	0,57	136	0,61	172	0,64	213	0,68	260	0,71	313	0,74	372	0,80	510	0,86	676	0,92	871	0,97	1100
1600	0,00062	0,44	56	0,46	65	0,48	76	0,50	89	0,52	102	0,55	132	0,59	166	0,62	206	0,66	252	0,69	303	0,72	360	0,78	494	0,83	655	0,89	843	0,94	1065
1700	0,00059	0,43	54	0,45	64	0,47	74	0,49	86	0,50	99	0,54	128	0,57	161	0,60	200	0,64	244	0,67	294	0,70	349	0,75	479	0,81	635	0,86	818	0,91	1033
1800	0,00056	0,42	52	0,44	62	0,45	72	0,47	84	0,49	96	0,52	124	0,56	157	0,59	195	0,62	238	0,65	286	0,68	340	0,73	466	0,79	617	0,84	795	0,89	1004
1900	0,00053	0,41	51	0,42	60	0,44	70	0,46	81	0,48	93	0,51	121	0,54	153	0,57	189	0,60	231	0,63	278	0,66	331	0,71	453	0,77	601	0,81	774	0,86	978
2000	0,00050	0,40	50	0,41	59	0,43	68	0,45	79	0,46	91	0,50	118	0,53	149	0,56	185	0,59	225	0,61	271	0,64	322	0,70	442	0,75	586	0,79	754	0,84	953

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

legen, weil sie dann mit Zementröhren, Tonröhren u. s. w. durchgeführt werden können gegenüber den bei unter Druck stehenden Leitungen nötigen Metallröhren. Dabei vorkommende Unterfahrungen von offenen Wasserläufen heißen Düker; ihre Konstruktion s. Bd. 5, S. 349, Fig. 48, und [1], S. 719, woselbst Literaturangaben. Bei unebenem, tief eingeschnittenem Gelände sind Rohrleitungen ohne inneren Druck meist teurer als solche mit innerer Pressung, weil sie Aquädukte (s. d.) nötig machen. Zu beachten ist, daß bei Zementrohrleitungen die Wassergeschwindigkeit nicht größer als 1 m/sec werden darf, wenn Angriffe auf die Rohrwand nicht erfolgen sollen.

Fördert eine Rohrleitung von konstanter Lichtweite D auf einer bestimmten Strecke s ein Wasserquantum q an das Ende und gibt sie außerdem noch ein Quantum m pro Längeneinheit gleichmäßig ab, so ist $Q = m\,s + q$ innerhalb der Länge s variabel, und man erhält nach Bd. 5, S. 152, Gleichung 15, entsprechend der Fig. 3:

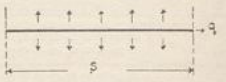


Fig. 3.

$$y - y_0 = \frac{\lambda}{D^5} \int_0^s (q + m\,s)^2 \cdot d\,s + \frac{(u^2 - u_0^2)}{2\,g}.$$

Vernachlässigt man das zweite Glied auf der rechten Seite gegenüber dem ersten, wie dies in der Praxis meistens zulässig ist, so folgt mit $M = m\,s$:

$$y - y_0 = B = \frac{\lambda\,s}{D^5}\left(\frac{M^2}{3} + M\,q + q^2\right), \qquad 3.$$

welche Gleichung annähernd auch geschrieben werden kann:

$$B = \lambda\,s\,(0{,}55 \cdot M + q)^2 : D^5, \qquad 4.$$

woraus sich der Druckverlust B meist einfacher berechnen läßt. Für $q = 0$ folgt aus 3:

$$B = \lambda\,s\,M^2 : 3\,D^5. \qquad 5.$$

3. Herstellung der Rohrleitungen. Die Verbindung der einzelnen Röhren zu einer Röhrentour (bei Metallröhren in der Regel Muffen- oder Flanschenverbindung) s. Rohre und Rohrverbindungen; ebendaselbst sind auch die für verschiedene Zwecke erforderlichen Fassonstücke und Anleitungen für die richtige Wahl der einen oder andern Verbindung bei verschiedenen Pressungen angegeben. In der Regel werden die Röhren direkt in die Erde eingebettet; nur ausnahmsweise liegen sie in gemauerten, zugänglichen Kanälen. Ist das Klima derart, daß zeitweise die Erde bis auf gewisse Tiefen gefriert, so müssen die Scheitel der Röhren unter die Frostgrenze gelegt werden, die z. B. in Süddeutschland etwa zwischen 1,2 und 2 m unter Bodenoberfläche liegt (Näheres darüber in [1], § 48, S. 725). Vor dem Einlegen müssen die Gräben in der dem Kaliber der Röhren entsprechenden Lichtweite ausgehoben und mit Muffenlöchern oder geeigneten Ausweitungen zum Anziehen der Flanschen u. s. w. versehen werden. Für die Art der Ausschachtung, für die Notwendigkeit des Abspriessens oder der vollständigen Auszimmerung der Gräben sind maßgebend im allgemeinen die gesetzlichen Unfallverhütungsvorschriften, im einzelnen die mehr oder weniger große Standfestigkeit der möglichst senkrecht abzustechenden Grabenwände, die Gefahr des Ablösens und Einstürzens einzelner Teile der letzteren und insbesondere auch die Rücksicht auf den in der Nähe des Grabens sich bewegenden Verkehr auf einer Straße oder Bahn sowie auf die Nähe von Gebäuden. Bei der Verdingung der Herstellung von Rohrgräben sind außer Bestimmungen über die vorgenannten Punkte noch besondere Anordnungen darüber zu treffen, wie vor Beginn der eigentlichen Grabenausschachtung der Rasen, der Humus, der Schotter, das Pflaster u. s. w. abgehoben und beiseitegesetzt, sodann wie nach geschehenem Ausheben des Grabens das Ausfüllen der Räume um die Röhren herum, das Ueberfüllen des wieder ganz eingedeckten Grabens und das Wiedereinsetzen des Rasens, Pflasters u. s. w. erfolgen sollen. Bei größeren Flußunterfahrungen bringt man die fertig hergestellten (in der Regel schmiedeeisernen) Röhrenleitungen auf ein Gerüst (Prahm), baggert im Flußbette eine Baugrube (Rille) aus und läßt die Röhren von dem Gerüste aus in verschiedenster Weise ab. Näheres darüber in [2] und [3]; weitere Literatur in [1], S. 719. Bei kleinen Flüssen und Bächen ist es häufig möglich, die Baugrube durch Pumpen wasserfrei zu halten; dann werden die Röhren mit an Pfählen befestigten Querhölzern unterstützt und durch Spuntwände bezw. Sohlenversicherungen gegen Unterspülen verwahrt. Wasserrohrleitungen in den Häusern werden fast ausschließlich in Metallröhren kleinen Kalibers und in ähnlicher Weise wie die Gasrohrleitungen verlegt. Ausführliches darüber in [4]; vgl. a. Wasserleitung.

Literatur: [1] Lueger, O., Wasserversorgung der Städte, Darmstadt 1895; 2. Abteil., Leipzig 1908. — [2] Engineer. News, 1891, Bd. 2, S. 127. — [3] Journ. für Gasbel. und Wasserversorg. 1891, Bd. 34, S. 191. — [4] Aßmann, G., Die Bewässerung und Entwässerung von Grundstücken, München 1893. *Lueger.*

Rohrnagel (Stukkateurnagel), zur Befestigung der Rohrdecke dienender, ca. 25 mm langer Nagel mit zweiteiligem größerem Kopfe; s. Deckenputz, Fig. 1 (Bd. 2, S. 688) und Nagel. *Weinbrenner.*

Rohrnetz, ein System von unter sich verbundenen Leitungen, entweder mit Verästelung (Fig. 1) oder in der Weise eingerichtet, daß bei jeder Gleichgewichtsstörung von allen Richtungen her Strömung stattfindet (Fig. 2, Zirkulationssystem, Kreislaufsystem). Rohrnetze kommen hauptsächlich bei der Wasserverteilung in Städten in Betracht und ist deren richtige Dimensionierung von Wichtigkeit.

Bei der **Verästelung** berechnen sich die Verbrauchsmengen auf den einzelnen Strecken und die an den verschiedenen Zwischenpunkten abzugebenden Wassermengen in einfachster

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Weiſe. Nennt man die letzteren q, die Verbrauchsmengen Q und bezeichnet man allgemein mit dem aus den Zahlen der Fig. 1 ſich ergebenden Indices, ſo iſt:
$Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{24} + Q_{45} + Q_{46} + Q_{17} + Q_{78} + Q_{89} + Q_{8\,10} + Q_{7\,11} + Q_{11\,12} + \ldots + Q_{25\,27}$,
d. h. = der Summe aller verbrauchten Waſſermengen. Im Punkte 2 iſt die Waſſermenge $q_2 = Q_{23} + Q_{24} + Q_{45} + Q_{46}$ abzugeben, im Punkte 7 jene $q_7 = Q_{78} + Q_{89} + Q_{8\,10} + \ldots + Q_{25\,27}$ u. ſ. w. Man erhält beiſpielsweiſe auf der Strecke 1,2 den Druckverluſt aus der Annäherungsformel (S. 484, Gleichung 4): $h_1 - h_2 = \lambda \cdot L_{12}\,(0{,}55 \cdot Q_{12} + q_{12})^2 : D^5$,
kann alſo, wenn die Druckhöhen h_1 und h_2 ſowie die Länge L_{12} gegeben ſind, die Lichtweite D der Rohrleitung für den Zweig 1,2 beſtimmen u. ſ. w. für alle übrigen. Bei den Endſträngen 2,3, 4,5, 4,6 u. ſ. w. handelt es ſich bloß um gleichmäßig zu verteilende Waſſermengen Q_{23}, Q_{45}, Q_{46} u. ſ. w., hierfür gilt ſodann (vgl. S. 484, Gleichung 5): $h_2 - h_3 = \lambda \cdot L_{23} \cdot Q_{23}{}^2 : 3\,D^5$,
woraus ſich ebenfalls die Lichtweite berechnen läßt für dieſen und für die andern unter gleicher Bedingung ſtehenden Rohrſtränge.

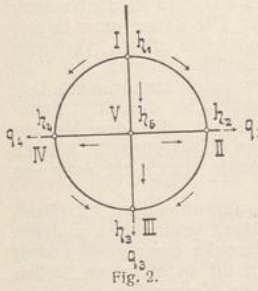
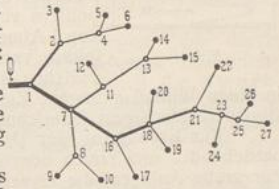


Fig. 2.


Fig. 1.

Bei dem **Kreislaufſyſtem**, das in Fig. 2 dargeſtellt iſt, ſoll bei I eine Waſſermenge Q eintreten, die Druckhöhe h_1 ſein und in ähnlicher Weiſe wie ſoeben unter Q_{12}, Q_{15}, Q_{14}, Q_{23} u. ſ. w. die unterwegs gleichmäßig abzugebenden Waſſermengen verſtanden werden; an den Punkten II, III und IV ſeien die Waſſermengen q_2, q_3 und q_4 nach außen zu liefern. Die am Ende der Strecke I II abzugebende Waſſermenge ſei q_{12}, jene auf der Strecke I V analog $= q_{15}$ u. ſ. w. Dann beſtehen die Beziehungen:

$$q_{12} + q_{52} - q_2 - q_{23} - Q_{23} = 0; \qquad q_{14} + q_{54} - q_4 - q_{43} - Q_{43} = 0;$$
$$q_{15} - q_{54} - q_{52} - q_{53} - Q_{54} - Q_{52} - Q_{53} = 0; \qquad q_{45} + q_{53} + q_{23} - q_3 = 0,$$

wie ohne weiteres aus der Figur erſichtlich. Zur Beſtimmung der acht Unbekannten q_{12}, q_{14}, $q_{15} \ldots q_{43}$ ſind aber noch weitere vier Gleichungen erforderlich. In der Regel wählt man ſie dem Koſtenminimum entſprechend, vgl. [1], S. 792 ff. Annähernd entſpricht demſelben auch die Annahme, daß die Waſſermengen q_2, q_3 und q_4 auf den kürzeſten Wegen zugeführt werden; man ſetzt alſo z. B. für den Fall unſrer Figur:

$$q_{54} = 0;\ q_{52} = 0;\ q_{43} = 0;\ q_{23} = 0.$$

Sobald die Werte von q_{12} u. ſ. w. feſtgeſtellt ſind, können bei bekannten Meereshöhen h_1 u. ſ. w. für die Preſſungen im Rohrnetz, bekannten Längen u. ſ. w. wie vorhin die Lichtweiten gefunden werden aus der Beziehung: $h_1 - h_2 = \lambda\, L_{12}\,(0{,}55 \cdot Q_{12} + q_{12})^2 : D_{12}{}^5$
und den analogen für die Strecken I IV, I V u. ff. Beiſpiele für derartige Rechnungen in [1], § 51. — Selbſtverſtändlich kommen in der Regel Rohrnetze in Betracht, die erheblich mehr Maſchen zeigen als jenes in Fig. 2. Es wird aber ſtets möglich ſein, Unterabteilungen zu bilden, die ſich in ähnliche Netze zerlegen laſſen. Näheres in [1], S. 791.

An den Kreuzungspunkten der einzelnen Rohrſtränge eines Rohrnetzes müſſen Abſchlußſchieber vorhanden ſein, um jede einzelne Leitung und ganze Diſtrikte abſperren zu können. Empfehlenswert iſt es auch, bei jedem Strange für eine bequeme Entleerung zu ſorgen. Bei Rohrnetzen nach dem Kreislaufſyſtem werden vielfach an den Kreuzungsſtellen größerer Leitungen Teilkaſten eingeſetzt, um die Bewegung des eintretenden Waſſerſtromes mit möglichſt geringem Widerſtande nach allen Richtungen hin zu ermöglichen. Dann liegen Teilkaſten und Schieber in Einſteigeſchachten (ſ. d.).

Literatur: Lueger, O., Waſſerverſorgung der Städte, Darmſtadt 1895.

Rohrpoſtanlagen dienen zur raſchen Beförderung geſchriebener und gedruckter Depeſchen, Briefe u. dergl. in einer Rohrleitung (Fahrrohr) durch Luftdruck.

Die **Fahrleitung** wird aus geſchweißten und gezogenen ſchmiedeeiſernen Rohren hergeſtellt, möglichſt tief in die Erde gelegt, um ſie vor Froſt zu ſchützen, und in Abſtänden von etwa 100 m mit Waſſerſäcken verſehen, die in die Straßenoberfläche ausmünden, um zu Unterſuchungen der Leitung dienen zu können. Die Weite der Fahrrohre beträgt in Berlin und andern europäiſchen Großſtädten 65 mm, in New York 8″ engl. = 206 mm. Man legt die Fahrleitung entweder nach dem Strahlen- oder nach dem polygonalen Syſtem. Bei erſterem laufen die Fahrrohre von einer Zentralſtation ſtrahlenartig auseinander, und die aus den Büchſen, welche die zuſammengerollten Depeſchen enthalten, und einem dahinter eingeſchobenen Treiber gebildeten Züge fahren in jedem Strahle mit Druckluft hin und mit Saugluft zurück, ſo daß zwei Stationen, die an verſchiedenen Strahlen liegen, nur durch Vermittlung der Zentralſtation miteinander korreſpondieren können. Bei dem polygonalen Syſtem wird die Stadt in Bezirke geteilt und in jedem eine Fahrleitung ſo gelegt, daß ſie ein Vieleck bildet, in deſſen Ecken die Stationen liegen, und jedes Vieleck mit den benachbarten je eine Station gemein hat, durch welche Büchſen aus einem Vieleck in das andre gelangen können, ohne die Zentralſtation zu berühren. Die Züge durchlaufen jedes Vieleck für längere Zeit oder immer in ein und derſelben Richtung, indem ſie von der Station im Knotenpunkte durch das eine Rohrende durch Druckluft fortgetrieben, durch das andre mit Saugluft herbeigezogen werden. Damit ſich nicht Staub von den Büchſen und Roſt an gewiſſen Stellen im Fahrrohre anhäufen, iſt es zweckmäßig, die Fahrrichtung von Zeit zu Zeit umzukehren. Auch hat das Fahren in einer Richtung den Nachteil, daß ſich in den Rohren, worin anhaltend mit Druckluft gearbeitet wird, viel Waſſer nieder-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſchlägt, das den Lederüberzügen der Büchſen und Treiber ſchadet. Deshalb und weil das polygonale Syſtem in großen Städten doch nicht vollſtändig durchgeführt werden kann, hat man es in Berlin ganz aufgegeben.

Der **Treiber** iſt ein an beiden Enden geſchloſſener Hohlzylinder aus Aluminium- oder Stahlblech mit einem Lederüberzug von etwas kleinerem Durchmeſſer als die Fahrrohrweite, mit Ledermanſchetten- oder Filzringdichtung. Die Büchſen beſtehen aus ähnlichen, aber nur an einem Ende geſchloſſenen Blechzylindern mit einem ledernen Deckel, der den Blechzylinder beinahe ganz umkleidet. Auf dem frei bleibenden Ende des letzteren iſt die Nummer der Station aufgeprägt, für welche der Inhalt der Büchſe beſtimmt iſt. Die Länge einer Büchſe oder eines Treibers iſt etwa der dreifachen Fahrrohrweite gleich. Verſendet man nur einzelne Büchſen, ſo müſſen dieſe mit Dichtungsringen und Endpolſtern verſehen ſein. Der Treiber wird entweder durch komprimierte Luft von 1 Atmoſphäre Ueberdruck fortgetrieben oder durch Luft, die auf $^1/_4$ Atmoſphäre verdünnt iſt, angeſaugt. Bei kleinen Anlagen, die den Verkehr zwiſchen Räumen eines Gebäudes erleichtern ſollen (Hausrohrpoſt), können in einen Winkel gebogene Zettel (Fig. 1) auch ohne Treiber oder Büchſe durch ein Rohr von engem rechteckigem Querſchnitte geblaſen werden.



Fig. 1.

Zur **Erzeugung der Druck- oder Saugluft** genügen für Hausrohrpoſtanlagen für Handbetrieb oder zum Treten oder durch kleine Motoren betriebene Blasbälge, Ventilatoren u. dergl. Für große Anlagen, die Depeſchen und Briefe in die verſchiedenen Bezirke einer großen Stadt befördern, ſind hierzu ſtarke Kraftmaſchinen und Luftpumpmaſchinen oft an mehreren Stellen der Stadt erforderlich. Die Luftpumpmaſchinen beſtehen aus je einem Kompreſſor und einer Luftpumpe, welche die Luft in einem oder mehreren Behältern, die etwa den vierfachen Rauminhalt der betreffenden Fahrrohrleitung haben, verdünnt, während der Kompreſſor ſie in andern derartigen Behältern verdichtet, nachdem ſie zur Waſſerabſcheidung durch eine Kühlvorrichtung gepreßt worden iſt.

Einrichtungen. In größerer Entfernung von den Maſchinenſtationen legt man Stationen an, die zwar nicht mit Kraftmaſchinen und Pumpwerken, wohl aber mit Behältern für Druck- und Saugluft ausgerüſtet ſind, die man als Kraftquelle betrachtet. Dieſe Behälter werden durch weite Rohrleitungen (in Berlin von 150—300 mm Durchmeſſer) mit der nächſten Maſchinenſtation verbunden und von ihr geſpeiſt. Zwiſchen den Maſchinen- und dieſen Kraftſtationen ſowie zwiſchen dieſen und Endſtationen ohne Kraftquelle liegen Zwiſchenſtationen ohne Kraftquelle, die nur mit Empfangs- und Sendeapparaten verſehen ſind und die nächſte Kraftſtation durch die neben der Fahrrohrleitung hinlaufende Telegraphenleitung anrufen müſſen, damit ſie den von ihnen aufgegebenen Zug anſaugt oder fortdrückt. Dieſe Stationen ſind mit zwei benachbarten durch je ein Fahrrohr verbunden, während die Endſtationen nur durch ein Fahrrohr mit einer Zwiſchenſtation verbunden ſind, durch welches ſie empfangen und abſenden.

Demnach hat man Empfangs- und Sendeapparate verſchieden zu konſtruieren, je nachdem ſie einer Endſtation mit oder ohne Kraftquelle oder einer Zwiſchenſtation ohne Kraftquelle dienen ſollen. Für Zwiſchenſtationen mit Kraftquelle ſtellt man zwei Apparate, wie ſie Endſtationen mit Kraftquelle entſprechen, nebeneinander. Um die Konſtruktion ſolcher Apparate haben ſich beſonders Varley in London 1858, Mignon & Rouart 1866 und Creſpin 1875 in Paris, v. Felbinger in Wien 1875 und Batcheller in Philadelphia 1892 verdient gemacht. Die Berliner Rohrpoſt, wovon 1865 die Verbindung der Börſe mit dem Zentraltelegraphenamte und 1868 ein größerer Teil nach dem polygonalen Syſtem durch Siemens & Halske hergeſtellt wurde, hat jetzt Empfangs- und Sendeapparate im Gebrauche, die durch Vereinfachung aus den v. Felbingerſchen entſtanden ſind.

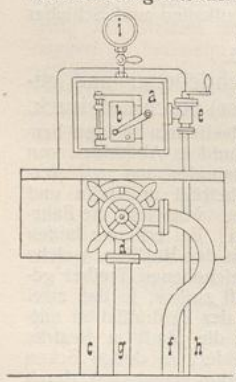


Fig. 2.

Fig. 2 zeigt einen ſolchen Apparat für Stationen mit Kraftquelle. *a* iſt eine durch eine Tür *b* luftdicht verſchließbare Kammer. In dieſe münden das Fahrrohr *c*, ein Dreiweghahn *d* und ein Schraubenventil *e*. An *d* ſind angeſchloſſen: das Druckluftrohr *f* und das Saugluftrohr *g*. An *e* iſt ein in die freie Luft führendes Rohr *h* angeſchloſſen. *i* iſt ein Manometer, das den in *a* herrſchenden Luftdruck anzeigt. Durch *d* kann *a* mit *f* oder mit *g* verbunden oder von beiden abgeſchloſſen werden. Um einen Zug durch Druckluft abzuſenden, werden zuerſt *d* und *e* geſchloſſen, *b* geöffnet, Büchſen und Treiber in das Fahrrohr *c* geſchoben, *b* wieder geſchloſſen, die Empfangsſtation vom Abgange des Zuges benachrichtigt und *a* durch *d* mit dem Druckluftrohre *f* verbunden. Hat die Empfangsſtation die Ankunft des Zuges gemeldet, ſo wird *d* geſchloſſen, *e* geöffnet, bis die Druckluft aus *a* entwichen iſt, und dann wieder geſchloſſen. Soll ein Zug von der Nachbarſtation her durch Saugluft empfangen werden, ſo hat man *a* durch *d* mit dem Saugluftrohre *g* zu verbinden und im übrigen in ähnlicher Weiſe zu verfahren wie vorhin.

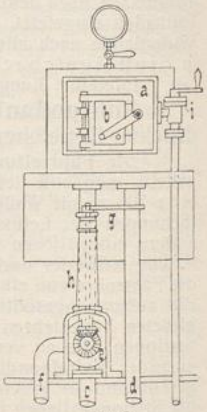


Fig. 3.

Fig. 3 zeigt einen Apparat für Zwiſchenſtationen. In die Kammer *a* münden zwei Fahrrohre *c* und *d*. In *c* iſt ein Dreiweghahn *e* eingeſchaltet, wodurch *a* mit der Fortſetzung von *c* und mit dem in freie Luft führenden Rohre *f* oder nur mit der Fortſetzung von *c* verbunden oder ganz abgeſchloſſen werden kann, indem man *e* mittels des Hebels *g*, der

ſenkrechten Welle in dem Säulchen *h* und eines koniſchen Räderpaares verſtellt. Das Schraubenventil *i* dient demſelben Zwecke wie vorhin das mit *e* bezeichnete. Soll ein von der Kraftſtation mit Druckluft beförderter Zug empfangen werden, ſo ſtellt man *e* ſo, daß der Weg durch *c* frei und dieſes mit *f* verbunden wird, damit die Luft vor dem Zuge entweichen kann, während die Kammertüre *b* dicht und das Schraubenventil *i* nahezu geſchloſſen ſind. Iſt der Zug durch *e* gegangen, ſo komprimiert er, je nach dem Stande von *i*, die Luft in *a*. Sobald man dies wahrnimmt, ſchließt man *e*, und der Zug langt mit gemäßigter Geſchwindigkeit in *a* an, *b* wird geöffnet und der Zug herausgenommen. Soll ein Zug durch *d* nach einer dritten Station ohne Kraftquelle geſendet werden, ſo ſtellt man, nachdem der Zug verladen und *b* geſchloſſen iſt, *e* ſo, daß der Weg durch *c* frei, der nach *f* aber geſchloſſen iſt, und benachrichtigt die Kraftſtation, die dann den Zug durch Druckluft forttreibt, u. ſ. w. Welche Handgriffe nötig ſind, um einen Zug von der dritten Station durch Saugluft zu empfangen und zur Kraftſtation weiterzubefördern, iſt nach dem Geſagten leicht zu ermeſſen.

Die Apparate für Endſtationen ohne Kraftquelle empfangen Züge durch Druckluft und entſenden ſie durch Saugluft ebenſo wie die zuletzt beſchriebenen. Sie unterſcheiden ſich dadurch von dieſen, daß ſie nur ein Fahrrohr haben. Durch die amerikaniſchen Apparate von Batcheller erfolgt das Empfangen und Senden der Büchſen, die in New York 181 mm Durchmeſſer und 610 mm Länge haben, größtenteils ſelbſttätig durch Druckluftmaſchinen, deren Steuerungen ebenfalls durch Druckluft oder auch mit Hilfe von Elektromagneten bewegt werden.

Fig. 4 zeigt einen ſelbſttätigen Empfänger für eine Hauptſtation. Beim Einlaufen einer Büchſe aus dem Fahrrohr *a* in das Aufnahmerohr *b* wird die Luft in dieſem verdichtet, bis ſie das durch Federdruck regulierte Ventil *c* aufdrückt. Durch die ſo verdichtete Luft werden die Steuerkölbchen an dem Druckluftzylinder *d* ſo verſchoben, daß Druckluft aus *a* durch ein Verbindungsrohr unter den Kolben *e* tritt und dieſen ſamt dem hinteren Ende des um die Achſe *f* drehbaren Aufnahmerohres *b* hebt, bis das vordere Ende desſelben an dem um den Zapfen *g* drehbaren, ſchräg ſtehenden Tiſche *h* angekommen iſt. Während dieſer Bewegung war das Ende von *a* durch den bogenförmigen Schieber *i* verſchloſſen; nun aber tritt Druckluft aus *a* durch das Rohr *k* hinter die Büchſe und treibt ſie auf den Tiſch *h*, wo ſie den Puffer *l* zurückſtößt und dadurch den Sperrhaken *m* auslöſt, ſo daß der Tiſch infolge der Belaſtung durch die Büchſe in die wagerechte Lage herabſinkt und die Büchſe durch die Oeffnung *n* im Geſtelle herausgenommen werden kann. Iſt dies geſchehen, ſo bringt das Gegengewicht *o* den Tiſch wieder in die ſchräge Stellung. Bei ſeinem Niederſinken bringt ein mit ihm verbundenes Geſtänge die Steuerkölbchen der Druckluftmaſchine in ihre erſte Lage zurück, der Kolben ſinkt und ſtellt das Aufnahmerohr wieder wagerecht.

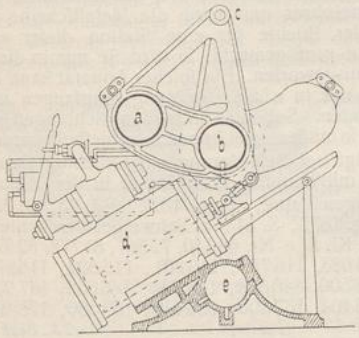


Fig. 5.

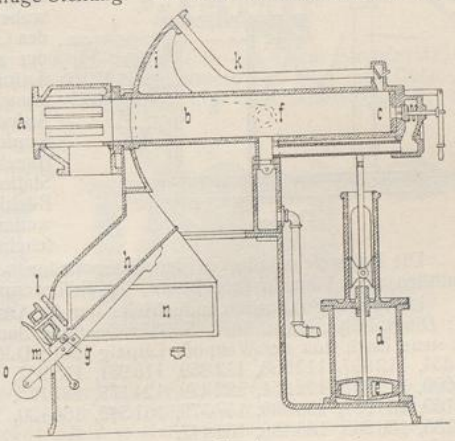


Fig. 4.

Fig. 5 zeigt einen Sendeapparat für eine Hauptſtation. Das wagerecht durch den Stationsraum laufende Fahrrohr hat hier eine Lücke, die durch einen zwei Einſchaltrohre *a* und *b* enthaltenden, beiderſeits mit bogenförmigen Wangenſtücken luftdicht anſchließenden Rahmen ausgefüllt iſt, der um die Achſe *c* ſchwingt und durch eine Druckluftmaſchine *d* ſo hin und her gedreht wird, daß entweder *a* oder *b* das Fahrrohr vervollſtändigt und das ausgerückte Rohrſtück ent- und beladen werden kann, während die in dem eingerückten enthaltenen Büchſen abgeſandt werden. Die Ingangſetzung der Druckluftmaſchine geſchieht durch einen Handhebel, der den Kolbenſchieber der Steuerung bewegt. Dabei iſt Vorkehrung getroffen, daß die Druckluft im Fahrrohre während der Bewegung des Schwingrahmens durch ein Bogenrohr *e* von dem einen Teile des Fahrrohres in den andern ſtrömt und daß die Abſendung nur nach Pauſen von 13 Sekunden erfolgen kann. Zu dieſem Zwecke wird durch den Handhebel ein Ventilkölbchen gehoben, und der Handhebel bleibt dann ſo lange geſperrt, bis dieſes durch eine Feder wieder niedergedrückte Kölbchen ihn auslöſt. Das Kölbchen befindet ſich aber in einem mit Oel gefüllten Zylinder, deſſen beide Enden durch einen engen Kanal verbunden ſind. Beim Aufſtiege des Kölbchens iſt ſein Ventil offen und daher ſeine Bewegung nicht gehindert, beim Niedergange dagegen iſt ſein Ventil geſchloſſen und das Oel muß durch den Kanal gedrückt werden, deſſen Austrittsöffnung von außen beliebig verengt werden kann.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Fig. 6 zeigt eine selbsttätige Empfangs- und Sendevorrichtung für Zwischenstationen. Durch das Fahrrohr *a* gelangt die an ihrem elastischen Kopfe mit einer runden Metallscheibe versehene Büchse in das Aufnahmerohr *b*, das einen Bestandteil des um die Achse *c* drehbaren Kreisschiebers bildet, der von einem ringförmigen Gestelle *d* dicht umschlossen ist. Die Luft in *b* wird durch die einfahrende Büchse verdichtet und hemmt diese, entweicht aber teilweise durch das verstellbare Ventil *e* nach dem zweiten Fahrrohre a_1. Stößt die Büchse auf den Boden *f*, so verschiebt sie, je nach der Größe der Metallscheibe an ihrem Kopfe, entweder nur einen oder zwei aus dem Boden *f* hervorragende Kontaktstifte. Im ersten Falle erregt der Kontaktstift mittels einer Feder und des Leitungsdrahtes *g* den Elektromagneten *h*, der den Hebel *i* und damit die Steuerkölbchen der Druckluftmaschine *k* niederzieht und den Niedergang des Hauptkolbens dieser Maschine veranlaßt, die vom Fahrrohre aus durch ein Verbindungsrohr mit Druckluft gespeist wird. *k* dreht den Kreisschieber um 90° rechtsum, wobei der daraus hervorragende Stift *l* die Drosselklappe *m* schließt. Die Druckluft strömt von *a* durch den Kanal *n* in das Aufnahmerohr und treibt die Büchse in das zweite Fahrrohr a_1, wobei sie den Daumen *s* beiseiteschiebt und mittels des Gestänges *u v w* den Hebel *i* hebt und *k* umsteuert, so daß der Kreisschieber mit dem Aufnahmerohre in seine erste Lage zurückgedreht wird. Ist aber die Metallscheibe am Kopfe der Büchse größer, so drückt sie auch den zweiten Kontaktstift nieder, und dieser wirkt, ebenso wie der erste, mittels des Leitungsdrahtes g_1 auf einen zweiten Druckluftzylinder, der zur Bildfläche von Fig. 6 senkrecht steht und in dieser nur durch zwei um den Schieber *o* punktierte Kreise angedeutet ist. Der Kolben dieses Zylinders zieht den Schieber *o* heraus, so daß die nach der Rinne *p* führende Oeffnung frei wird. Dreht nun *k* den Kreisschieber, so wird dieser durch Anstoß seines Vorsprunges *q* an den herausgezogenen Teil des Schiebers angehalten, sobald die Mündung von *b* vor der Schieberöffnung *o* steht. Durch das verstellbare Ventil *r* und die Oeffnung *t* dringt Druckluft in das Aufnahmerohr und treibt die Büchse über die Rinne *p* auf den Empfangstisch, wobei sie den Daumen *x* beiseiteschiebt und mittels des Gestänges *v w* die Maschine *k* umsteuert. Hat der zweite Kontaktstift auf der ersten Zwischenstation den größten und auf den folgenden einen immer kleineren Abstand von der Mittellinie des Aufnahmerohres und wird die Metallscheibe am Kopfe der Büchse für eine Station dieser entsprechend groß gemacht, so wird sie nur in dieser Station ausgeworfen. Ein solcher Apparat kann die Büchsen nur in einer Richtung empfangen und weitersenden. Soll dies in beiden Richtungen geschehen, so müssen zwei Apparate aufgestellt werden.

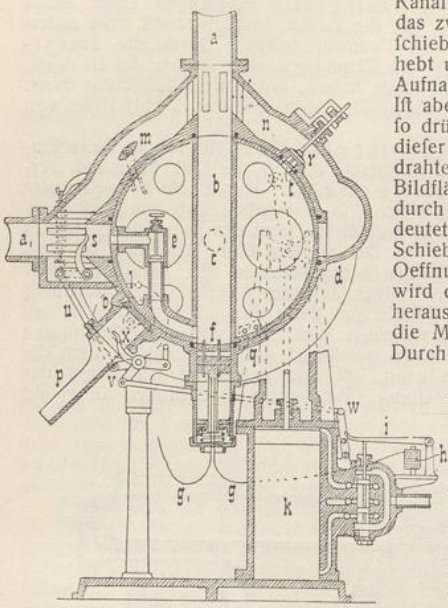


Fig. 6.

Die Fahrgeschwindigkeit der Rohrpostzüge beträgt bei Beförderung mit Druckluft durchschnittlich etwa 1 km in der Minute, bei Beförderung mit Saugluft etwa 750 m in der Minute.

Literatur: Publication industrielle par M. Armengaud ainé, Paris 1877, Bd. 23, S. 355, 471; Dingl. Polyt. Journ. 1877, S. 383; Deutsche Bauztg. 1877, S. 51; v. Schweiger-Lerchenfeld. Das neue Buch von der Weltpost, Leipzig 1901; D.R.P. Kl. 81 e Nr. 66110, 72367, 81778, 82971, 102434, 112957, 112958, 112959, 115981, 115982, 116083, 116789, 116801, 116802, 118976, 119090, 119447, 122251, 122429, 124178, 131175, 138500, 140308, 143854, 146652, 147930, 154160, 154981, 156898, 157579, 161546, 165120, 165404, 167206, 168439, 169560, 178496, 183135, 186255, 186436, 189447.

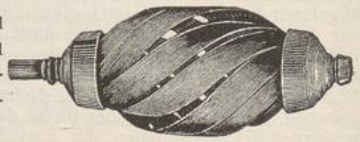
Th. Beck.

Rohrmeißel, s. Stemm- und Stechzeug.

Rohrmühle, s. Zerkleinern, Zerkleinerungsmaschinen.

Rohrpresse bezeichnet 1. Presse zur Herstellung von Rohren durch Pressen, s. Rohrherstellung; 2. Einrichtung zum Probieren von Rohren auf Dichtheit und Festigkeit (Rohrprobierpresse), s. Einspannvorrichtungen, Bd. 3, S. 256, Fig. 1 und 2, Probierpumpen. *A. Widmaier.*

Rohrreiniger dienen zur Entfernung von Ansätzen (Kesselstein, Flugasche, Ruß u. s. w.) an Rohren, die wegen der Verringerung des Durchflußquerschnitts oder der verminderten Wärmeübertragung notwendig ist.


Fig. 1.

a) Für die Entfernung von Ansätzen an der **Innenfläche** von Rohren verwendet man: bei Rauchrohren zur Entfernung von Flugasche und Ruß Röhrenbürsten (s. Drahtbürsten, Bd. 3, S. 20, Fig. 8, 12, 13), Rohrschaber, Fig. 1 und 2, Dampfstrahlgebläse mit Luftansaugung. Bei festsitzendem Ruß und

Keſſelſtein benutzt man Rohrreiniger folgender Art: Fig. 3 Hechtkopf mit vier auswechſelbaren federnd nachgiebigen Meſſern; Fig. 4 mit drei mit ſcharfen Zähnen beſetzten Rollen, für verſchiedene Rohrweiten einſtellbar; Fig. 5 Turbinenrohrreiniger (Deutſche Babcock- und Wilcox-Dampfkeſſelwerke A.-G., Oberhauſen) für Rohrdurchmeſſer von 38—100 mm, beſteht aus vier Rollenfräſern, welche durch eine kleine Turbine mittels Druckwaſſers von 5—7 Atmoſphären 2000 Umdrehungen in der Minute machen; bei ſtarkem Keſſelſtein verwendet man zunächſt den Flachfräſer Fig. 6. Auch durch Preßluft werden ſolche rotierende Rohrreiniger betrieben, z. B. D.R.P. Nr. 191388.



Fig. 2.

Für Waſſerleitungen verwendet man Drahtbürſten (ſ. Bd. 3, S. 20, Fig. 7, 8, 11 [gewöhnliche], Fig. 9 [Kettengliederbürſte], Fig. 10 [bewegliche, Patent Merz]), für kurze Rohrſtrecken ſtangenförmige Rohrſchaber. Für die Reinigung von Rohrnetzen kommt beſonders der Rohrreiniger von Nowotny (D.R.P. Nr. 117277, A.-G. Hannoverſche Eiſengießerei in Anderten bei Hannover, vorm. Deutſche Röhrenreinigungsgeſellſchaft O. Mieriſch & Co. in Dresden) zur Anwendung. Er wird durch Waſſerdruck durch die Leitung hindurchgetrieben.

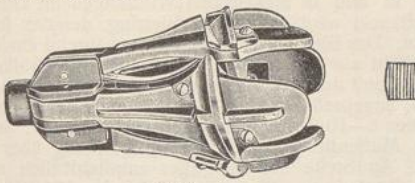


Fig. 3.

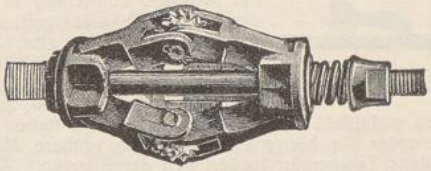


Fig 4.

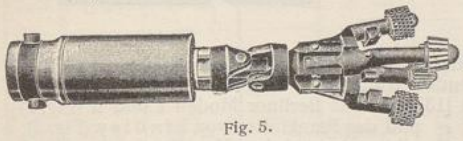


Fig. 5.

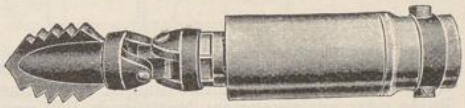


Fig 6

Er beſteht aus einer ſiebartig durchbrochenen Ledermanſchette (die mit einem Blechſchutz, in welchem längliche Schlitze angebracht ſind, verſehen iſt; der hintere Teil trägt eine Oeſe, in welcher ein Drahtſeil befeſtigt iſt), ferner aus einer Stahlbürſte und dem Schneidapparat, der durch die Anordnung ſchräg verlaufender Kanäle in raſche Drehung verſetzt wird. Ueber andre Anordnungen dieſer Nowotnyſchen Rohrreiniger vgl. [1].

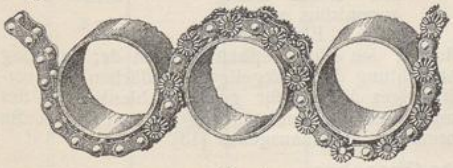


Fig. 7.

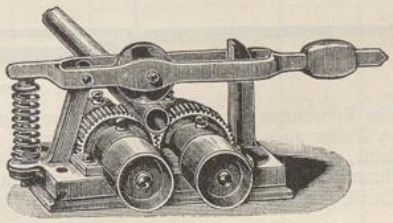


Fig. 8.

b) Zur Entfernung von Anſätzen an der **Außenfläche** von Rohren werden angewendet: Schabmeſſer, Drahtbürſten (ſ. Bd. 3, S. 21, Fig. 14), Ketten mit Kratzrollen (Fig. 7) (beſonders für Röhrenkeſſel). Für mit Keſſelſtein überzogene aus dem Keſſel herausgenommene Siederohre verwendet man vielfach die Rohrabklopfapparate (Fig. 8); auf die beiden gezahnten, durch einen gemeinſchaftlichen Riemen in ſchnelle Umdrehung (400—500 in der Minute) verſetzten Walzen wird das Rohr mit Hilfe eines Hebels, in dem eine genutete Rolle gelagert iſt, aufgedrückt. Die Rolle iſt in einem kleinen Winkel zur Rohrachſe einſtellbar, ſo daß das Rohr ſich ſelbſttätig vorſchiebt. Die Maſchine wird auch für Handbetrieb ausgeführt.

Literatur: [1] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, 2. Abteil., Leipzig 1908, S. 492 ff. (mit ausführlicher Literaturangabe für Einzelartikel über Rohrreiniger). *A. Widmaier.*

Rohrſchaber, ſ. Rohrreiniger.

Rohrſchelle, im allgemeinen, ein Band, das aus zwei beweglichen Bügeln beſteht, die ſich beim Zuſammenſchluß um das Rohr herumlegen; die Bügel werden mittels eines Klobens in der Wand oder ſonſtwie feſtgehalten, ſo daß nach Schluß derſelben auch das Rohr in eine feſte Lage kommt. Im engeren Sinne verſteht man unter Rohrſchelle auch die unter Anbohrvorrichtungen (ſ. d.) angegebenen, am Rohre bleibenden ſchmiedeeiſernen oder gußeiſernen Schlingen.

Rohrſchlüſſel, ſ. Rohrwerkzeuge.

Rohrventil, ſ. Doppelſitzventile.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rohrverbindungen werden in Muffen-, Flanſchen- und Lötverbindungen eingeteilt, aber auch in gemiſchten Bauarten benutzt. Zur Abdichtung dient in der Regel eine nachgiebige metalliſche oder weiche Liderung (ſ. d.), die von vornherein unter ſolcher Spannung ſteht, daß weder der Betriebsdruck eine Verdrängung noch die in der Längsrichtung der Leitung auftretenden Kräfte eine weitere Stauchung hervorbringen, während gegenüber biegenden Wirkungen eine gewiſſe Nachgiebigkeit verlangt wird.

Die Muffenverbindung vereinigt an Rohren von Gußeiſen oder Stahl das Muffenende mit dem Mantel-, Schwanz-, Spitz- oder Zopfende, das gewöhnlich, wenigſtens bei abgeſchnittenen Paßſtücken, keine beſondere Ausgeſtaltung zeigt (Fig. 1). Die Rohre werden unbearbeitet ineinander geſteckt, ausgerichtet und gedichtet durch ein Hanfſeil, das geteert (oder mit Mennige beſtrichen) iſt und in mehrfachen Windungen im Grunde der Muffenfuge dicht geſtaucht wird, und einen Bleiring, der den feſten Abſchluß nach außen gibt. Das Blei wird eingegoſſen, während ein Tonring oder ein Drahtſeil dicht vor der Muffe bis auf die Eingußöffnung oben am Rohr angelegt iſt, und durch Verſtemmen gegen die Wandungen, die hier ungeteert bleiben, angepreßt, ſo daß feine Reibung dem Heraustreiben widerſteht [1]. Die normalen Muffen halten 8—10 Atmoſphären Betriebsdruck aus; Stahlmuffenrohre für höheren Druck haben größere Muffentiefe (Fig. 5). Bei Erwärmung über die natürliche Temperatur lockert ſich der Bleiring. An Stelle des Bleiguſſes empfiehlt ſich nach [1], S. 141, das Einlegen und Verſtemmen von Zöpfen aus Bleiwolle (D.R.P. Nr. 164 369) für nicht ganz trockene Muffen und zur Erſparung des Schmelzens.



Fig. 1.

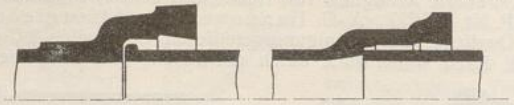


Fig. 3. Fig. 2. Fig. 4

Neben der normalen Form verwendet man für mehr als 8 Atmoſphären Druck oder in Rückſicht auf die in Waſſerleitungen vorkommenden Widerſtöße beſondere Muffenformen mit Rillen oder mit verengtem Muffenende [12] und [13], wie das Berliner Modell I und II (Fig. 2) und das Frankfurter von Lindley (Fig. 3); gibt auch wohl dem Mantelende einen Bord (Fig. 3), um das Aufſitzen zu ſichern. Bei der Verlegung in naſſen Rohrgräben benutzt man die Dichtung von Budde & Göhde in Berlin S. (Fig. 4) mit einem Rundgummiring, welcher beim Einſchieben des Rohrendes in die Muffe hineinrollt und ſich in den Rillen feſthält, wegen der Lagerung in Waſſer auch nicht hart wird. Verſuche mit Abdichtung durch kegelige Drehflächen ſind verfehlt, ebenſo läßt ſich die Anwendung kugelförmiger Muffen für geringe Ablenkungen des Stranges vermeiden. Dem Setzen der Einbettung geben die Muffen genügend nach, wenn die Baulängen nicht über das übliche Maß (der Normaltabelle) hinausgehen [13].

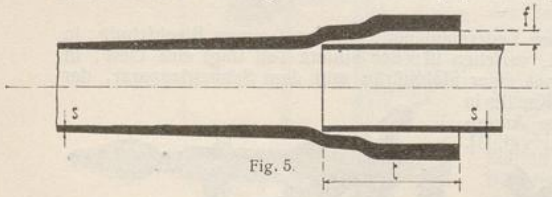


Fig. 5.

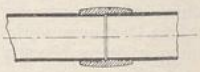


Fig 6.

Schmiedeeiſerne Flanſche für Gasrohre.

	Rohrweite engl. Zoll		1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	4
	Kernweite des Mittelloches mm		11,5	15	18,5	20,5	24	30	39	45	50	56	63	73	78	85	97	110
Rundflanſch Fig. 7	Aeußerer Durchmeſſer	a	65	68	71	73	88	92	96	103	116	124	133	140	146	165	175	190
	Lochkreisdurchmeſſer	b	44	46	50	54	64	66	68	75	84	92	100	108	114	126	138	154
	Flanſchdicke	d	9	9	9	10	10	10	10	10	12	12	12	15	15	18	18	18
	Schraubenlochdurchm.	e	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	14	14	14	14	14	17	17	17
	Anzahl der Schrauben	—	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	100 Flanſchen wiegen	kg	21	23	24	28	42	44	46	56	75	84	95	125	134	200	226	255
Anſatzflanſch Fig. 8	Aeußerer Durchmeſſer	a	70	75	85	95	100	112	125	133	140	150	165	173	180	190	203	220
	Lochkreisdurchmeſſer	b	46	48	56	64	68	76	88	95	102	110	124	132	138	146	158	174
	Anſatzdurchmeſſer	c_1	22	22	27	32	33	40	51	56	62	70	80	88	95	100	110	125
	Flanſchdicke	d	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7,5	7,5	10	10	10	10
	Gewindelänge	d_1	9	11	12	13	13	14	15	16	17	18	22	23	24	25	26	27
	Schraubenlochdurchm.	e	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	14	14	14	14	14	17	17	17
	Anzahl der Schrauben	—	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	100 Flanſchen wiegen	kg	13	18	25	29	32	39	51	67	75	100	125	154	186	204	211	270
Ovaler u. flacher Flanſch, Fig. 9, 10	Flanſchlänge	a	66	70	86	90	94	100	116	124	136	154	160	172	178	194	210	220
	Flanſchbreite	a_1	35	40	48	52	58	66	76	84	94	102	110	120	128	140	154	164
	Lochabſtand	b	40	42	54	58	62	68	80	86	94	106	112	122	128	140	154	164
	Flanſchdicke	d	9	9	9	10	10	10	10	10	12	12	12	15	15	18	18	18
	Schraubenlochdurchm.	e	11,5	11,5	14	14	14	14	17	17	17	21	21	21	21	24	24	24
	Aeußerer Radius	f	13	14	16	16	16	16	18	19	21	24	24	25	25	27	28	28
	Ovalradius	g	58	54	67	63	61	59	68	70	77	90	90	96	97	106	113	118

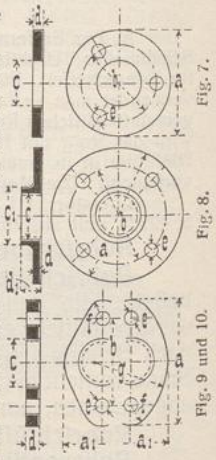
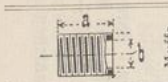
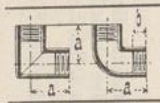
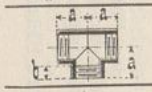
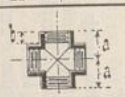
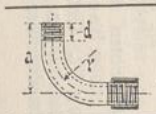
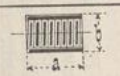
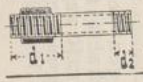
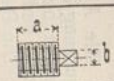
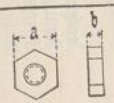


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9 und 10.

Abmeffungen von Gasrohrpaßftücken (nach Angaben des Witkowitzer Röhrenwalzwerkes).

Innerer Rohrdurchmeffer		engl. Zoll	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	4
		mm	3	6	10	13	17	20	25	32	38	44	51	57	63	70	76	89	102
 Muffe Fig. 11	Länge	*a*	20	25	25	30	35	40	45	50	55	60	60	65	70	75	85	95	105
	Aeußerer Durchm.	*b*	16	19	22	27	30	33	41	51	58	63	70	82	89	97	105	119	130
 Knie Fig. 12	Schenkellänge .	*a*	18	24	26	28	33	35	38	48	53	56	62	74	80	87	90	100	106
	Gewindelänge . .	*b*	8	8	10	12	12	15	15	17	18	20	25	30	30	30	35	35	40
 T-Stück Fig. 13	Schenkellänge .	*a*	18	24	26	28	33	35	38	48	53	56	62	74	80	87	90	100	106
	Gewindelänge . .	*b*	8	8	10	12	12	15	15	17	18	20	25	30	30	30	35	35	40
 Kreuzstück Fig. 14	Schenkellänge . .	*a*	18	24	26	28	33	35	38	48	53	56	62	74	80	87	90	100	106
	Gewindelänge . .	*b*	8	8	10	12	12	15	15	17	18	20	25	30	30	30	35	35	40
 Bogen Fig. 15	Schenkellänge .	*a*	60	60	70	70	90	100	120	140	150	170	200	240	250	270	280	320	400
	Radius	*r*	40	40	50	50	55	60	70	90	100	100	125	145	165	185	185	205	215
	Gewindelänge . .	*d*	12	15	15	18	20	23	25	28	30	33	33	35	38	40	45	50	55
 Nippel Fig. 16	Länge	*a*	20	22	22	28	30	32	38	45	47	54	55	60	65	70	76	80	100
	Innerer Durchm.	*b*	6,0	8,7	10,5	14,5	16,2	20,1	26,0	33,5	38,55	43,05	50,0	60,2	66,0	71,7	79,1	92,5	104
 Langgewinde Fig. 17	Gewindelänge	d_1	—	25	25	30	35	40	45	50	55	60	60	65	70	75	85	95	105
	Gewindelänge	d_2	—	15	15	18	20	23	25	28	30	33	33	35	38	40	45	50	55
	Ganze Länge		—	140	140	140	140	140	140	140	140	150	150	160	175	190	215	240	265
 Kappe Fig. 18	Länge	*a*	20	25	25	30	35	40	45	50	55	60	60	65	70	75	85	95	105
	Aeußerer Durchm.	*b*	16	19	22	27	30	33	41	51	58	63	70	82	89	97	105	118	130
	Gewindelänge . .	*d*	8	8	10	12	12	15	15	17	18	20	25	30	30	30	35	35	40
 Stopfen Fig. 19	Länge	*a*	13	13	15	17	18	21	21	23	25	28	32	38	38	38	45	45	50
	Schlüffelweite . .	*b*	7	10	12	12	15	15	15	17	20	20	26	30	30	35	35	40	40
 Gegenmutter Fig. 20	Schlüffelweite . .	*a*	20	23	26	32	34	39	48	58	65	73	77	90	100	106	116	130	140
	Höhe	*b*	6	6	7	7	7	9	11	13	15	17	19	20	22	22	25	25	25

Schraubmuffen, auch kurz Muffen genannt (Fig. 6), gewähren eine einfache, leichte und dauerhafte Verbindung fchmiedeeiferner Rohre von mäßiger Weite; man benutzt fie hauptfächlich für Gas- und Waffer rohre in Hausleitungen (f. Bd. 4, S. 272/73 und 297) unter Abdichtung mit Hanf und Mennige im Gewinde, ferner für die Preßluftleitungen der Luftdruckbremfen u. dergl., für Dampf- und Waffer heizungen, wobei ein ebenes und ein fchneidenförmiges Rohrwandende mit Rechts- und Linksgewinde unmittelbar gegeneinander gedrückt werden, auch für Dampfleitungen unter Abdichtung mit einem Kupferringe, bei Tiefbohrrohren auch für größere Weiten, meift mit innenliegender Muffe. Das Schraubengewinde (f. d.) ift Gasgewinde, in manchen Fällen rechts- und linksgängig und konifch auslaufend gefchnitten. Statt des Schlüffels bedient man fich der Rohrzange. Zum Ein- und Ausbau ohne Längsverfchiebung braucht man Rohre mit aufgefchraubten Flanfchen (Fig. 7—10) [3], für die fonftigen Verbindungen Paßftücke Fig. 11—20 [3].

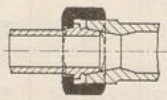


Fig. 21.

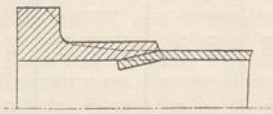


Fig. 22.

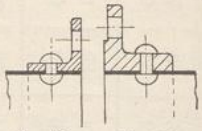


Fig. 23. Fig. 24.

Ueberwurfmuttern (Fig. 21) befeftigen ein Rohr (oder einen Schlauchftutzen, f. Bd. 3, S. 778) mit Bund an einem Gewindezapfen für enge Leitungen.

Flanfchverbindungen find verhältnismäßig feft, auch gegenüber biegenden Kräften, und zur Abdichtung nachftellbar, wozu fie möglichft zugänglich zu legen find. Man unterfcheidet feite und lofe oder Ueberwurfflanfche. An Rohren und Ventilen von Gußeifen, Stahlguß und Bronze find die feften Flanfche angegoffen, an Schweiß- und Flußeifenrohren entweder vorgefchweißt, d. h. mit dem verjüngten Teil der Rohrwand ausgefchmiedet und in kegelförmiger Fuge an den Rohrfchaft angefchweißt (Fig. 22 und 38); oder als Stahlgußringe oder zufammengefchweißte Winkelringe angenietet (Fig. 23 und 24), hauptfächlich bei genieteten und fpiralgefchweißten Rohren; oder als Winkelringe von gepreßtem Stahl, Stahlguß, Temperguß oder Grauguß aufgewalzt, d. h. das Rohr ift in dem nach außen um 1 mm erweiterten und mit mehreren Rillen ausgedrehten Flanfch mittels einer Art Siederohrdichtmafchine (mit Walzen rings um einen konifchen Dorn) aufgerollt und feft eingedrückt, ein bewährtes Verfahren, das fich auch für Paßrohre bei der Montage am beften zur Flanfchbefeftigung eignet [9]; oder fie find aufgefchraubt und verftemmt oder aufgelötet. An Kupferrohren werden Flanfche von Bronze oder Meffing aufgelötet oder genietet und verlötet [8]. Lofe Flanfche von Schweiß- oder Flußeifen oder Stahlguß liegen mit ebener oder unter 45° geneigter Kegelfläche hinter Bordringen, die in gleicher Weife wie die feften Flanfche an den Rohren befeftigt fein können (Fig. 25 und 37—42). An Kupfer- und Eifenrohre können auch Bordfcheiben von Kupfer, 1—2 mm ftärker als die Rohrwand mit einem Hals von 25—40 mm angelötet werden, entweder volle über die ganze Flanfchfläche oder meift kleine, bis an die Schrauben reichend (Fig. 26) [4]. Auch genügt bei zäher, dünner Rohrwand einfache Bördelung zu einer Krempe auf die Breite des Dichtungsrandes (Fig. 27), bei Mannesmannrohren ein Doppelbördel mit flacher Hohlkehle für Rundgummifchnur (Fig. 28).

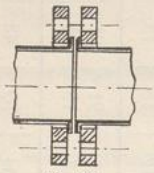


Fig. 27.

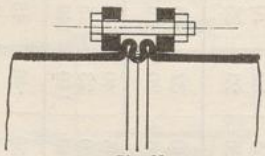


Fig. 28.

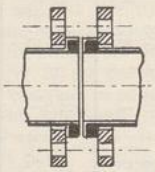


Fig. 25.

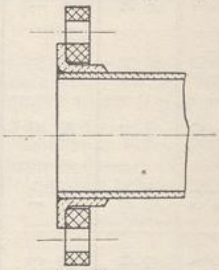


Fig. 26.

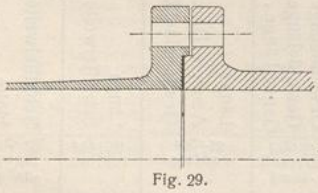


Fig. 29.

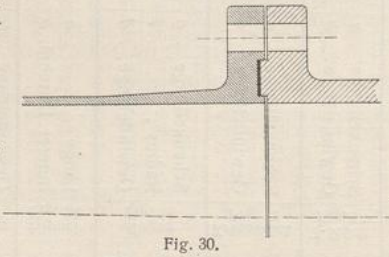


Fig. 30.

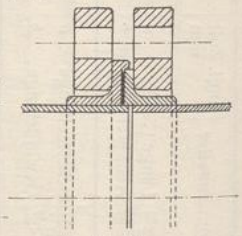


Fig. 31.

Die Abmeffungen der Flanfche richten fich nach den Normaltabellen. Ihre Beanfpruchung hat Weftphal [5] berechnet und v. Bach [6] unterfucht; die Elaftizität von Rohrkrümmern behandeln Kraft und Duffing [7]. Ueber Dampfleitungen f. Bd. 2, S. 592—596, fowie [8] und [9], über genietete Waffer rohrleitungen [10].

Die Dichtungsfläche reicht entweder über die ganze Fläche der Flanfchen, die

ſtets genau parallel liegen müſſen; dieſe Anordnung trifft man in Rückſicht auf biegende Kräfte vorwiegend an Armaturen und engen Leitungen mit hohem Druck. Oder ſie liegt nur innerhalb der Schrauben zur Erſparung an Abdreharbeit, Packung und Ausſchneiden der Schraubenlöcher; dazu erhalten die Flanſche vorſpringende Dichtungsleiſten, die glatt und mit drei Riefen gedreht werden (ſ. Rohre, Fig. 2), wofür bei loſen Flanſchen die Borde oder Bundringe gelten; die mit einem Abſatz gedrehten Flanſche (Fig 29) ſchützen die Packung gegen Verdrängung nach außen; die mit Nut und Feder gedrehten Flanſche (vgl. Fig 30) halten ſie eingeſchloſſen und laſſen ihre Dicke am äußeren Spielraum erkennen; die Feder hat gleiche Höhe wie die Nut an Tiefe, iſt aber um 1 mm ſchmäler als dieſe; die Nut ſoll am Eintritt, die Feder am Austritt liegen. Die Erſchwerung beim Einbau und beim Erſatz einer Dichtung ſowie die Unmöglichkeit der Nacharbeit beim Ausrichten der Rohrleitung empfehlen die Verbindung nicht zur allgemeinen Verwendung. Für Kupferrohre iſt ſie von der Augsburger Maſchinenfabrik nach Fig. 31 ausgeführt. Die Bauart Fig. 32 mit kalt ausgetriebenem Rohrende, aufgedrückt auf einen mit Rillen verſehenen Ring, von Gebr. Sulzer eignet ſich für Kupferrohre mit hohem Dampfdruck bis 200 mm Weite ſowie für Zwiſchendampfrohre bis 350 mm Weite. — Die Linſendichtung (Fig. 33) mit einem in zwei Kugelflächen aufgeſchliffenen Bronzering wird vorwiegend für den Anſchluß gekrümmter Paßrohre benutzt. Die Normalien der Preußiſchen Eiſenbahnen geben für D mm Rohrweite folgende Verhältniſſe an: Aeußerer Durchmeſſer der Linſe $D + 30$ mm; Radius der Kugelform $0{,}8\,D + 20$ mm; Dicke $= 13$ mm bis $D = 95$; 16 mm bis $D = 125$; 20 mm bis $D = 160$.

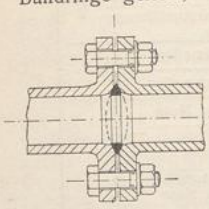


Fig. 33.



Fig. 34.

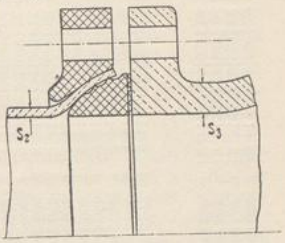


Fig. 32.

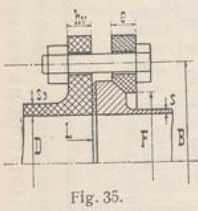


Fig. 35.

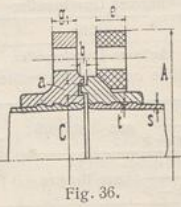


Fig. 36.

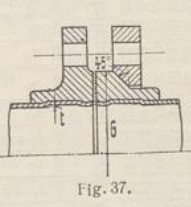


Fig. 37.

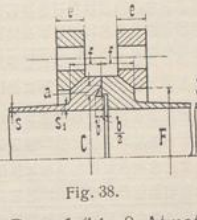


Fig. 38.

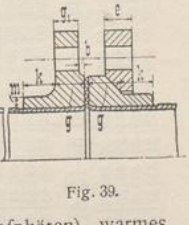


Fig. 39.

Als Dichtungsſtoffe dienen: Aſbeſtpappe für Dampf (bis 8 Atmoſphären), warmes Waſſer, Säuren, heiße Gaſe; Aſbeſtſchnur, mit federndem Kupferring verflochten, und Aſbeſtgraphitmaſſe auf gewelltem Kupferring für Hochdruckdampf, mit Stahlblechring für Heißdampf (nach Franz Seiffert & Co., Berlin); kantig profilierte Kupferringe (Fig. 34) zwiſchen glatten, nicht riefigen Flächen für hohen Dampfdruck, ebenſo flache Kupferringe zwiſchen Stahlrohren feſt eingeſpannt; gewellte Kupferringe mit Gummieinlage für hohen Waſſerdruck; Drahtgaze mit Mennige für Dauerverbindungen bei Dampf und heißem Waſſer mit hohem Druck; Rundgummi in Dreiecknut für hohen, kalten Druck, Gummi mit Draht- oder Hanfleinwandeinlage für mäßig hohen Druck, ohne Einlage für geringen Druck bei Waſſer, Luft, Vakuum, bis zu Temperaturen von 50° C.; Klingerit (Aſbeſtgummipappe von 1—5 mm Stärke) für Hochdruckdampf zwiſchen Nut und Feder ſowie für Dampf, heißes Waſſer, auch Säuren; Pappdeckel oder Zeichenpapier, mit Leinölfirnis getränkt für Dampf, Waſſer, Preßluft; die aufgeſchliffene Linſe (Fig. 33).

Beſondere Fälle erfordern eigne Ausbildung der Rohrverbindungen.

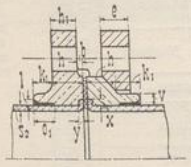


Fig. 42.

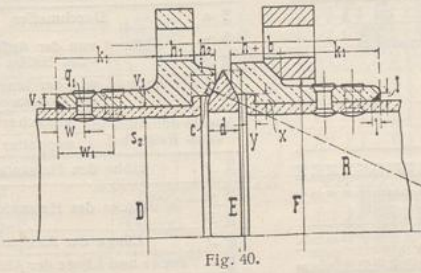


Fig. 40.

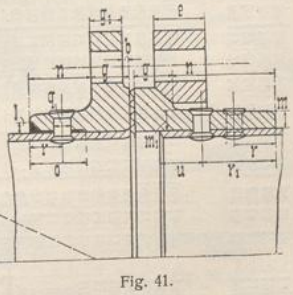


Fig. 41.

Normalien zu Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung, aufgeſtellt vom Vereine deutſcher Ingenieure 1900 [11]; vgl. a. die Tabelle S. 494.

Geltungsbereich. Die Normalien gelten für Rohrdurchmeſſer von 30—400 mm und für einen inneren Betriebsüberdruck von 8—20 Atmoſphären; für Rohre von mehr als 300 mm Durchmeſſer iſt außerdem eine Zahlenreihe der Abmeſſungen für 15 Atmoſphären Ueberdruck aufgeſtellt. — Die Einzelſtücke ſind bei gewöhnlicher Temperatur mit dem zweifachen höchſten

Tafel der Maße für Normalien zu Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung

(aufgestellt vom Verein deutscher Ingenieure 1900).

Lichter Durchmesser des Rohres	Wanddicke: des Rohres bei Ausführung in Schweiß- oder Flußeisen	Wanddicke: des Rohres bei Ausführung in am Bordring	Wanddicke: des Rohres bei Ausführung in Kupfer	Wanddicke: des Rohres bei Ausführung in am Hals des Ventils bei Ausführung in Bronze	Flanschendurchmesser	Lochkreisdurchmesser	Dichtung: mit Nute und Feder: innerer Durchmesser der Nute	Dichtung: mit Nute und Feder: Breite der Nute	Dichtung: mit Nute und Feder: Tiefe der Nute	Dichtung: mit Nute und Feder: Durchmesser der Dichtungsschnur bei dreieckiger Nute	Dichtung: mit Linsen: äußerer Durchmesser der Linse	Dichtung: mit Linsen: Radius der Wölbung	Dichtung: mit Linsen: Breite der Dichtungsfläche	Dichtung: mit Linsen: Dicke der Linse	Schrauben: Gesamtdruck auf die Schrauben, berechnet für $C+2a$	Schrauben: Zoll engl.	Schrauben: Durchmesser Anzahl	Schrauben: Durchmesser des Schraubenloches	Flansche: äußerer Durchmesser	Flansche: innerer Durchmesser	Flansche: loser Flansch: Höhe	Flansche: äußerer Durchmesser	Flansche: Bordring: Höhe des aufgeschweißten Bordes	Flansche: fester Flansch und Bordring: Höhe: aus Stahlguß	Flansche: fester Flansch und Bordring: Höhe: aus Bronze	Flansch am Ventil aus Bronze	Flansche: für Linsendichtung: Höhe des Ansatzes auf dem Flansche	Flansche: für Linsendichtung: Tiefe der inneren Eindrehung	Hals für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: geschraubt oder eingerollt: Höhe des Halsansatzes	Hals für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: geschraubt oder eingerollt: Dicke des Halsansatzes	Hals für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: geschraubt oder eingerollt: Tiefe der Einrollung	Hals für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: genietet u. gelötet: Höhe des Halsansatzes	Hals für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: genietet u. gelötet: Länge der Ausfparung	Hals für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: genietet u. gelötet: Breite und Länge der Abfchrägung	Hals für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: genietet und verflemmt: Höhe des Halsansatzes	Niete für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: Durchmesser	Niete für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: Abstand von der Außenkante des Halfes	Niete für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: Abstand von der Innenkante des Rohres	Niete für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: Anzahl der Niete in einer Reihe bei: einfacher	Niete für Rohre aus Schweißeisen oder Flußeisen: Anzahl der Niete in einer Reihe bei: Nietung: doppelter	Hals für Rohre aus Kupfer: Höhe des Halsansatzes	Hals für Rohre aus Kupfer: Dicke des Halsansatzes	Hals für Rohre aus Kupfer: Länge der Ausfparung	Hals für Rohre aus Kupfer: Breite und Länge der Abfchrägung	Niete für Rohre aus Kupfer: Durchmesser	Niete für Rohre aus Kupfer: Abstand von der Außenkante des Halfes	Niete für Rohre aus Kupfer: Anzahl der Niete in einer Reihe	Umbördelung des Kupferrohres: Breite	Umbördelung des Kupferrohres: Tiefe	Baulänge des Ventils
D	s	s_1	s_2	s_3	A	B	C	a	b		E	R	c	d	kg	Zoll engl.			A	F	e	G	f	g	$g_1=g-b$	h	$h_1=h-b$	$h_v=h-b$	h_2	i	k	m	m_1	t	n	o	l	p	q	r	r_1	u			k_1	v	v_1	o_1	l	q_1	w	w_1		x	y	$L=2D+150$
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	kg				mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I. Rohrleitungen von 8—20 Atmosphären Ueberdruck.																																																							
30	2,25	2,25	3	8	125	95	48	8	4	5	55	50	4	10	643	1/2	6	14	125	60	16	75	16	16	12	16	12	20	8	7	18	8	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	7	—	14	5	—	—	—	3	3	210
40	2,25	2,25	3,5	9	140	110	60	8	4	5	68	60	4	12	907	1/2	6	14	140	75	17	90	18	18	14	18	14	22	9	9	20	8	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	14	8	—	15	5,5	—	—	—	3	3,5	230
50	2,5	2,5	4	10	160	125	72	8	4	5	80	70	5	12	1216	5/8	6	17	160	85	18	100	20	20	16	20	16	24	10	9	22	9	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	14	8	—	15	5,5	—	—	—	3,5	3,5	250
60	3	3	4,5	11	175	135	84	8	4	5	93	85	5	14	1571	5/8	6	17	175	90	19	110	21	21	17	21	17	25	12	11	24	9	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	14	8	—	15	6	—	—	—	3,5	4	270
70	3	3	5	12	185	145	94	8	4	5	106	100	5	14	1900	5/8	6	17	185	100	20	120	22	22	18	22	18	26	12	11	25	10	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	15	8	—	16	6	—	—	—	4	4	290
80	3,5	3,5	5,5	13	200	160	105	8	4	5	120	115	6	16	2300	3/4	6	21	200	115	22	135	23	23	19	23	19	27	13	12	26	10	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	15	9	—	16	6	—	—	—	4	4,5	310
90	4	4	6	14	220	180	116	8	4	5	134	135	6	16	2737	3/4	6	21	220	125	23	150	24	24	20	24	20	28	13	13	27	11	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	16	9	—	16	6	—	—	—	4	4,5	330
100	4	4	6,5	15	240	190	128	11	5	7	148	155	7	18	3534	3/4	6	21	240	140	24	160	26	26	21	26	21	31	14	14	28	11	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	17	9	—	16	6	—	—	—	4,5	5	350
125	5	5	6,5	16	270	220	154	11	5	7	176	180	7	20	4866	3/4	8	21	270	170	28	190	28	28	23	28	23	33	14	15	32	12	13	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	42	9	10	—	6	11	17	8	4,5	5,5	400
150	5,5	5,5	7,5	18	300	250	182	11	5	7	207	210	8	20	6537	7/8	8	24	300	195	32	220	30	29	24	30	25	35	14	16	42	12	14	2	42	37	6	67	13	23	45	28	10	7	42	9	10	—	6	11	17	10	5	6	450
175	6	12	9	20	330	280	212	11	5	7	238	240	8	22	8600	7/8	10	24	330	225	37	250	31	30	25	32	27	37	15	17	45	13	15	2	45	40	7	75	14	24	48	30	11	8	71	10	12	—	7	12	19	40	8	5,5	7	500
200	7	14	10	22	360	310	242	11	5	7	269	270	8	22	10948	7/8	12	24	360	255	40	280	32	31	26	34	29	39	15	18	47	14	16	2	47	42	8	82	15	25	53	32	12	9	75	11	13	—	8	13	21	43	9	6	8	550
225	7	14	11,5	24	390	340	272	14	5	8	300	305	10	24	14137	1	12	28	390	285	42	310	34	32	27	36	31	41	16	19	50	15	17	—	50	45	9	84	16	26	55	35	14	10	79	12	14	—	9	14	23	47	10	7	9	600
250	8	16	12,5	26	420	370	300	14	5	8	330	340	10	24	16900	1	12	28	420	315	45	340	36	33	28	38	33	43	17	21	52	16	18	—	52	47	10	86	17	27	58	36	15	12	81	13	15	—	10	15	25	51	12	8	10	650
275	8	16	14	28	450	400	330	14	5	8	360	385	10	26	20130	1	14	28	450	340	48	370	37	34	29	40	35	45	18	22	52	16	18	—	52	47	11	86	17	27	58	36	16	13	83	14	16	—	11	16	27	55	13	9	11	70J
300	9	18	15	30	480	430	360	14	5	8	390	430	10	26	23648	1	16	28	480	370	50	400	38	35	30	42	37	47	18	23	55	16	18	—	55	50	12	88	18	28	60	38	17	14	88	15	17	—	12	17	29	58	14	10	12	750
325	9	18	16,5	32	520	465	390	14	5	8	420	475	12	28	27445	1 1/8	16	32	520	405	52	430	39	36	31	44	39	49	18	25	55	17	19	—	55	50	13	88	18	28	60	38	18	15	94	16	18	—	13	18	31	63	15	11	13	800
350	10	20	17,5	34	550	495	420	14	5	8	450	520	12	28	31526	1 1/8	16	32	550	435	55	460	40	37	32	46	41	51	19	27	58	17	19	—	58	53	13	95	19	30	64	40	19	16	100	17	19	—	13	18	31	63	16	11	14	850
375	10	20	19	36	580	525	450	14	5	8	480	565	12	30	35890	1 1/8	18	32	580	465	58	490	41	38	33	48	43	53	19	28	58	18	20	—	58	53	14	95	19	30	64	40	20	17	105	18	20	—	14	20	33	68	17	12	15	900
400	10	20	20	38	605	550	476	14	5	8	510	610	12	30	39900	1 1/8	20	32	605	490	60	515	42	40	35	48	43	53	20	29	60	18	20	—	60	55	14	103	20	32	67	44	21	18	109	18	20	—	14	20	33	68	18	12	15	950
II. Rohrleitungen von 8—15 Atmosphären Ueberdruck.																																																					
325	8	16	12,5	26	495	445	376	14	5	8	405	415	10	24	19230	1	14	28	495	390	45	415	36	33	28	38	33	43	17	21	52	16	18	—	52	47	10	86	17	27	58	36	18	15	81	13	15	—	10	15	25	51	15	8	10	800
350	8	16	14	28	525	475	406	14	5	8	435	460	10	26	22190	1	16	28	525	415	48	445	38	34	29	40	35	45	17	22	52	16	18	—	52	47	11	86	17	27	58	36	19	16	83	14	16	—	11	16	27	55	16	9	11	850
375	9	18	15	30	555	505	436	14	5	8	465	505	10	26	25369	1	18	28	555	445	50	475	38	35	30	40	35	45	17	23	55	16	18	—	55	50	12	88	18	28	60	38	20	17	88	15	17	—	12	17	29	58	17	10	12	900
400	9	18	16	32	585	535	465	14	5	8	505	550	12	28	28633	1	20	28	585	480	52	505	40	36	31	42	37	47	18	25	55	17	19	—	55	50	13	88	18	28	60	38	21	18	94	16	18	—	13	18	31	63	18	11	13	950

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Betriebsdruck zu prüfen, und dabei sind die Rohre, während sie unter Druck stehen, mit dem Hammer abzuklopfen. Es empfiehlt sich, auch die fertigen Rohrleitungen zu prüfen und zwar nach den für Dampfkessel geltenden Vorschriften.

Baustoffe. Gußeisen darf bis 8 Atmosphären zu Rohren, Formstücken und Ventilkörpern für alle Durchmesser — von 8—13 Atmosphären zu Ventilkörpern und Formstücken für alle Durchmesser, zu Rohren nur bis 150 mm Durchmesser —, von 13—20 Atmosphären überhaupt nicht verwendet werden, mit Ausnahme von Ventilen bis 50 mm Durchmesser. — Das Gußeisen muß mindestens eine Biegungsfestigkeit von 2500 kg/qcm bei 18 mm Durchbiegung besitzen, gemessen an quadratischen Stäben mit Gußhaut, welche 30 mm Seitenlänge des Querschnittes haben und deren freie Auflagerlänge 1 m beträgt. — Für Ventilkörper und Formstücke ist Bronze zulässig, vorausgesetzt, daß die Bronze eine Zugfestigkeit von mindestens 2000 kg/qcm bei mindestens 15% Dehnung besitzt. — Das Kupfer soll eine Festigkeit von mindestens 2100 kg/qcm bei mindestens 35% Dehnung besitzen. – Die Schrauben können aus Schweißeisen oder Flußeisen angefertigt werden; die Flansche aus Schweißeisen, Flußeisen oder Stahlguß; die Rohrwandungen aus Schweißeisen oder Flußeisen, sofern sie nicht aus Kupfer bestehen sollen. Die Ventile werden aus Stahlguß, die Formstücke aus Stahlguß oder Schweißeisen hergestellt, sofern nicht Bronze gewählt wird oder Gußeisen zulässig ist. Die Zahlen der Festigkeit und der Dehnung sollen betragen für Schweißeisen: in der Längsrichtung mindestens 3400 kg/qcm bei mindestens 12% Dehnung; in der Querrichtung mindestens 3200 kg/qcm bei mindestens 8% Dehnung; für Flußeisen höchstens 4500 kg/qcm bei mindestens 22% Dehnung; für Stahlguß mindestens 3800 kg/qcm bei mindestens 20% Dehnung. Die Probestäbe sind den Rohren zu entnehmen.

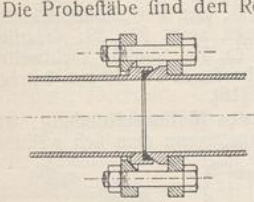


Fig. 43.

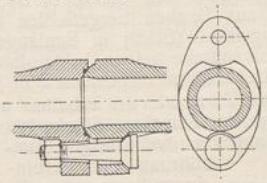


Fig. 44.

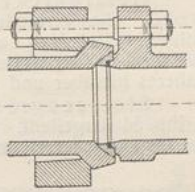


Fig. 45.

Schrauben. Die Inanspruchnahme bei 20 Atmosphären Arbeitsdruck soll im Schraubenkern betragen: bei Schrauben von $^5/_8''$ engl. Durchmesser höchstens 240 kg/qcm; $^3/_4''$ 310; $^7/_8''$ 335; $1''$ 415, $1^1/_8''$ 445. Die Anzahl der Schrauben soll gerade sein. In der Symmetrieebene der Ventile sollen keine Schrauben sitzen.

Rohrwandungen. Stumpf geschweißte Rohre, sogenannte Gasrohre, sollen nicht verwendet werden, sondern nur nahtlose oder überlappt geschweißte. Für die Wandungen kupferner Rohre sollen die Bestimmungen der Kaiserlichen Marine maßgebend sein.

Flansche. Die Verbindung der Flansche mit den Rohren mittels Lötung allein ist nur für Rohre bis zu 50 mm Durchmesser zulässig; bei Rohren über 50 mm Durchmesser muß die Sicherung der Flanschköpfe gegen Abschieben von den Rohren durch Schweißen oder Nieten, durch Aufrollen, mittels Gewindes oder durch Umbördeln erzielt werden. Bei Kupferrohren sind die Flansch- und Bundköpfe in Bronze auszuführen. Für überhitzten Dampf sind Verbindungen, die nur mittels Lötung hergestellt sind, nicht zulässig.

Dichtung. Bei Anwendung von glatten Flanschen sind solche Dichtungsringe zu wählen, welche durch hohen Dampfdruck nicht herausgedrückt werden können. Werden solche Flansche angewendet, die einander zentrieren, so ist der eine Flansch mit einem vorstehenden Rand, der andre mit einer entsprechenden Eindrehung zu versehen. Bei Ventilgehäusen soll der Flansch auf der Seite des einströmenden Dampfes die Nute, der auf der andern die Feder enthalten. Wo das Bedürfnis vorliegt, einen Blindflansch einziehen zu können, soll der vorspringende Teil des Zentrierringes fortfallen.

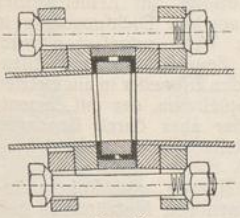


Fig. 46.

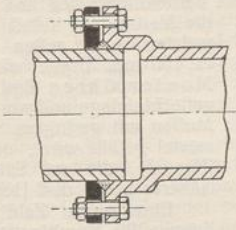


Fig. 47.

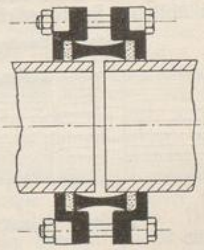


Fig. 48.

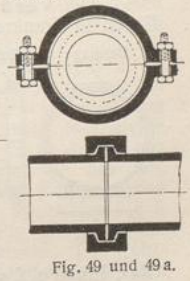


Fig. 49 und 49a.

Für Preßwasserleitungen sind von C. Hoppe gelenkige Flanschverbindungen mit Gummidichtung eingeführt worden, wie Fig. 43—46.

Aus Muffen und Flanschen gemischte Verbindungen zeigen Fig. 47 von Riedinger mit Gummiring und Fig. 48 mit je einem Gummiring auf den geraden Rohrenden; weitere s. in [1]. Die Verbindung (Fig. 49) von Dietrich, die mittels geteilter Schelle die konisch gedrehten Borde mit dazwischenliegender Dichtung zusammenspannt, erfordert viel Dreharbeit und gerade Achsenlage der Leitung.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Lötverbindung Fig 50 bezieht ſich auf Bleirohre, die man ineinander ſpitzt und mit Blei-Zinn-Legierung lötet [1]. *Lindner.*

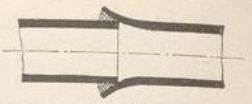


Fig. 50.

Von den **Rohrverbindungen bei Aſphaltröhren, Holzröhren, Ton- und Steinzeugröhren ſowie Zementröhren** ſeien die folgenden angeführt:

Aſphaltröhren erhalten in der Regel entweder die gewöhnliche Muffenverbindung, wobei der Spielraum zwiſchen Muffe und Zopfende mit Aſphaltkitt gedichtet wird, oder ſie werden (ſ. Fig. 51) ſtumpf geſtoßen, mit Ueberſchieber über dem Stoß, deſſen Spielraum mit Aſphalt vergoſſen wird. Bei hohem Druck werden auch Flanſchen oder Muffen aus Eiſen an den Rohrenden befeſtigt; Näheres darüber in [14], über Aſphaltröhren im allgemeinen in [15].

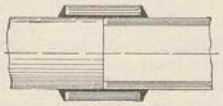


Fig. 51.

Die Chameroy-röhren haben die in Fig. 52 dargeſtellte Verbindung. Die Rille des Zopfendes *A* wird mit Schußgarn, das in Wachs und Talg getränkt wurde, umwickelt, das Innere der Muffe *B* und das Zopfende *A* mit Graphit und Schweineſchmalz beſtrichen und ſodann mittels des hölzernen Einſatzes *C* durch Auffchlagen auf dieſen das Zopfende in die Muffe getrieben. Nachher erfolgt durch Zuſammenſchmelzen und Auflegen von Aſphalt der Verband der Umhüllung.

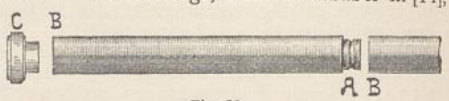


Fig. 52.

Holzröhrenverbindungen ſind bereits in Bd. 3, S. 245, und bei „Röhrenbüchſe“ gezeigt. Die Verbindung von aus Dauben hergeſtellten Holzröhren zeigt Fig. 53; derartige Röhren liefert Herzog in Logelbach (Elſaß) in Baulängen von ca. 5 m und in Lichtweiten von 0,5 bis 2 m, wobei die Daubendicke bei ca. 1 Atmoſphäre Ueberdruck 60—80 mm beträgt. Näheres hierüber und über Holzröhren im allgemeinen in [1] und [16].

Steinzeugröhren und Tonröhren erhalten ausnahmslos Muffenverbindung, wie in Fig. 54 dargeſtellt. Die Länge der einzelnen Stücke beträgt 0,6 m, wenn man ſich während des Legens jederzeit mit der Hand von der richtigen Ausführung der Verbindung überzeugen will; bei größeren Lichtweiten beſſer 1 m. Früher wurde der Spielraum zwiſchen Muffe und Zopfende, welche beide gerillt ſind, mit Ton oder Zementmörtel ausgefüllt. Neuerdings erfolgt die Dichtung mittels Aſphaltkitt; es iſt ſodann zweckmäßig, die Verbindungsſtellen mit einer Hülle von Teerletten (2 Teile Ton, 1 Teil Steinkohlenteer, gut durchgeknetet) zu umgeben Bei beſonders ſorgfältiger Behandlung wird dieſe Umhüllung 150 mm nach jeder Seite des Stoßes hin und in einer Stärke von 100 mm aufgetragen. Für etwa nötiges nachträgliches Einſetzen von Faſſonſtücken dient das in Fig. 55 erläuterte Hoffmannſche Verbindungsſtück (D.R.G.M. Nr. 38306). Näheres in [1] und [17].

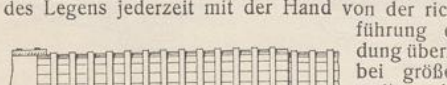


Fig. 53.

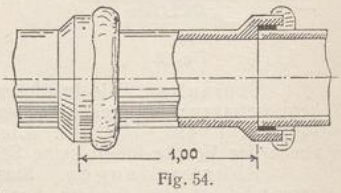


Fig. 54.

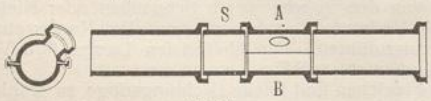


Fig. 55.
S Paßſtück, *A* Abgang, *B* Verbindungsſtück.

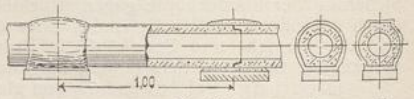


Fig. 56.

Die Verbindung der Zementröhren zeigt Fig. 56, wobei I den in Deutſchland, II den in Frankreich üblichen Rohrquerſchnitt verdeutlicht; der Stoß erhält eine feſte Unterlage, die Verbindung ſelbſt erfolgt mit Zementmörtel, welcher auch außen um die Dichtungsfuge in ca. 150 mm Breite als Wulſt aufgetragen wird. Monierröhren ſind Zementröhren mit Eiſengeflechteinlage und werden entweder in angefetzten Muffen mit geringem Spielraum, der mit Zementmörtel gefüllt wird, oder aber durch Bandagen (Fig. 57), die auf Sätteln liegen, gedichtet. — Näheres in [1] und [18].

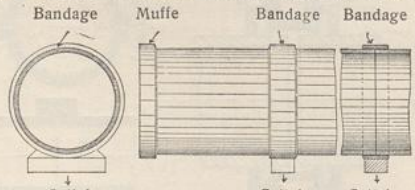


Fig. 57.

Eine große Zahl Röhren und Rohrverbindungen für Kombinationen von Metallröhren mit Glas, Email u. ſ. w findet man beſchrieben im Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. (ſ. d. Regiſter d. J.) Einige andre Hinweiſe finden ſich in [1] und [19]. Vgl. a. Waſſerleitung. *Lueger.*

Literatur: [1] Lueger, Otto, Die Waſſerverſorgung der Städte, Abt. 2, Leipzig 1908. — [2] Parnicke, Maſchinelle Hilfsmittel der chem. Technik, 3. Aufl., Leipzig 1905. — [3] Güldner, Kalender für Betriebsleitung, Leipzig. — [4] Hausbrand, Apparatebau, Berlin 1901. — [5] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1897, S. 1036—1042. — [6] Ebend. 1899, S. 321—354. — [7] Ebend. 1906, S. 1545 u. 2047. — [8] Ebend. 1906, S. 1896—1899, Hochdruckdampfrohrleitungen im Schiffsbetriebe. — [9] Ebend. 1903, S. 1224 u. 1905, S. 1848, Dampfrohrleitungen von Fr. Seiffert & Co.;

1897, S. 1308 u. 1456, Einwalzen; 1905, S. 1653, Amerikan. Walzflanſche; 1904, S. 588—597, Weſtphal, Praktiſche Ratſchläge über Leitungen. — [10] Ebend. 1906, S. 45 u. 1520, Genietete Waſſerleitungen. — [11] Ebend. 1900, S. 1481—1488; Normalien mit Motiven und mit farbigen Zeichnungen zu beziehen vom Ver. deutſch. Ing., Berlin NW. 7, für 2 *M.* — [12] Ebend. 1905, S. 1256, u. 1907, S. 1890. — [13] „Stahl und Eiſen" 1906, S. 155—161. — [14] Ueber die Anwendung der mit eiſernen Flanſchen oder Muffen verſehenen Aſphaltröhren, ſ. Polyt. Zentralbl. 1870, S. 1219. — [15] Aſphaltröhren für Gas- und Waſſerleitung, ſ. Preiskourant v. Joh. Chr. Leye in Bochum (Weſtfalen); Polyt. Zentralbl. 1872, S. 786; Dingl. Polyt. Journ. 1876, Bd. 221, S. 297; Bayer. Gewerbebl. 1877, S. 363; Rohrleger 1880, S. 191. — [16] Hannöver. Bauztg. 1878, S. 269; The Manufacturer and Builder 1886, Bd. 18, S. 4; Engineer. News 1891, S. 557; Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1888, S. 548; 1892, S. 11. — [17] Vgl. den Katalog der Deutſchen Steinzeugwarenfabrik Friedrichsfeld in Baden; zahlreiche Abhandlungen über Tonröhren finden ſich in der Deutſch. Töpfer- und Ziegelerztg., der Toninduſtrieztg.; vgl. a. Mitt. der K. techn. Verſuchsanſtalt, Berlin 1885, S. 262; über Tonrohrleitungen ſ. Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1878, S. 337; Deutſche Bauztg. 1879, S. 74; Semaine de construct. 1887, S. 114; Moniteur céramique 1888, S. 195; Scientif. American 1889, Suppl.-Bd. 28, S. 11294; Zentralbl. d. Bauverw. 1889, Bd. 9, S. 112. — [18] Der Portlandzement und ſeine Anwendungen im Bauweſen, Berlin 1892, S. 175 ff.; Wayß & Freytag, Bauten in Stampfbeton, Monierbeton und Moniermauerung, Berlin 1895. — [19] Jannaſch, H., Askanialithröhren (ausgef. Waſſerleit. in Kummhennersdorf, Wernigerode), Deutſch-Induſtrieztg. 1869, S. 308, Glasgefütterte Eiſenröhren, Dingl. Polyt. Journ. 1876, Bd. 222, S. 414: Glass water pipes, Invention 1884, S. 53; Glasröhren mit Aſphaltmantel, Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1889, S. 1004; Tuyaux de conduite en verre, Monit. céramique 1890, S. 62; Kautſchukröhren, Portef. économ. 1871, S. 61; Monit. industr., Belge 1877, S. 306; Papierröhren, Dingl. Polyt. Journ. 1872, Bd. 204, S. 342; Metallarbeiter 1886, S. 46.

Rohrwerkzeuge, -maſchinen, Einrichtungen zum Abſchneiden, Anbohren, Biegen, Dichten, Umbördeln u. ſ. w. von Röhren.

Zum **Abſchneiden** der Röhren von außen dienen die Rohrabſchneider, welche entweder (Fig. 1—4) als Werkzeug ein bezw. mehrere gehärtete, ſcharfkantige Stahlſcheiben beſitzen, die allmählich in das Rohr eingedrückt werden, oder welche (Fig. 6 und 7) Stahlmeſſer beſitzen,



Fig. 5.



Fig. 1.



Fig. 2.

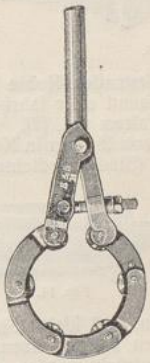


Fig. 3.



Fig. 4.

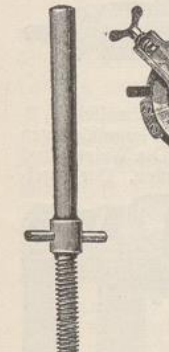


Fig. 6.



Fig. 7.

welche die Durchtrennung durch Spanabnahme beſorgen. Die Rohrabſchneider mit Stahlſcheibe Fig. 1—3 dienen zum Handbetrieb; bei dem in Fig. 3 dargeſtellten ſitzen die Stahlſcheiben an Kettengliedern, ſeine bewegliche Backe läßt ſich hinter die Zapfen des letzten, vorletzten oder drittletzten Gliedes einhaken, ſo daß die Weite der Oeffnung ſich dem zu ſchneidenden Rohr anpaſſen läßt. Die Rohrabſchneider mit mehreren Stahlſcheiben haben den Nachteil, daß die einzelnen Scheiben ſich nicht leicht in dieſelbe Ebene bringen laſſen. Die Rohrabſchneidmaſchine Fig. 4 beſitzt nur eine mechaniſch angetriebene Schneidſcheibe, gegen die das ſich drehende Rohr mittels des Handhebels angedrückt wird. Zum Entfernen des durch die Stahlſcheiben aufgeworfenen Grats dienen die Rohrfräſer Fig 5 oder eine am Rohrabſchneider befindliche Schneide. Die Fig. 4 zeigt einen Rohrfräſer, an der Maſchine vor der Schneidſcheibe angebracht. Die Rohrabſchneider mit Stahlmeſſern arbeiten beſſer als die mit Stahlſcheiben. Der in Fig. 6 dargeſtellte beſitzt ein einfaches oder doppeltes Meſſer. Der Rohrabſchneider Fig. 7, welcher Aehnlichkeit mit einer Schneidkluppe hat, beſitzt drei Meſſer, die ſich momentan öffnen und zurückziehen laſſen, mit ſelbſttätigem Vorſchub. Zum Schneiden großer, namentlich gußeiſerner Rohre benutzt man Apparate (Fig. 8), die einen das Rohr mit Spielraum umgebenden und auf ihm mittels Schrauben befeſtigten ringförmigen Spannrahmen beſitzen, in welchem ſich ein Ring mit dem Meſſer drehen läßt. — Ueber Rohr-

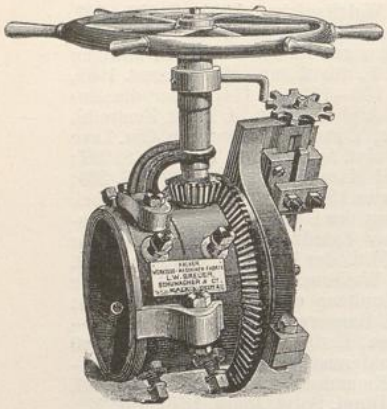


Fig. 8.

abstechbänke f. Drehbank, Bd. 3, S. 67, Fig. 23. — Zum Abschneiden von Rohren von innen (z. B. bei Siederohrkesseln) dienen die Rohrausschneider (Fig. 9). Der Apparat wird in das Rohr eingeführt und mittels eines am Sechskant *b* aufgestellten Schlüssels in dem Rohre herumgedreht. Durch An-

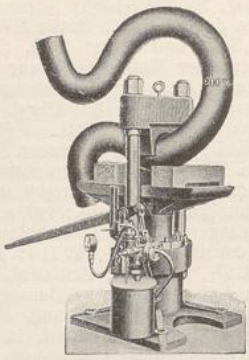


Fig. 11.

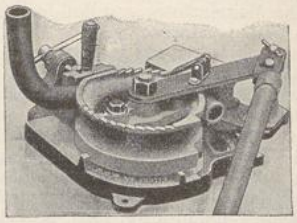


Fig. 10.

ziehen der Mutter *a* kommen die Stahlscheiben *s s* zum Angriff. Die Mutter *a* ist nach jeder Umdrehung etwas anzuziehen.

Zum **Anbohren** von Rohren dienen die Anbohrvorrichtungen, s. Bd. 1, S. 187, und [1].

Zum **Biegen** von Rohren werden Pressen oder Apparate mit Walzen benutzt. — Fig. 10 zeigt den Rohrbieger „Cyklop" (D.R.P. Nr. 159719), mit dem eiserne Gasröhren bis 5″ ohne Füllung (bis 1″ kalt) gebogen werden können. — Eine hydraulische Rohrbiegepresse ist in Fig. 11 (Paul Homann, Dessau) dargestellt. Die kalt zu biegenden Rohre sind mit Harz auszufüllen. Die Maschinen werden stehend oder liegend, feststehend oder fahrbar ausgeführt. — Ueber die wenig gebräuchlichen Rohrbiegeapparate mit Walzen vgl. [2].

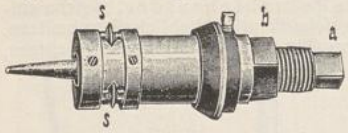


Fig. 9.

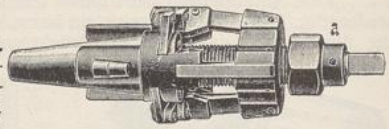


Fig. 13.

Zum **Dichten** von Rohren in Kesselwänden, Flanschen u. s. w. durch Aufwalzen dienen die Rohrdichtmaschinen (Siederohrdichtmaschine, Flanschenaufwalzmaschine). Das Prinzip der



Fig. 14.

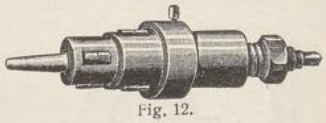


Fig. 12.

Apparate besteht darin, daß kleine Stahlwalzen in einem von Hand oder auch mechanisch, z. B mit Preßluft, gedrehten Körper sitzen, über diesen herausragen und durch einen kegelförmigen Bolzen nach außen gedrückt werden, das Rohr an der Dichtungsstelle erweiternd. Die Walzen sind entweder glatt oder profiliert, so daß Rillen in die Rohre eingewalzt werden können. Der kegelförmige Bolzen wird durch Schläge mit dem Hammer oder durch Schrauben (ohne oder mit selbsttätigem Vorschub) vorwärts getrieben. Fig. 12 zeigt eine Siederohrdichtmaschine mit zwei Sätzen von Walzen hintereinander (für verschiedene Rohrdurchmesser), Fig. 13 eine solche mit expandierbarem Körper, Fig. 14 eine solche mit langen, schräg (oder auch parallel) zur Drehachse liegenden Walzen (besonders für Dampfkessel mit gewölbten Böden) und Fig. 15 eine Flanschenaufwalzmaschine.

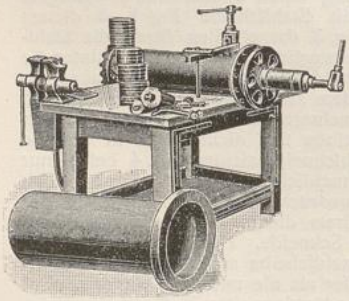


Fig. 15.

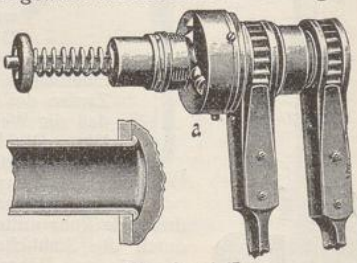


Fig. 16 und 17.

Zum **Umbördeln** der (etwa 4—5 mm vorstehenden) Enden von Siederohren (Fig. 16) benutzt man den in Fig. 17 dargestellten Siederohrbördelapparat, der innerhalb des Rohrs festgespannt wird und dessen drehbarer Körper *a* drei kleine profilierte Walzen trägt, welche die Umbördelung bewirken.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die **Rohrſchlüſſel** und **Rohrzangen** dienen zum Feſthalten der Rohre und Verbindungsſtücke bei Herſtellung von Verſchraubungen. Um das Feſthalten zu erleichtern, ſind die Backen mit Riffeln verſehen. Fig. 18 Rohrſchlüſſel mit feſten Backen, Fig. 19 mit Schraubenſchlüſſel (ſ. d.) kombinierter Rohrſchlüſſel; Fig. 20 Rohrzange mit gleichlangen

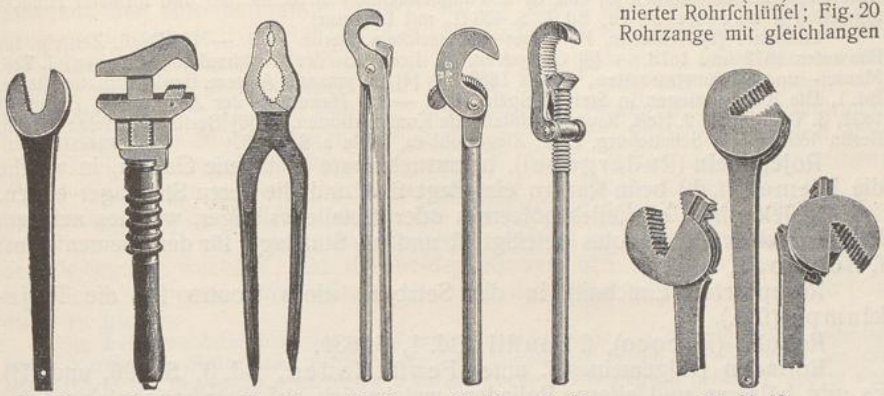


Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24—26.

Schenkeln und Backen; Fig. 21 Rohrzange mit hakenförmigen Backen, in welchen das Rohr infolge der großen Hebelüberſetzung des Druckbackenſchenkels kräftig eingepreßt werden kann; Fig. 22 Rohrzange für (in beſtimmten Grenzen) verſchiedene Rohrdurchmeſſer; Fig. 23 desgleichen mit Schraubenverſtellung; Fig. 24 bis 26 Rohrzange (Schach & Rutenbeck in Altenburg, S.-A.), deren Schenkel (Schaft) einen Zahnbogen trägt, an dem die größere Backe drehbar befeſtigt iſt, während die kleinere Backe eine Zahnſtange beſitzt, mit der ſie in die Zahnbogen des Schenkels eingreift und in eine Führung der größeren Backe gleitet (Fig. 24 zeigt die kleinſte, Fig. 25 die mittlere, Fig. 26 die größte Maulweite); Fig. 27 Kettenrohrzange.

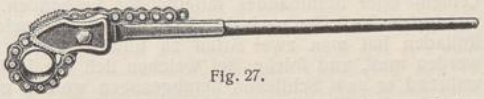


Fig. 27.

Literatur: [1] Lueger, O., Die Waſſerverſorgung der Städte, 2. Abt., Leipzig 1908. — [2] Fiſcher, H., Die Werkzeugmaſchinen, 2. Aufl., Berlin 1905, Bd. 1, S. 744. *A. Widmaier.*

Rohrzange, ſ. Rohrwerkzeuge.

Rohrzirkel, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 398.

Rohſtahl, alle Schweißſtahlarten im unraffinierten Zuſtand, in dem ſie noch nicht zu Gebrauchsgegenſtänden verwendbar ſind. Rohſtahl kommt in Quadrat- oder Flachſtäben in den Handel, die noch ungleichmäßig gekohlt, von ungleichem Gefüge und mit Schlacke durchſetzt ſind. *Beckert.*

Rohſtein, ſ. Kupfer, Bd. 5, S. 781.

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

Rohziegelbau, 1. Bau aus rohen, d. i. ungebrannten Ziegeln oder Lehmſteinen (ſ. Bd. 6, S. 117); 2. Backſteinrohbau, Mauerwerk aus gebrannten Ziegeln ohne Verputz, ſo daß die Backſteine die ſichtbare Mauerfläche bilden und den Einflüſſen des Wetters, der Feuchtigkeit und des Froſtes ausgeſetzt ſind.

Um eine erhöhte Haltbarkeit und Dauer ſolcher Mauern zu erzielen, ſind die Außenflächen aus beſonders ſorgfältig hergeſtellten Steinen, ſogenannten Verblendern, mit ganz gleichmäßigen, wagerechten Fugen zu erſtellen; die Fugen ſind ſodann ſorgfältig mit beſtem Mörtel oder Zement auszuſtreichen (ſ. Ausfugen, Bd. 1, S. 398). Außer den Verblendſteinen, welche die Flächen bilden, kommen noch die ſogenannten Formſteine oder Formziegel (ſ. Bd. 4, S. 144 ff.) zur Anwendung, um ſowohl die Gurten, Gliederungen und Geſimſe als auch die Umrahmungen der Oeffnungen zu bilden; ſowie ferner ſogenannte Terrakotten (ſ. d.), das ſind gebrannte plaſtiſche Tonarbeiten für Füllungen, Frieſe u. dergl., die in ihrer Formvollendung oft unter Anwendung verſchiedenfarbiger glaſierter Arbeit, zu einem ausgezeichneten Schmuck des Gebäudes beitragen. Der Rohbau entſpricht nicht dem Prinzip der antiken Bauweiſe. Es zeigen ſich daher erſt in der ſpäteren römiſchen Kaiſerzeit die erſten Spuren, die dann bei den in Italien eindringenden germaniſchen Völkern Aufnahme und Weiterbildung fanden, ſo bei den Oſtgoten und Lombarden, welch letztere im Mittelalter manchen bemerkenswerten Bau in dieſer Weiſe zur Ausführung brachten. Beſonders ſchöne Denkmale in Ziegelrohbau zeitigte aber die Frührenaiſſance, von deren höchſter Blüte die Städte Oberitaliens [6] zeugen. Aber auch in den niederdeutſchen Landen fand der Ziegelrohbau eine reiche Entwicklung, von der namentlich die Kirchenbauten in Lübeck, Danzig u. ſ. w. [6] und [8] ſtattliche Beiſpiele bieten. Die Einführung der Renaiſſance war in Deutſchland wie in den übrigen Kulturländern dieſer Bauweiſe ſehr ungünſtig; ſie wich zunächſt dem Stein- und Putzbau und verſchwand im 17. und

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

18. Jahrhundert faſt gänzlich. In der Neuzeit wurde ſie jedoch aufs neue gepflegt, beſonders durch Architekten, wie Schinkel und Stüler in Berlin, Gärtner und Bürklein in München, Hübſch in Karlsruhe, und fand in der Folge eine ſolche Ausgeſtaltung, daß die neueren Monumentalbauten [9] eine hohe Vollkommenheit in techniſcher und formaler Hinſicht aufweiſen (ſ. Backſteinbau, Bd. 1, S. 433 ff., mit Literatur).

Literatur: [1] Neumann, R., Ueber den Backſtein, Berlin 1879. — [2] Derſ., Zeitſchr. für Bauweſen 1877 und 1878. — [3] Gottgetreu, R., Lehrbuch der Hochbaukonſtruktionen, 1. Teil, Maurer- und Steinmetzarbeiten, Berlin 1880. — [4] Breymann, Allgem. Baukonſtruktionslehre, Bd. 1, Die Konſtruktionen in Stein, Leipzig 1896. — [5] Handbuch der Architektur, Darmſtadt 1891, 3. Teil, Bd. 2, 2. Heft, Raumumſchließende Konſtruktionen. — [6] Berlin und ſeine Bauten, Berlin 1897. — [7] Schatteburg, J. H., Ziegelrohbau, Halle a. S. 1897. *Weinbrenner.*

Rojegabeln (Rudergabel), herausnehmbare metallene Gabeln, in welche die Riemen (ſ. d.) beim Rudern eingelegt ſind und die deren Stützlager bilden.

Rojeklampe, ein feſtes hölzernes oder metallenes Lager, welches auf dem Dollbord eines Ruderbootes befeſtigt iſt und als Stützlager für den Riemen dient; ſ. Bootsbau.

Rojepforte, Einſchnitt in den Setzbord eines Bootes für die Rojeklampe (ſ. d.).

Rokoko (Rococo), ſ. Bauſtil, Bd. 1, S. 631.

Rolladen (Allgemeines ſ. unter Fenſterladen, Bd. 3, S. 696, und [1]). Es gibt hölzerne und eiſerne Rolladen, welche ſich auf einer horizontalen Achſe aufrollen; der dazu beſtimmte Rollkaſten befindet ſich entweder oberhalb oder unterhalb der zu ſchließenden Oeffnung.

Die hölzernen Rolladen (Fig. 1) werden aus einer Reihe auf Leinwand aufgezogener Holzſtäbe ca. 2—2,5 cm ſtark und 4—6 cm breit gebildet oder aber durch Vermittlung eines Leinen- oder Stahlbandes miteinander verbunden. Die Anbringung einer Leitwalze *c*, über welche der Rolladen nach dem Führungsſchlitze geleitet wird, iſt zu empfehlen. Bei den eiſernen Rolladen hat man zwei Arten zu unterſcheiden: ſolche, bei welchen der Laden aufgezogen werden muß, und ſolche, bei welchen ſich der Laden mittels Spiralfedern von ſelbſt aufwickelt, während er zum Schließen herabgezogen werden muß. Bei der erſteren Art beſteht der Laden aus ſchmalen Blechſtreifen (Fig. 2), welche durch Falzen miteinander verbunden und an einer ca. 12—15 mm ſtarken ſchmiedeeiſernen Welle angenietet ſind. Die Bewegung dieſer Welle erfolgt durch ein Rädergetriebe, das durch Vermittlung einer vertikalen Welle und geeigneten Kurbelmechanismus in Tätigkeit geſetzt wird. Nur bei kleineren Laden kann das Aufziehen durch einen Gurt bewirkt werden. Die ſelbſtrollenden Laden beſtehen gewöhnlich aus einem einzigen gewellten Stahlblech von 0,5—1 mm Stärke, 15—20 mm Wellenhöhe und 25 bis 30 mm Teilung; um ein ſicheres Aufrollen zu ermöglichen, werden in angemeſſenen Abſtänden auf das Wellblech Leder- oder Stahlſtreifen befeſtigt, ſo daß ein Hineinſchieben der einzelnen Wellen ineinander nicht ſtattfinden kann. Zweckmäßig iſt es, ſelbſt aufrollende Laden nicht breiter als 3,5 m zu machen. Das ſelbſttätige Aufrollen der Rolladen erfolgt unter der Einwirkung einer Federkraft, die rechtzeitig ausgelöſt werden muß. Ueber den Mitterſchen Panzerladen ſ. [2], S. 696. Rolladen mit drehbaren Stäben (D.R.P. Nr. 46647), mit Sicherheitsſchraubenbremſe (D.R.P. Nr. 68441) und mit ſelbſttätigem Verſchluß (D.R.P. Nr. 68678) ſind in dem Katalog von C. W. Fuchs, Pforzheim, nachzuſehen. Die ſeitliche Führung der Rolladen geſchieht meiſtens durch ⌊⌋-Eiſen [3], welche entweder mit dem Fenſterladen feſt verbunden oder aber, wenn eine Aufſtellbarkeit der Laden gewünſcht wird, beweglich in Gelenken angeordnet ſind.

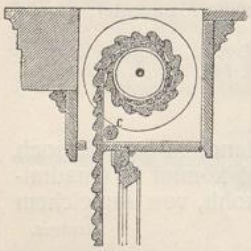


Fig. 1.



Fig. 2.

Literatur: [1] Breymann, Baukonſtruktionslehre, 3. Teil, 5. Aufl., Leipzig 1890. — [2] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 2. Teil, Berlin 1891. — [3] Hoch, Technologie der Schloſſerei, 3. Teil, Leipzig 1899. *Jul. Hoch.*

Rollbahn, Rollgang (bei Walzwerken), ſ. Walzen.

Rollbewegung eines Schiffes, ſ. Schiffsſchwingungen.

Rollbock, ſ. Rollſchemel.

Rollbrücke, ſ. Brücken, bewegliche, Bd. 2, S. 329, Seilebenen.

Rolldaumen bewirken als Getriebe von unrunden Scheiben und mit Rolle anliegender Schwinge eine abſätzige Bewegung für Steuerungen (ſ. d.) an Dampf- und Verbrennungsmotoren (ſ. d.); vgl. Hebedaumen.

Literatur: Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1905, S. 1581 f. *Lindner.*

Rolle, Rollenſchlund, ſ. Grubenförderung, Bd. 4, S. 640.

Rollen, als Maſchinenteile, ſ. Laufräder, ferner Kettenrollen, Hanfſeilrollen, auch Reibräder, Riemſcheiben, Draht- und Hanfſeilſcheiben, die ſämtlich hier und da als Rollen bezeichnet werden, ſowie Auflager eiſerner Brücken und Rollenlager. *Lindner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rollen der Kurven und Flächen aufeinander. Die Elementarbewegung eines unveränderlichen ebenen Syſtems Σ in der Ebene iſt eine unendlich kleine Rotation um einen gewiſſen Syſtempunkt Γ, das Momentanzentrum, der eine beſtimmte Lage C in der Ebene der Bewegung hat. Die Elementaramplitude $d\vartheta$ dieſer Rotation, dividiert durch das Zeitelement dt, iſt die Winkelgeſchwindigkeit $\omega = d\vartheta : dt$ um das Momentanzentrum. Das Momentanzentrum wechſelt kontinuierlich und iſt zur Zeit $t + dt$ ein Syſtempunkt Γ', zuſammenfallend mit einem Punkt C' der Ebene der Bewegung. Die kontinuierliche Folge aller Momentanzentra Γ bildet im Syſtem die Kurve (Γ) und ihre Orte C bilden in der Ebene die Kurve (C). Beide haben das Bogenelement $\Gamma\Gamma' = CC' = d\sigma$ gemein, berühren einander im Momentanzentrum und das Bogenelement $d\sigma$, dividiert durch das Zeitelement dt, iſt die Geſchwindigkeit $u = d\sigma : dt$, mit welcher das Momentanzentrum im Syſtem und in der Ebene der Bewegung wechſelt. Da die beiden Kurven ſich berühren und gemeinſchaftliches Bogenelement beſitzen, ſo rollt die Kurve (Γ) auf der Kurve (C), ohne zu gleiten.

Sie dreht ſich dabei bloß um das Momentanzentrum, wodurch die folgenden Tangenten beider Kurven zur Koinzidenz gebracht werden. Durch das Rollen der Kurve (Γ) auf der Kurve (C) iſt die Bewegung des Syſtems Σ in der Ebene der Bewegung beſtimmt, und es ſind infolgedeſſen alle Syſtempunkte gezwungen, beſtimmte Kurven zu beſchreiben, die eine beſtimmte Kurvenſchar bilden und kontinuierlich ineinander übergehen. Auch ſind alle Kurven des Syſtems Σ gezwungen, Kurven zu umhüllen, die eine andre Schar bilden. In dieſe Schar gehört auch die Kurve (C), welche von der Kurve (Γ) umhüllt wird. Jede Syſtemkurve von Σ bewegt ſich berührend über ihre Umhüllungskurve hin; aber während die Kurve (Γ) auf (C) bloß rollt, ſo rollt und gleitet zugleich jede andre Syſtemkurve auf ihrer Umhüllungskurve, wovon man ſich leicht überzeugt, indem man die Winkelgeſchwindigkeit ω um Γ auf den Berührungspunkt einer jener andern Kurven überträgt, den dieſe mit ihrer Umhüllungskurve gemein hat, und die dazu notwendige Translationsgeſchwindigkeit hinzufügt. — Die Kurve (Γ) kann auf zwei Arten auf der Kurve (C) rollen, ſo daß dieſelben Punkte beider Kurven in den gemeinſamen Punkten zuſammentreten, nämlich ſo, daß ihre Krümmungsmittelpunkte auf entgegengeſetzten oder auf derſelben Seite der gemeinſamen Tangente liegen. Im erſten Falle iſt die Elementaramplitude $d\vartheta$ die Summe, im zweiten die Differenz der Kontingenzwinkel beider. Im erſten Falle iſt, wie ſich leicht ergibt, der Quotient $\omega : u$ gleich der Summe der Krümmungen beider Kurven, im zweiten gleich der Differenz derſelben. Sind im zweiten Falle die Krümmungen gleich, ſo tritt ein momentaner Stillſtand der Bewegung des Syſtems Σ ein. Aehnliche Abnormitäten der Bewegung ergeben ſich, wenn die Kurven (Γ) und (C) ſich in einem ſingulären Punkte, z. B. einem Wendepunkt, berühren. Um alle Arten der Bewegung eines Syſtems zu erſchöpfen, für welche zwei gegebene Kurven zu (Γ) und (C) werden, verdient noch hinzugefügt zu werden, daß beide Kurven mit jedem Paare ihrer Punkte, alſo im Momentanzentrum zuſammentretend, beginnen können. — Die Ebene der Bewegung, in welcher das Syſtem Σ ſich bewegt, iſt ſelbſt ein Syſtem Σ', welches gleichzeitig in Σ eine Bewegung beſitzt, für welche die Kurve (C) Ort der Momentanzentra wird. Beide Bewegungen von Σ in Σ' und von Σ' in Σ ſtehen in ein gewiſſen geometriſchen Verwandtſchaft des Dualismus und heißen Umkehrungen voneinander; ſ. Dualismus der Bewegung.

Die Elementarbewegung eines unveränderlichen räumlichen Syſtems iſt eine unendlich kleine Windungsbewegung, nämlich eine Rotation um eine gewiſſe Achſe γ des Syſtems, die Momentanachſe, welche eine beſtimmte Lage c im Raume hat, in welchem die Bewegung erfolgt, in Verbindung mit einer unendlich kleinen Translation parallel dieſer Achſe. Die Elementaramplitude $d\vartheta$ der Rotation, dividiert durch das Zeitelement dt, gibt die Winkelgeſchwindigkeit $\omega = d\vartheta : dt$ und die Elementartranslation $d\tau$, durch dt dividiert, die Translationsgeſchwindigkeit $v_0 = d\tau : dt$ der Windungsbewegung zur Zeit t. Durch die Elementartranslation verſchiebt ſich das Syſtem parallel γ und durch die Rotation dreht es ſich um γ um, ſo daß zur Zeit $t + dt$ die folgende Momentanachſe γ' in die Lage c' eintritt. Die ſämtlichen Momentanachſen γ bilden im Syſtem eine geradlinige, im allgemeinen windſchiefe Fläche (γ) und ihre Lagen c im Raume der Bewegung eine zweite geradlinige Fläche (c). Beide Flächen gleiten längs der Momentanachſe aneinander, um die Strecke dt, und rollen aufeinander vermöge der Rotationsamplitude $d\vartheta$. Durch die Elementarwindungsbewegung treten zwei folgende Achſen γ' und c' zuſammen und es haben beide Flächen nach dem Zeitelemente $d\tau$ zwei aufeinander folgende Erzeugungslinien gemein, welche im Begriffe ſtehen, in der Momentanachſe zuſammenzufallen. Beide Flächen berühren ſich daher längs der Momentanachſe γ und haben in allen Punkten dieſer gemeinſame Tangentenebenen. Die beiden Achſen γ und γ' haben einen kürzeſten Abſtand dp voneinander und bilden einen Winkel $d\vartheta$ miteinander. Der Fußpunkt des kürzeſten Abſtandes auf γ heißt der Zentralpunkt und die Tangentenebene in ihm die Zentralebene von γ. Die Verteilung der Tangentenebenen längs γ hängt von der Größe $\varkappa = dp : d\vartheta$ ab, welche der Parameter von γ heißt. Dieſer Parameter hat für zwei ſich berührende windſchiefe Flächen für die Berührungserzeugende denſelben Wert und ohne dies iſt die Berührung nicht möglich. Durch die Elementarbewegung wechſelt die Momentanachſe, d. h. es treten zwei folgende Achſen γ', c' zur neuen Momentanachſe zuſammen. Durch die Translation dt ſchieben ſich ihre Zentralpunkte und durch die Rotation $d\vartheta$ fallen

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ſie ſelbſt zuſammen. Der Wechſel der Momentanachſe iſt ſelbſt eine Windungsbewegung um die Linie kürzeſten Abſtandes dp beider, in dem ſich die Achſe γ um dp parallel dieſer verſchiebt und ſich zugleich um $d\vartheta$ um ſie umdreht. Die beiden Größen $u = dp : dt$ und $\psi = d\vartheta : dt$ ſind die Komponenten dieſer Wechſelgeſchwindigkeit, u heißt die Orthogonalgeſchwindigkeit und ψ die Winkelgeſchwindigkeit dieſes Wechſels. Es gibt zwei Arten geradliniger Flächen, windſchiefe und abwickelbare. Die letzteren ſind als ein ſpezieller Fall der erſteren anzuſehen, indem ſie aus jenen entſpringen, wenn je zwei aufeinander folgende Erzeugungslinien in eine Ebene fallen. Dies tritt ein, wenn $dp = 0$ oder $d\vartheta = 0$ wird. Längs einer Erzeugungslinie einer abwickelbaren Fläche fallen alle Tangentenebenen in der Zentralebene zuſammen und es iſt der Schnittpunkt der Erzeugungslinien der Zentralpunkt. Zu ihnen gehören die Kegelflächen, für welche die Kurve der Zentralpunkte ſich auf einen Punkt, den Mittelpunkt der Fläche, reduziert, und die Zylinderflächen, welche Kegelflächen mit unendlich fernem Zentralpunkt ſind. Auf jeder windſchiefen Fläche bilden die Zentralpunkte oder die Fußpunkte der kürzeſten Abſtände dp eine Kurve, die Striktionslinie. Sind die Tangenten der Striktionslinien der beiden Flächen (γ) und (c) in den Punkten, welche der zuſammenfallenden Erzeugungslinie angehören, unter gleichem Winkel gegen dieſe Erzeugungslinie geneigt, ſo rollen die Flächen bloß aufeinander und es iſt das Gleiten ausgeſchloſſen, da die Zentralpunkte von ſelbſt zuſammentreten. Die Flächen (γ) und (c) müſſen entweder beide windſchief oder beide abwickelbar ſein; eine windſchiefe und eine abwickelbare Fläche können nicht aufeinander gleiten und rollen. Auch können nicht alle abwickelbaren Flächen aufeinander rollen und gleiten; ſo kann dies mit einer Kegelfläche und einer Zylinderfläche nicht der Fall ſein. Dagegen können Zylinderflächen auf mannigfache Weiſe aufeinander rollen und gleiten. Bewegt ſich das Syſtem einer Ebene parallel, ſo ſind die Flächen (γ) und (c) Zylinderflächen; dreht es ſich um einen Punkt, ſo ſind ſie Kegelflächen, wenn dieſer im Endlichen liegt, und Zylinderflächen, wenn er ins Unendliche rückt. Im erſten Falle findet bloß Rollen ſtatt, im zweiten kann Rollen und Gleiten miteinander verbunden ſein.

Literatur: Reſal, Traité de cinématique pure, Paris 1862, S 80, 119 ff.; Bour, Cours de mécanique et machines, Paris 1865, Cinématique, S. 133–140; Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2. Aufl., Leipzig 1879, Bd. 1, S. 220 u. 289; Appell, Traité de mécanique rationnelle, Paris 1893, Teil 1, S. 66; Königs, Leçons de cinématique, Paris 1897, Kap. VI u. IX.

(† Schell) Finſterwalder.

Rollenapparate, ſ. Dehnungsmeſſer, Bd. 2, S. 695.

Rollenauflager, ſ. Auflager, Bd. 1, S. 354, und Auflager der eiſernen Brücken.

Rollenbock dient zum Unterſtützen und Lagern der Wellen und Achſen für Drehbänke, Anreißplatten u. ſ. w.



Die Wellen laufen zwiſchen den Rollen, deren Höhe einſtellbar iſt (ſ. die Figur). Das Ausrichten der Arbeitsſtücke iſt gegenüber dem ſonſt üblichen Unterlegen und Unterkeilen durch die Verwendung von Rollenböcken ſehr erleichtert. *A. Widmaier.*

Rollenbohrer, ſ. Bohrgerät, Bd. 2, S. 187, Fig. 1.

Rollenlager enthalten in der Laufbahn des Wellenzapfens Kugeln oder Walzen oder Kegel oder tonnenförmige Körper von gehärtetem Stahl. Man unterſcheidet danach Kugellager und Rollenlager (im engeren Sinne), ſ. Bd. 5, S. 741 ff.

Den Zweck, den Widerſtand zu vermindern, erreichen die verſchiedenen Bauarten um ſo beſſer, je vollkommener ſie die gleitende Reibung, ſowohl zwiſchen den einzelnen Rollen als auch an den beſtehenden Anlageflächen vermeiden. Geräuſchloſer Gang, auch frei von Erzitterungen, iſt nur zu erreichen, wenn die Rollen genau rund, ganz gleich und ſpielfrei eingepaßt ſind.

In dem Walzenlager Fig. 1 rollen acht Stahlwalzen zwiſchen dem Zapfen und der eingeſetzten ſtählernen Schale, ſo daß ihre Mittelpunkte mit der Hälfte der Umfangsgeſchwindigkeit des Zapfens umlaufen. Damit ſie ſich nicht ſchräg über den Zapfen ſchränken, werden ſie in einem ſogenannten Käfig parallel geführt. Das Lager gehört zu einem von der Kölniſchen Maſchinenbau-A.-G. in Cöln-Bayental gebauten Stahlgießwagen [6]. Die Moffet-Rollenlager

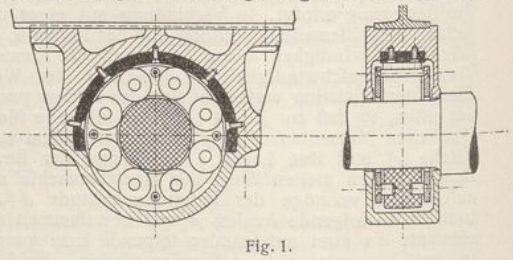


Fig. 1.

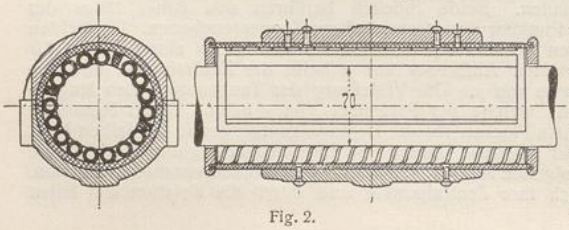


Fig. 2.

von der Vertriebs-Geſellſchaft in Cöln führen die Walzen durch Kugelringe an beiden Enden auf durchgehenden Bolzen. — Das Wellenlager Fig. 2 von Hyatt benutzt 16 lange elaſtiſche Walzen aus ſchraubenförmig gewundenem Flachſtahl; der Käfig bildet eine halbzylindriſche Schale mit großen Ausſparungen für je vier Rollen [4].

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrreich ist das Krangehänge Fig. 3 nach D.R.P. Nr. 166567, wobei die Last leicht drehbar auf einem Kranze von Kegeln ruht, deren geometrische Spitze in der Drehachse liegt; unter der Wirkung der radial nach außen wirkenden Druckkomponente und eventuell der Fliehkraft stützen sie sich nach außen gegen einen Ring, der durch einen äußeren Kugelkranz zentrisch geführt wird. Neben der Rollung der Kegelflächen besteht hier deutlich erkennbar die bohrende Spurzapfenreibung an den gewölbten Stützflächen, die von dem lose mitgehenden Ringe in günstigster Weise aufgenommen wird. Denkt man sich die Kegel durch Kugeln ersetzt, so bleibt die Wirkungsweise dieselbe. Wären die Druckflächen eben, so würden die Kugeln unter vollem

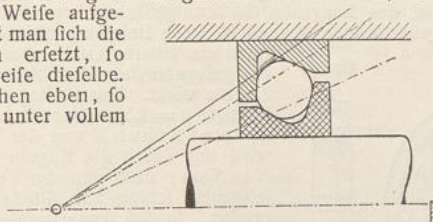


Fig. 4.

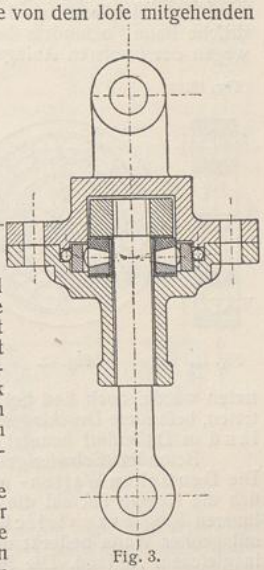


Fig. 3.

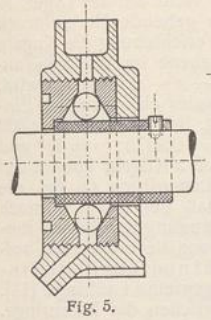


Fig. 5.

Druck daran würgen, als ob statt der Kegel zylindrische Walzen eingelegt wären. Solche Walzen müssen in schmale Scheiben unterteilt werden [10]. Wäre gar der Außenring fest mit der einen oder andern Lagerplatte verbunden, so müßte er unter dem Stützdruck gleiten, wobei das Lager bald verdorben würde. Man erkennt hieraus die besonderen Schwierigkeiten für den Bau von Kugelspurlagern.

In dem allgemeinen Schema (Fig. 4) rollt die Kugel, ohne zu schleifen, sowohl bei der Anlage in drei Punkten als in vier Punkten, wenn die Anlagestellen in Kegelflächen liegen, die ihre Spitze in der Drehachse gemeinsam haben. Wenn die Kegelflanken die Kugel nicht tangieren, sondern durchschneiden, so findet an den Druckstellen eine bohrende Bewegung statt, weil sich die Kugeln unter dem Anlagedruck abplatten. Man vermeidet daher auch solche Anordnung, wenigstens bei stärkerer Belastung. Die würgende Reibung bedingt gute Schmierung, während die Rollung allein nur eine vor Rosten schützende Fettigkeit erfordert, solange nicht Staub oder Schmand im Lager eine Ausspülung nötig macht.

Das von Hufenreuter in Sangerhausen gebaute Lager (Fig. 5) ist für mäßige Belastung geeignet. Die Kugeln rollen, ohne Seitenschub aufzunehmen, an der Stahlhülse der Welle in

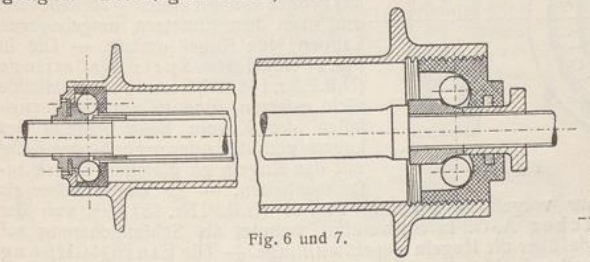


Fig. 6 und 7.

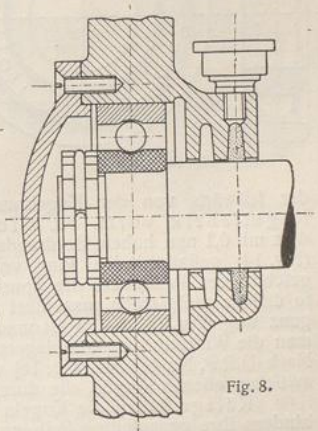


Fig. 8.

einer nachstellbaren, sorgsam einzustellenden Lagerrinne und bewegen sich langsamer als mit der halben Umfangsgeschwindigkeit der Hülse. — In den Fahrradlagern (Fig. 6 und 7) sowie bei Automobilen [8] liegen die Kugeln zwischen Hohlkehlen von etwas größerer Krümmung, möglichst mit gemeinsamer Spitze der Berührungskegelflächen. Wegen der symmetrischen Ausgestaltung der beiden zu einem Zapfen gehörigen Lager werden Axialkräfte von dem einen oder andern aufgefangen. — Das vorn durch einen Deckel abgeschlossene Stirnzapfenlager (Fig. 8) läßt die Welle hinter einer Oelfangrinne austreten, noch abgedichtet durch steifes Fett oder einen geschmierten Filzring als Staubschutz [13]. Der Laufring wird auf dem Zapfen durch eine Mutter mit der in Fig. 27 wiederkehrenden Sicherung gehalten; der äußere Leitring soll

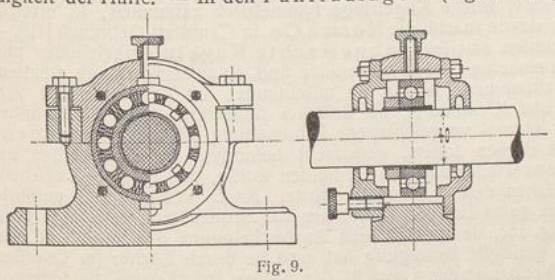


Fig. 9.

im Gehäuse mit so viel Spannung sitzen, daß er bei einseitigem Schub etwas nachgibt. — Dieser Absicht entspricht noch besser das geteilte Stehlager (Fig. 9) von den Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken, während hier der innere Laufring mittels geschlitzter Kegelhülse auf die durchgehende Welle aufgesetzt ist. Nur an einem Lager der Welle wird der äußere Ring gegen Verschiebung gesichert.

Die Hohlkehle als Laufrille schmiegt sich der Kugel besser an als eine flache, zylindrische Bahn, besonders bei den konvexen Berührungsflächen am inneren Laufringe, so daß wegen der breiteren Anlagefläche eine doppelt so hohe Belastung zulässig ist; auch läuft sich nicht ein scharfer Grat neben der Kugelspur an, der bei gelegentlicher Verschiebung gefährlich auf die Kugeln wirkt. Der Radius der Hohlkehle (Fig. 10) beträgt: $\varrho = 1{,}5\,r$ oder $\varrho = r + 1$ mm. Wirkt ein axialer Schub S von der Welle auf das Lager, so wird der durch die Kugeln gehende Normaldruck $N = S/\sin\gamma$ nach geringer Verschiebung die Kugeln seitwärts, schräg zur Mittelebene im Winkel γ anpressen, so daß $\cos\gamma = (\varrho - r - s)/(\varrho - r)$ wird, wobei s der einseitige Spielraum einschließlich Eindrückung zur Geltung kommt. Schätzt man $s = r/800$ und $\varrho = 1{,}5\,r$, so wird $\cos\gamma = 0{,}9975$; $\gamma = 4\frac{1}{4}^{\circ}$ und $N = 15\,S$. Bei Verteilung auf z Kugeln kommt auf jede N/z, während vom Lagerdruck Q auf die unterste $5\,Q/z$ entfällt, so daß bei $S = \frac{1}{4}\,Q$ noch keine wesentliche Ueberanstrengung des Lagers eintreten würde, doch sind bei dauernder Schubwirkung oder Seitenstößen, wie sie bei Wagen auftreten, besondere Drucklager (Fig. 26 und 27) notwendig [1]. — Die Maschinenfabrik Rheinland in Düsseldorf benutzt für geringe Belastung hohle, aus Stahlblech gepreßte Laufringe [11].

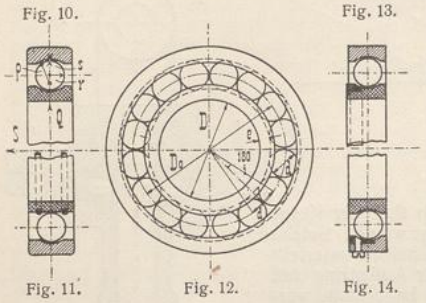


Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.

Besondere Schwierigkeiten bietet das Einbringen der Kugeln zwischen die Rillenringe. Die Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken bauten früher das Lager Fig. 9, bei dem sich die Kugeln fast auf die Hälfte des Umfanges zusammenschieben lassen, so daß man den inneren Ring exzentrisch einschieben kann; zwischen die Kugeln geschobene Drahtfedern, mit geölter Watte besteckt und an den Enden mit Blechscheibchen belegt, halten die Kugeln in gleichem Abstand. Die Firma baut jetzt die Lager einfacher und mit etwas größerer Anzahl tragender Kugeln, deren letzte nach D.R.P. Nr. 184 024/5 zwischen die Ringe eingepreßt wird, wobei diese federnd nachgeben müssen (eventuell unter Erwärmung des Außenringes und Abkühlung des Innenringes); ein Käfig aus Bronze hält mit einseitig vorstehenden und nach dem Einsetzen umgebogenen Lappen jede Kugel umfaßt. — Die in Fig. 11 eingelegten Springfederringe (D.R.P.Nr. 148 486) können die Hohlkehle nicht ersetzen, sondern nur das Herausfallen der Kugeln beim Ausbau des Lagers verhüten oder nach [5] den Käfig mit den Kugeln zu gleichem Zweck zusammenhalten. — Er wurde früher als der seitwärts von der Kugelspur vorgesetzte Preßring Fig. 13 (D.R.P. Nr. 157 380) von der Kugelfabrik vorm. Fr. Fischer A.-G. in Schweinfurt benutzt als Schlußsicherung auf dem mit 0,1 mm hohem Bordrande über die Kugeln gepreßten Ringe. — Die Einfüllöffnung (Fig. 14) gestattet, den Ring voll mit Kugeln zu besetzen, unterbricht aber trotz des eingeschliffenen Paßstückes die Spurbahn und veranlaßt oft das Springen der Ringe beim Härten, so daß sie nicht mehr ausgeführt wird. — Man läßt auch den Bordrand eines Ringes einseitig ganz weg (Fig. 15). — Setzt man zwei solche Kugelringe symmetrisch zusammen, so erreicht man die Wirkung des Rillenlagers; davon macht die Norma Co. in Cannstatt Gebrauch [12]. — Nach D.R.P. Nr. 179 537 (Fig. 16) werden zweiseitig abgeflachte Kugeln eingeschoben und zwischen ebenen Ringen, die durch einzelne Bolzen verbunden sind, in aufrechter Lage erhalten.

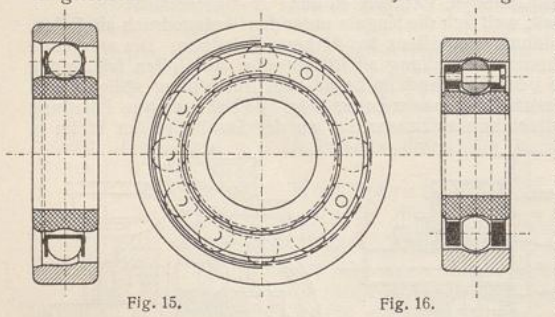


Fig. 15. Fig. 16.

Käfige halten die Kugeln zusammen, führen sie miteinander auf der Bahn und verhindern ihre gegenseitige Reibung und Klemmung; sie sind bei schwereren Lagern und hoher Geschwindigkeit nötig. Die früher einmal vorgeschlagene Einschaltung kleinerer Zwischenkugeln, die sich entgegengesetzt drehen sollen, verursacht besonders starkes Schleifen am Außenring und Klemmungen, die man wieder dadurch vermeiden wollte, daß man die Zwischenkugeln in der Mitte der Sehne zwischen den Tragkugeln führte. Noch weniger sind geführte Zwischenrollen geeignet. — Ein gutes Beispiel bildet der aus Bronzeblech gedrückte Ring von Gebr. Bosch in Cannstatt (Fig. 15), der mit kleinen Ausbuckelungen die Kugeln an den Polen faßt, wo ihre Oberfläche die geringste Bewegung hat, und sie durch Löcher im Querfteg nach innen frei durchragen läßt. Wenn nur das Gewicht des Käfigs, nicht auch die federnde Anpressung seitlich reibend an den Kugeln wirkte, wäre die Reibungsarbeit $\mu\,G\,r\,\omega$ unabhängig vom Polabstand α, weil der Druck $G/\sin\alpha$ sich umgekehrt wie der Radius der reibenden Anlage $r\sin\alpha$ ändert. — In den meisten Fällen benutzt man Bronzeringe mit um die Kugeln gebogenen Lappen, außerdem auch die in Fig. 17—21 für Drucklagerringe angegebenen

Faſſungen: ein maſſiver Ring (Fig. 17) hält die Kugeln durch den vorſpringenden Rand eines neben den Bohrungen eingeſchlagenen Körners von beiden Seiten eingeſchloſſen; in Fig. 18 ſpringt links der Rand des Loches innerhalb einer ringsum geſchlagenen Rille vor, während rechts das Loch nicht ganz durchbohrt iſt. — Nach D.R.P. Nr. 178377 ſtecken die Kugeln in Löchern von zwei Meſſingſcheiben (Fig. 19), die in einem loſe aufliegenden und zentriſch geführten Ringe von Vulkanfiber eingeſetzt ſind. — In der Ausführung von Baufchlicher [12] ſind die gelochten Meſſingſcheiben mit rechtwinklig aufgebogenen Bordrändern ineinander geſteckt und durch Körnerſchläge verheftet; der ſo geſchloſſene Steg liegt als Oelfang außerhalb der Kugeln. — Beſſer wäre es noch, wenn der Käfig die Kugeln außen im Pol berührte und gegen die radial wirkenden Kräfte abſtützte. Falls die Kugeln aus der Rillenmitte (vom Achſenabſtand R) um $(\varrho - r)\,r/R$ nach innen gehalten würden, entſpräche die Führung dem Prinzip von Fig. 3. — Ungeeignet ſind Käfige, nach Art von Fig. 20, aus zwei leichten, den Kugeln angeſchmiegten und zwiſchen ihnen verſchraubten Lamellen, weil ſie zu nachgiebig wären und die Verbindung brechen oder ſich löſen und die Schraube verlieren könnten.

Fig. 17. Fig. 19.

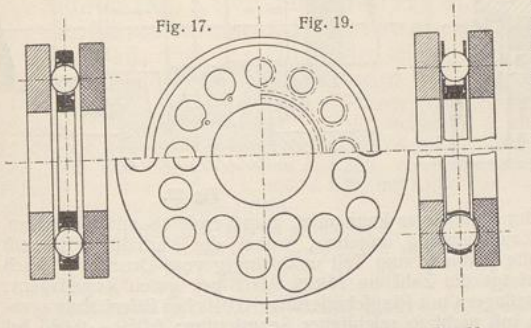


Fig. 18. Fig. 21. Fig. 20.

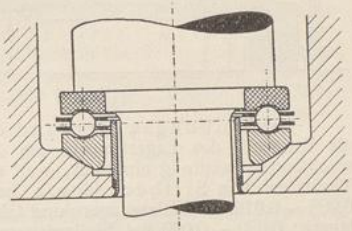


Fig. 22.

Die Ringſyſteme für Drucklager (Stütz- oder Spurlager) führt man regelmäßig mit Hohlkehlen in den Druckplatten aus; daneben benutzt man, beſonders im Werkzeugmaſchinenbau, ebengeſchliffene, breite Druckplatten, auf denen jede Kugel auf einer eignen Spur läuft (Fig. 21), in einer Käfigſcheibe mit ſpiralig verſetzten Bohrungen, die nach Fig. 17 oder 18 geſchloſſen ſind [10]. Das Stützkugellager (Fig. 22) der Deutſchen Waffen- und Munitionsfabriken enthält, wenn die Welle nicht nach unten durchgeht, einen in gleicher Weiſe abgeſetzten Zapfen am Wellende, der, wie hier die Oelfanghülſe, in den Käfig reicht. Die Käfigſcheiben ſind durch eingenietete Stehbolzen verbunden. An den größeren Lagern mit über 100 mm lichter Weite der oberen Druckplatte wird die untere Spurplatte mit ebener Fläche in einen

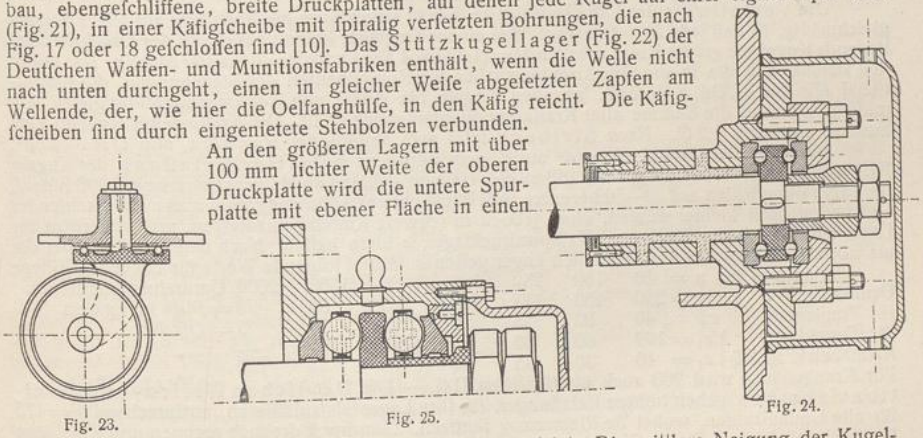


Fig. 23. Fig. 25. Fig. 24.

beſonderen Ring mit der kugelförmigen Unterſeite eingeſetzt. Die mittlere Neigung der Kugelflanke beträgt $\beta = 45$ bis 30^0; ſoll ſie ſich unter der Laſt verſchieben, ſo muß dieſe im Verhältnis zum Achſenabſtand R exzentriſch wirken, und zwar um $e/R = \mu/\sin\beta\cos\beta$; für $\mu = 0{,}1$ und $\beta = 45^0$ wird $e/R = 0{,}2$. An den Lenkrollen von Handwagen benutzt Oskar Krieger in Dresden das einfache Kugeldrucklager Fig. 23. Radiale Kräfte ſind von den Druckringen fernzuhalten. Das Schneckenwellenlager (Fig. 24) von Carl Flohr in Berlin trägt die Welle in einer mit Weißmetall ausgegoſſenen Buchſe und überträgt den Druck in der einen oder andern Richtung durch die auf dichten Schluß eingeſtellten Kugelkränze [3]. Die Deutſche Kugellagerfabrik in Leipzig-Plagwitz baut nach dem Syſtem der Hoffmann-Manufacturing Co. in Chelmsford, Eſſex, Kugellager, an denen die Drucklager für Schneckenwellen (Fig. 25) auf Kugelflächen ruhende Spurplatten enthalten und die Kugeln in ſtarren Käfigen geführt ſind. Man kann auch mit nur einem Kugelring für wechſelnde Schubrichtung auskommen [11], [12].

Druck- und Traglager übernehmen Axial- und Radialkräfte je mit beſonderen Kugelkränzen. Die Automobilnabe (Fig. 26) von der Deutſchen Kugellagerfabrik in Leipzig-Plagwitz für $D = 30$ bis 65 mm Zapfenſtärke überträgt die Laſt durch zwei Kränze von je 22 Kugeln von $^3/_8$—$^3/_4$″ und die Seitenſtöße, die $^1/_4$—$^1/_2$ der Laſt ausmachen, durch den einen oder andern Druckkranz mit 32 Kugeln von $^9/_{32}$—$^9/_{16}$″. Die äußeren Leitringe der Traglager ſind zur Entlaſtung von Seitendrucken verſchiebbar eingeſetzt. In gleicher Weiſe trägt

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

das Lager Fig. 27 [13]; doch ift hier in Rückficht auf Verbiegung der durchgehenden Welle nur ein Tragring in der Mitte eingebaut und die Anlagefläche der Spurplatten kugelförmig. Die mit 7000—10000 Umdrehungen pro Minute laufenden Spindeln von Ringfpinn- und Zwirnmafchinen erhalten nach [16] an Stelle des Halslagers nahe über der Mitte des Schnurwirtels und im Fußlager je einen Kranz von kleinen Kugeln, und ftehen mit ebener Fußfläche auf einer außerhalb der Mitte in einer Spurrille laufenden einzelnen Kugel. Dabei ermäßigt fich der Kraftbedarf der ganzen Mafchine von beiläufig 7,5 auf 5 PS.

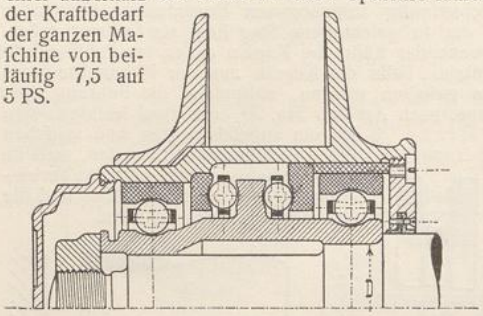


Fig. 26.

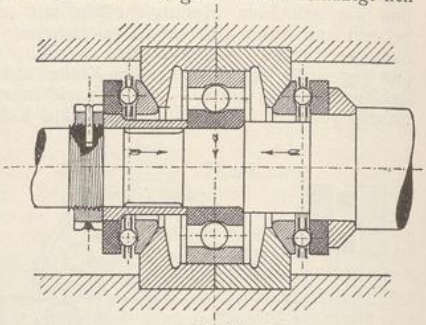


Fig. 27.

Den Reibungswiderftand der Rollenlager kann man, zum Vergleich mit Gleitlagern, als Bruchteil des Lagerdruckes am Zapfenumfang angeben, wobei die Verhältniszifer mit wachfender Belaftung abnimmt, weil die Reibung zum Teil unabhängig vom Druck ift. Nach Verfuchen von Stribeck [4] u. a. beträgt die Zahl im Mittel 0,002 bei guten Kugellagern; 0,005 ~ 0,010 bei Walzenlagern und Gleitlagern mit Ringfchmierung; 0,010 bei Eifenbahnwagenlagern; 0,020 ~ 0,030 bei Wellenlagern mit nicht fo reichlicher Schmierung; 0,050 ~ 0,080 bei Zapfenlagern in gewöhnlicher Ausführung und Unterhaltung. Der Satz, daß die Reibung um fo kleiner würde, je weniger Kugeln der Laufring faßt, richtiger gefagt, je größer die Kugeln find, gilt nur unter der zweifelhaften Vorausfetzung, daß der Hebelarm der rollenden Reibung konftant fei und nicht mit dem Radius der Rolle wachfe.

Die Verteilung der Laft Q erfolgt in einem Drucklager günftigenfalls auf alle z Kugeln gleichmäßig, fo daß jede $P = Q/z$ trägt. Bei einem Traglager kommt auf die in der Druckrichtung liegende Kugel die größte Kraft, nämlich $P = (4{,}43 \text{ bis } 4{,}35) Q/z$ für $z = 6$ bis 100 Kugeln. Das ergibt fich daraus, daß die in die Druckrichtung fallenden Komponenten der Stauchungen, die proportional $P^{2/3}$ find (f. Bd. 5, S. 744), an allen Kugeln bis $\pm 90^0$ von der Druckrichtung gleich fein müffen, während die Summe aller Kraftkomponenten gleich Q ift. Die Kräfte felbft ergeben eine Summe von etwa $1{,}2\,Q$. Nach Stribeck fetzt man abgerundet $P = 5\,Q/z$, alfo $Q = {}^1/_5\, z\, c\, d^2$.

Die nach der Formel $P = c\,d^2$ auf d^2 qcm bezogene zuläffige Belaftung der Kugeln fetzt man nach [4] für Traglager mit Rillen $c = 100$ und geht bei abfätzigem Betriebe bis 200 hinauf, für Lager ohne Rillen auf 30—50 herunter. Mit Rückficht auf Abnutzung muß man c mit wachfender Gefchwindigkeit kleiner wählen, ohne jedoch zu fchwere Kugeln einzufetzen, und außerdem für Lager mit würgender Reibung, alfo Spurdrucklager, c klein halten. Nach den Tabellen über die als normale Mafchinenteile käuflichen Lager gelten im Mittel folgende Werte für Lager mit Rillen:

Umlaufzahl bis $n =$	50	150	250	500	1000	1500	2000	Umdrehungen/Minute.
Druckziffer $c =$	200	150	125	100	75	50	$25 = P/d^2$	in kg/qcm
für Traglager $c/5 =$	40	30	25	20	15	10	$5 = Q/z\,d^2$	„
für Drucklager $c_1 =$	100	60	50	35	25	15	—	„ „
Radnaben (Fig. 26) $c_1 =$	40	30	25	20	15	—	—	„ „

Für Krangehänge wird 200 auch überfchritten [14]. — Die Deutfchen Waffen- und Munitionsfabriken geben höhere Belaftungen für ihre Lager als zuläffig an, entfprechend $c = 175$ für alle Umlaufzahlen, wobei fie Riemenzug fünffach, Zahndruck dreifach rechnen und Zufchläge für Stöße einfetzen. Da die Kugeln nach englifchem Zollmaß bemeffen werden, rechnet man am einfachften d in Achtelzoll und hat dabei für c den zehnten Teil der angegebenen Zahlen zu fetzen, weil ${}^1/_8$ Zoll im Quadrat gleich ${}^1/_{10}$ qcm ift. — Für Stahlwalzen von d cm Durchmeffer und l cm Länge gilt $P = 50\,d\,l$ (vgl. Laufräder).

Mit Bezug auf Fig. 12 ift, wenn i-Kugeln den Umfang gerade füllen, $d = D_0 \sin(180/i)$ und $D_0 = D + 2e + d$. Mit $e = 0{,}45\,d$ erhält man folgende Ueberficht und kann D unter Berichtigung von e nach oben oder unten abrunden, auch Zwifchenwerte einfchalten:

$i =$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	für c
$d/D_0 =$	0,309	0,259	0,222	0,195	0,174	0,156	0,142	0,130	0,120	0,112	0,104	$= 100$
$d/D =$	0,75	0,51	0,38	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16	0,14	0,13	ift
$D_0/D =$	2,44	1,97	1,73	1,59	1,49	1,42	1,37	1,33	1,30	1,27	1,25	$Q =$
$d = {}^1/_8'';\ D =$	4	6	8	10	12	14	16	18	20	23	25 mm	$2\,z$ kg
${}^1/_4'' =$ 6,35 mm;	8	12	16	20	24	29	33	37	41	45	49	$8z$
${}^3/_8'' =$ 9,5 „	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	74	$18z$
${}^1/_2'' =$ 12,7 „	17	25	33	41	49	57	65	73	82	90	99	$32z$
${}^5/_8'' =$ 15,9 „	21	31	41	51	61	72	82	92	103	112	123	$50z$
${}^3/_4'' =$ 19,1 „	25	37	50	62	74	86	98	110	123	134	148	$72z$
${}^7/_8'' =$ 22,2 „	30	44	58	72	85	100	114	128	144	156	172	$98z$
$1'' =$ 25,4 „	34	50	66	82	98	114	131	147	164	179	197	$128z$

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vgl. a. die Art. Kugelherſtellung, Kugelprüfung und Auflager der eiſernen Brücken.

Literatur: [1] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 466. — [2] Ebend. 1900, S. 337. — [3] Ebend. 1900, S. 471. — [4] Ebend. 1901, S. 73—118 u. 1421; 1902, S. 1341—1470, und Forſchungsarbeiten, Heft 7, Stribeck. — [5] Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1903, S. 21. — [6] Ebend. 1903, S. 425. — [7] Ebend. 1903, S. 1719. — [8] Ebend. 1906, S. 692. — [9] Ebend. 1907, S. 230. — [10] Ebend. 1908, S. 195. — [11] Ebend. 1908, S. 598. — [12] Ebend. 1908, S. 1185—1241, und Bauſchlicher, Die Kugellagerungen, Berlin 1908. — [13] American Machinist 1907, S. 333 ff. — [14] Bach, Maſchinenelemente, 10. Aufl., Stuttgart 1908, S. 713. — [15] Werkſtattstechnik 1908, S. 247 f. — [16] D.R.P. Nr. 121774 und 153241 (Honneger in Wetzikon bei Zürich). *Lindner.*

Rollenſchneidmaſchine, ſ. Papierfabrikation, Bd. 6, S. 820.

Rollentiſch (bei Walzwerken), ſ. Walzen.

Rollenzug, ſ. v. w. Flaſchenzug (ſ. d.).

Rollermaſchinen, ſ. Bobbinnet, Bd. 2, S. 98.

Rollfaß, Faß aus Holz oder Eiſen, das durch mechaniſchen Antrieb um eine feſtliegende Achſe gedreht wird.

Es dient 1. in Gießereien zum Putzen von kleineren Gußſtücken durch gegenſeitiges Abſcheuern (Scheuerfaß, -trommel, Putzfaß, -trommel); 2. zum Polieren (ſ. d.) kleinerer Gegenſtände, wie Ketten u. ſ. w. (Poliertrommel); 3. bei der Nagel (Drahtſtift-) herſtellung zum Entfernen der Grate und Bärte; 4. zum Miſchen verſchiedenartiger pulveriger Subſtanzen und zum Pulveriſieren von Farben, Kohle u. ſ. w. mit Hilfe von Kugeln (aus Eiſen, Bronze oder Stein), den Kugelmühlen entſprechend. *A. Widmaier.*

Rollfilms, ſ. Photographie.

Rollgang, bei Walzwerken, ſ. Walzen.

Rollgerüſt, ſ. Baugerüſt, Bd. 1, S. 577.

Rollinie (Roulette), die Kurve R, welche von einem mit der Kurve C feſt verbundenen Punkt P beſchrieben wird, während dieſe, ohne zu gleiten, auf einer feſten Kurve Γ rollt.

Es ſei $\eta = \varphi(\xi)$ die Gleichung der feſten Kurve Γ in carteſiſchen Koordinaten; $r = f(\vartheta)$ die Gleichung der beweglichen Kurve in Polarkoordinaten, bezogen auf den Punkt P als Pol; x, y ſeien die carteſiſchen Koordinaten eines Punktes der Rollkurve; ſo ergibt ſich die Differentialgleichung der letzteren durch Elimination von ξ, η, r und ϑ aus $\eta = \varphi(\xi)$; $r = f(\vartheta)$;

$$y - \eta = \frac{r}{\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}}; \quad \xi - x = \frac{-r\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}}; \quad \frac{dr}{d\vartheta} : r = \left(\frac{dy}{dx} - \frac{d\eta}{d\xi}\right) : \left(1 + \frac{dy}{dx}\frac{d\eta}{d\xi}\right).$$

Jede Kurve kann als Roulette aufgefaßt werden. Die bewegliche Kurve kann alsdann noch willkürlich angenommen werden; dann iſt die feſte Kurve beſtimmt oder auch umgekehrt. Die Normale der Roulette geht durch den Berührungspunkt der feſten und der beweglichen Kurve. Beiſpiele von Rouletten: Rollt eine logarithmiſche Spirale auf einer Geraden, ſo beſchreibt ihr aſymptotiſcher Punkt eine Gerade. Rollt eine Parabel auf einer Geraden, ſo beſchreibt ihr Brennpunkt eine Kettenlinie. Fernere Beiſpiele liefern die cykliſchen Kurven (ſ. d. und Trochoiden). Die Rouletten ſpielen in der Theorie der Zahnräder eine Rolle.

Literatur: [1] Aouſt, Analyse infinitésimale des courbes planes, Paris 1873, S. 200—231. — [2] Beſant, Notes on Roulettes and Glissettes, Cambridge 1870. — [3] Sauſſure, R. de, Sur la génération des courbes par roulement, Genève 1895. — [4] Cefàro, E., Lezioni di geometria intrinseca, Napoli 1896, Kap. 5. *Wölffing.*

Rollkalander, ſ. Mange und Kalander.

Rollkammer, Raum, in dem die Rolle oder Mange, die zum Glätten der Wäſche dient, aufgeſtellt iſt.

Rollkreis (Wälzungskreis), ſ. Cykloidenverzahnung.

Rollkupfer, -meſſing, -tombak, ſ. Blech, Bd. 2, S. 45.

Rollmaſchine (zur Blechrohrherſtellung), ſ. Biegemaſchine, Bd. 1, S. 783.

Rollmaß, ſ. Meßwerkzeuge, Bd. 6, S. 397.

Roll- oder Schiebebrücken, ſ. Brücken, bewegliche. — Ausführliche Literaturangaben in: Dietz, W., Bewegliche Brücken, Handbuch der Ingenieurwiſſenſchaften, Bd. 2, Brückenbau, 4. Abt., Leipzig 1907.

Rollofen, ſ. Oefen für techniſche Zwecke, Bd. 6, S. 737, Fig. 13 u. 14.

Rollquetſche, ſ. Mühlen, Zerkleinerungsmaſchinen.

Rollſchacht, ſ. Grubenförderung, Bd. 4, S. 640.

Rollſchemel (Rollböcke, Transporteure), Eiſenbahnwagen zum Transport normalſpuriger Wagen auf Schmalſpurbahnen; ſ. a. Eiſenbahnwagen, Bd. 3, S. 347.

Durch Verwendung der Rollſchemel wird das Umladen der Güter auf den Anſchlußbahnhöfen vermieden und die Umladekoſten werden geſpart. Die Beförderung auf Rollſchemeln

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

erfordert aber wegen der kleinen Räderdurchmeſſer (< 0,50 m), abgeſehen von dem zu befördernden Mehrgewicht, mehr Zugkraft. Gewöhnlich können nur zweiachſige Wagen mit Rollſchemeln befördert werden, für mehrachſige ſind beſonders konſtruierte Rollſchemel erforderlich. Bei den meiſten Verwaltungen ſind für die Beförderung auf Rollſchemeln noch beſondere Vorſchriften gegeben, z. B. Wagen, deren Ladung nicht gleichmäßig verteilt oder verſchiebbar oder ſperrig (Heu, Stroh) iſt, ſind ausgeſchloſſen. Die Zahl der Normalſpurwagen, die in demſelben Zug auf Rollſchemeln befördert werden dürfen, wird gewöhnlich auf zwei oder drei beſchränkt. Die Fahrgeſchwindigkeit iſt gering, gewöhnlich nur 15 oder 20 km, und bei Sturm dürfen beladene Rollſchemel wegen ihrer geringen Stabilität überhaupt nicht befördert werden. Zur Verladung von Normalſpurwagen auf Rollſchemel ſind die gegeneinander gerichteten Enden eines Schmalſpur- und eines Vollſpurgleiſes ſo ineinander zu legen, daß die Schienenoberkante des letzteren um die Höhe der Rollſchemel + Spurkranzhöhe + etwa 10 oder 15 mm höher als die des Schmalſpurgleiſes iſt. Beide Gleiſe ſind wagerecht, abgeſehen vom Ende des Normalſpurgleiſes, an dem die Schienen, etwa 3 m vom Ende entfernt, 20—30 mm nach unten abgekröpft ſind und dann leicht fallen. Die Rollſchemel werden auf dem Schmalſpurgleis ſo unter die auf dem wagerechten Teil des Normalſpurgleiſes ſtehenden Wagen geſchoben, daß unter jeder Achſe ein Rollſchemel ſteht. Die am Drehzapfen der Rollſchemelquerträger vorhandenen Mitnehmergabeln werden nun aufgerichtet, ſo daß ſie die Achſen des Wagens umfaſſen, und in die Zwiſchenräume zwiſchen Gabel und Achſe keilförmige Stücke eingeſetzt. Wird der Wagen nun gegen das Ende des Vollſpurgleiſes geſchoben, ſo gehen die Rollſchemel mit, und an der Stelle, wo die Schienen abgekröpft ſind, ſenken ſich die Räder, bis die Spurkränze auf den Querträgern der Rollſchemeln (oder die Achſen auf den Gabeln) aufſitzen, worauf die Räder ſich von den Schienen des Vollſpurgleiſes abheben. Vor Einſtellung in den Zug iſt der Wagen noch auf den Rollſchemeln zu befeſtigen, was entweder durch Feſtſchrauben der Radreifen auf den Querträgern oder der Achſen an den Gabeln geſchieht. Beim Abſtellen der Wagen von den Rollſchemeln iſt in umgekehrter Weiſe vorzugehen.

Literatur: Röll, Encyklopädie des Eiſenbahnw., Bd. 6, Rollböcke, Wien 1894; Organ für Fortſchritte des Eiſenbahnw., Erg.-Bd. 10, S. 74, und 13, S. 367; Handbuch der Ing.-Wiſſ., Bd. 5, 7. Abt., S. 140; Eiſenbahntechnik der Gegenwart, Bd. 1, 1. Abſchn., 2. Teil, S. 516. *H. Kübler.*

Rollſchicht, aus geſtellten Steinen (Rollſteinen) gebildete Schicht.

Rollſchütze, ſ. Waſſermotoren.

Rollſpule, ſ. Weberei.

Rollſteine oder geſtellte Steine ſind hochkantig ihrer Dicke nach parallel zur Längenrichtung der Mauer verlegte Steine.

Als Quader kommen ſie zur Abdeckung geböſchter Mauerflächen (ſ. Mauer, geböſchte) zur Verwendung, als Backſteine zur Abdeckung nicht überdachter Mauern (ſ. Abdeckſchicht) oder bei Geſimsbildungen. Die mit ihnen gebildeten Schichten heißen Rollſchichten. Im Mauerwerk ſollten aber Rollſteine, d. h. nicht auf ihr natürliches Lager gelegte natürliche Steine nicht verwendet werden, da ſie ſich leicht ſpalten und dadurch die Feſtigkeit des Mauerwerks beeinträchtigen. *L. v. Willmann.*

Romershauſenſche Preſſe, Vorrichtung zur Extraktion pflanzlicher Stoffe.

Sie beſteht aus einem offenen, teils mit der auszuziehenden Maſſe, teils mit Waſſer gefüllten Gefäße, einem zweiten darunter angeordneten und mit ihm luftdicht verbundenen (Evakuations-) Gefäße und einer Handluftpumpe zur Verdünnung der Luft im unteren Gefäße. Die äußere Luft übt einen Druck auf den Waſſerſpiegel im oberen Gefäße aus und treibt das Waſſer durch die Maſſe hindurch. Die Romershauſenſche Preſſe wurde früher an Stelle der Realſchen Preſſe (ſ. d.) verwendet. *A. Widmaier.*

Root-Keſſel, ſ. Dampfkeſſel, Bd. 2, S. 568.

Rootſches Gebläſe, ſ. Kapſelgebläſe.

Roſaartikel, ſ. Alizarin in der Färberei, Bd. 1, S. 136.

Roſalacke, ſ. Lackfarben.

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

Roſaſäure (Zinnſolution), ſ. Zinnchloride.

Roſe eines Kompaſſes, ſ. d.; in der Architektur, ſ. Fenſterroſe, Roſette.

Roſenholz, ſ. Nutzhölzer, Bd. 6, S. 697.

Roſenöl ſtammt zum großen Teil aus Bulgarien und wird aus den Blüten einer Form der Rosa centifolia („Roſe von Kaſanlik") durch Deſtillation mit Waſſer gewonnen. Die geringen Mengen Roſenöl, welche in Perſien, Indien und Südfrankreich gewonnen werden, kommen für den Weltmarkt nicht in Betracht. In Tunis, wo man aus der dort beſonders ſtark duftenden Rosa canina Roſenwaſſer und ſehr ſchönes Roſenöl gewann, hat man die Roſendeſtillation ganz eingeſtellt. Schimmel & Co. haben jetzt große Roſenpflanzungen in der Nähe von Miltitz bei Leipzig und gewinnen ein Roſenöl, das dem bulgariſchen im Geruch bei weitem überlegen iſt.

Der in Bulgarien gebräuchliche Deſtillierapparat iſt ſehr einfach. Auf einem aus Steinen gemauerten Herde, der mit Holz geheizt wird, ſteht eine kupferne Blaſe (Lambic) von 110 l

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Inhalt. Sie ist 1,1 m hoch, läuft nach oben konisch zu und ist mit Handhaben versehen, an denen sie vom Herde gehoben werden kann. Ihr Durchmesser beträgt in der Mitte 0,8 m, am Halse 0,25 m. Der Helm, der 0,3 m hoch ist und die Form eines Pilzes hat, paßt genau in den Hals der Blase. Die Fugen werden mit Lehm und Zeugstreifen verdichtet. Am Helm befindet sich ein rohrförmiger Fortsatz, der in einem Winkel von 45° gegen den Erdboden geneigt und mit dem eigentlichen Kühlrohr verbunden ist. Dieses ist ganz gerade, daumendick, 0,25 m lang und geht durch ein mit Wasser gefülltes Faß. Das Kühlwasser wird durch eine hölzerne Rinne zugeleitet. Von diesen Blasen sind gewöhnlich eine große Anzahl unter einem Schuppen zusammen aufgestellt. In jeden dieser Apparate füllt man 10 kg frisch gepflückte Rosen und 75 l Wasser und destilliert, bis zwei Flaschen Wasser von 5 l Inhalt übergegangen sind. Das in der Blase zurückgebliebene Wasser wird zur nächsten Destillation verwendet, ein Verfahren, das wegen der großen Menge der sich mit der Zeit ansammelnden Salze und Extraktivstoffe unrationell ist. Ist genügend destilliertes Rosenwasser vorhanden, so werden 40 l davon in eine Blase gefüllt, von denen die bei der nunmehrigen Destillation zuerst übergehenden 5 l aufgefangen werden. Dieses zweite Destillat ist eine anfangs weiße, trübe Flüssigkeit, die sich beim Abkühlen klärt, indem sich die öligen Bestandteile an der Oberfläche ansammeln. Zum Abheben des oben schwimmenden Oels bedienen sich die Bulgaren eines kleinen trichterförmigen Instruments aus Zinn, das einen langen Stiel und unten eine sehr feine Oeffnung hat, durch die wohl das Wasser, nicht aber das halb erstarrte Oel durchläuft. Auf diese Weise werden Oel und Wasser getrennt. Aus 3000 kg Blüten sollen in Bulgarien 1 kg Oel gewonnen werden, was sehr unwahrscheinlich ist; nach Schimmel & Co. gehören 5000—6000 kg Blüten zu 1 kg Oel. Das gewonnene Oel (bulgarisch Gülja g) kommt in etwa 3 kg Oel enthaltenden Flaschen aus verzinntem Kupferblech (Estagnons) verpackt als bulgarisches Rosenöl in den Handel. Die Bezeichnung „türkisch" ist nicht mehr richtig, da in der Türkei kein Rosenöl gewonnen wird. — Das bulgarische Oel ist hellgelb, manchmal mit einem Stich ins Grüne. Bei 21—25° C. von der Konsistenz des fetten Mandelöls hat es einen starken, betäubenden Geruch nach frischen Rosen und einen etwas scharfen, balsamischen Geschmack. Bei ca. 18—21° C. scheiden sich aus dem Oele spießige oder lamellenförmige, glänzende, irisierende Kristalle ab, die sich im oberen Teile des Oels ansammeln. Bei stärkerer Abkühlung erstarrt das Oel zu einer durchscheinenden, weichen Masse, die schon durch die Wärme der Hand wieder verflüchtigt werden kann. Das spez. Gew. beträgt 0,855—0,870 bei 20° C., der Drehungswinkel = —4°, die Verseifungszahl 10—17, der Stearoptengehalt 10—15%. Wegen seines Gehaltes an schwerlöslichen Paraffinen gibt Rosenöl selbst mit sehr großen Mengen 90prozentigen Alkohols nur trübe Mischungen, aus denen sich das Stearopten allmählich ausscheidet. Der flüssige Anteil, das Elaeopten, löst sich in 70prozentigem Alkohol klar auf. Rosenöl reagiert schwach sauer, die Säurezahl beträgt 0,5—3. — Das Rosenöl von Schimmel & Co. ist wegen seines größeren Reichtums an Stearopten bei gewöhnlicher Temperatur eine grünliche, von Kristallen durchsetzte weiche Masse. Der Geruch ist viel stärker als beim bulgarischen Oel, das spez. Gew. 0,845—0,855 bei 30° C., der Drehungswinkel = +1° bis —1°, der Stearoptengehalt 26—34%. — Der Hauptbestandteil des Rosenöls ist Geraniol $C_{10}H_{18}O$, auch enthält es Citronellol $C_{10}H_{20}O$. Das Stearopten besteht aus Kohlenwasserstoffen der Paraffinreihe C_nH_{2n}. Da weder Geraniol noch Citronellol noch deren Ester allein oder zusammen den charakteristischen honigartigen Geruch des Rosenöls besitzen, so muß man annehmen, daß noch andre bis jetzt nicht ermittelte Körper im Verein mit den bekannten das Rosenaroma hervorbringen. — Rosenöl wird sehr viel und sehr stark verfälscht; es sollen sogar Oele vorkommen, die keine 10% echtes Rosenöl enthalten. Das Hauptverfälschungsmittel ist Palmarosaöl, das von den Bulgaren durch Behandeln mit Zitronensaft und Bleichen an der Sonne besonders dazu präpariert wird, eine Verfälschung, die, wenn sie sich in gewissen Grenzen hält, zu erkennen alle Untersuchungsmethoden versagen. Man beurteilt im übrigen die Echtheit des Rosenöls gewöhnlich nach seinem Geruch, seiner Gefrierfähigkeit und der Art seiner Kristallisation. Die Beurteilung nach dem Geruch ist die zuverlässigste, erfordert aber viel Uebung und vor allem zuverlässig reine Standardmuster zur Vergleichung. Die Gefrierfähigkeit des Rosenöls unter gewissen Temperaturen ist auch ein Erfordernis des echten Rosenöls; doch ist diese Eigenschaft sehr schwankend, so daß sich eine feste Norm, bei welcher Temperatur reines Rosenöl erstarren soll, nicht aufstellen läßt. Die Güte des Rosenöls steigt keineswegs mit seiner größeren Gefrierfähigkeit, da nur der flüssige, sauerstoffhaltige Teil des Rosenöls Geruch hat. Zur Feststellung grober Verfälschungen sind das spezifische Gewicht, das Drehungsvermögen, der Erstarrungspunkt, der Stearoptengehalt, die Verseifungszahl und eventuell auch der Gehalt an alkoholischen Bestandteilen zu bestimmen.

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

Rosenstahl, ein Name für Herdfrischrohstahl, der in Form von Quadratstäben abgeschreckt zahlreiche feine Querrisse erhält. Beim Zerschlagen bricht er in diesen Rissen und zeigt auf den Bruchflächen je einen runden, schwach angelaufenen Flecken (Rose), der fast den ganzen Querschnitt einnimmt. *Beckert.*



Fig. 2.

Rosenstiehls Grün, s. Mangangrün.

Roses Metall, s. Wismutlegierungen.

Rosette, s. v. w. Röschen, ein Ornament, das aus einer aufgeblühten Rose besteht; sehr häufig findet es sich auf mittelalterlichen Schlußsteinen der Gewölbe (Fig. 1), später in Mitte der flachen



Fig. 1. Schlußstein in der Zisterzienserabtei Maulbronn.

Decken (Deckenrofetten, Fig. 2; vgl. Bd. 2, S. 681, Fig. 19, Kaffettendecke). S. a. Blume und Edelfteinfchleiferei.

Rofetten, im Maſchinenbau, ſowohl die runden Ankerplatten (ſ. d.) als auch ſternförmig ausgebildete Naben, an welche die Arme beſonders angeſchraubt werden ſollen, wie ſie bei Waſſer- und Schwungrädern vorkommen. *Lindner.*

Roſierſalz (Zinnſolution), ſ. Zinnchloride.

Roſindulin, ſ. Farbſtoffe, künſtliche organiſche, Bd. 3, S. 629.

Rosmarinöl, ätheriſches Oel des Rosmarins (Rosmarinus officinalis), in den ſüdlichen Ländern Europas, namentlich im ſüdlichen Frankreich, in Dalmatien und Norditalien durch Deſtillation der Sträucher gewonnen.

Das beſſere und teurere — das franzöſiſche — Rosmarinöl iſt (friſch) dünnflüſſig, farblos oder gelblich, von durchdringendem, kampferartigem Geruch und bitterem, kühlendem Geſchmack; ſpez. Gew. 0,9—0,915. Beim Aufbewahren färbt es ſich dunkler und wird dickflüſſiger. Die billigeren Oele ſind meiſt mit Terpentinöl verſchnitten. Rosmarinöl findet Verwendung in der Parfümeriefabrikation — es iſt ein Beſtandteil des Kölniſchen Waſſers —, zur Herſtellung feiner Firniſſe, da es ein gutes Löſungsmittel für Harze iſt, und zum Denaturieren von Spiritus und Baumöl. *Deite.*

Roſolſäure $C_{20}H_{16}O_3$ entſteht durch Einwirkung ſalpetriger Säure auf Roſanilin (Diazotierung) und Kochen des ſo gebildeten Reaktionsgemenges mit Waſſer; ferner wird ſie durch Erhitzen von kreſolhaltigem Phenol mit Oxalſäure und Schwefelſäure gebildet.

Aus verdünntem Alkohol kriſtalliſiert ſie in metalliſch glänzenden grünlichen Blättchen. Korallin (künſtliche Roſolſäure) iſt ein Gemenge verſchiedener Roſolſäuren; es enthält unter anderm neben Roſolſäure Pſeudoroſolſäure und Pararoſolſäure. Letztere (Aurin) iſt der Roſolſäure ſehr ähnlich, ſie hat die Formel $C_{19}H_{14}O_3$ und wird durch Diazotierung von Pararoſanilin dargeſtellt. Aus der Pararoſolſäure wird durch Erhitzen mit Ammoniak Pararoſanilin wieder regeneriert. Als Zwiſchenprodukt entſteht das rote Korallin (Paeonin). — Die Roſolſäure und die Pararoſolſäure bilden die färbenden Beſtandteile der als Korallin, Jerichorot, Phenylrot und Aurin bezeichneten Farbſtoffe. Die Roſolſäure dient zu Färbereizwecken und in der Maßanalyſe als alkoholiſche Löſung von 1 : 100 als Indikator. *Bujard.*

Roßhaar, ſ. Polſtermaterialien.

Roßwerk, ſ. Göpel.

Roſt (Eiſenroſt), ſ. Eiſenhydroxyd und Schutzmittel gegen Roſt; Edelroſt, ſ. v. w. Patina (ſ. d.). — Roſt (Feuerroſt), ſ. Feuerungsanlagen, Dampfkeſſel, Schiffskeſſel. — Roſt, im Bauweſen, ſ. Roſt, liegender. — Roſt, in der bergmänniſchen Aufbereitung, ſ. Siebvorrichtungen.

Roſt, liegender, wird als Fundament eines Bauwerkes dann angewendet, wenn letzteres infolge ſtark preßbaren Baugrunds, infolge ungleichmäßiger Beſchaffenheit des letzteren oder infolge ungleich verteilter Laſten nachteilige Veränderungen erfahren könnte. Solche Roſte heißen auch geſtreckte, fliegende oder ſchwimmende Roſte. Ihre Konſtruktion iſt verſchieden.

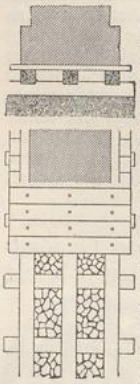


Fig. 1.

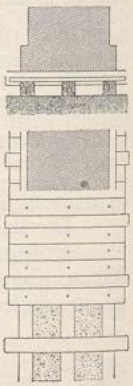


Fig. 2.

1. Bohlenroſte. Der einfachſte Roſt beſteht aus einer einzigen Lage von dicht und flach nebeneinander gelegten, 7 bis 10 cm ſtarken Bohlen; die Wirkſamkeit iſt nur gering, ſo daß nur untergeordnete, den Baugrund wenig belaſtende Bauwerke darauf geſetzt werden können. Tragfähiger wird der Bohlenroſt, wenn er aus zwei ſich kreuzenden Lagen ſolcher Bohlen beſteht; doch kann auch der doppelte Bohlenroſt bloß mit 1,0 kg, höchſtens 1,5 kg für 1 qcm belaſtet werden.

2. Der Roſt wird noch tragfähiger, wenn man ſtatt der Bohlen ſtärkere Hölzer, ſogenannte Halbhölzer von 12—15 cm Dicke, anwendet; dieſe werden wohl auch durch Dübel miteinander verbunden; zuläſſige Belaſtung bis 2 kg für 1 qcm. In Nordamerika wird, um noch ſtärker laſtende Bauwerke auf liegende Roſte ſetzen zu können, eine noch größere Zahl von Balkenlagen übereinander geſetzt; dadurch entſteht der ſogenannte amerikaniſche Roſt, der viel Holz erfordert, daher für unſre Verhältniſſe zu teuer iſt.

3. Schwellroſte. Dieſe beſtehen aus Lang- und Querſchwellen, die in entſprechendem Abſtand voneinander in zwei ſich kreuzenden Lagen angeordnet und mit einem Bohlenbelag überdeckt ſind; die viereckigen Fache, die durch die beiden Schwellenlagen entſtehen, werden bis zur Höhe des Bohlenbelags mit der ſogenannten Bettung ausgefüllt; auf den Bohlenbelag kommt das Mauerwerk zu ſtehen (Fig. 1 und 2). Meiſt werden die Langſchwellen über die Querſchwellen gelegt (Fig. 1); doch iſt es ziemlich gleichgültig, welche der Schwellenlagen oben oder unten angeordnet wird, ſolange das Bauwerk im weſentlichen nur lotrechte Drücke ausübt; kommen indes auch ſeitliche Schübe vor, ſo lege man die Langſchwellen nach unten (Fig. 2). Unter allen Verhältniſſen bringe man

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

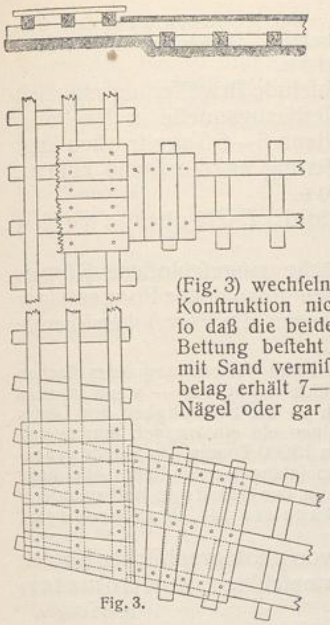


Fig. 3.

den Bohlenbelag auf den Langſchwellen an. Seine Oberkante muß mindeſtens 30—50 cm unter dem niedrigſten Waſſerſpiegel gelegen ſein. Liegen die Querſchwellen, auch Traverſinen oder Zangen genannt, über den Langſchwellen, die auch Grundſchwellen oder Longrinen heißen, ſo werden erſtere auf letztere aufgekämmt; bei umgekehrter Anordnung werden die Langſchwellen 5—7 cm tief in die Querſchwellen eingelaſſen. Bisweilen bleibt die eine Schwellenlage fort; die verbleibenden Schwellen heißen wohl auch Sandhölzer oder Sandſtraken. Abſtand der Langſchwellen 0,75—1,00 m, der Querſchwellen 1,25—1,50 m; beide erhalten in der Regel quadratiſchen Querſchnitt von 25—33 cm Seitenlänge bei den Langſchwellen und 22—30 cm bei den Querſchwellen. An Mauerecken (Fig. 3) wechſeln Lang- und Querſchwellen ihre Rolle; ſie dürfen, um die Konſtruktion nicht zu ſchwächen, nicht voll miteinander überſchnitten werden, ſo daß die beiden Bohlenbeläge in ungleiche Höhe zu liegen kommen. Die Bettung beſteht aus Kies, feſtgeſtampftem Bauſchutt, Lehm und Ton, Lehm mit Sand vermiſcht, Bruchſteinmauerwerk, Sand, Beton u. ſ. w. Der Bohlenbelag erhält 7—10 cm Dicke; er wird auf den Langſchwellen mittels hölzerner Nägel oder gar nicht befeſtigt. Bei Gründungen im Waſſer iſt der Schwellroſt mit einer Spundwand oder Steinſchüttung zu umſchließen. Tragfähigkeit des Schwellroſtes 2,5—3,0 kg für 1 qcm Schwellroſte haben vor Betonfundamenten den Vorteil, daß ſie eine Längsverankerung im Fundament hervorbringen, was bei ſtark nachgiebigem, beſonders aber bei ungleichartigem Boden von Wert ſein kann; ſonſt werden ſie gegenwärtig nur ſelten angewendet, namentlich nicht im Trockenen.

4. Betoneiſenroſte (ſ. d.). *Schmitt-Darmſtadt.*

Roſtbrüchigkeit, ſ. Förderſeile; vgl. Drahtprüfungen.

Roſtpapier, ſ. Papierſorten, S. 12.

Roſtpfähle bilden die weſentlichſten Konſtruktionsteile eines Pfahlroſtfundaments und haben wie Säulen oder andre Freiſtützen den betreffenden Baukörper zu tragen; ſ. Pfahlroſt. *Schmitt-Darmſtadt.*

Roſtſchutzmittel, ſ. Schutzmittel.

Rotafrotteur, ſ. v. w. Nitſchelmaſchine, Würgelwerk, ſ. Streichgarnſpinnerei.

Rotang (Rottang), ſ. Stöcke.

Rotation, Rotationsachſe und Rotationspaar. Unter Rotation verſteht man jene Bewegung eines ſtarren Körpers, bei der zwei und damit alle Punkte einer Geraden ruhen. Die ruhende Gerade heißt die Rotationsachſe. Alle Punkte des Körpers beſchreiben während der Rotation Kreisbogen, deren Ebenen ſenkrecht auf der Achſe ſtehen. Die Schnittpunkte dieſer Ebene mit der Achſe ſind die Mittelpunkte derſelben; ihre Längen ſind den Abſtänden der Punkte von der Achſe proportional.

Der Winkel der beiden gelegten Ebenen durch die Achſe und durch die Anfangs- und Endpunkte der kreisförmigen Bahnen der Punkte heißt die Amplitude der Rotation, der Sinn, in dem die Amplitude beſchrieben wird, der Sinn der Rotation. Die Geſchwindigkeiten der Punkte des Körpers ſind ſenkrecht zu der Ebene, die durch ſie und die Achſe gehen, und proportional dem Abſtande von der Achſe. Die Geſchwindigkeiten aller Punkte desſelben Abſtandes von der Achſe ſind einander an Größe gleich, aber von entgegengeſetztem Sinn, wenn ſie auf entgegengeſetzten Seiten der Achſe liegen. Die Geſchwindigkeit der Punkte im Abſtand gleich der Einheit von der Achſe heißt die Winkelgeſchwindigkeit der Rotation oder die Rotationsgeſchwindigkeit. Man trägt ſie als Länge auf der Achſe auf und verſieht dieſe mit einer Pfeilſpitze, nach derjenigen Seite gerichtet, von der aus der Sinn der Rotation mit dem Sinne der Uhrzeigerbewegung harmoniert. Iſt $d\vartheta$ die im Zeitelement dt erfolgte unendlich kleine Amplitude der Rotation (der im Abſtande gleich der Einheit beſchriebene unendlich kleine Kreisbogen), ſo iſt die Winkelgeſchwindigkeit $\omega = d\vartheta : dt$.

Die Aequivalenz der Rotationen iſt im Art. Aequivalenz der Bewegungen entwickelt. Insbeſondere iſt dort auch gezeigt, daß die Verbindung zweier unendlich kleiner Rotationen um parallele Achſen von entgegengeſetztem Sinn einer unendlich kleinen Translation äquivalent iſt, ſenkrecht zu der Ebene der beiden Achſen und auch der Seite dieſer Ebene gerichtet, von wo aus die Stellung der Pfeilſpitzen der auf den Achſen aufgetragenen Winkelgeſchwindigkeiten (oder auch der unendlich kleinen ihnen entſprechenden Amplituden) mit der Uhrzeigerbewegung harmoniert. Zwei unendlich kleine Rotationen gleicher Amplitude aber entgegengeſetzten Sinnes oder zwei Winkelgeſchwindigkeiten entgegengeſetzten Sinnes aber gleicher Größe um zwei parallele Achſen heißen ein Rotationspaar oder ein Paar von Winkelgeſchwindigkeiten. Sie ſind gleich einer Translation $a \cdot d\vartheta$, wenn a der Abſtand der Achſen und $d\vartheta$ die Amplitude

ist bezw. einer Translationsgeschwindigkeit $a \cdot d\vartheta : dt = a\omega$. Vgl. Aequivalenz der Bewegungen und Reduktion der Winkelgeschwindigkeiten. *(† Schell) Finsterwalder.*

Rotation, spezifische, s. Molekularrotation.

Rotation, im Meliorationswesen, die abwechselnde Bewässerung räumlich voneinander getrennter Flächen mittels gleicher Wasserbezugsquelle in der Weise, daß eine derselben 1 oder 2 Tage bewässert wird, dann 5—6 Tage trocken liegt und so eine Fläche nach der andern für die Bewässerung an die Reihe kommt.

Rotationsdispersion, s. Zirkularpolarisation.

Rotationsellipsoid, -hyperboloid, -paraboloid, s. Flächen zweiten Grades, Bd. 4, S. 67.

Rotationskörper, der von einer Drehungsfläche eingeschlossene Körper.

Rotationsmaschinen, Druckpressen, bei welchen sowohl der Formenträger als der den Abdruck (durch Anpressen des Papiers gegen die Form) bewirkende Maschinenteil kontinuierlich rotierende Zylinder sind.

Dadurch ist gegenüber den Schnellpressen, bei welchen die Verwendung eines flachen Formenträgers mit flacher Form einen Hubwechsel unvermeidlich macht, der — wenn in allzu kurzen Intervallen wiederholt, für die Maschine sehr schädlich — der Schnelligkeit des Laufes solcher Maschinen enge Grenzen zieht, bei den Rotationsmaschinen ein einförmiger, sehr rascher Gang und infolgedessen eine enorm gesteigerte Leistung (bis zu 13000 Touren pro Stunde gegenüber etwa 2200 Touren Maximalleistung bei Zylinderflachformmaschinen) ermöglicht. Allerdings können für Rotationsmaschinen nur runde Formen (gewöhnlich in der Gestalt von Halbzylindern) verwendet werden. Ueber die einzelnen Konstruktionen s. Buchdruck-, Kupferdruck-, Lichtdruck- und Steindruckmaschinen. *A. W. Unger.*

Rotationsphotographie, die Massenherstellung von photographischen Kopien auf „endlosem" Rollenpapier mittels Schnellkopiermaschinen; s. Kilometerphotographie. *A. W. Unger.*

Rotationspolarisation, s. Zirkularpolarisation.

Rotbeize, s. Aluminiumverbindungen, Bd. 1, S. 165.

Rotblauartikel, im Zeugdruck, die Bezeichnung für ein Druckgenre, das rote Muster auf einem blauen Boden zeigt. Je nach der beanspruchten größeren oder geringeren Echtheit kann der Artikel auf baumwollenem Gewebe in mannigfaltiger Art hergestellt werden. Im folgenden sei dies an einigen Beispielen erläutert.

1. Boden: Indigo; Muster: Alizarinrot.

a) Verfahren von Basile [1]. Das uniblaugefärbte Gewebe wird mit Kaliumbichromat geklotzt, sodann mit einer verdickten Mischung von essigsaurer Tonerde, Salpeter- und Oxalsäure bedruckt. Hierauf wird es zur Befestigung der Tonerde durch Ammoniak oder durch ein Kuhmist- und Kreidebad genommen, gewaschen und im Alizarinbade gefärbt, um schließlich den zur Belebung des Rot dienenden Avivierungsoperationen zu unterliegen. Nach der Methode von Brandt [2] wird das indigoblaugefärbte Gewebe mit einer Aetze bedruckt, bestehend aus einer verdickten Mischung von chlorsaurer Tonerde, Bromnatrium, Jodkalium und Schwefelkupfer, alsdann gedämpft und mit Alizarin gefärbt. Nach Storck und Pfeiffer [3] zerstört Aluminiumbromat, auf Indigo gedruckt, letzteren vollständig beim Dämpfen unter gleichzeitiger Fixierung von Tonerde, ohne das Gewebe anzugreifen.

b) Glukofeverfahren von Schlieper und Baum [4]. Das Gewebe wird mit Natriumaluminat geklotzt, auf dem Dampfzylinder getrocknet und in der Oxydationskammer verhängt. Hierauf wird es nacheinander durch kaltes Wasser und durch ein lauwarmes Kreidebad gezogen, um nach auf diese Weise erfolgter Befestigung des Calciumaluminates im Alizarinbade ausgefärbt zu werden. Das Gewebe ist nun unirot gefärbt. Es wird weiterhin in Traubenzuckerlösung geklotzt und gut getrocknet. Jetzt wird die Indigodruckfarbe aufgedruckt, bestehend in einer verdickten Mischung von fein gemahlenem Indigoteig mit möglichst konzentrierter Natronlauge. Nach dem Druck, der unter schwacher Pression stattzufinden hat, damit die Farbe möglichst auf der Oberfläche des Gewebes bleibt, so daß sich auf dem Stoff gewissermaßen zwei Schichten befinden, die eine aus Traubenzucker, die andre aus Indigodruckfarbe bestehend, wird das Gewebe in einer Hotflue in heißer Luft getrocknet, um die Bildung von Natriumkarbonat tunlichst zu verhindern, und nun in einem kleinen kontinuierlichen Dampfkasten in luftfreiem Dampf während einiger Sekunden gedämpft, was die Bildung und das Eindringen von Indigweißnatrium in das Gewebe und die Zersetzung des Alizarinlackes zur Folge hat. Wird nun das Gewebe, am besten im Rollenständer, in Wasser gewaschen, dann durch verdünnte Schwefelsäure und wieder durch Wasser genommen, so wird an den vorher mit der Indigofarbe bedruckten Stellen der Alizarinlack zerstört, das Alizarin entfernt und an seiner Stelle der Indigo befestigt sein.

2. Boden: Indigo; Muster: Paranitranilinrot (Azophorrot *PM*) [5].

Verfahren der Höchster Farbwerke. Dasselbe beruht auf der Oxydierbarkeit des Indigblau zu Isatin durch Chromsäure und auf der relativen Beständigkeit des Paranitrodiazobenzols gegenüber dieser Säure. Nach einem W. Elbers 1890 patentierten Verfahren ist nur die Diazoverbindung des Amidoazobenzols genügend chromsäurebeständig, um der Chromat-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

ätze hinzugefügt werden zu können. Es hat sich indessen gezeigt, daß sich das Paranitrodiazobenzol besonders in feiner haltbaren Form als Azophorrot vorteilhaft als Chromatätzfarbe verwenden läßt. Das mit Naphtholnatrium imprägnierte, indigoblaugefärbte und getrocknete Gewebe wird mit der Aetzrotdruckfarbe, bestehend aus einer mit Tragantschleim verdickten Mischung von Natriumbichromat und Azophorrotlösung, bedruckt, getrocknet, durch das 60° C. warme Aetzbad (Schwefel- und Oxalsäure) passiert und gewaschen.

3. Boden: Dianisidinblau; Muster: Paranitranilinrot.

a) Aetzreserveverfahren der Höchster Farbwerke [5]. Das an den mit der Dianisidinblaudruckfarbe bedruckten Stellen überschüssig vorhandene Betanaphthol wird durch Oxydation mittels Ammonium- oder Kaliumpersulfat in eine nicht mehr kupplungsfähige Verbindung übergeführt, so daß sich bei nachfolgender Passierung durch das Paranitrodiazobenzolbad an diesen Stellen kein Rot entwickeln kann. Die zu bedruckende Ware wird naphtholiert, mit der Dianisidinblaudruckfarbe (diazotiertes salzsaures Benzidin, essigsaure Weizenmehltragantverdickung, Kupferchlorid und Kaliumpersulfat) bedruckt und nach dem Trocknen möglichst bald am Foulard im Rotentwicklungsbade gefärbt. Beim Austritt aus den Quetschwalzen wird das Gewebe breit gewaschen, darauf bei 60° C. mit Seife und oxalsauerm Ammon breit und dann nach Bedarf im Strang auf gleiche Weise geseift. Hierbei verhindert der Zusatz von oxalsauerm Ammon zum Seifenbade die schädliche bräunende Wirkung des Kupfers der Dianisidinblaudruckfarbe auf das Paranitranilinrot.

b) Reserveverfahren von Tschudi & Co., übertragen an die Elberfelder Farbenfabriken [6]. Dasselbe beruht auf der reservierenden Wirkung des diazotierten Dianisidins durch Aluminiumsulfat. Man druckt auf das mit Naphthol präparierte Gewebe eine Mischung von diazotiertem Paranitranilin und Aluminiumsulfat, trocknet und passiert durch eine diazotierte gekupferte Dianisidinlösung. Letztere wird durch das Aluminiumsulfat reserviert, und es gelangt daher das Blau nur an den nicht bedruckten Stellen zur Entwicklung.

4. Boden: Diaminfarben; Muster: Paranitranilinrot.

Verfahren von L. Caffella & Co. Das mit einer blauen Diaminfarbe (z. B. Diaminreinblau oder Diaminogenblau) vorgefärbte Gewebe wird mit β-Naphthollösung, der chlorsaures Natron zugesetzt wird, auf dem Foulard präpariert. Hierauf wird es scharf getrocknet und mit verdickter, mit rotem Blutlaugensalz versetzter Paranitrodiazobenzollösung bedruckt. Nach dem Drucken wird die Ware einige Minuten gedämpft bezw. durch den Mather-Platt passiert, gewaschen und geseift.

5. Boden: Preußischblau (Berlinerblau); Muster: Paranitroanilinrot.

Verfahren von Marius Richard [7]. Auf eine Präparation von β-Naphthol, Natronlauge und Rizinseife wird eine Reserve aus Ferrocyanzinnpaste, gelbem und rotem Blutlaugensalz, Oxalsäure, Weinsäure, Salmiak und Verdickung gedruckt. Hierauf färbt man durch eine ganz kurze Passage durch ein mit Tragant verdicktes Entwicklungsbad mit Paranitrodiazobenzol, lüftet, chromt sofort, seift, wäscht, säuert mit Salzsäure, spült und trocknet.

Literatur: [1] Persoz, Impression des tissus, Paris 1846, Bd. 4, S. 374. — [2] Lehnes Färberzeitung 1891/92, S. 191. — [3] Ebend., S. 296. — [4] Bulletin de Mulhouse, Bd. 53, S. 585, 600; Dinglers Polyt. Journ., Bd. 250, S. 373. — [5] Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M., Die auf der Faser erzeugten unlöslichen Azofarben, 1898; D.R.P. Nr. 83964. — [6] D.R.P. Nr. 84701. — [7] Lehnes Färberztg. 1902, S. 96.

R. Möhlau.

Rotbleierz (Krokoit), Mineral, chromsaures Blei, $PbCrO_4$ (69,04% PbO, 30,96% CrO), kristallisiert monoklin säulenförmig, derb.

Gelbrot mit gelbem Strich; durchscheinend, diamant- bis glasglänzend; mild. Härte $2\frac{1}{2}$ bis 3; spez. Gew. 5,9—6. Beim starken Erhitzen unter Abscheidung von Blei und unter Platzen sich zersetzend. Löslich in Kalilauge und Salpetersäure. Wird wie das künstliche chromsaure Blei als Malerfarbe und zur Darstellung von chromsauerm Kali benutzt. *Leppla.*

Rotbruch, Brüchigwerden der Metalle bei der Bearbeitung in Rotglut.

Beim schmiedbaren Eisen ist es besonders der Schwefel, der Rotbruch hervorruft. Schweißeisen mit weniger als 0,05% und Flußeisen mit weniger als 0,1% Schwefel sind schon deutlich rotbrüchig. Durch einen Mangangehalt wird der schädliche Einfluß des Schwefels herabgedrückt. Auch Sauerstoff im Flußeisen (als Eisenoxydul gelöst), Kupfer, Arsen, Zinn u. a. erzeugen, wenn auch in geringerem Maße, Rotbruch. *A. Widmaier.*

Rote Eisenerde, s. Eisenrot.

Roteisenerz (Roteisenstein), Mineral, Eisenoxyd, Fe_2O_3 (70,0% Fe), kristallisiert hexagonal rhomboedrisch, ferner faserig, strahlig, derb, erdig. Dunkelgrau bis schwarz und dann metallglänzend oder blutrot und glanzlos; Strich stets rot. Undurchsichtig; wenig magnetisch; spröde. Härte $5\frac{1}{2}$—6; spez. Gew. 4,5—5,3. Schwer schmelzbar, nach dem Erhitzen stark magnetisch; löslich in Salzsäure.

Man unterscheidet: 1. Eisenglanz, Hämatit, kristallisiert, metallglänzend, blätterig oder schuppig, wenn sehr dünn und durchscheinend, dann Eisenglimmer. 2. Eisenrahm, Eisenmulm, erdig, stark abfärbend. 3. Roter Glaskopf, faserig, metallglänzend, dunkelgrau, s. Blutstein. 4. Martit, ein aus Magneteisen in dessen äußerer Form erhalten gebliebenes Roteisenerz. 5. Magnoferrit, ein aus Magnesia und Eisenoxyd bestehendes, mit Eisenglanz verwachsenes Mineral. — Roteisenerz ist sehr verbreitet in Gängen und Lagern und gilt als höchst wichtiges Eisenerz zur Verhüttung, wird außerdem als Farbe (Kolkothar, Caput mortuum) und zum Polieren benutzt; die faserige Art dient als Schmuckstein (Blutstein). *Leppla.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rotgerberei, s. v. w. Lohgerberei; s. Leder, Bd. 6, S. 94.

Rotgiltigerz, helles, s. Arfenfilberblende; dunkles, s. Antimonfilberblende.

Rotguß, s. Meffing, Bd. 6, S. 371.

Rotholz, s. Farbftoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636.

Rotholzlacke, aus Rotholzabkochungen (Fernambuk- oder Brafilienholz, Sapan- oder Sapenholz, Bafilitholz), Alaun, Zinnoxydul, Stärke, Kreide hergeftellte Farblacke, die entweder für fich allein oder in Verbindung mit Teerfarbftofflacken unter den verfchiedenften Benennungen (Karmoifinlacke, Wienerlack, Wienerrot, Berlinerrot, Neurot, Kugellack, unechte Kochenillerote, Purpurlacke, Rofalacke, Violettlacke u. f. w.) in den Handel kommen.

Zur Darftellung der Lacke wird der Farbftoff aus den gemahlenen oder gerafpelten Hölzern mit Waffer oder Waffердampf extrahiert und der Rückftand fo lange behandelt, als das Waffer noch gefärbt erfcheint; dann filtriert man ab und läßt die Abkochung zunächft einige Zeit ftehen. Wollte man aus den frifch bereiteten Abkochungen Lacke herftellen, fo würden diefelben ftets fchmutzig und ins Violette gehend ausfallen; dagegen hat man mit den geftandenen verfchimmelten Abkochungen fehr feurige Lacke erzielt. Nachdem die Abkochungen lange genug geftanden haben, bindet man den in der Brühe enthaltenen Farbftoff an weiße Körper, vorzüglich Alaunerde und Zinnoxydul, mit Rückficht auf den Preis auch an Stärke, Gips u. dergl. *Andés.*

Rotkohle, bei niedriger Temperatur erzeugte Holzkohle von rotbrauner Farbe, wie fie zur Herftellung des braunen (Schokolade-)Pulvers benutzt wird.

Rotkreide, s. v. w. Eifenrot (f. d.).

Rotkupfererz (Cuprit), Mineral, Kupferoxyd, Cu_2O (88,8 % *Cu*), kriftallifiert regulär; auch derb, haarförmig und filzig (Chalkotrichit). Grau oder kirfchrot; durchfcheinend, halb metallglänzend, fpröde. Härte $3^1/_2$—4; fpez. Gew. 5,7—6,1. Schmilzt unter Schwarzwerden und gibt Kupfer; löslich in Salz- und Salpeterfäure und Ammoniak. Wird zur Kupfergewinnung benutzt. *Leppla.*

Rotlauge, s. Natriumoxydhydrat.

Rotliegendes (Rotes Totliegendes, Perm, Permifche Formation, Dyas zum Teil), die oberfte oder jüngfte der paläozoifchen Schichtengruppen, über der Steinkohlenformation und entweder unter der Zechftein- oder unter der Buntfandfteinformation lagernd.

Wie diefe beiden befteht die Formation aus Ablagerungen der Küfte, des feichten Meeres, der Binnenfeen und der Flußanfchwemmungen, alfo aus Konglomeraten, Sandfteinen und Schiefertonen. Untergeordnet find Kalkfteine und Kohlenflöze, diefe aber in geringer und felten abbaufähiger Mächtigkeit. Von den Lebewefen find blütenlofe Landpflanzen (Kryptogamen), Farne u. f. w., ferner Saurier, Fifche mit ungleicher Schwanzfloffe u. f. w. fehr charakteriftifch. Bedeutende Veränderungen in der Verteilung von Waffer und Land find in der Rotliegendzeit vor fich gegangen, wie die Schaffung fteiler Küften und die ausgedehnten Ausbrüche von teils gangartigen, teils lavaförmigen Eruptivgefteinen beweifen (Quarzporphyre, Porphyrite, Melaphyre u. f. w.). Verbreitung am Rand von Urgebirge oder alten Faltungsgebirgen und aus deren Material fich aufbauend, z. B. Schlefien, Böhmen, Sachfen, Harz, Thüringer Wald, Saar-Nahe-Gebiet, Zentralfrankreich, öftliches Rußland u. f. w. Die Lagerung ift meift eine flache, immerhin zeigt fich beginnende Faltung, Mulden- und Sattelbau. Technifch wichtig find außer den fchwachen Kohlenflözen Toneifenfteine, Queckfilbererze, ferner einzelne Sandfteine als Baumaterial, die Eruptivgefteine zur Straßenunterhaltung.

Literatur: Neumayr, Erdgefchichte, 2. Aufl., Leipzig 1895; v. Gümbel, Grundzüge der Geologie, Caffel 1886; Credner, Elemente der Geologie, 9. Aufl., Leipzig 1902; Kayfer, E., Geologifche Formationskunde, 3. Aufl., Stuttgart 1908. *Leppla.*

Rotmanganerz, s. v. w. Manganfpat (f. d.).

Rotmetall, s. v. w. Rotmeffing; s. Meffing.

Rotnickelkies (Rotnickel, Nickelin), Mineral, Arfennickel, *Ni As* (43,6 % *Ni*), kriftallifiert felten, meift derb. Undurchfichtig, metallglänzend, kupferrot, fchwarz anlaufend, Strich fchwarz, Bruch mufchelig, fpröd. Härte $5^1/_2$; fpez. Gew. 7,4—7,8. Schmilzt unter Arfendampfentwicklung zu weißer Kugel; löslich mit grüner Farbe in Salpeterfalzfäure. Auf Gängen im Urgebirge. Wichtigftes Erz für Nickelgewinnung. *Leppla.*

Rot, Pariſer (Bleirot), s. Pariferrot.

Rotfalz, s. Pottafche.

Rotzinkerz (Zinkit), Mineral, Zinkoxyd, *ZnO*, mit Beimifchung von Manganoxyd, meift derb, grobkörnig und dickfchalig. Dunkelrot, durchfcheinend bis undurchfichtig; diamantglänzend. Mufchelig brechend, fpröde. Härte 4—$4^1/_2$; fpez. Gew. 5,43—5,7. Unfchmelzbar vor dem Lötrohr; löslich in Säuren.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Vorkommen im Gneis und körnigen Kalk. Rotzinkerz wird zur Darſtellung von Zink benutzt. *Leppla.*

Rougerot (Neurot), ſ. Alizarin, Bd. 1, S. 138.

Rouleauxdruckmaſchine, ſ. Zeugdruck.

Roulet, ſ. Tuchfabrikation.

Roulette, einem Federhalter ähnliches Inſtrument, deſſen Metallzwinge in einen Winkelzapfen ausläuft, auf deſſen ſeitlichem Schenkel leicht drehbar ein mit ſyſtematiſch angeordneten Spitzen oder Zähnen (Linien) von verſchiedener Feinheit verſehenes Stahlrädchen angebracht iſt.

Die Rouletten, in mehreren graphiſchen Fächern viel gebraucht und in verſchiedener Größe erhältlich, dienen hauptſächlich zur Retuſche von Tiefdruckplatten aller Art (namentlich bei der Heliogravüre, ſ. d.), lithographiſchen Steinen, Holzſchnitten und Autotypieklifchees, indem durch Ueberfahren der Platte an den betreffenden Stellen feine Vertiefungen entſtehen, die entweder (nämlich bei Tiefdruckplatten, wo ſie als Druckelemente fungieren) eine Verdunkelung der Bildpartie oder eine Aufhellung dieſer bewirken (dies bei Flach- und Hochdruckformen, bei denen die Vertiefungen eine Zerlegung geſchloſſener Druckflächen oder eine Verkleinerung der etwas zu großen Druckelemente herbeiführen). In der Geſtalt eines Schreibſtiftes, mit einem ganz kleinen und nur einreihig gezahnten Rädchen verſehen, dient die Roulette zur Herſtellung geſchriebener Papierſchablonen für Vervielfältigungsapparate (ſ. Papyrographie). *A. W. Unger.*

Roulette, ſ. Rollinie.

Rouletteküpe, ſ. Indigoküpen, Bd. 5, S. 175.

Round-buddle, ſ. Herdarbeit, Bd. 5, S. 46.

Routenaufnahme (Reiſeweg- oder Itineraraufnahme), die mit wenig Aufwand an Zeit und Hilfsmitteln ausgeführte ungefähre (flüchtige) Vermeſſung eines durchreiſten Gebietes vom Reiſeweg aus.

Exakte Landesvermeſſungen (ſ. d.) mit geometriſchen und topographiſchen Spezialkarten ſind zurzeit nur für ſehr kleine Gebiete der Erdoberfläche, und zwar für Weſt- und Mitteleuropa, einzelne Teile der Vereinigten Staaten und einzelne Kolonialgebiete vorhanden; generelle Landesvermeſſungen mit trigonometriſcher Grundlage, bei welchen die Einzelaufnahmen bis jetzt weniger ſpeziell und exakt zur Durchführung gekommen ſind, liegen vor in Oſteuropa, dem größten Teil der Vereinigten Staaten, in Argentinien, kleinen Teilen Braſiliens, in Kapland, Vorderindien, Oſtauſtralien, Japan. Für den Reſt, mit Ausnahme einzelner örtlich engbegrenzter Gebiete, d. h. alſo für den weitaus größten Teil der Erdoberfläche, beruht das vorhandene Kartenmaterial auf Routenaufnahmen.

An Stelle der Landestriangulierung, die bei der Landesvermeſſung die Grundlage für die geometriſchen und topographiſchen Spezialvermeſſungen bildet, tritt ein Syſtem von aſtronomiſch beſtimmten Punkten; an dieſes ſchließen die Routenaufnahmen ſich an. In den bewohnten Teilen der oben nicht genannten außereuropäiſchen Staaten beſtehen ein ſolches mehr oder weniger enges und zuverläſſiges Syſtem aſtronomiſch beſtimmter Punkte und ein ausgedehntes Netz von Routenaufnahmen, das einen wenn auch rohen Erſatz für die fehlende exakte Landesvermeſſung bietet, während für weite Gebiete der Erdoberfläche, z. B. Innerafrika, Inner- und Nordaſien, Innerbraſilien, nur aſtronomiſche Ortsbeſtimmungen und Routen von einzelnen Reiſenden und Expeditionen vorliegen [1]. In hiſtoriſcher Beziehung ſei hier erinnert an die Wegekarten der Römer (Itineraria Antonini, Alexandri u. ſ. w.), vornehmlich an die ſogenannte Peutingerſche Tafel [3].

Die Anordnung des Meſſungsverfahrens hängt ab von dem Zweck der Routenaufnahmen, von ihrer Ausdehnung und von der Beſchaffenheit der etwa vorhandenen Karten. Hauptſächlich kommt in Betracht, ob es ſich um ein zuſammenhängendes Netz von Routen handelt, wie in den obenerwähnten bewohnten außereuropäiſchen Staaten, oder um Unternehmungen von geringerer oder größerer Ausdehnung durch einzelne Reiſende oder Expeditionen, wobei dann wieder maßgebend iſt, ob das Intereſſe der topographiſchen Beſtimmungen vorwiegt oder gegenüber andern Zwecken in den Hintergrund tritt. Im letzten Fall genügen die einfachſten Aufzeichnungen, ſofern ſie nur korrekt ſind. Handelt es ſich um größere Unternehmungen, etwa um eine zuſammenhängende Itinerarvermeſſung oder um Reviſion und Vervollſtändigung älterer Aufnahmen und Karten, ſo erweitert ſich dementſprechend die geodätiſche Aufgabe. Das geometriſche Syſtem einer vollſtändigen Itineraraufnahme beſteht aus 1. einer Anzahl aſtronomiſch beſtimmter oder in Karten bereits ſicher gegebener Punkte, 2. den dieſe Punkte verbindenden Buſſolenzügen, 3. den Höhenmeſſungen.

1. **Aſtronomiſche Ortsbeſtimmung.** Für ausgedehnte Unternehmungen ſind aſtronomiſche Beſtimmungen unerläßlich; dieſe können ausgeführt werden an Punkten, welche mehrere Tagemärſche, etwa 100 km, Abſtand haben; bei exakten Beſtimmungen ſind geringere Abſtände erwünſcht, größere in allen Fällen möglichſt zu vermeiden. Die aſtronomiſchen Meſſungen beſtehen aus Zeit-, Breiten-, Azimut- und Längenbeſtimmungen (ſ. d.). Da Breitenbeſtimmungen verhältnismäßig einfach und leicht genügend genau ausführbar, Längenbeſtimmungen durch Zeitübertragung wegen des auf ſchwierigen Reiſen unſicheren Uhrganges dagegen nicht ganz zuverläſſig ſind und die Ausführung andrer Längenbeſtimmungen aus Sternbedeckungen, Verfinſterungen, Monddiſtanzen und Mondhöhen ſehr ſchwierig iſt, ſo iſt es empfehlenswert, ein möglichſt enges Netz von Breitenbeſtimmungen zu erſtreben. Sind neben der Zeitübertragung noch andre Längenbeſtimmungen erforderlich, ſo kann man dieſe

auf wenige, aber möglichſt genaue beſchränken. Die erforderlichen Inſtrumente ſind mindeſtens zwei gute Taſchenchronometer, ein kleines, kräftig gebautes Univerſalinſtrument, eventuell mit photogrammetriſcher Einrichtung, und ein Sextant nebſt Zubehör. Weiteres ſ. [4]—[7].

2. **Buſſolenzüge.** Das wichtigſte Element, das eigentliche Itinerar, bilden die Buſſolenzüge (ſ. d.). Sie können im Anſchluß an vorhandene Kartenpunkte für kleinere Unternehmungen bis zu 100 km Ausdehnung ohne weiteren aſtronomiſchen Anſchluß unter Umſtänden allein ausreichend ſein. Die Strecken werden erhalten bei kleinen, engbegrenzten Aufnahmen mit Fußwanderung durch Abſchreiten (ſ. d.) unter Benutzung eines Schrittzählers (ſ. d.), bei allen größeren Unternehmungen aus der Geſchwindigkeit der Marſchbewegung. Das Meßinſtrument iſt dann die Uhr, und die wichtigſte Aufgabe iſt die Ermittlung der Marſchgeſchwindigkeit für die gerade in Betracht kommende Fortbewegungsart, ſei es Marſch zu Fuß, mit Reittieren (Pferd, Kamel), mit Zugtieren (Pferd, Ochſe, Hund) oder durch Flußfahrten. Die Geſchwindigkeit in der Zeiteinheit, Minute oder Stunde, muß in jedem einzelnen Fall feſtgeſtellt und ſtetig auf ihre Gleichmäßigkeit ſowie auf beſondere Abweichungen, ſelbſtverſtändlich unter Verzeichnung aller Pauſen, beobachtet werden. Von der pünktlichen und ſcharfen Feſtſtellung, Beobachtung und Kontrollierung der Bewegung hängt im weſentlichen die Genauigkeit der Itinerarergebniſſe ab. Allgemeine Angaben, wie z. B. *n* Tagemärſche, wobei für die Tagereiſe irgendeine Annahme zu machen iſt, geben naturgemäß nur ganz rohe Beſtimmungen, wodurch Fehler in den Ortsangaben bis zu 100 km und mehr entſtehen können. Liegen zum Anſchluß aſtronomiſch beſtimmte Punkte vor, ſo dient die Marſchgeſchwindigkeit lediglich zur Interpolation der Zwiſchenpunkte auf dieſe feſten Anſchlußpunkte. Bei größeren Unternehmungen bieten die in die Meridianrichtung fallenden Routen ein geeignetes Mittel zur Feſtſtellung der Marſchgeſchwindigkeit, da die Polhöhen leicht ausreichend genau beſtimmt werden können. Im übrigen muß gewiſſermaßen mit kleinen Mitteln das Ziel erreicht werden. Paſſende Strecken werden mit dem Meßband oder den für dieſe Zwecke käuflichen Fadenſpulen ſowie durch gelegentliche Diſtanzmeſſungen (ſ. d.), auch mit Benutzung des Schalles ausgemeſſen. Danach wird die Geſchwindigkeit abgeleitet. Bei umſichtigem Verfahren läßt ſich auf dieſe Weiſe eine für die kartographiſche Darſtellung hinreichende Genauigkeit der Entfernungen erzielen; eine allgemein gültige Genauigkeitsangabe für die Beurteilung der Itinerarentfernungen iſt bei einer derartigen Beſtimmungsmethode nicht möglich. Wenn große Sorgſamkeit angewendet wird, beträgt der Fehler der Entfernung unter günſtigen Umſtänden etwa ± 2 bis 4%. Ueber Erfahrungen und Methoden ſ. [7]. Für die Kartenzeichnung werden die Zeitangaben in Längenmaß oder Bogenminuten ausgedrückt. — Zur Richtungsbeſtimmung dient die Buſſole (ſ. d.); es kommen kleine, bequem zu handhabende Inſtrumente mit feſtem oder ſchwebendem Kreis von etwa 4 bis 8 cm Durchmeſſer zur Verwendung. Bei Aufnahmen zu Fuß kann eine Stockbuſſole gebraucht werden; beim Reiten empfiehlt es ſich, das Inſtrument in einer Handgelenkſchnalle neben der Uhr zu tragen. Die Azimute der Marſchrichtungen werden, ſoweit möglich, nach natürlichen Richtobjekten genommen. Der Fehler einer ſolchen aus freier Hand vorgenommenen Azimutbeſtimmung iſt etwa ± 1 bis 5^0 oder auch noch größer. Wird aber entſprechend der Fehlertheorie des Buſſolenzuges (ſ. d.) die Richtung möglichſt oft beſtimmt und werden außerdem paſſende Kontrollen durch vorwärts-, rückwärts-, übergreifende Zielungen und Zielungen nach längere Zeit ſichtbaren Objekten, wie Bergſpitzen, geſchaffen, ſo iſt gegenüber der Entfernungsbeſtimmung für die Azimute leicht eine ausreichende Genauigkeit zu erzielen. Ein wertvolles Urteil über die Genauigkeit, welcher Itinerarazimute fähig ſind, gibt [7]. — Die magnetiſche Mißweiſung iſt zu beſtimmen im Anſchluß an etwa vorhandene zuverläſſige Kartenpunkte, im Anſchluß an die erforderlichen aſtronomiſchen Beſtimmungen, auch durch Peilen der Sonnenauf- und -untergänge oder des Sonnenazimutes bei bekannter Zeit, des Polarſterns oder ſonſt geeigneter Geſtirne [4]—[7]. Seitwärts der Route liegende Objekte werden durch Azimute von mindeſtens zwei, beſſer aber mehreren Routenpunkten aus vorwärts eingeſchnitten. Oertlichkeiten von beſonderer Bedeutung werden durch Krokieren mit Buſſole und Schrittmaß vermeſſen. Eine bedeutende Erleichterung gewährt unter geeigneten Umſtänden die Verwendung von Inſtrumenten, die den Reiſeweg ſelbſttätig aufzeichnen. Ferguſon hat drei Inſtrumente dieſer Art erfunden, den Pedograph (ſ. d.) zum Gebrauche für Fußgänger, den Hodograph (ſ. d.) zur ſelbſttätigen Aufnahme auf dem Waſſer zurückgelegter Wege und den Cyklograph (ſ. d.), welcher in Verbindung mit Fahrzeugen auf Landwegen benutzt wird. — Für den Fall, daß beſondere Vermeſſungen ausgedehnter Geländeabſchnitte durch generelle Triangulierung (mit aſtronomiſchem Anſchluß) und topographiſche (tachymetriſche, photogrammetriſche) Aufnahmen vorgeſehen ſind, müſſen die dazu erforderlichen Hilfsmittel zur Anwendung kommen. Es ſei bemerkt, daß für lokale Triangulierungen auch der Sextant (Taſchen- oder Doſenſextant) brauchbar iſt. Die Ausführung derartiger Aufnahmen richtet ſich nach den für dieſe Verfahren geltenden Regeln unter Anpaſſung an die vorliegende beſondere Aufgabe. — Die Ausarbeitung und kartographiſche Darſtellung des Itinerars kann nach Eintragung der gegebenen oder aſtronomiſch beſtimmten Poſitionen entweder unmittelbar graphiſch mit Auftragkreis und Maßſtab geſchehen oder rechneriſch wie beim Polygonzuge (ſ. d.) mit Benutzung von Rechentafel, Rechenſchieber u. ſ. w., wobei eine geeignete Verteilung der Anſchlußwiderſprüche ſtattfinden muß. Beiſpiele und Anleitung hierzu ſ. [4] und [7]. Das rechneriſche Verfahren iſt empfehlenswert bei umfangreichen und zuſammenhängenden Itinerarnetzen. Während der Reiſe wird das Tagebuch mit den Skizzen möglichſt maßſtäblich ausgearbeitet. Mit der mittleren Reiſerichtung und der auf geradlinigen Abſtand reduzierten Marſchlänge wird täglich nach Unterbrechung der Reiſe der erreichte Ort näherungsweiſe in die Reiſekarte eingetragen, wobei die gegebenen Anſchlußpunkte oder die aſtronomiſchen Beſtimmungen berückſichtigt werden. Die weitere Ausarbeitung erfolgt nach den für geographiſche und topographiſche Karten gültigen Regeln.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

3. **Höhenmeſſungen.** Die Grundlage aller Höhenbeſtimmungen liefern fortlaufende Barometerableſungen längs der Route und an beſtimmten Punkten, z. B. in Ortſchaften, an Küſten-, Miſſions-, Militär- oder ſonſt geeigneten Stationen, ſo daß nach der Methode der korreſpondierenden Barometerableſungen die Höhenunterſchiede gegen die Standbarometer bezw. gegen Punkte bekannter Meereshöhe oder gegen Küſtenpunkte unter Berückſichtigung der regelmäßigen und unregelmäßigen Luftdruckſchwankungen abgeleitet werden können (vgl. Höhenmeſſung, barometriſche, Bd. 5, S. 94). Als Inſtrumente für die Reiſe ſind Federbarometer (ſ. d.) am geeignetſten. Zur gegenſeitigen Kontrolle werden ſtets zwei mitgeführt, welche außerdem ſo oft wie möglich mit einem guten Queckſilberbarometer (ſ. d.) verglichen oder auch mit Hilfe eines Siedethermometers (ſ. d.) geprüft werden müſſen. Jedenfalls iſt mindeſtens je eine Prüfung am Anfang und Schluß der Reiſe erforderlich. Als Standbarometer können Queckſilberbarometer oder auch Federbarometer, eventuell Barographen (ſ. d.) dienen. Bei Reiſen in unbekannten Gegenden unter ſchwierigen Verhältniſſen wird das Queckſilberbarometer wegen der durch Transportſchäden zu befürchtenden Inſtrumentfehler beſſer nicht mitgeführt, ſondern etwa an einer Anfangsſtation als Standbarometer hinterlaſſen. Die zu erreichende Genauigkeit hängt von den äußeren Umſtänden und der Anordnung des Verfahrens ab. Für geringe Ausdehnungen des Aufnahmegebietes gelten die bei der barometriſchen Höhenmeſſung gegebenen Genauigkeitsangaben; für die Leiſtung des Verfahrens unter großen Verhältniſſen ſind in [7] wertvolle Erfahrungen gegeben. Jordan ſchätzt dort den Höhenfehler der barometriſch beſtimmten Punkte in der Libyſchen Wüſte gegen zwei 500 bis 600 km entfernte Stationen am Nil zu rund ± 10 bis 20 m. — Zur Höhenbeſtimmung von ſeitwärts der Route gelegenen Punkten (Gebirgshöhen, Sätteln u. ſ. w.), deren Lage gegen den Itinerarzug durch Buſſolenazimute beſtimmt wird, iſt bei nicht zu großen Abſtänden am beſten ein Höhenmeſſer (ſ. d.) mit Höhenwinkelableſung geeignet. Hiermit kann beſonders bei mehrfachen Zielungen von verſchiedenen Punkten der Route aus eine befriedigende Genauigkeit erreicht werden. Dasſelbe Inſtrument iſt auch für lokale Höhenmeſſungen, z. B. für geologiſche Zwecke (auch mit Verwendung horizontaler Zielung als Nivellierinſtrument) geeignet. Trigonometriſche Höhenmeſſung (ſ. d.) mit dem Theodolit oder Tachymeter wird nur in beſonderen Fällen in Betracht kommen können. Ueber die Fortſchritte iſt eingehend berichtet in [1] und [2]. Dort finden ſich auch umfangreiche Literaturangaben.

Literatur: [1] Geographiſches Jahrbuch, Bd. 25, Gotha 1902: Hammer, Die methodiſchen Fortſchritte der geographiſchen Landmeſſung. — [2] Ebend. Bd. 28, 1905: Marcuſe, Die methodiſchen Fortſchritte der geographiſchen u. ſ. w. Ortsbeſtimmung. — [3] Miller, Weltkarte des Caſtorius, genannt die Peutingerſche Tafel, Ravensburg 1888. — [4] Neumayer, Anleitung zu wiſſenſchaftlichen Beobachtungen auf Reiſen, 3. Aufl., Hannover 1906: Ambronn, Geographiſche Ortsbeſtimmung auf Reiſen; Vogel, Aufnahme des Reiſeweges und des Geländes; Hoffmann, Nautiſche Vermeſſungen. — [5] Wislicenus, Handbuch der geographiſchen Orsbeſtimmung auf Reiſen, Leipzig 1891. — [6] Marcuſe, Handbuch der geographiſchen Ortsbeſtimmung für Geographen und Forſchungsreiſende, Braunſchweig 1905. — [7] Jordan, Phyſiſche Geographie und Meteorologie der Libyſchen Wüſte, Kaſſel 1876. Weitere Anleitung geben: [8] Richthofen, Führer für Forſchungsreiſende, 2. Aufl., Hannover 1901. — [9] Kaltbrunner, Manuel du voyageur, Zürich 1879, desgleichen deutſche Bearbeitung von Kollbrunner, Zürich 1881. — [10] Hints to travellers, edited by the royal geogr. society, 8. ed., London 1901. — [11] Zöppritz, Leitfaden der Kartenentwurfslehre, Leipzig 1884.

(† Reinhertz) Hillmer.

Rover, ſ. Fahrrad, Bd. 3, S. 582.

Rowlandſches Gitter, ſ. Spektralanalyſe.

Ru, in der Chemie, Zeichen für Ruthenium.

Rubber, ältere Reinigungs- oder Schälmaſchine, bei der ein nach oben verjüngter Vollkegel in einem Hohlkegel kreiſt, von dem er etwa 25 mm Abſtand hat. Beide Kegelflächen ſind mit Raſpelblech bekleidet, und das Getreide wird, durch Schwer- und Fliehkraft bald gegen die eine, bald gegen die andre Wand getrieben, ſcharf angegriffen (vgl. Schälmaſchine). *Arndt.*

Rubel. Nach dem Münzgeſetz vom 7. Juni 1899 bildet der Goldrubel im Werte von 2,16011 ℳ. die Münzeinheit in Rußland. Er wird in 100 Kopeken eingeteilt.

Geprägt werden in Gold Stücke zu 15 (Imperial), 10, 7½ und 5 Rubel. In Silber Stücke 1, ½ und ¼ Rubel und zu 20, 15, 10 und 5 Kopeken, erſtere im Feingehalt von 400, letztere von 500. Aus Kupfer laufen Stücke zu 5, 3, 2, 1, ½ und ¼ Kopeken um. Die ſilbernen Stücke zu 1, ½ und ¼ Rubel ſind bis 25 Rubel, die übrigen ſilbernen und kupfernen Stücke bis 3 Rubel geſetzliches Zahlungsmittel. Bei Zollzahlungen wird nur Gold genommen, wobei die geltenden Rubel nur zu zwei Dritteln ihres Nennwertes berechnet werden, da die Zölle noch in alten Imperials von 1886 zu 10 Rubel = 32,4017 ℳ. ausgedrückt ſind. *Plato.*

Rubellit, ſ. v. w. Turmalin (ſ. d.).

Ruberoid, Dachdeckmaterial der Ruberoid-G. m. b. H. in Hamburg, beſtehend aus einer Wollfilzplatte, die mit einer von flüchtigen Oelen befreiten, nicht austrocknenden, amorphen und porenfreien Subſtanz (der geheimgehaltenen Ruberoidkompoſition) imprägniert und auf der Wetterſeite beſtrichen wird.

Rubicelle, ſ. Spinell.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rubidium *Rb*, Atomgew. 85,5, ſpez. Gew. 1,52, Schmelzpunkt 38,5; weitverbreitetes Metall, aber ſtets nur in Spuren meiſtens neben Kaliumverbindungen vorkommend.

Bei der techniſchen Verarbeitung des Carnallits wird es als Rubidiumalaun gewonnen, aus dem die andern Rubidiumverbindungen dargeſtellt werden. Das Metall und ſeine Verbindungen ſind in ihrem Verhalten dem Kalium und ſeinen Verbindungen ähnlich. Brom- und Jodrubidium finden in der Medizin Verwendung. Das Rubidium wurde 1860 von Bunſen und Kirchhoff durch die Spektralanalyſe entdeckt. *Rathgen.*

Rubin, ſ. Korund.

Rubinblende, ſ. v. w. Arſenſilberblende (ſ. d.).

Rubinglimmer, ſ. Goethit.

Rubisbalais, ſ. Spinell.

Ruder, ein drehbarer Handgriff zur Bewegung von Verſchlußteilen an Türen und Fenſtern (ſ. Fenſterbeſchläge II, Drehſtangenverſchluß, Bd. 3, S. 694).

Ruder (Schiffsruder) verleiht dem Schiffe Steuer- und Manövrierfähigkeit; es beſteht aus einer ebenen Fläche, der Ruderfläche, welche um eine vertikale oder geneigte Achſe, die Ruderſpindel, gedreht werden kann. Die Wirkung des Ruders beruht auf dem Druck der Waſſerfäden auf die gegen die Fahrtrichtung des Schiffes geneigt geſtellte Ruderfläche.

Iſt AB ein Waſſerlinienſchnitt, BC die Projektion der Ruderfläche (F) und α der Ruderwinkel (Fig. 1), ſo iſt der normal zur Ruderfläche wirkende Waſſerdruck $P = k \cdot F v^2 \sin^2 \alpha$ kg. Hierin gibt v die Geſchwindigkeit des Schiffes in Metern pro Sekunde und k einen Erfahrungskoeffizienten rund gleich 50 an. — Hiernach ergibt ſich nach Rankine der Ruderdruck $P = 11 \cdot F \mathfrak{V}^2 \sin^2 \alpha$, worin $\mathfrak{V}$ die Geſchwindigkeit in Knoten darſtellt. Nach Weisbach iſt $P = 34{,}5\, F \cdot \mathfrak{V}^2 \sin \alpha\,(1 - \cos \alpha)$. Joëſſel ermittelte nach Verſuchen an Bord den Ruderdruck $P = 41{,}35\, F \cdot v^2 \sin \alpha : (0{,}2 + 0{,}3 \sin \alpha)$. Für größere Geſchwindigkeiten geht man auf 20 herunter und ergibt ſich für Knoten $P = \frac{5{,}293 \sin \alpha}{0{,}2 + 0{,}3 \sin \alpha} \cdot F \cdot \mathfrak{V}^2$. Für die Berechnung des Rudermoments $= P \cdot x$ — iſt x der Abſtand des Schwerpunkts der Ruderfläche von der Drehachſe; nach Verſuchen von Joëſſel iſt die Entfernung des Druckmittelpunktes hinter Vorkantruder $\delta = (0{,}2 + 0{,}3 \sin \alpha)\, l$, wenn l die Geſamtbreite des Ruders iſt [5], [6], [9]. Die Drehachſe des Schiffes kann im allgemeinen als durch den Syſtemſchwerpunkt des Schiffes gehend gedacht werden. Es ergibt ſich dann ein Drehmoment $P \cdot \overline{GN} = P \cdot \overline{BG} \cos \alpha + x$. Da x wegen ſeiner relativen Kürze vernachläſſigt wird, iſt $P \cdot \overline{GN} = P \cdot \overline{BG} \cos \alpha$, und unter Benutzung der Formel von Joëſſel $P \cdot GN = \frac{20 \cdot F v^2 \sin \alpha}{0{,}2 + 0{,}3 \sin \alpha} \cdot \overline{BG} \cos \alpha$. Das Moment variiert daher mit dem Ausdruck $\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{0{,}2 + 0{,}3 \sin \alpha}$ und erreicht ſein Maximum mit $\alpha = 36^0$ [9]. Nach neueren Verſuchen in der deutſchen Marine ergibt die Formel von Joëſſel gute Werte für längere Ruderlagen. Beim ſchnellen Legen des Ruders von Hartbord zu Hartbord treten größere Ruderdrucke auf, während dieſelben beim Stützen, d. h. wenn das Ruder beim Hartliegen und nach Aufnahme der Drehung durch das Schiff ſchnell nach der andern Bordſeite gelegt wird, noch größer werden. Dies erklärt ſich ſowohl durch das Ausſcheren des Hecks beim Ruderlegen als auch durch die annähernde Kreisbahn des Schiffes, wodurch die Waſſerfäden die Ruderfläche unter einem faſt ſenkrechten Winkel treffen. Es ergibt ſich dann ein faſt doppelt ſo großer Ruderdruck wie nach der Formel von Joëſſel [13], [15]. — Die Größe der Ruderfläche wählt man nach der Größe des Longitudinalplans der Schiffslänge L mal Tiefgang T — und iſt dieſelbe für völlige Schiffe $^1/_{30}$ bis $^1/_{40}\, L \cdot T$, für ſcharfe Schiffe $= ^1/_{50}\, L \cdot T$. Nach Einführung der Dampfſteuerapparate hat man im allgemeinen die Ruderfläche vergrößert, doch darf man hierin nicht zu weit gehen, da hierdurch die Beanſpruchung des Ruders in See eine größere wird [1], [4], [6], [9].

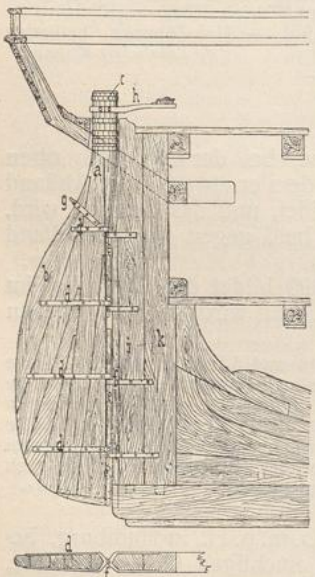


Fig. 1a. *a* Ruderherz. *b* Ruderſchegg. *c* Ruderkopf. *d* Ruderſcheren. *e* Ruderfingerlinge. *f* Ruderöſen. *g* Schäkel für die Sorgleine. *h* Ruderpinne. *i* Ruderſteven. *k* Binnenſteven.

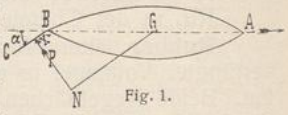
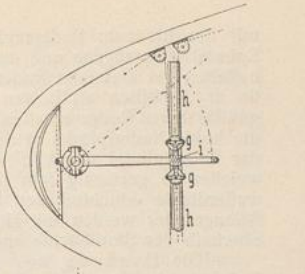


Fig. 1.

Ueber die beſte Form der Ruderfläche ſind die Anſichten ſehr geteilt; im allgemeinen legt man bei flacher gehenden kleineren Schiffen die größere Breite mehr nach oben, bei tiefer gehenden größeren Schiffen mehr nach unten. — Liegt die Ruderfläche ausſchließlich hinter der Drehachſe, ſo heißt das Ruder ein gewöhnliches Ruder (Fig. 1a); liegt ein Teil der Ruderfläche vor der Drehachſe — man wählt die vordere Fläche bis zu drei Achteln der Geſamtfläche —, ſo nennt man das Ruder Balanceruder (Fig. 2). Neuerdings

beſchränkt man ſich darauf, nur den unteren Teil der Ruderfläche auszubalancieren, um die Kraft zum Legen des Ruders günſtiger zu geſtalten; die unterſte Fläche des Ruders iſt am wirkſamſten, da die relative Geſchwindigkeit der Stromfäden gegen die Ruderfläche infolge der ſtärkeren Ablenkung durch die Schiffsform und ſomit auch der Waſſerdruck oben erheblich geringer iſt als unten (Fig. 3). Mit Bezug auf den Einbau des Ruders im Schiff unterſcheidet man Heckruder, dieſelben ſind am Hinterſteven bezw. am Ruderſteven befeſtigt, Bugruder, dieſelben ſind bei Fährdampfern am Vorſteven, bei Torpedobooten dahinter im Bug eingebaut, und Doppelruder; vgl. [1], [6]–[9].

Für den Einbau des Ruders iſt darauf zu achten, daß es möglichſt geſchützt liegt, einesteils gegen Beſchädigungen bei Grundberührungen (es darf nicht über den tiefſten Punkt des Kiels hervorragen), andernteils bei Kriegsſchiffen gegen Beſchädigung durch feindliche Geſchoſſe (daher Lage unterhalb der Waſſerlinie und unterhalb des Panzerdecks). Ferner iſt die Lage des Ruders hinter den Schrauben am günſtigſten, da das Waſſer von den Schraubenflügeln mit größerer Geſchwindigkeit als die Schiffsgeſchwindigkeit nach hinten geworfen wird. Doppelruder ſind von White und Thornycroft eingeführt. White verwendet dieſelben für Dampfbeiboote und kleine Torpedoboote (Fig. 4), ſie liegen hintereinander; Thornycroft für Torpedofahrzeuge, welche mit flachem Heck gebaut ſind (Fig. 5). Die Ruder ſind gekrümmt



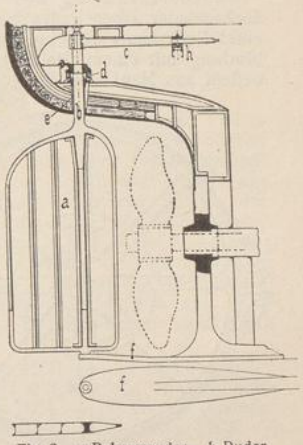


Fig. 2. *a* Balanceruder. *b* Ruderſpindel. *c* Ruderpinne. *d* Rollenkranz. *e* Ruderkoker. *f* Kielſteg. *g* Rudertalje. *h* Gleitſchiene. *i* Gleitſchuh.

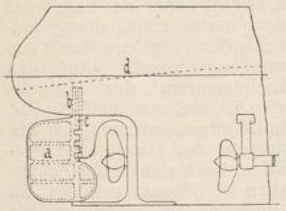


Fig. 3. *a* Balanceruder. *b* Ruderſpindel. *c* Fingerlingſpindel. *d* Panzerdeck.

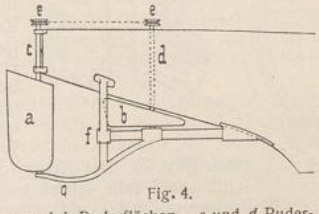


Fig. 4. *a* und *b* Ruderflächen. *c* und *d* Ruderſpindel. *e* Kettenrad. *f* Wellenbock. *g* Hacke.

und zur Seite der Schrauben gelagert und bilden zuſammen gewiſſermaßen ein Rohr, durch welches das Waſſer von den Schrauben nach hinten geworfen wird. Dieſer Waſſerſtrahl ändert ſeine Richtung nach Lage der ſich gleichzeitig drehenden Ruderflächen und wirkt durch die Reaktion auf Drehung des Schiffes. Im allgemeinen iſt das Bugruder bei Torpedofahrzeugen zur Verbeſſerung der Drehfähigkeit gebräuchlicher. Es iſt ein Balanceruder, welches für gewöhnlich in einem Kaſten innerhalb des Schiffskörpers gelagert iſt und durch eine in der hohlen Ruderſpindel gelagerte Schraubenſpindel aus demſelben herausbewegt werden kann.

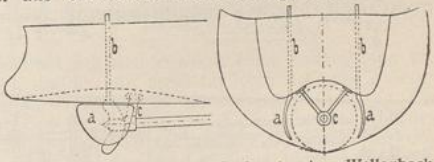


Fig. 5. *a* Doppelruder. *b* Ruderſpindel. *c* Wellenbock.

Das Bugruder wird mit dem Heckruder zugleich bewegt, doch legt ſein Blatt ſich entgegengeſetzt. Es begünſtigt die Drehung einesteils dadurch, daß die Fahrt durch Legen des Ruders gehemmt wird und das Boot gewiſſermaßen um das Bugruder als Drehpunkt ſich bewegt, andernteils durch das Drehmoment der Ruderfläche [1], [9].



Fig. 6. *a* Ruderrahmen. *b* Ruderſtege. *c* Fingerlinge. *d* Ruderſteven. *e* Schraubenſteven.

Die Ruder werden je nach der Bauweiſe des Schiffes aus Holz, Stahl, Bronze oder Stahlguß gefertigt. — Die hölzernen Ruder der Segelſchiffe werden allgemein nach Fig. 1 a gebaut. Die Achſe des Ruderherzens, auch Ruderſtamm oder Ruderpfoſten genannt, liegt in der Drehachſe des Ruders. Die Ruderfingerlinge bezw. Zapfen mit den Ruderſcheren werden ebenſo wie die am Hinterſteven verbolzten Ruderöſen aus Eiſen oder Bronze gefertigt, je nachdem das Schiff eiſen- oder kupferfeſt iſt. Die hölzernen Ruder erhalten ſtets ein Auge zur Befeſtigung der Sorgleinen, damit das Ruder beim Brechen des Schloßholzes nicht verloren gehen kann; auch kann man mit Hilfe der Sorgleinen das Ruder bedienen, wenn die Pinne oder der Ruderkopf beſchädigt ſind [3], [7]–[11].

Die ſtählernen Ruder (Fig. 6) beſtehen aus einem geſchmiedeten bezw. gegoſſenen Rahmen, welcher meiſt mit der Ruderſpindel aus einem Stück gefertigt wird und zur Verſtrebung der Ruderfläche entſprechende Stege erhält. Der Rahmen wird mit Teakholz gefüllt und auf beiden Seiten beplattet. Neuerdings baut man das Ruder aus einer ſtarken Stahlplatte, welche

mit der bis zum Ruderzapfen reichenden Ruderſpindel durch angeſchmiedete oder auf die Spindel aufgezogene und durch Flachkeile geſicherte Rippen verbunden wird. Die Fingerlinge beſtehen bei kleineren Rudern mit dem Rahmen aus einem Stück, bei größeren Rudern werden ſie in denſelben als Bolzen koniſch eingeſetzt und durch Keile oder Muttern gehalten. Die gußſtählernen Ruder erhalten bisweilen eine ſtählerne Fingerlingſpindel, welche von oben durch die hohle Ruderſpindel in die Ruderöſen eingeführt wird [7]—[9], [11], [12]. Die Durchführung der Ruderſpindel durch die Außenhaut erfolgt durch einen waſſerdicht gebauten Ruderkoker, welcher ſo geräumig ſein muß, daß man das Ruder mit Spindel herausnehmen kann. Der waſſerdichte Abſchluß des Kokers erfolgt im Innern durch eine Stopfbüchſe. Die älteren Balanceruder werden mit Hilfe der Ruderſpindel durch einen Rollenkranz getragen, welcher oberhalb der Stopfbüchſe angebracht iſt (Fig. 2).

Die Drehung des Ruders erfolgt mit Hilfe einer Pinne — Helmſtock —, eines Joches oder eines Rades bezw. Sektors, welche auf dem Ruderkopf mittels Flachkeile oder eines Sechskants befeſtigt ſind. — Die gebräuchlichſte Steuereinrichtung iſt die Pinne in Verbindung mit einem Gleitſchuh, an welchem die Rudertaljen befeſtigt ſind (Fig. 2). Das Reep beſteht aus Hanf oder Stahldraht und führt über Führungsrollen zu einer Trommel, auf welche es durch Handräder auf- und abgewickelt wird. Dabei muß das Reep ſo geſchoren werden, daß beim Ruderlegen das Schiff nach derjenigen Seite dreht, nach welcher das Rad bewegt wird [14]. — Mit dem Wachſen der Größenverhältniſſe der Schiffe und dem Steigern der Geſchwindigkeit genügten die Handruder nicht mehr und erfolgt daher das Legen des Ruders unter Einſchaltung entſprechender Vorgelege durch den Dampfſteuerapparat. Auf den Schnelldampfern der Handelsmarine wendet man meiſt ein Rad an mit Kettenübertragung zu den Trommeln des Dampfſteuerapparates (Fig. 7). Bei Kriegsſchiffen, bei welchen das Achterſchiff meiſt ſehr ſcharf gehalten iſt, iſt man genötigt, ein Ruderjoch mit Lenkſtangen anzuwenden, welche mittels eines zweiten Jochs auf eine weiter vorausliegende Zwiſchenwelle wirken, auf der alsdann Pinne oder Sektor befeſtigt werden kann. In Frankreich und Oeſterreich iſt die Anwendung einer Gegenpinne, welche auf einer Zwiſchenwelle aufgekeilt iſt, beliebt (Fig. 8). Die Drehung des Ruderjochs erfolgt auf Kriegsſchiffen vielfach durch eine Schraubenſpindel mit Rechts- und Linksgewinde, auf welcher ſich zwei entſprechende Muttern bewegen, an welche die Lenkſtangen gekuppelt ſind (Fig. 8) [9], [10], [12]—[14].

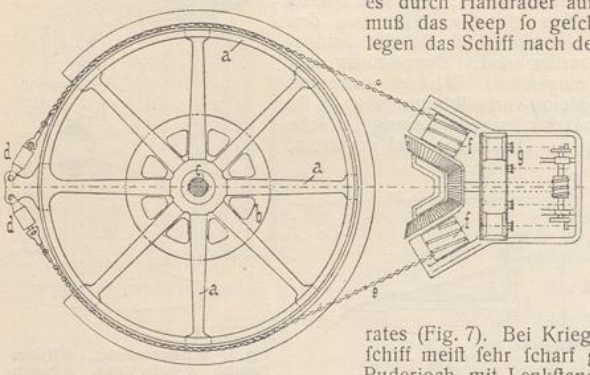


Fig. 7. *a* Rad. *b* Bremsſcheibe. *c* Ruderſpindel. *d* Federn. *e* Kette. *f* Kettentrommel. *g* Dampfſteuerapparat.

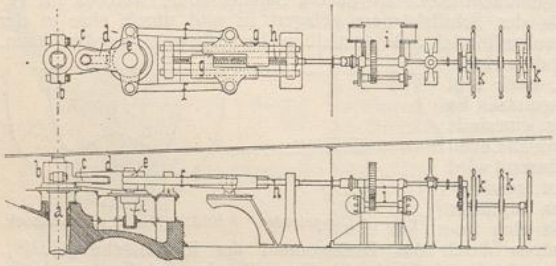


Fig. 8. *a* Ruderſpindel. *b* Ruderjoch. *c* Ruderpinne. *d* Gegenpinne. *e* Zwiſchenjoch. *f* Lenkſtangen. *g* Schraubenmutter. *h* Schraubenſpindel. *i* Dampfſteuerapparat. *k* Handräder. *l* Zwiſchenwelle.

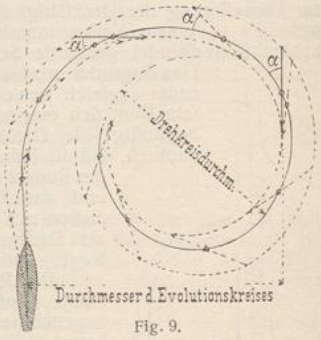


Fig. 9.

Zum Feſtſtellen des Ruders ſowie zum Bremſen desſelben beim Schlagen in See dienen Band- und hydrauliſche Bremſen. Letztere haben ſich in der deutſchen Marine gut bewährt [9]. Bei den Steuerapparaten mit ſelbſtſperrender Schraubenſpindel ſind Bremſen entbehrlich. Die Dampfſteuerapparate werden meiſt im Hinterſchiff im Anſchluß an die Steuergetriebe aufgeſtellt, und alsdann gehen Wellenleitungen zur Betätigung des Wechſelſchiebers nach den einzelnen Kommandoſtellen. Ferner werden die letzteren mit dem Ruderraum durch mechaniſch oder elektriſch betriebene Ruderanzeiger mit Rückleitung verbunden, welche angeben, um wie viele Grade das Ruder gelegt werden ſoll oder gelegt iſt. Zur Kontrolle der Ruderlage iſt neben den Axiometern, welche die Ruderlage nach der Drehung des Handrades angeben, an den Kommandoſtellen ein Ruderanzeiger aufgeſtellt, welcher automatiſch durch mechaniſche oder elektriſche Uebertragung von der Ruderpinne oder dem Ruderjoch die jedesmalige Ruderlage anzeigt; ſ. a. Dampfſteuerapparate [13], [14]. — Zur Erprobung der Steuereinrichtung des Schiffes und ſeiner Drehfähigkeit werden im ſtillen Waſſer Drehverſuche gemacht und durch Legen des Ruders bei verſchiedenen Geſchwindigkeiten Drehkreiſe durch-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

laufen. Das Schiff dreht sich zu Anfang um den Systemschwerpunkt des Schiffes, alsbald aber um einen ideellen Punkt, welcher erheblich vor dem Systemschwerpunkt liegt, so daß das Heck einen größeren Weg wie der Bug macht. Der Schwerpunkt des Schiffes beschreibt hierbei eine spiralförmige Kurve, den Evolutionsbogen. Nach Aufnahme der Drehung, etwa bei 90° Wendung, nimmt das Schiff allmählich eine kreisläufige Bewegung an, wobei alle Punkte des Schiffes in konzentrischen Kreisen sich bewegen, und zwar besitzen die Punkte am Heck größere Radien als die am Bug, so daß die Längsachse des Schiffes mit der Tangente an den Drehkreis einen Winkel, den Abtrift- oder Derivationswinkel, bildet (Fig. 9). Neben der Derivation findet beim Kreislaufen infolge der Zentrifugalkraft eine Neigung — Krängung — des Schiffes nach außen statt, während beim Anfang durch den Ruderdruck eine Neigung nach innen nicht selten ist. Die Zeit zum Legen des Ruders von Mittschiff nach Hartbord — mit Dampfsteuerapparat 10—20 Sekunden —, die Zeit zum Durchlaufen eines Drehkreises — 4—6 Minuten —, der Durchmesser des Evolutions- bezw. Drehkreises — für Dampfruder 3—5fache Schiffslänge, für Handruder 6—8fache Schiffslänge —, der Ruderwinkel, die Schiffsgeschwindigkeit, die Größe des Abtrift- und Krängungswinkels sowie die Umdrehungen der Schraubenwellen bilden die Hauptdaten, welche bei Kreisläufen festgestellt werden und welche über die Drehfähigkeit eines Schiffes Aufklärung geben [4]—[6], [15].

Das Notruder findet bei Segel- und Einschraubenschiffen bei Zerstörung des Ruders durch die See und bei Grundberührungen Anwendung. Man benutzt hierzu Flöße, welche nachgeschleppt und durch entsprechende Leinen eingestellt werden. Um ohne Docken schnell ein neues Ruder anfertigen zu können, führten die Schiffe früher ein Modell des Ruders, das Rudermall, mit sich [12]. — Die Wirkung der Schraube ist vereinzelt auch zum Steuern der Schiffe benutzt worden. Derartige Steuerschrauben sind entweder im achternen Totholz oder am Ruder gelagert. Ihre Verwendung war jedoch nur eine versuchsweise [11]. — Bei Schraubenschiffen üben die Schrauben, je nach Art der Konstruktion — rechts- oder linksgängige Schraube — und nach der Drehrichtung — vorwärts und rückwärts —, durch den nach hinten geworfenen Wasserstrom einen ablenkenden Einfluß auf das Drehen der Schiffe aus. Die Resultate dieser Wirkungen sind nach Versuchen von Reynolds in bestimmte Regeln zusammengefaßt [1], [6], [12]; vgl. a. Riemen, Ruderboote.

Literatur: [1] White, A manual of Naval Architecture, London 1900. — [2] Lutschaunig, V., Theorie des Schiffes, Trieft 1879. — [3] van Hüllen, A., Leitfaden f. d. Unterricht im Schiffbau, Kiel 1888. — [4] Pollard und Dudebout, Théorie du navire, Paris 1894. — [5] Guyou, Théorie du navire, Paris 1894. — [6] Krieger-Johows Hilfsbuch für den Schiffbau, Berlin 1902. — [7] Schlick, Handbuch für den Eisenschiffbau, Leipzig 1890. — [8] Brix, Bau eiserner Kriegs- und Handelsschiffe, Berlin 1876. — [9] Croneau, Construction pratique des navires de guerre, Paris 1894. — [10] Hauser, Cours de construction navale, Paris 1886. — [11] Thearle, Naval architecture, London 1876. — [12] Dick u. Kretschmer, Handbuch der Seemannschaft, Berlin 1902. — [13] Achenbach, A., Die Schiffshilfsmaschinen, Hannover 1908. — [14] Middendorf, Die Steuervorrichtungen der Seeschiffe, Jahrbuch d. Schiffbautechn. Gesellsch., Berlin 1900. — [15] Prätorius, Die fortlaufende indikatorische Untersuchung von Rudermaschinen, Schiffbau 1908.

T. Schwarz.

Ruderboote, Boote, welche mittels Riemen fortbewegt werden (s. a. Bootsbau). Für Sportzwecke haben sich besondere Bootstypen ausgebildet, welche sich neben äußerster Leichtigkeit der Bauweise durch eine sehr große Länge im Verhältnis zur Breite auszeichnen, um die Geschwindigkeit der Boote nach Möglichkeit zu steigern.

Die Konstruktion der Gigs und Wherries schließt sich den gewöhnlichen Ruderbooten an. Ihre Länge im Verhältnis zur Breite beträgt 13—18, und sie sind meist für sechs bis acht Ruderer mit je einem Riemen eingerichtet. Das Wherryboot erhält wegen der geringen Tiefe für die Auflage der Riemen besondere Erhöhungen auf dem Dollbord. Die Auslegerboote sind bedeutend leichter und schmäler gebaut. Ihre Länge im Verhältnis zur Breite beträgt 30—35, dabei besitzen sie nur einen geringen Freibord. Um mit den Riemen einen möglichst großen Schlag machen zu können, sind die Auflagen für die Bootsriemen auf eisernen außenbords gelegenen Stangenverbindungen — Auslegern — befestigt, während die Ruder-



a Bootskörper. *b* Ausleger. *c* Rudergabel. *d* Rollsitz.

sitze zum Gleiten oder Rollen in der Längsachse des Bootes eingerichtet sind, so daß neben der Muskelkraft der Arme auch diejenige der Beine beim Durchholen der Riemen in Tätigkeit kommt (s. die Figur). Man unterscheidet bei den Auslegerbooten Skiffs, Boote von 9—11 m Länge, 15 kg Gewicht und zwei Auslegern für einen Ruderer sowie Ausleger, Outrigger, von Längen bis zu 21,0 m für zwei bis acht Ruderer mit je einem Riemen. Die Rennboote werden aus trockenem Zedernholz und neuerdings sogar aus Papier gebaut. Man verwendet Manillapapier in fünf Lagen, die zusammen eine Dicke von 1,58 mm ergeben, das Papier wird durch Tränken mit Schellack wasserdicht gemacht und durch Holzleim miteinander verbunden.

Literatur: Brix, A., Bootsbau, Berlin 1892.

T. Schwarz.

Rudersteven, s. Schiffbau.

Rübenheber dient zum Ausheben der tiefwurzelnden Rüben aus dem Boden. Hierzu bedient man sich einer einfachen Gabel oder in schwerem und hartem Boden besser besonderer Spanngeräte. Die einfachen Ausführungen derselben bestehen aus Untergrundpflügen (s. Pflug) mit einseitigem Schar, das man so führt, daß das Schar in 0,35 m Tiefe im Boden geht und ihn mit der Rübe anhebt (Fig. 1). Fig. 2 zeigt einen zweireihigen Rüben-

heber mit besonderem Steuer und einem Schneckengetriebe zum Einstellen und Ausheben der Schare aus dem Boden. Nachdem die Rüben mit dem Rübenheber gelockert sind, können sie leicht von Hand ausgezogen und verladen werden. Das Lockern hat vor dem vollständigen Ausheben den Vorzug, daß die Rüben so lange vor Frost und Witterungseinflüssen geschützt bleiben, bis sie abgefahren werden. *Wrobel.*



Fig. 2.

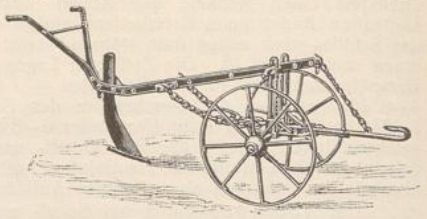


Fig. 1.

Rübenkeller, s. Wurzelkeller.

Rübenmelasse, s. Zuckerfabrikation.

Rübenschneidmaschine, s. Wurzelschneidmaschine.

Rüböl, fettes Oel aus den Samen verschiedener Brassicaarten, namentlich von Brassica campestris *L.* (Colza-, Kohlsaatöl), Brassica Napus *L.* (Raps-, Repsöl) und Brassica rapa *L.* (Rübsenöl).

In frischem Zustande bräunlichgelb, ohne Geruch und Geschmack, sehr dickflüssig, mit sehr niedriger Verseifungszahl (178), erstarrt zwischen — 2° C. und — 10° C. und wird erst bei 0° wieder flüssig; spez. Gew. 0,9123—0,9159. Das Oel erhält beim Stehen sehr bald einen unangenehmen Geschmack; es wird durch Auspressen oder Extraktion gewonnen und dient als Brennöl, Schmiermittel, zum Einfetten von Leder (Kernöl) und Wolle. *Deite.*

Rückbeitel, s. v. w. Kant(en)beitel, s. Bd. 1, S. 656.

Rückbruch. Das bei einem Durchbruch in die Niederung strömende und sie anfüllende Außenwasser kann bei langgestreckten Deichverbänden und ungenügendem Abzug durch die Siele eine solche Höhe erreichen, daß es am unteren Ende über den Deich strömt und dadurch einen sogenannten Rückbruch veranlaßt. *Frühling.*

Rückdeiche, die Deiche eines Nebenflusses, welche an die des Hauptflusses anschließen und bis zur wasserfreien Höhenlage der Ufer fortgesetzt sind; ferner solche, die ihre Fortsetzung in Hinter- oder Achterdeichen finden und damit gegen das Hochwasser eines weiteren Nebengewässers schützen sollen. *Frühling.*

Rückenbau, -wässerung, s. Bewässerungssysteme, Bd. 1, S. 760.

Rückkehrkante, -kurven, s. Flächentheorie.

Rückkühlanlagen, Einrichtungen, die dazu dienen, warmgewordenes Wasser wieder abzukühlen, d. h. in den Anfangszustand zurückzukühlen, um es von neuem als Kühlwasser verwenden zu können (s. a. Gradierwerke).

Am häufigsten werden diese Einrichtungen zur Abkühlung von Dampfkondensatoren gebraucht, wenn frisches Wasser nicht in genügender Menge vorhanden ist. Kondensator und Rückkühlanlage hintereinander bilden dann für ein und dieselbe Wassermenge einen beständig wiederholten Kreislauf, wobei das Wasser im Kondensator erwärmt und in der Kühlanlage wieder abgekühlt wird. Für Einspritzkondensatoren ist dieses Verfahren besonders vorteilhaft, weil das Wasser nach mehrmaligem Passieren der Luftleere ganz luftfrei wird und dadurch ein hohes Vakuum bis 94% ermöglicht. — Aber auch für andre Zwecke wird rückgekühltes Wasser verwendet, wie z. B. für Eismaschinen, Verbrennungsmotoren, Hochöfen u. s. w.

Der Vorgang der Rückkühlung besteht darin, daß die Wärme des Wassers in kürzester Zeit zu einem Teil an die Luft der freien Atmosphäre unter Erwärmung derselben übergeführt und zum andern Teil dazu verbraucht wird, um einen Teil des Wassers zu verdunsten; der entstehende Dampf wird von der Luft aufgelöst, wozu diese durch die Erwärmung noch mehr befähigt wird. Diese Verdunstung bewirkt, daß unter anderm das Wasser kälter werden kann als die umgebende Luft. So kann bei einer Sommertemperatur von 30° C. das Wasser bis auf 15° C. herabgekühlt werden. Im Sommer ist die Verdunstung, im Winter die Lufterwärmung wirksamer. Die Konstruktion muß also auf beide Kühlarten Rücksicht nehmen, wenn während des ganzen Jahres eine hinreichende Kühlung stattfinden soll. Eine ausgiebige Verdunstung verwandelt etwa 3% des zu kühlenden Wassers in Dampf; gewöhnlich geht mehr verloren durch Verspritzen, Verwehen, Undichtheiten u. s. w. — Um die beiden Kühlvorgänge in die Wege zu leiten, ist eine Einwirkung der Luft auf das Wasser erforderlich. Je direkter und inniger die Berührung beider ist, um so schneller erfolgt die Kühlung, um so kleiner kann das Kühlwerk sein.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die einfachſte Einrichtung beſteht in einem Teiche, in dem das warme Waſſer an einer Stelle hineinfließt, und aus dem es an einer andern Stelle kalt entnommen wird. Hierbei wird das Waſſer nur an ſeiner Oberfläche von der Luft berührt, weshalb die Kühlung nur langſam vor ſich geht, bei Windſtille noch langſamer als bei Wind. Die Teichkühlung wird ausnahmsweiſe angewendet, wenn zufällig ein natürlicher Teich von genügender Größe vorhanden iſt. Erfolgreicher iſt die Kühlung, wenn das Waſſer bewegt wird, wenn es in Rinnen fließt, auf Stufen und Kaskaden oder in dünnen Waſſerſchleiern abwärts rieſelt oder fällt. — Theiſen hat wohl zuerſt in der Zeit nach 1880 eine maſchinelle Bewegung des Waſſers eingerichtet. Dabei befanden ſich das Kühlwaſſer und der zu kühlende Kondenſator in einem gemeinſchaftlichen offenen Behälter; eine mit Schöpfern verſehene rotierende Welle hob kontinuierlich Waſſer und ließ es durch die Luft wieder abträufeln. — Gebr. Körting laſſen das warme Waſſer unter Druck aus Streudüſen (Bd. 4, S. 12, Fig. 31) von unten nach oben austreten und es als Staub durch die freie Luft wieder niederfallen. Eine ſolche Anlage iſt durch Fig. 1 veranſchaulicht. Das Verfahren iſt ſehr einfach, erfordert aber Kraftaufwand, wenn der hydrauliſche Druck zufällig nicht vorhanden iſt. — Ein vielfach angewendetes Verfahren der Waſſerzerteilung in der Luft beſteht darin, daß das gehobene Waſſer beim Niederfallen um 4—6 m auf ausgebreitete und hordenartig übereinander angeordnete Latten und Bretter oder Bleche wiederholt auffchlägt und zerſpritzt. Die gewöhnlichen Reiſiggradierwerke, wie ſie in Salinen verwendet werden, ſind hierzu nicht geeignet, weil die Schalen und Rinden faulen, ſich ablöſen, das Waſſer belaſten und den Maſchinenbetrieb ſtören würden. Aber auch geſchnittene Hölzer haben den Nachteil, daß ſie reißen, ſich werfen und dann das Waſſer ungenügend zerteilen; das ſind Uebelſtände, die bei Blechen fortfallen. Balcke & Co. benutzen auch Tonröhren (Drainrohre). Die gewöhnliche Verteilungsart auf die Rieſelflächen iſt in Fig. 2 angedeutet. Zunächſt iſt das durch eine Rohrleitung *R* zufließende Waſſer zu verteilen, indem es aus dem Troge *T*, der es zuerſt aufnimmt, durch zwei Reihen von Ausgüſſen *a a* in Rinnen *A* gelangt, aus denen es durch Einkerbungen überfließt, an den Wandungen herabrieſelt und an den Spitzen der unteren Zahnung abtropft. Von da fallen die Tropfen auf eine Lattenlage *B* (Rieſelboden), zerſpritzen, ſickern auf den nächſtuntern Rieſelboden *C*, deſſen Latten quer zu denen des vorigen liegen, dann auf *D* u. ſ. w. Die Rieſellatten werden in der verſchiedenſten Art ausgeführt. Die Holzinduſtrie Kaiſerslautern z. B. fertigt Rieſelflächen aus

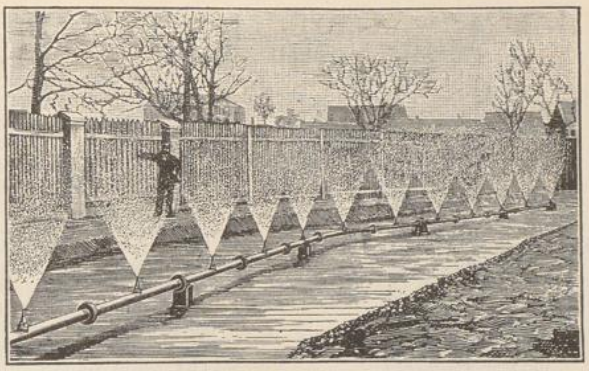


Fig. 1.

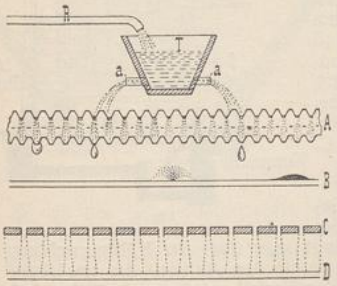


Fig. 2.

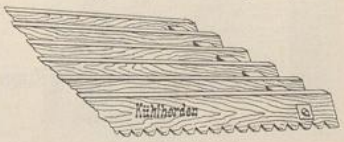


Fig. 3.

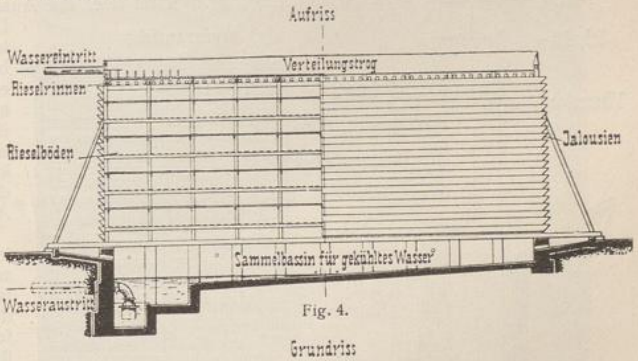


Fig. 4.

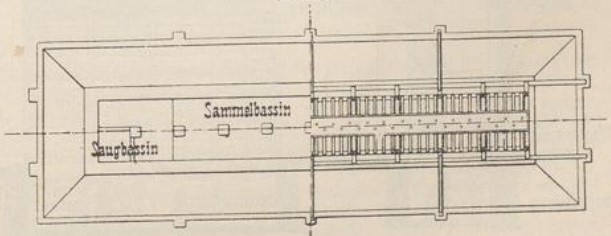


Fig. 5.

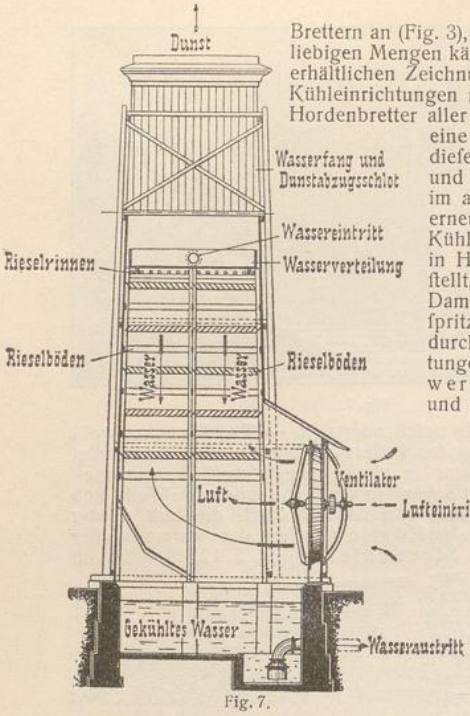


Fig. 7.

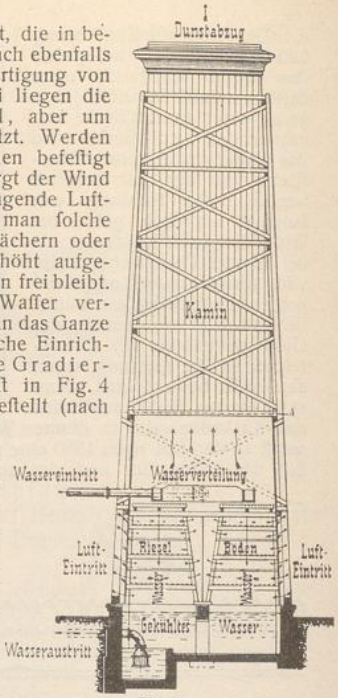


Fig. 6.

Brettern an (Fig. 3), Kühlhorden genannt, die in beliebigen Mengen käuflich sind, womit nach ebenfalls erhältlichen Zeichnungen die Selbstanfertigung von Kühleinrichtungen möglich ist. Hierbei liegen die Hordenbretter aller Rieselböden parallel, aber um eine halbe Teilung versetzt. Werden diese Bretter auf Gestellen befestigt und frei aufgestellt, so sorgt der Wind im allgemeinen für genügende Lufterneuerung. So findet man solche Kühlvorrichtungen auf Dächern oder in Höfen auf Säulen erhöht aufgestellt, so daß das Hofterrain frei bleibt. Damit der Wind kein Wasser verspritzen kann, schließt man das Ganze durch Jalousien ein. Solche Einrichtungen nennt man offene Gradierwerke. Ein solches ist in Fig. 4 und 5 zeichnerisch dargestellt (nach Balcke & Co.).

Die Längenausdehnung richtet sich nach der Leistung. Für 1 cbm Wasser stündlich ist etwa 1 qm Grundfläche erforderlich bei 8—10 m Höhe, wobei eine Kühlung um ca. 25° C. erzielt wird.

In der Umgebung von Gebäuden wird der abziehende Dunst, besonders im Winter, lästig. Deshalb bringt man über der Kühlvorrichtung einen (meist hölzernen) Schlot (Kamin) an, der den Dunst durch den Auftrieb der erwärmten Luft in größere Höhen abführt. Dadurch entsteht zugleich der Vorteil, daß man mit der Aufstellung nicht auf windige Plätze angewiesen ist, sondern die erforderliche Luftbewegung zwischen Gebäuden und bei Windstille ohne weiteres erreicht. Solchen (hölzernen) Kaminkühler nach Balcke & Co. zeigt Fig. 6. Die Einrichtung der Rieselkühlung wird durch den Kamin nicht beeinflußt; es sind alle vorbenannten Formen der Kühlvorrichtung anwendbar.

Bei 8000 kg stündlicher Dampfkondensation ist erforderlich: für je 100 kg Dampf etwa 1,25 qm Grundfläche + 5 qm Zuschlag; bei größeren Ausführungen: für je 100 kg Dampf etwa 1,1 qm Grundfläche + 15 qm Zuschlag; man kann aber die Ausmaße noch weiter steigern. — Die Vorteile solcher Kaminkühler haben diesen eine große Verbreitung verschafft. Indessen ist es selbstverständlich, daß ihre kühlende Wirkung nicht so groß ist wie die der offenen Gradierwerke, denn sobald bei Kaminkühlern das Wasser kälter als die Außenluft wird, so hört der Auftrieb im Kamin auf.

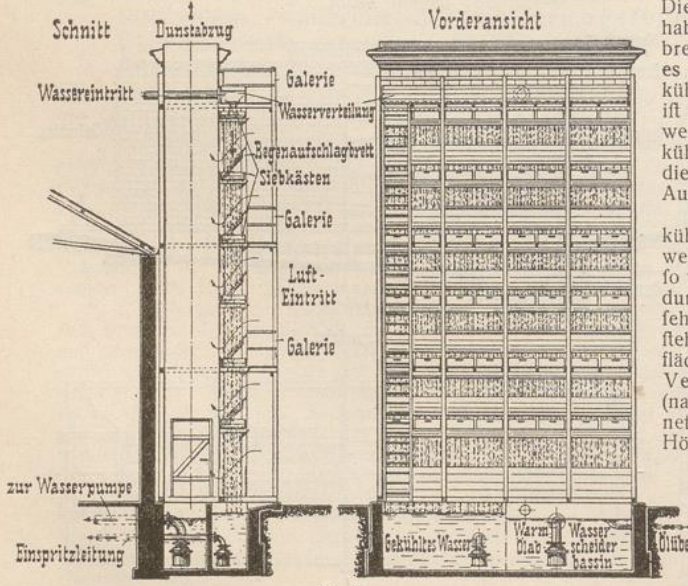


Fig. 8.

Sollen dennoch die Kaminkühler ebenso leistungsfähig werden wie die offenen Kühler, so wird die Luft mit Ventilatoren durchgetrieben, wodurch eine sehr energische Wirkung entsteht und die kleinste Grundfläche benötigt wird. Ein solcher Ventilatorkühler ist in Fig. 7 (nach Balcke & Co.) gezeichnet. Dabei kann fast die ganze Höhe des Kamins mit Kühlvorrichtungen ausgebaut werden, wodurch die Grundfläche auf das kleinste Maß beschränkt werden kann. Indessen ist zu beachten, daß der Ventilator Kraft ver-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

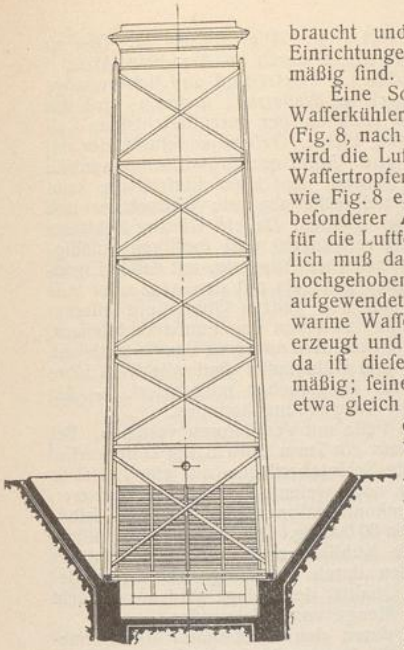


Fig. 9.

braucht und daß deshalb diese Einrichtungen nicht immer zweckmäßig sind.

Eine Sonderkonstruktion von Wasserkühlern ist der Popperturm (Fig. 8, nach Balcke & Co.). Hier wird die Luft durch die fallenden Wassertropfen nach oben getrieben, wie Fig. 8 erkennen läßt, also ein besonderer Aufwand von Energie für die Luftförderung gespart. Freilich muß dabei wieder das Wasser hochgehoben und dadurch Arbeit aufgewendet werden. Wo aber das warme Wasser auf größerer Höhe erzeugt und unten gebraucht wird, da ist dieser Popperturm zweckmäßig; seine kühlende Wirkung ist etwa gleich der von Kaminkühlern, doch braucht er noch weniger Raum als diese.

Zur Vermeidung des Wasserhebens dienen besonders die Unterflurkühler (Fig. 9, nach der Aschersleb ener Maschinenbauaktiengesellschaft), wobei die ganze Kühlvorrichtung so tief angeordnet und so niedrig konstruiert ist wie der Kondensator einer Dampfmaschine, damit das warme Wasser aus der Kondensatorpumpe von selbst auf die Rieselböden fließen kann und das gekühlte Wasser aus dem Reservoir durch das Vakuum des Kondensators selbsttätig wieder angesaugt wird.

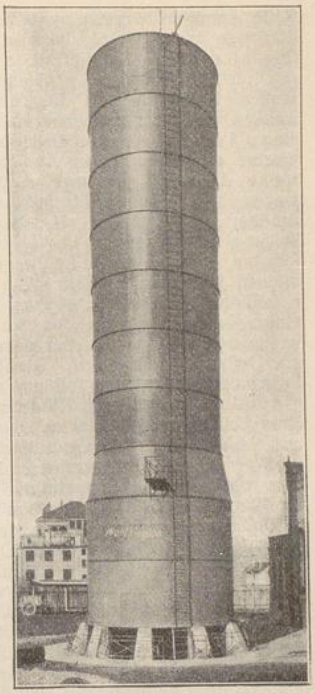


Fig. 10.

Zum Zweck größerer Haltbarkeit wird das Holzwerk gewöhnlich mit Carbolineum getränkt. Es werden aber auch wesentliche Teile, besonders der Kamin, aus Mauerwerk, Eisenbeton, Eisen u. s. w. hergestellt, die zwar wesentlich teurer aber viel dauerhafter sind und dadurch die Mehrkosten ausgleichen. Holztürme bilden bei Saisonbetrieb übrigens unter Umständen eine Feuersgefahr.

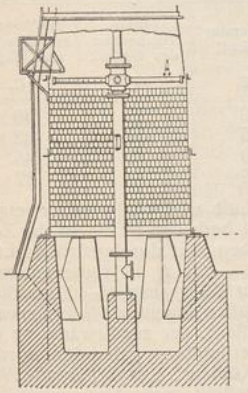


Fig. 12.

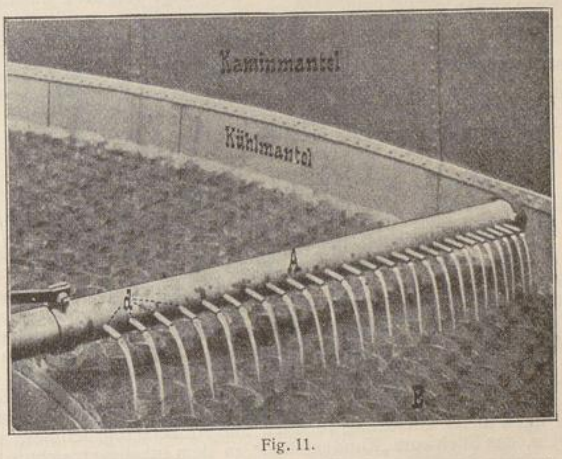


Fig. 11.

Mit der Herstellung von Kühltürmen ausschließlich aus Eisen befaßt sich die Worthington Pumpen-Comp. A.-G., Berlin C 2, wobei besonders lange Dauer, eine kleine Grundfläche und gutes Aussehen angestrebt wird. Als alleiniger Nachteil sind nur die schon erwähnten hohen Kosten eiserner Anlagen zu erachten. In Fig. 10 ist ein solcher in der äußeren Ansicht abgebildet, welcher stündlich das Kühlwasser von 15000 kg Abdampf zurückkühlt mit Kaminluftzug; er hat unten 7,5 m Durchmesser und im ganzen 28 m Höhe. Im weiten Teile unten ist die eigentliche Kühlvorrichtung untergebracht. Diese besteht aus zahlreichen ineinander gerollten verzinkten Eisenblechen *B* (Fig. 11) von ca. 0,5 mm Dicke, 120 mm Durchmesser der Rollen und 250 mm Höhe derselben, die in etwa 20 Etagen übereinander gestellt, unten von einem schmiedeeisernen

Roſte getragen werden, wie auch aus dem Vertikalſchnitt (Fig. 12) erſichtlich iſt. Das zu kühlende Waſſer wird durch das Rohr *D* zugeleitet und fließt durch 4—8 radiale Arme *A* (Fig. 11 und 12) aus, die mit je einer Reihe von Ausflußdüſen *d* beſetzt ſind und ſich vermöge des Reaktionsdruckes ſehr leicht drehen wie ein Segnerſches Waſſerrad; dadurch wird das Waſſer gleichmäßig auf die Kühlbleche verteilt. Da die letzteren der durchſtreichenden Luft wenig Querſchnitt verſperren, ſo entſteht ein verhältnismäßig kleiner Geſamtquerſchnitt, der mit einem Viertel derjenigen in Holzkonſtruktion angegeben wird. Auf 1 qm Grundfläche kann die Wärme von etwa 700 kg Abdampf ſtündlich abgekühlt werden. Auf 1 qm Rieſelfläche kann 1,4 kg Abdampf gerechnet werden. Auch ſollen die Rieſelbleche als gute Wärmeleiter und wegen ihrer geringen Wärmekapazität den Abkühlungseffekt erhöhen. Da ein eiſerner Kühlturm rundherum geſchloſſen, alſo dem Wind und Wetter (Waſſerverſpritzen) und ſonſtigen Zufälligkeiten wenig ausgeſetzt iſt, ſo gleicht er mehr einem phyſikaliſchen Apparate, mit deſſen Eigenſchaften, Vorgängen und Leiſtungen man zuverläſſiger rechnen kann als mit den ganz oder teils offenen hölzernen Kühlern. Um die einſtrömende Luft auf den ganzen Querſchnitt eiſerner Kühltürme zu verteilen, werden bei Größen von über 7 qm, zwiſchen den Fundamentpfeilern, einige Kanäle angeordnet, welche die friſche Luft beſonders nach dem mittleren Raume hinleiten, wohin ſie ſonſt nur unſicher gelangen würde. — Schlot und Kühlmantel ſind alle 2—3 Jahre mit Oelfarbe zu ſtreichen. Drehkran und Fahrkorb werden als Zubehör mitgeliefert. — Als Erſatz des verdunſteten ſoll nur reines, weiches Waſſer zur Verwendung kommen.

Auch die eiſernen Kühltürme werden für beſondere Fälle mit Ventilatoren verſehen. Bei einer Leiſtung von 15000 kg Dampfkondenſation erhält dann ein Turm etwa 5,3 m Durchmeſſer und 9,6 m Höhe. Die Grundfläche iſt alſo nur halb, die Schlotoberfläche nur ein Viertel ſo groß als die der ſelbſtventilierenden. Dabei kühlt erſterer noch weſentlich tiefer als letzterer, d. h. bis unter Lufttemperatur. Die Gewichte der Eiſenkonſtruktionen ſind für den ſelbſtventilierenden 55000 kg, für den mechaniſch ventilierenden 30000 kg. Die Leiſtung einer Rückkühlanlage iſt abhängig von der Kühlflächengröße, der Kühlluftmenge und dem relativen Feuchtigkeitsgehalte der Luft. Die Leiſtung wird gemeſſen durch die Menge der ihr im Beharrungszuſtande ſtündlich zugeführten Wärmemenge. Die Qualität der Anlage wird ausgedrückt durch die Tiefe der Waſſertemperaturen und die geringſte Menge von Erſatzwaſſer.

Wird einem Kilogramm Waſſer beim Durchgange durch den Kondenſator die Wärmemenge von *C* Einheiten mitgeteilt und erhält es dadurch die Temperatur t_1, welche im Kühlwerke auf t_2 erniedrigt wird, ſo iſt, weil die ſpezifiſche Wärme des Waſſers = 1, im Beharrungszuſtande: $C = t_1 - t_2$. Dieſe Gleichung iſt unabhängig von der abſoluten Größe der Einzeltemperaturen; ſie beſagt nur, daß die Differenz beider die Leiſtung beſtimmt. Die Kalttemperatur kann nicht erniedrigt werden, ohne daß die Warmtemperatur mit herabgeſetzt wird. Bei einem gutwirkenden Kühlwerk ſind unter ſonſt gleichen Umſtänden beide Temperaturen niedrig, z. B. 50 und 30°, bei einem mangelhaften Kühlwerke ſind ſie höher, z. B. 65 und 45°. — Jedes Kühlwerk iſt im Winter beſſer als im Sommer, d. h. die Temperaturen liegen tiefer, während ihre Differenz dieſelbe iſt wie im Sommer.

Den Einfluß der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der atmoſphäriſchen Luft, welche Faktoren ſehr veränderlich ſind, zeigt folgende Zuſammenſtellung der Worthington-Compagnie.

Relative Feuchtigkeit der Luft (höchſtens) %	Temperatur der Luft °C.	Obere Temperatur des Waſſers °C.	Differenz zwiſchen Luft und Waſſer °C.	Relative Feuchtigkeit der Luft (höchſtens) %	Temperatur der Luft °C.	Obere Temperatur des Waſſers °C.	Differenz zwiſchen Luft und Waſſer °C.
40	30	55	25	70	10	50	40
50	25	54	29	75	5	48	43
60	20	53	33	85	0	45	45
65	15	52	37	95	−5	42	47

Die Abhängigkeit der Abkühlung von der angewendeten Luft und Waſſermenge ergibt ſich durch die Gleichung $W t = L\,(0{,}2375\, t_l + d\,[640 - t_m])$. Dabei bedeutet W die in der Zeiteinheit abzukühlende Waſſermenge in Kilogramm, L die in derſelben Zeit durchgeſtrömte Luftmenge in Kilogramm, t die Waſſerabkühlung in Grad Celſius $= t_1 - t_2$, t_l die Lufterwärmung in Grad Celſius $= t' - t''$, d der von 1 kg Luft aufgelöſte Dunſt in Kilogramm, t_m die mittlere Waſſertemperatur. Dabei iſt leicht erſichtlich, daß $W t$ die dem Waſſer zugeführte Wärmemenge iſt, während der Ausdruck $0{,}2375\, L\, t'$ denjenigen Anteil davon darſtellt, der zur Erwärmung der Luft dient, und $L\, d\,(640 - t_m)$ den Anteil, welcher durch Waſſerverdunſtung gebunden worden iſt. Hausbrand (vgl. das Buch „Verdampfen, Kondenſieren und Kühlen“, 3. Aufl., Berlin 1904) hat nach dieſer Gleichung Tabellen und Anwendungsbeiſpiele aufgeſtellt, worauf wir verweiſen. Vgl. a. das Stichwort „Kondenſation“ in dem Inhaltsverzeichnis der Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing., in welcher ſich Beſchreibungen und Zeichnungen verſchiedener Anlagen vorfinden. *Carlo.*

Rücklage, ſ. Packwerk, Bd. 6, S. 791.

Rücklaufbremſe, ſ. Lafettierung.

Rückmeldeſignale, Einrichtungen gewöhnlich elektriſcher Art, durch welche im Eiſenbahnbetriebe den die Signalgebung überwachenden oder veranlaſſenden Dienſtſtellen beſtimmte Meldungen über die Stellung von Signalen zurückgegeben werden; ſ. a. Kontrollſignale. *Köchy.*

Rückſchlag, elektriſcher. Befindet ſich ein mit der Erde in Verbindung

ſtehender, elektriſcher Leiter in der Nähe eines andern geladenen, z. B. des Konduktors einer Elektriſiermaſchine, ſo wird er durch Verteilung (Influenz, vgl. a. Elektrizität, Bd. 3, S. 400) ſelbſt elektriſch. Entzieht man dem Konduktor die Ladung plötzlich, ſo erfolgt auch eine plötzliche Entladung des in der Nähe befindlichen Leiters durch Abſtrömen der Elektrizität in die Erde. Dieſe Entladung bezeichnet man mit dem Namen elektriſcher Rückſchlag.

Ein ſolcher Rückſchlag kann z. B. in auf der Erde befindlichen Körpern eintreten, wenn die verteilende Wirkung einer Gewitterwolke durch Ueberſchlagen eines Blitzes zwiſchen ihr und einer zweiten Wolke plötzlich verſchwindet. Die Stärke dieſes Rückſchlages iſt mitunter ſo bedeutend, daß Menſchen und Tiere durch ihn getötet werden; ſichtbare Verletzungen und Brandwunden treten dabei nicht auf. *Holzt.*

Rückſchlagventile geſtatten Durchfluß in nur einer Richtung, umfaſſen alſo alle Pumpen- und Klappenventile (ſ. d.), Speiſeventile an Dampfkeſſeln, auch Ventile in Luftdruckbremſen u. ſ. w. *C. Blecken.*

Rückſprung (Rückweichung), das Maß für das Zurücktreten eines Bauteils hinter einen andern; ſ. Rifalit.

Rückſtau, Erhöhung eines Waſſerſtandes infolge eines unterhalb befindlichen Abflußhinderniſſes; ſ. Stauanlagen.

Rückſtauverſchluß, ſ. Kanaliſation der Privatgrundſtücke, Bd. 5, S. 333.

Rückwärtseinſchneiden (Pothenotſche, beſſer Snelliusſche Aufgabe, [1], [2]) beſtimmt die Lage eines Punktes P (Fig. 1) in bezug auf drei gegebene Punkte A, M, B durch die in P gemeſſenen oder aufgezeichneten Winkel α, β. Die gegenſeitige Lage der Punkte A, M, B kann ausgedrückt ſein: 1. durch die Seiten a, b und den eingeſchloſſenen Winkel γ; 2. durch die rechtwinkligen Koordinaten $y_a x_a$, $y_m x_m$, $y_b x_b$; da aus den Koordinaten die Werte a, b und γ abgeleitet werden können, ſchließt dieſer Fall den erſten ein; 3. graphiſch in einer Karte, z. B. dem Meßtiſchblatt. Im Falle 1 iſt die Aufgabe gelöſt, ſobald die unbekannten Stücke des Vierecks $AMBP$, alſo φ, ψ und damit die Winkel bei M ſowie die Seiten s_a, s_m, s_b berechnet ſind; im Falle 2 ſind mit Hilfe dieſer Werte noch die Koordinaten yx von P abzuleiten; im Falle 3 erfolgt die Löſung durch Konſtruktion.

A. Die trigonometriſche Löſung. Die für logarithmiſche Rechnung gebräuchlichſte und auch wohl bequemſte Löſung (Lambert, Burckhardt, Beſſel [2]) iſt die folgende: 1. Ableitung der Richtungswinkel und Längen der Linien a, b und des Winkels γ aus den gegebenen Koordinaten (ſ. Koordinaten, geodätiſche). 2. Berechnung der unbekannten Winkel φ und ψ aus $\varphi = {}^1/_2(\varphi + \psi) + {}^1/_2(\varphi - \psi)$; $\psi = {}^1/_2(\varphi + \psi) - {}^1/_2(\varphi - \psi)$, worin $\varphi + \psi = 360^0 - (\gamma + \alpha + \beta)$ und $\operatorname{tg} {}^1/_2(\varphi - \psi) = \operatorname{cotg}(45^0 + \mu) \operatorname{tg} {}^1/_2(\varphi + \psi)$ und Hilfswinkel μ zu beſtimmen iſt aus $\operatorname{tg} \mu = a \sin\beta : b \sin\alpha = \sin\psi : \sin\varphi$ (Probe). 3. Damit laſſen ſich die übrigen Winkel und Seiten und daraus wieder die Richtungswinkel und Koordinatenunterſchiede berechnen. — Eine andre Löſung iſt an Fig. 2 erläutert. Der durch einen um ABP beſchriebenen Kreis auf der Richtung MP abgeſchnittene Punkt Q, der Collinsſche Hilfspunkt, iſt ſeiner Lage nach im Dreieck ABQ beſtimmt durch die Winkel α und β, wie aus der Figur unmittelbar erſichtlich iſt. Danach laſſen ſich alle Seiten, Richtungswinkel und Koordinatenunterſchiede berechnen oder auch konſtruieren. Dieſes Verfahren iſt zurzeit praktiſch angewendet in [7]; ſ. dazu auch [5]. — Weitere Löſungen (Fig. 3) gehen von den durch AMP und BMP beſchriebenen Beſtimmungskreiſen mit den Peripheriewinkeln α und β aus, wobei auch wie von Snellius die Kreismittelpunkte m_a und m_b eingeführt werden können. Die in dieſen Beſtimmungskreiſen beſtehenden Beziehungen ergeben ſich unmittelbar aus der Figur. Der geſuchte Punkt P iſt die Projektion des Mittelpunktes M auf die Sekante ab, deren Endpunkte a, b beſtimmt ſind durch die bei A und B rechtwinkligen Dreiecke MAa und MBb. Dieſer Rechnungsgang iſt für die Rechnung mit der Rechenmaſchine ausgenutzt worden, insbeſondere bei der Leipziger Stadtvermeſſung [3], ferner ſ. [4]. — Andre Löſungen ſowie die betreffenden Literaturangaben ſ. [1] und [2]. Näheres über die Anordnung der Rechnung in verſchiedenen Fällen in bezug auf Lage der Punkte, die Ausführung der Zahlenrechnung und Rechenformulare ſ. [1], Jordans Handbuch und [3]—[7].

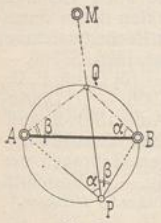


Fig. 2.

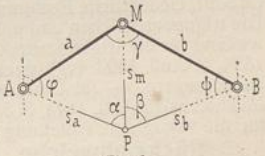


Fig. 1.

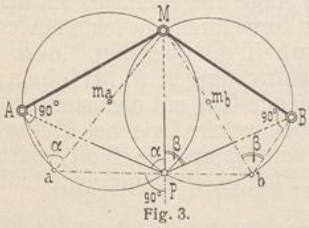


Fig. 3.

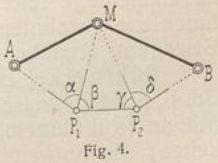


Fig. 4.

Die Aufgabe läßt mehrfache Erweiterungen zu; nach Fig. 4 können z. B. zwei oder mehr Punkte $P_1 P_2 \ldots$ gegen A, M, B beſtimmt werden, ſobald die Richtungen von allen Punkten nach M vorliegen. Eine andre Erweiterung drückt Fig. 5 aus (Mareks Aufgabe), wozu ſich beſonders die Löſung mit dem Collinsſchen Hilfspunkte eignet. Weiteres ſ. [1], [2]. Vgl. a. Hanſens Aufgabe und Triangulierung.

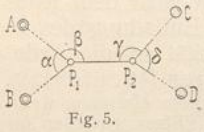


Fig. 5.

B. Graphiſche Löſung. Wird das durch α, β gegebene Strahlenbüſchel (Fig. 1) ſo in das Syſtem der gegebenen Punkte eingepaßt, daß jeder Strahl durch den zugehörigen Punkt A, M, B geht, ſo iſt die Lage von P beſtimmt. Eine einfache Anwendung dieſes Satzes iſt das Aufzeichnen der Richtungen auf Pauspapier und ihr Orientieren nach den gegebenen Punkten. Dasſelbe Prinzip findet Verwendung beim Einſchneidetransporteur (ſ. d.) oder Standpeiler. Dieſes Inſtrument iſt eine Gradſcheibe, um die drei oder mehr Lineale zentriſch dreh- und feſtſtellbar ſind; nach Einſtellung der Lineale wird verfahren wie bei der Aufzeichnung auf Pauspapier. Demſelben Zweck dient der ſogenannte Goniograph (ſ. d.). Auf der Beſtimmung des Punktes P als Schnittpunkt der Beſtimmungskreiſe (vgl. Fig. 3) durch Konſtruktion der Kreiſe nach Einſtellung der Peripheriewinkel beruht Bauernfeinds Einſchneidezirkel (ſ. Bd. 3, S. 245). Eine direkte Löſung folgt aus Fig. 2. Der Meßtiſch wird mit AB über P nach B orientiert und β wird angetragen. Danach wird er mit BA nach A orientiert und α wird angetragen. Hierdurch erhält man Q. Durch Orientierung des Tiſches mit QM nach M ergibt ſich P. — Größere Bedeutung als die direkte und die mechaniſche Löſung hat für die Meßtiſchpraxis die indirekte Löſung. Der Meßtiſch wird nach Augenmaß oder beſſer mit Hilfe einer Orientierbuſſole genähert orientiert, und die Richtungslinien werden mit der Kippregel gezogen. War die Orientierung nicht genau richtig, ſo ergibt ſich ſtatt des Schnittpunktes ein Schnittdreieck, das fehlerzeigende Dreieck, deſſen Form von der gegenſeitigen Lage der vier Punkte und dem Fehler der Orientierung abhängt. Ueber die Lage des Punktes P zum Fehlerdreieck handelt Lehmanns Satz. Vgl. hierüber [8], [9] ſowie [1], Jordan, Bauernfeind, Hartner-Waſtler. Werden die Richtungslinien bei einer zweiten Orientierung konſtruiert, ſo erhält man durch die gleichnamigen Richtungsſchnitte drei den Eckpunkten des erſten Fehlerdreiecks entſprechende Punkte. Die Verbindungslinien der einander entſprechenden Punkte ſchneiden ſich in dem geſuchten Punkte und beſtimmen dieſen. — Wie aus Fig. 3 ohne weiteres folgt, verſagt die Löſung rechneriſch und graphiſch, wenn die vier Punkte A, M, B, P auf einem Kreiſe liegen, d. h. wenn die beiden Beſtimmungskreiſe, deren Schnitt den Punktort anzeigt, zuſammenfallen, wenn alſo ∞ viele Punkte der Bedingung entſprechen. Beim rechneriſchen Verfahren nach Fig. 1 werden hierbei $\varphi + \psi = 180^0$, $\mu = 45^0$ und $\varphi - \psi$ unbeſtimmt; entſprechend bleiben in Fig. 2 die Richtung MQ und in Fig. 3 a und b unbeſtimmt. Liegt P nahe an dem Kreis durch A, M, B, den man den gefährlichen Kreis nennt, ſo iſt die Punktbeſtimmung unſicher. Solche Verhältniſſe müſſen alſo vermieden werden. Günſtig iſt, wenn das Viereck $AMBP$ bei M oder P eine einſpringende Ecke hat, und wenn ſich zwei Richtungen in P nahezu rechtwinklig ſchneiden. Weiteres über die günſtigſte Auswahl der Beſtimmungspunkte in [1], [6], [7]. Ueber die Genauigkeit des einfachen Rückwärtseinſchneidens ſ. Jordans Handbuch und die dort angegebene Literatur. Ueber die Anwendung des Rückwärtseinſchneidens mit überzähligen Winkeln oder Richtungen nach mehr als drei gegebenen Punkten ſ. Triangulierung.

Literatur: [1] Die bei Geodäſie unter [4]—[8] genannten Lehrbücher. — [2] Zeitſchr. für Vermeſſungsw. 1892, S. 296—302, und Jordans Handbuch, Bd. 2, S. 351, ſowie auch Hammer, Zeitſchr. für Vermeſſungsw. 1895, S. 598. — [3] Höckner, Einſchaltung von Punkten in ein durch Koordinaten gegebenes trigonometriſches Netz mit ausgiebiger Verwendung der Rechenmaſchine, Leipzig 1891. — [4] Runge, Zeitſchr. für Vermeſſungsw. 1894, S. 204; Soßna, ebend. 1896, S. 269. — [5] Koll, Geodätiſche Rechnungen mittels der Rechenmaſchine, Halle a. S. 1903. — [6] Gauß, F. G., Die trigonometriſchen und polygonometriſchen Rechnungen, 3. Aufl., Halle a. S. 1906. — [7] IX. Anweiſung für die trigonometriſchen und polygonometriſchen Arbeiten, Berlin, 1. Aufl. 1881, 2. Aufl. 1894, 3. Aufl. 1903 (vgl. auch die anderen bei Kataſter genannten amtlichen Vermeſſungsanweiſungen). — [8] Lehmann, Anleitung zum vorteilhaften und zweckmäßigen Gebrauch des Meßtiſches (5. Aufl. 1843, S. 55, herausgeg. von Becker u. Fiſcher), Dresden-Leipzig. — [9] Vorſchrift für die topograph. Abteilung der Landesaufnahme, Heft 1, Berlin 1898. *(† Reinhertz) Hillmer.*

Rückziehweiche, ſ. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 484.

Rüfe, ein Schlamm- oder Erd- und Steinſtrom; ſ. Wildbäche.

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

Rührnagel, am Rüttelſchuh eines Mahlgangs (ſ. d.) ſitzender, abwärts in das Läuferauge reichender Stab, der gegen einen das Auge umgebenden, auf der Innenſeite gezahnten Ring gedrückt und infolgedeſſen fortwährend in ſchüttelnder Bewegung erhalten wird, die er auf den Rüttelſchuh (ſ. d.) überträgt. *Arndt.*

Rührwerke, Bezeichnung für diejenigen Miſchvorrichtungen (ſ. Miſchen, Bd. 6, S. 441), welche das zu miſchende oder aufzulöſende Gut mit mechaniſchen Mitteln (Rührflügeln, -ketten, -ſtäben) durchrühren, oder welche, wie bei Flüſſigkeiten, die notwendige Bewegung durch Einleiten von Dampf, Preßluft, oder durch ein Dampfſtrahlgebläſe angeſaugte und in die Flüſſigkeit eingepreßte Luft hervorbringen.

Rührwerke mit Rührflügeln ſind im Art. Bierbrauerei, Bd. 2, S. 16, Fig. 2 und 10, ſowie in Papierfabrikation, Bd. 6, S. 811, beſchrieben. Ueber Dampfſtrahlrührgebläſe ſ. Bd. 2, S. 622. *A. Widmaier.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rüſt, horizontale Plattformen, welche außenbords an der Schiffswand in Höhe des Oberdecks und zur Seite der Maſten angebracht ſind und dazu dienen, den Unterwanten mehr Spreiz zu geben. *T. Schwarz.*

Rüſtbaum, -brett, ſ. Baugerüſt, Bd. 1, S. 575.

Rüſtſtange oder Standbaum, auch Gerüſt- und Spießbaum genannt, iſt einer der das Gerüſt bildenden, im Abſtand von etwa 3 m voneinander aufzuſtellenden Baumſtämme, die bis zum Gebäudegeſims reichen und am oberen Ende einen Durchmeſſer von mindeſtens 10 cm haben müſſen.

Sie ſind mindeſtens 1 m tief einzugraben und mit Erde und Steinen feſt zu umſtampfen. Soll ein Standbaum verlängert oder „gepfropft" werden, ſo ſtellt man einen zweiten entſprechend langen Baum auf mindeſtens 2 m Länge neben das obere Ende des erſten auf eine Streichſtange (ſ. d.) und verbindet beide Bäume durch Draht oder eiſerne Ziehbänder; ſodann ſteift man den oberen Baum von Streichſtange zu Streichſtange bis auf ein feſtes Unterlager auf dem Erdboden ab. Kantiges Holz wird in ſolchem Falle überblattet und durch Schraubenbolzen verbunden (ſ. a. Baugerüſt). *L. v. Willmann.*

Rüſtung, ſ. Baugerüſt, Bd. 1, S. 574 ff.

Rüſtzeug, zum Heben oder zur Bewegung großer Laſten dienendes Werkzeug.

Rüttelmaſchine, ſ. Zündwaren.

Rüttelſchuh oder Schüttelſchuh, Einrichtung zum gleichmäßigen Eintragen des Gutes, z. B. eine zwiſchen dem Zulauftrichter und dem Läuferauge eines Mahlgangs (ſ. d.) hängende, gegen die Wagerechte geneigte flache Schale, die das Mahlgut aus dem Zulauftrichter empfängt und es vermöge einer ihr erteilten Schüttelbewegung in gleichmäßigem Strahle in das Läuferauge ſtreut. *Arndt.*

Rüttelſieb (Abreiter, Abſauberer), ein flaches Sieb, meiſt in etwas geneigter Lage, das am höheren Ende das zu ſichtende Gut empfängt, das Feine durchfallen und das Grobe am Ende übergehen läßt.

Die Rüttelbewegung kann in verſchiedener Weiſe erzeugt werden. Entweder ſteht das Sieb auf Blattfedern (elaſtiſchen Holzſtäben) oder hängt an ſolchen (oder auch an gelenkigen Hängeſtangen), oder es iſt auf Rädern oder Rollen gelagert, und die Bewegung erfolgt durch einen Krummzapfen mittels einer kürzeren oder längeren Pleuelſtange. Trifft man die Anordnung ſo, daß das Sieb bei der Mittelſtellung des Krummzapfens durch die Federn oder Hängeſtangen nicht in der höchſten oder tiefſten Lage gehalten wird, ſo tritt eine einſeitige Wurfwirkung auf das Sichtgut ein, welche zum Fördern desſelben von einem Siebende zum andern auch bei wagerechter Lage der Siebfläche dienen kann. — Eine andre Bewegungsweiſe iſt die, dem Siebe eine quer zu ſeiner Neigung liegende Drehachſe zu geben und das andre Ende durch einen Dreiſchlag oder ähnliche Rüttelvorrichtungen in ſenkrechte Erſchütterung zu verſetzen. *Arndt.*

Rütteltiſch, ſ. Förderrinne.

Ruficoccin, ziegelroter Farbſtoff, durch Auflöſen oder beim Behandeln von Karminrot mit konzentrierter Schwefelſäure in der Hitze und Ausfällen mit Waſſer erhaltenes Produkt; in Alkohol wie in Waſſer oder Aether löslich.

Rufikarmin, roter, in Waſſer unlöslicher, in Alkohol und Aether löslicher Körper, der aus der alkoholiſchen Löſung des Karminrot, der Karminſäure, mittels verdünnter Salzſäure in Form eines roten Pulvers ausgefällt wird. *Andés.*

Ruhekammer, ſ. Kanaliſation der Städte und Ortſchaften, Bd. 5, S. 347.

Ruhelehre, eine zur Nachprüfung bezw. Feſtſtellung der zentralen Lage der Lagerfläche eines Gewölbes oder Mauerbogens im Mittelpunkt der Wölblinie zu befeſtigende Schnur. *L. v. Willmann.*

Ruheſignal, Signal Nr. 3 der Deutſchen Eiſenbahnſignalordnung vom 1. Auguſt 1907; ſ. a. Linienſignale, durchlaufende.

Ruhewinkel, ſ. Reibungswinkel.

Rum (Tafia), alkoholiſche Flüſſigkeit aus der Melaſſe des Zuckerrohrſaftes durch Gärung und darauffolgende Deſtillation gewonnen. Während Jamaika- und Demararum gefärbt zu werden pflegen, bleibt Kubarum meiſtens ungefärbt.

Die Melaſſe des Zuckerrohrſaftes, d. h. die nach der Kriſtalliſation des Zuckers zurückbleibende noch zuckerhaltige Mutterlauge iſt das Material für die beſten Rumſorten; für weniger gute miſcht man die Melaſſe mit Abfällen des Zuckerrohrs oder mit dem bei der Scheidung des Zuckerrohrs erhaltenen Schaum (den „Skimmings"). Aus den Abfällen und Skimmings allein wird der ſogenannte Magenrum hergeſtellt. — Näheres ſ. Windiſch, K., Ueber die Zuſammenſetzung der Trinkbranntweine. Vgl. a. Branntwein. *Mezger.*

Rumpf, 1. derjenige Teil eines Körpers, der den größten Raum einnimmt oder die größte Maſſe darſtellt; 2. bei Aufnahmen von Gebäuden verſteht man darunter alle durch den Maurer gefertigten Bauteile, ausgenommen Dach und Deckenputz. *Weinbrenner.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rumpf, in der Müllerei, jeder kleinere oder größere Behälter, in dem sich Mahlgut anzuhäufen vermag, das von da aus seiner weiteren Bestimmung zugeführt werden soll. Meist hat der Rumpf eine trichterförmige Gestalt und ist entweder getrennt über einer Maschine angeordnet oder bildet mit ihr ein Ganzes. *Arndt.*

Rumpfzeug, diejenigen Vorrichtungen am Mahlgang (s. d.), welche für die gleichförmige Zuführung des Mahlgutes sorgen, d. h. der Rüttelschuh (s. d.) und sein Zubehör (vgl. Mahlgang). *Arndt.*

Rundbaum, im Bergbau, die Welle am Haspel oder Brems (s. Bremsbergförderung und Haspelförderung, Bd. 2, S. 257).

Rundbogen, s. Mauerbogen und Wölbungslinie.

Rundbogenstil, s. v. w. Romanischer Stil, s. Baustil, II.

Rundeisen, Bezeichnung für Walzstäbe von kreisrundem Querschnitt; es wird in Dimensionen bis über 200 mm Durchmesser hergestellt. Ueber gezogenes Rundeisen s. Ziehen.

Rundemaschine, s. Blechbearbeitungsmaschinen.

Rundfenster, Oeffnung von verschiedener Weite, mit oder ohne Füllung, mit meist kreisrunder Umfassung; dient zur hochgelegenen Erhellung zwischen Gewölbeschilden oder in Giebeln. Im Mittelalter wurde es zum Radfenster (s. d.) und Fensterrose (s. d.) entwickelt. Im Barockstil wird es in eirunder Form üblich, sogenannte Oeil-de-bœuf (s. Ochsenauge). *Weinbrenner.*

Rundgesenk, s. Schmieden.

Rundhämmermaschine, s. Reduziermaschine, S. 373, Fig. 1 und 2.

Rundherd, s. Herdarbeit, Bd. 5, S. 46.

Rundholz, Sammelname für die einzelnen Holzteile der Bemastung (s. d.).

Rundkeilverschluß, s. Verschlüsse der Geschütze.

Rundkirche, im Gegensatz zum Langbau, eine kirchliche Anlage, deren Teile sich oft auch im Vieleck um einen Mittelpunkt lagern (vgl. Kirche).

Derartige Bauten kommen in altchristlicher Zeit und im Mittelalter vor als Tauf- oder Grabkirchen oder Schloßkapellen, wie San Ortale und Grab des Theoderich in Ravenna, Münster in Aachen u. a. m. In der Renaissancezeit entstanden, zum Teil in Nachahmung des Pantheons zu Rom, Rundkirchen, die durch ihr einheitliches Licht und ihre geschlossene Form von höchster Wirkung sind. Freiere Entwicklung zeigen die im Barockstil geschaffenen Werke (Beispiele: Santa Maria della Salute in Venedig, Frauenkirche in Dresden und Karlskirche in Wien). *Weinbrenner.*

Rundkulierstuhl, Rundstuhl, s. Wirkerei.

Rundmaschine (für Bleche), s. Biegemaschine, Bd. 1, S. 783, Fig. 10—16.

Rundränderstuhl (Rundfangstuhl), s. Wirkerei.

Rundschaber, s. Böttcherei, Bd. 2, S. 139, Fig. 4 und 5.

Rundschneider, -schneidapparat, -schneidmaschine, a) für Pappe, Karton, Asbest-, Gummiplatten, s. Scheibenschneider; b) für Blech, s. Scheren.

Rundschütze, s. Wassermotoren.

Rundsichter, runde Siebtrommeln, aus einem Holzgerippe und einem Ueberzug von seidener Müllergaze bestehend, in denen eine Absichtung von Schrot, Griesen, Dunsten, Mehl u. s. w. nur durch Drehung des Zylinders selbst stattfindet (im Gegensatz zu Zentrifugalsichtmaschinen). *Arndt.*

Rundstabhobel- oder -fräsmaschine, s. Hobeln, Bd. 5, S. 77 f., Fig. 53.

Rundstrickstuhl, ein Rundwirkstuhl, welcher Links- und Linksware arbeitet.

Runsen, tief in das Bergmassiv eingegrabene Falten, die auch, namentlich wenn sie mit Geröll erfüllt sind, den Namen Tobel führen.

Rupie (Kompanie-Rupie), Einheit der ostindischen Silberwährung im Gewicht zu 180 Troy grains mit dem Feingehalt $^{11}/_{12}$.

Gesetzliches Zahlungsmittel ist in Ostindien (Gesetz vom 26. September 1901) der Sovereign, der zu 15 Rupien gerechnet wird, also 1 Rupie = 16 d. Die Rupie wird eingeteilt in 16 Annas zu 12 Pies. Geprägt werden doppelte, einfache, halbe, viertel und achtel Rupien, außerdem Bronzestücke zu 6, 3, $1^1/_2$ und 1 Pie. Außerdem kommen als Handelsmünzen Goldstücke zu 15, 10 und 5 Rupien vor. Neben der Kompanie-Rupie dient als Rechnungsmünze die Sicca-Rupie und die Kurant-Rupie, wobei 16 Kurant-Rupien = 15 Sicca-Rupien und 100 Kompanie-Rupien = $108^3/_4$ Kurant-Rupien berechnet werden. *Plato.*

Ruß, das Produkt der unvollständigen Verbrennung organischer Körper, welches eine ausgezeichnete Anwendung in der Farbentechnik findet, speziell zur Herstellung von Buchdruckfarben. Es werden hauptsächlich Fette und fette Oele, Harze, Mineralöle, Teer und Teerprodukte — namentlich die drei letzt-

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

genannten —, dann auch natürliche, der Erde entſtrömende Gaſe induſtriell auf Ruß verarbeitet.

Die Abſcheidung des Rußes aus der allein Ruß entwickelnden, leuchtenden Flamme kann auf zweierlei Weiſe geſchehen: durch eine ruhende Luftſchicht oder durch einen in die Flamme gehaltenen Gegenſtand, an welchem ſich Ruß feſtſetzen kann, mechaniſche Vorgänge, von deren richtiger Durchführung viel abhängt. Während bei einer rauchfrei brennenden Flamme (ſ. d.) ſämtlicher ausgeſchiedener Kohlenſtoff teils im Innern der Flamme, teils im äußeren Saume verbrennt, iſt dies in allen jenen Fällen weniger leicht möglich, in welchen die Flamme nicht durch die Luft, ſondern durch einen ſie berührenden Gegenſtand begrenzt wird; doch iſt auch hier der Luftzutritt nicht gänzlich aufgehoben, und es wird daher immer ein Teil des bereits abgelagerten Rußes verbrannt werden. Die Berußung iſt demnach an einer glühenden Fläche nicht ganz ſo groß wie an einer weniger heißen; an ganz kalten Körpern wird die Berußung unter Umſtänden geringer oder ſie tritt überhaupt nicht ein. In unſern Feuerungsvorrichtungen ſcheidet ſich naturgemäß ebenfalls Ruß ab, und zwar, der Feuerung zunächſt, Glanzruß (zur Herſtellung einer braunen Farbe, Biſter, benutzt) und in den kälteren Teilen des Schornſteins Flatterruß; beide Produkte finden keine techniſche Verwendung, obwohl ſie leicht in großen Mengen beſchafft werden könnten, weil ſie zuviel Verunreinigungen enthalten. Kienruß, Kienſchwarz wurde urſprünglich durch Schwelen von harzreichen Hölzern gewonnen, deſſen beſte, leichteſte Anteile Pfundruß, die von den Wänden abgekehrten und in Fäßchen verpackten Anteile Fäßchenruß genannt wurden; heute gewinnt man Kienruß oder Flammruß ausſchließlich aus Teer, teerartigen Stoffen, Harz, in einfachen Kammern oder in einem Syſtem zuſammenhängender Kammern, die auch übereinander angeordnet ſein können und deren Betrieb kontinuierlich oder periodiſch iſt. In den Rußkammern, in welchen ſich der Ruß entweder von ſelbſt vermöge ſeiner verſchiedenen Schwere oder durch Ventilatoren verteilt, ſetzt er ſich dann ab, iſt aber für beſſere Zwecke noch nicht genügend rein und wird geſiebt, eventuell auch mit Säuren ausgewaſchen oder in geſchloſſenen Gefäßen bei Luftabſchluß nochmals geglüht (calciniert). Je nachdem man Teeröle oder Harz oder Pech zur Erzeugung des Rußes verwendet, bezeichnet man denſelben als Oelruß, Harzruß, Lampenruß. Lampenſchwarz iſt eine beſonders feine Rußſorte, die man gewinnt, indem man geeignete flüſſige oder gasförmige Materialien in beſonders konſtruierten Lampen verbrennt, die, mit automatiſchen Speiſevorrichtungen verſehen, den Ruß entweder in Kammern oder auf kalten bezw. erwärmten Metallflächen ablagern; namentlich auf dieſem letztgenannten Syſtem beruht eine ganze Anzahl neuer Rußerzeugungsapparate, von denen der Thalwitzerſche wohl die größte Verbreitung erlangt hat. In den Petroleumdiſtrikten Nordamerikas, wo eine ungeheure Menge brennbarer Gaſe der Erde entſtrömt, werden dieſelben teilweiſe auf Lampenruß (Gasruß, Carbon Black) verarbeitet; die Fabrik hat man dicht an der Stelle angelegt, wo das Gas aus der Erde tritt, und leitet es zu mehreren tauſend Brennern, welche ſämtlich gegen große Schieferplatten gerichtet ſind, auf denen ſich der Ruß niederſchlägt; von Zeit zu Zeit wird derſelbe abgekratzt, geſammelt und verſandt. Lampenruß iſt ebenfalls eine ſehr fein verteilte Kohle, die indeſſen infolge ihrer größeren Reinheit viel weniger flockig iſt als der Flammruß; er beſteht zuweilen aus zuſammenhängenden Lappen, meiſtens aber aus einem ungemein leichten, tiefſchwarzen Pulver und verdankt ſeine geringe Verunreinigung mit empyreumatiſchen Stoffen der bei ſeiner Fabrikation herrſchenden höheren Temperatur. Die Preiſe für Ruße ſind: Lampenruß aus Gas 360—400 *M.*, Carbon Black 120 *M.*, Kienruß 32—38 *M.*, Faßruß 50—55 *M.*, Teer- und Oelruß 70—180 *M.* je nach Qualität pro 100 kg.

Literatur: [1] Berſch, Mineral- und Lackfarben, 2. Aufl., Wien 1893. — [2] Gentele, Farbenfabrikation, 2. Aufl., Braunſchweig 1880. — [3] Köhler, D., Fabrikation des Rußes und der Schwärze, Braunſchweig 1889. — [4] Zerr und Rübenkamp, Handbuch der Farbenfabrikation, Dresden 1906.

Andés.

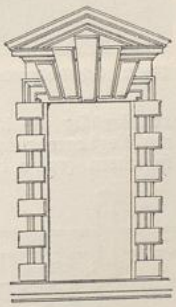
Rußfänger, ſ. Dampfkeſſeleinmauerung, Lokomotive und Schornſtein.

Rußgrau, durch Vermiſchen einer weißen Körperfarbe mit calciniertem Ruß erhaltene graue Farbe von rein grünem, nicht ins Braune fallendem Ton.

Rußſchreiber, ſ. Telegraphie.

Ruſtika, ſ. Boſſenwerk.

Ruſtikafenſter (Boſſenwerkfenſter), Fenſter, deſſen Umfaſſung mit Boſſenquadern verſehen iſt (ſ. die Figur).



Ruſtikafenſter (nach Vignola-Rom).

Rute, ſ. Längenmaße, Weberei, Wirkerei.

Ruthenium *Ru* (Atomgew. 101,7, ſpez. Gew. 12,26), dem Iridium ähnliches, hartes, ſehr ſchwer ſchmelzbares Metall, das aus den unlöslichen Platinrückſtänden gewonnen wird. *Rathgen.*

Rutil (Nigrin), Mineral, Titanſäure, TiO_2. Kriſtalliſiert quadratiſch. Braunrot bis gelb, wenn unrein, ſchwarz; Strich braun. Diamantglänzend, durchſcheinend bis undurchſichtig. Härte 6—6½; ſpez. Gew. 4,2—4,3. Vor dem Lötrohr unſchmelzbar; unlöslich in Säuren. Viel verbreitet in winzigen Formen in alten Schiefergeſteinen, Phylliten, Tonſchiefern. Wird als gelbe Farbe in der Porzellanmalerei benutzt. *Leppla.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Rutſche, ſchräg geſtellte Platte oder Rinne, um Körper oder Flüſſigkeiten abgleiten zu laſſen; findet Anwendung bei einfachſten Abortanlagen, beim Abbrechen von Gebäuden u. ſ. w. *Weinbrenner.*

Rutſchen fördern wie die Fallrohre ſenkrecht oder in ſchräger Richtung von oben nach unten, ohne daß es — wie bei den Förderrinnen (ſ. d.) oder Förderrohren (ſ. d.) — eines mechaniſchen Antriebs oder einer beſonderen Kraftäußerung bedarf (Arbeitsvermögen infolge hoher Lage). Vgl. a. Gefällebahnen, Kipper, Schwerkraftbahnen, Maſſentransport, Wipper und [1].

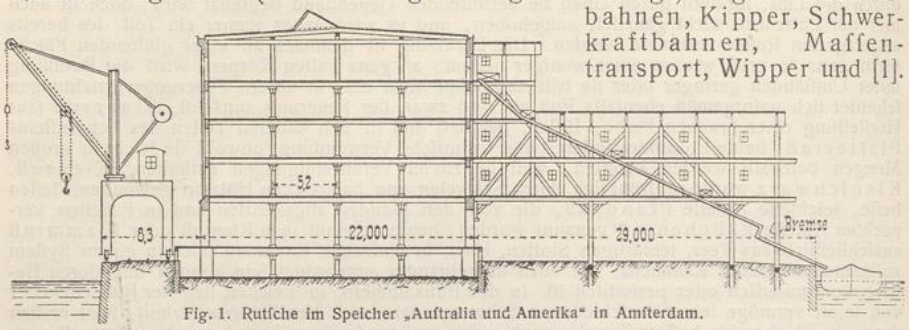


Fig. 1. Rutſche im Speicher „Auſtralia und Amerika“ in Amſterdam.

1. **Rutſchen** (Schütten, Schüttrinnen, Schurren) beſitzen meiſt einen mulden- oder trogförmigen Querſchnitt mit ſeitlichen Leiſten zur Vermeidung des Abrutſchens des Gutes; ſie werden hergeſtellt aus Blech oder ſchräg geſtellten glatten Brettern. Die lichte Breite beträgt in der Regel 600 mm. Neigungswinkel mit der Wagerechten 20 bis 30° (ſ. die Tabellen 1 und 2). Bei großen Fallhöhen ſind Bremſen erforderlich (Fig. 1). — Rutſchen werden vor allem in Speichern für Sack- und Ballengut [2], ferner beim Verladen von Gütern in Schiffe, Eiſenbahnwagen und Fuhrwerke (Fig. 2) [3] verwendet. Wird das Gut (Säcke) von dem Rutſchenende abgetragen, ſo wird dieſes zweckmäßig als kleine, mit einem Zählwerk verbundene Kippe mit Wegbegrenzung ausgebildet (Fig. 3) [4]. Rutſchen bei Kohlenſpeichern (vgl. a. Hochbehälter, Fig. 1 und 4; Elevator, Fig. 1; Kipper, Fig. 9, [5]) und Lokomotivbekohlungsanlagen (ſ. d., Fig. 10 und 11) werden auch verlängerbar (Teleſkopſchurren, Fig. 4) [6]



Fig. 2. Schiffselevator mit Sackrutſche in Chriſtiania von Amme, Giefecke & Konegen, A.-G., in Braunſchweig.

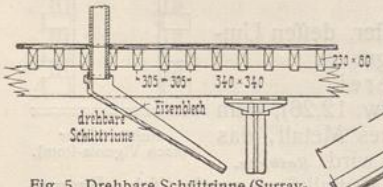


Fig. 5. Drehbare Schüttrinne (Surray-Commercial-Docks, London).

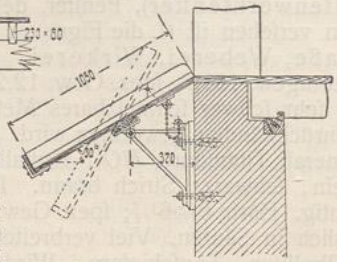


Fig. 3. Rutſche mit Kippe und Wegbegrenzung.

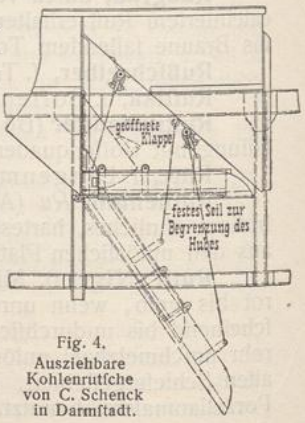


Fig. 4. Ausziehbare Kohlenrutſche von C. Schenck in Darmſtadt.

oder auf- und niederklappbar (Meßgefäße) ausgeführt. Auf Kornböden (s. Bodenspeicher) findet man auch drehbare Schurren (Fig. 5) [7]; s. a. unten: Abfallrohre (Fig. 13 und 14). Fahrbare Rutschen werden vielfach verwendet bei Silos (s. d.), Taschen (s. d.) u. s. w.; vgl. Fig. 6.

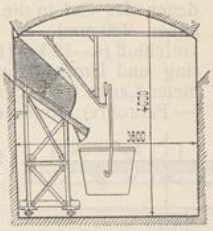


Fig. 6. Fahrbare Entleerungsrutsche im Gaswerk Berlin-Tegel.

Wendelrutschen (Patent Dauber) nach Fig. 7—10 [8] bestehen aus einer mittleren Säule und einem äußeren Blechzylinder, zwischen denen eine glatte, spiralförmig verlaufende Rutschbahn aus Blech angebracht ist. Zur Beförderung darauf besonders geeignet sind Säcke, Ballen und Kisten (bei Feuersgefahr dienen Wendelrutschen als Rettungstuch oder -schlauch für Menschen). Für Ziegeltransport (Dachfalz-, Verblendziegel u. s. w.) hat sich die Bauart Fig. 11 und 12 [9] bestens bewährt; Bahn offen, Aufgabe und Abnahme des Gutes an beliebiger Stelle möglich.

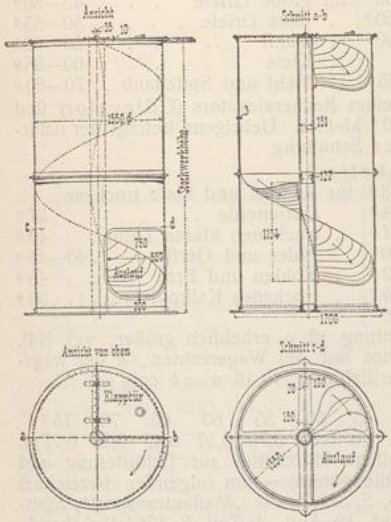


Fig. 7—10. Wendelrutsche von Dauber.

2. **Abfallrohre** (Laufrohre) besitzen einen geschlossenen, kreisrunden oder rechteckigen (quadratischen) Querschnitt, sind fest oder beweglich, drehbar oder auch auf- und abhängbar (Silomündungen, Taschenausläufe u. s. w.; sie werden deshalb oft mit Haken oder dergl. sowie mit Lederkragen zum Abfangen des Staubes versehen) und dienen zur Verteilung und Beschüttung des Gutes auf Speicherstockwerke (Drehrohre, vgl. Fig. 13—15) [10], auf Keller- und Dachbänder (s. Gurtförderer) in Getreidebodenspeichern (s. Bodenspeicher, Fig. 4 und 5 bezw ebend. [6]) und Silospeichern (s. d. und Elevator sowie Fig. 13 und [11]), zum Verladen in Schiffe [12] oder Eisenbahnwagen (Fig. 13) sowie zum Niedergang von Halbgetreide, Unkraut, Staub u. s. w., d. h. allgemein von Roh-, Fertig- und Zwischenprodukten der Nahrungsmittel; ferner von Erzen, Kohlen (s. Keffelhaus, Fig. 9), Koks, Asche, Schlacke, Zement, Sand, Spülversatzstoffen (s. Druckwasserförderer, Fig. 2) u. s. w. Für Mahlgut werden meist quadratische Fallrohre aus 23—25 mm starken, verschraubten Brettern oder (aus Feuersicherheitsgründen) runde Rohre aus $^3/_4$—1 mm Blech (verzinkt, sonst kräftige Lüftung) verwendet; oft werden auch hohle gußeiserne Tragsäulen zugleich als Fallrohre benutzt (vgl. Fig. 16) [13]. Hölzerne Rohre mit unveränderlichem Querschnitt verlangen hierbei zur Ueberwindung der Reibung das in Tabelle 1 angegebene geringste Gefälle.

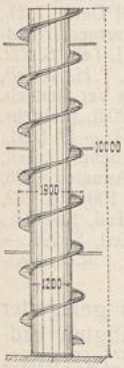


Fig. 11 und 12. Wendelrutsche für Ziegel (Patent A. Dauber).

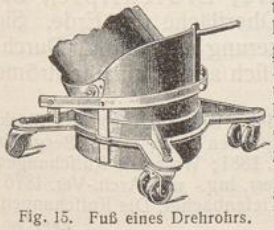


Fig. 15. Fuß eines Drehrohrs.

Zu den Fallrohren gehören auch die mit Schiebern und Endleisten versehenen Sackrohre, aus

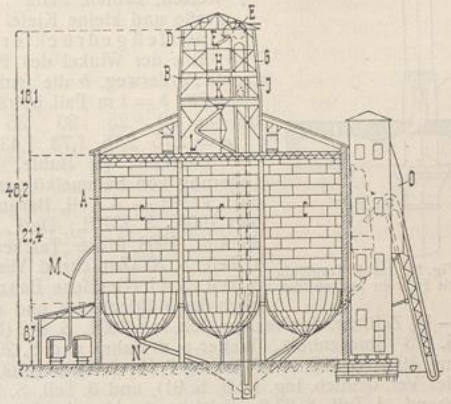


Fig. 13. Great-Northern-Elevator in Buffalo. *A* Zellenunterbau. *B* Stockwerkaufbau. *C* Silos. *D* Triebwerkboden. *E* Becherwerke. *F* Drehrohre. *G* Behälterboden. *H* Behälter. *J* Wiegeboden. *K* Wiegevorrichtungen. *L* Drehrohre. *M*, *N* Fallrohre. *O* Schiffselevator.

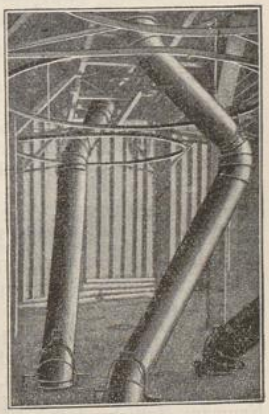


Fig. 14. Drehrohre.

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

denen das Gut in die Säcke gelangt. Hölzerne Sackrohre quadratiſch (lichte Weite 140—180 mm, außen 230 mm), am Ende rund. Gußeiſerne Sackſtützen mit Schieber oder Droſſelklappenverſchluß (4—19 kg) [13]. Eiſerne Sackſtützen aus 1—2 mm Blech, 250—300 mm weit, mit Winkelring und Droſſelklappe; bei 500 mm Länge und 300 mm Durchmeſſer ~ 10,5 kg, jeder Dezimeter Länge 0,78 kg mehr. Retorten der Gasöfen werden in der Regel jetzt ſchräg angelegt (~ Fallrohre); Kohle eingeſchüttet, Koks fällt heraus [15] (ſ. Retortenöfen).

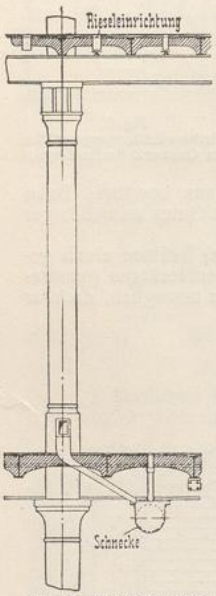


Fig. 16. Hohle Tragſäule als Fallrohr ausgebildet.

Tabelle 1.

Für Getreidekörner	25—30°	für grobe Griese	45—50°
„ Hochſchrot	40—50°	„ feine Griese	50—55°
„ Flachſchrot	50—60°	„ Dunſt	55—60°
„ feines Mahlgut vom Gange weg	60—65°	„ Kleie	60—65°
		„ Mehl und Spitzſtaub	70—80°

Bei unmittelbarem Auswurf eines Becherelevators (ſ. Elevator) ſind dieſe geringſten Gefälle um 10—20° kleiner. Uebrigens beträgt der natürliche Böſchungswinkel ϱ bei loſer Schüttung

Tabelle 2.

für Hirſe	23°	für Roggen und klare trockene Gartenerde	37°
„ feuchten Quellſand	24°	„ trockenen klaren Lehm	40°
„ feuchte Gartenerde	27°	„ Hafer und Gerſte	40—45°
„ Getreide	30°	„ Kohlen und Erze	45°
„ trockenen Sand	32°	„ trockenes Kalkpulver	50°
„ Weizen, Erbſen, Mais	35°		
„ große und kleine Kieſel	36°		

Bei feſtgedrückter Schüttung iſt ϱ erheblich größer; vgl. [14].

Iſt α der Winkel des Fallrohres mit der Wagerechten, a der wagerechte Förderweg, b die ſenkrechte Fallhöhe, ſo iſt $a = b \cot g\, \alpha$.

Für $b = 1$ m Fall beträgt

bei $\alpha =$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75°
$a =$	2,75	2,15	1,73	1,43	1,19	1,0	0,84	0,70	0,57	0,47	0,36	0,27 m.

Literatur: [1] Buhle, Techniſche Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maſſengütern) — im folgenden bezeichnet mit „T. H.“ — 3. Teil, Berlin 1906, S. 321, ſowie „Maſſentransport“, Stuttgart 1908, S. 237 ff.; Derſ., „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1264 ff.; ebend., 20. Aufl., 1908, ſowie „Taſchenbuch für Eiſenhüttenleute“. — [2] Derſ., T. H., 1. Teil, S. 20 (Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 91). — [3] Derſ., T. H., 3. Teil, S. 11 (Deutſche Bauztg. 1904, S. 547). — [4] Baumgartner, Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei, Berlin 1900, Bd. 1, I. Teil, S. 502. — [5] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1901, S. 842 (Nagel & Kämp, Hamburg); Buhle, T. H., 3. Teil, S. 123 (Stuckenholz, Wetter a. d. Ruhr) und S. 208 ff. (Krupp). — [6] Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1907, S. 295. — [7] Buhle, T. H., 2. Teil, S. 160. — [8] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 20 ff. (Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 91), und 3. Teil, S. 13 (Deutſche Bauztg. 1904, S. 547). — [9] Derſ., ebend., 1. Teil, S. 27 ff. (Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1899, S. 257). — [10] Derſ., ebend., 2. Teil, S. 150 ff. (Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 222 ff.). — [11] Derſ., Glaſers Annalen 1898, I, S. 188 ff. — [12] Derſ., T. H., 2. Teil, S. 166 ff. (Zeitſchr. des Ver. deutſch. Ing. 1904, S. 262, 266 ff.). — [13] Baumgartner, Mühlenbau und Müllerei (ſ. [4]), Berlin 1900, Bd. 1, I. Teil, S. 499 ff., 2. Teil, S. 769 ff. — [14] Buhle, „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1230, und ebend. 2. Teil, S. 297. — [15] Schilling, Journal für Gasbel. und Waſſerverſorg. 1902, S. 537 ff. und Tafel IV. *M. Buhle.*

Rutſchſchere, ſ. Tiefbohren.

Rutſchungen, im Erdbau, die durch Verſchiebungen natürlich gelagerter oder künſtlich aufgeſchütteter Erdmaſſen vorkommenden unbeabſichtigten Erdbewegungen, deren Urſache ſtets die Einwirkung des Waſſers iſt (vgl. Einſchnitt und Dammbewegungen).

Ganz allgemein wird man Rutſchungen meiſt nur durch entſprechende Entwäſſerungen und Fernhalten der atmoſphäriſchen Niederſchläge von den Gleitflächen begegnen können. In den ſeltenſten Fällen iſt ein „Feſtnageln“ der loſen Schichten auf den feſten durch Pfähle, Mauerpfeiler u. dergl. oder ein Abſtützen mittels Stützmauern möglich.

Literatur: Lorenz, Entwäſſerungs- und Bauarbeiten im Rutſchterrain, Zürich 1876; Handbuch der Ingen.-Wiſſ., 1. Teil, Bd. 2, Leipzig 1905, 4. Aufl., 2. Kap.; Handbuch der Baukunde, 3. Abt., 4. Heft, Berlin 1892, S. 69—79. *L. v. Willmann.*

Rutſchungen (Bergrutſche, -ſtürze, -ſchlipfe, Erdſchlipfe), Bewegungen größerer Geſteins- oder Erdmaſſen an der Oberfläche der Erde. Sie entſtehen vornehmlich an ſteilen Gehängen, infolge Lockerung oder ſtarker Durchfeuchtung nach Regengüſſen; in letzterem Falle bilden ſich auch Schlammſtröme oder Muhren.

Literatur: Reyer, E., Theoretiſche Geologie, Stuttgart 1888; Heim, Bergſtürze 1882; Pollack, Allgem. Bauztg. 1886 und Jahrbuch der Geologiſchen Reichsanſtalt, Wien 1882; Heim, Bergſturz von Elm, Zeitſchr. d. Deutſch. Geolog. Geſ. 1882; Rothpletz, ebend. 1881; Wolf, Die Rutſchungen am Kahlenberggehänge längs der Donau, Wochenſchr. des Oeſterr. Ing.- und Arch.-Ver. 1876; Neumayr, Zeitſchr. d. Deutſch-Oeſterr. Alpenvereins 1889, Bd. 20; Tiefenbacher, Die Rutſchungen, ihre Urſachen, Wirkungen und Behebungen, Wien 1880. *Leppla.*

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN